



## KONYA-ÇUMRA OVASI YÜZEYALTI DRENAJ SİSTEMLERİNİN İZLENMESİ VE BAZI TASARIM ÖLÇÜTLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

İdris BAHÇECİ<sup>1</sup>

Ali Fuat TARI<sup>2</sup>

Nazmi DİNÇ<sup>2</sup>

Pınar BAHÇECİ<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Konya/Türkiye

<sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal yapılar ve Sulama Bölümü, Adana/Türkiye

### ÖZET

Bu çalışmada, Konya-Çumra Ovasındaki yüzeyaltı drenaj sistemleri izlenerek drenaja neden olan fazla suyun kaynakları, dren akışları, su tablasının düzeyi ve yıl içerisindeki alçalıp yükselmesi irdelenmiştir. Sistemde en yüksek dren boşalimleri buğday sulama dönemi olan nisan ve mayıs aylarında olmuştur. Drenaja neden olan fazla suyun kaynağının sulamalar olduğu, yağışların dren akışlarına etkisinin daha az olduğu belirlenmiştir. Dren akışlarının ( $q_d$ ) ortalama ve medyan değerleri 1.1-2.80 ve 0.33-2.80 mm gün<sup>-1</sup>, arasında değişmiştir. Buğday sulama döneminde dren akışları tasarımılamada öngörülen  $q_r=3.0$  mm/gün değerinden genellikle yüksek bulunmuştur. Ortalama taban suyu derinlikleri 128-157 cm, medyan değerler ise 133 ve 162 cm arasında değişmiştir. Aşırı ıslaklığın göstergesi olarak su tablasının toprak yüzeyine 30 cm yükselme olasılığı %1.0-6.0, kök bölgesi olarak varsayılan 100 cm'ye yükselme olasılığı ise %20-58.5 arasında değişmiştir. Drenaj şiddet faktörü ( $\alpha$ ) 0.35-0.40 1gün<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. Bu değer drenaj şiddetinin yüksek olduğunu göstermektedir. Su tablasının genellikle dren düzeyinde olduğu, beslenme ile birlikte yükselen su tablasının 3-4 gün içinde kök bölgesinin altına düşmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** Yüzeyaltı drenaj, Su tablası, Drenaj katsayısı, Drenaj şiddeti,

### MONITORING SUBSURFACE DRAINAGE SYSTEMS IN KONYA-ÇUMRA PLAIN AND IMPROVEMENT SOME DRAINAGE DESIGN PARAMETERS

#### ABSTRACT

In this study, subsurface drainage systems was monitored and the source of excess water, drain flows, level of water table and its fluctuating along the year was investigated. The highest drain flows in system occurred during the wheat irrigation season. It was appeared that the source of excess water is due to irrigation waters in place of rainfalls during wheat irrigation season. The mean and median of drain flows changed from 1.10 to 2.70, and 3.30-2.80 mm d<sup>-1</sup>, respectively. In general, the drain flows are higher than the design discharge 3.0 mm d<sup>-1</sup>. The water table fluctuated all years during the irrigation season and it was about or under drain pipe level during off seasons. The mean and median water table depth values changed between 128-157 cm and 133-162 cm from soil surface, respectively. As an indicator for excessive wetness the probability of water table rising up to 0.30 m was determined between 0.2% and 6.7% and the probability of the water table reaching 1.0 m depth was about 20-58.5%. Drainage intensity factor was determined between 0.35-0.40 d<sup>-1</sup>. In addition water table dropped below the root zone in 3-4 days.

**Key Words:** Subsurface drainage, Water table, Drainage coefficient, Drainage reaction factor

### GİRİŞ

Taban suyu düzeyinin konumu ve düşme hızı yüzeyaltı bir drenaj sisteminin performansı hakkında önemli ipuçları verir. Bunlar sistemin maliyetini ve etkinliğini gösteren önemli parametrelerdir. Kararlı akış eşitlikleri ile dren aralıkları belirlenirken yüksek drenaj katsayısı ( $q_i$ ) daha dar dren aralıklarına, hızlı düşen su tablasına ve daha büyük boru çapına; küçük drenaj katsayısı ise, daha büyük dren aralığı ile daha yavaş düşen su tablasına neden olur. Birincisi kurak dönemlerde daha fazla sulama suyuna veya su yetersizliğine, ikincisi ise toprağın ıslak kalmasına, yetersiz drenaja ve sonuçta her ikisi de ürün kaybına neden olur. Bu bakımdan tasarımılama için doğru drenaj katsayısının belirlenmesi önemlidir.

Drenaj katsayısının belirlenmesi çoğu zaman ampirik yöntemlerle yapılır. Kullanılan parametrelerin bir çoğu hesaplamalarla bulunur. Çoğu zaman bir çok

parametre doğru olarak ölçülemediğinden varsayımlara dayanır. Oysa mevcut sistemlerde yapılacak ölçüm sonuçlarına göre belirlenen bir drenaj katsayısı kuşkusuz daha güvenilirdir.

Tarımsal, teknik ve çevresel drenaj ölçütlerini belirlerken çok dikkatli olunmalıdır. Yerel koşullarda büyük değişkenlikler nedeniyle kuramsal yaklaşımların yanı sıra bölgesel deneyimlerin de göz önüne alınması gerektiği, aksi takdirde sistemin çok pahalı hatta yararsız olabileceği belirtilmektedir (Oosterbaan, 1988).

Yüzlek drenlerde geri çekilme derin döşenmiş drenlerden daha hızlıdır. Bunlarda taban suyu düzeyleri kısa bir süre sonra dren borusu düzeyine indiği için, bir sonraki sulamadan daha önce dren akışları kesilir. Dren derinliğinin dren verdisi üzerine olan bu etkisi göz önüne alınarak, dren derinliklerine göre bir etkili boşalım dönemi ve dolayısıyla drenaj katsayısının da,

etkili boşalım dönemi göz önüne alınarak belirlenmesi gerekir (Smedema ve Rycroft 1983).

Kurak bölgelerde bitki su tüketimlerinin en yüksek düzeylere ulaştığı yaz aylarında su kaynakları en az düzeye düşer ve su sıkıntısı büyük boyutlara ulaşır.

Onun için sulanan alanlarda kullanılan yağmurlama ve damla sulama yöntemleri sulama etkinliğini artırarak drenaj gereksinmelerini azaltır. Anılan duruma Konya-Çumra Ovasında ekim nöbetine şekerpancarının girdiği rastlanmıştır. Bu dönemde sulamalar yağmurlama yöntemi ile yapılmaktadır. Çiftçiler enerji gereksinimini en aza indirmek için sulama suyunu çok özenle vermekte ve dolayısıyla dren boşalımını en az düzeyde olmaktadır. Sulanan alanlar için yapılan tasarımlarda kullanılan drenaj katsayıları, genel olarak yağışlı bölgelerdekenden çok daha düşüktür. Doğal drenaj ve sızmaların önemsiz düzeylerde olduğu koşullarda sulanan alanlarda dren boşalım değerleri 1.0-1.5 mm gün<sup>-1</sup> değerine kadar düşer.

Drenaj sistemlerinin tasarımı sırasında önemli diğer bir ölçüt ise taban suyunun konumu ve düşme hızıdır. Bu hem bitkilerin gelişmesinde ve hem de toprak tuzlanmasında önemli bir faktördür. Etkin çalışan bir sistemde taban suyunun düşme hızı, dren aralığı ve dren derinliği tarafından denetlenir. Yavaş düşen bir su tablası yetersiz drenaj, hızlı düşen ise aşırı drenaj olduğunu gösterir.

Geniş tarımsal alanları kaplayan Konya Ovası kapalı bir havza olup, bunun alt havzalarından biri olan Çumra Ovası yaklaşık yüz yıldır sulanmaktadır. Ancak yeterli drenaj sistemi kurulmadığından drenaj ve çoraklık sorunu giderek yaygınlaşmıştır.

Diğer taraftan havzaya başka havzalardan aktarılabilecek sularla sulanan alanların artırılmasına çalışılmaktadır. Bu durum gelecekte ovada drenaj sorunu içeren alanların artacağı anlamına gelmektedir.

Onun için sulamaların ve sorunların en yoğun olduğu Konya-Çumra Ovasında kurulan yüzeyaltı drenaj sistemleri izlenerek sistemde gerçekleşen drenaj katsayısı, taban suyu tablasının konumu ve dalgalanması belirlenmiştir. Elde edilen veriler sulanan kurak ve yarı kurak alanlarda kurulacak yeni drenaj sistemlerinin tasarım ölçütlerinin geliştirilmesinde yardımcı olacaktır.

### MATERYAL VE METOT

Araştırma, Konya-Çumra Ovasında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü Konya-Çumra Ovası olup, 280 000 hektarlık yüzey alanında ve denizden 1000 m yüksekliktedir (TOPRAKSU 1978). İzlenen drenaj sistemleri Konya-Çumra Ovasındadır (Şekil 1).

#### Su kaynakları ve sulama durumu

Konya Ovası Sulama Şebekesi devlet tarafından yaptırılan ilk sulama sistemidir. Ovanın yerüstü su kaynaklarını, Beyşehir Gölü ve Çarşamba Çayı suları oluşturur. Çarşamba Çayının ilkbahar taşkın suları Apa Barajı tarafından tutularak sulama suyu olarak kullanılır. Beyşehir Gölünden sulama suyu olarak

kullanılan su miktarı 441 500 000 m<sup>3</sup> tür. Apa barajından alınan sulama suyu miktarı ise 150 493 800 m<sup>3</sup> dür. Bu sulama suyu ile şebeke sahasında sulanabilecek arazi toplamı 86 000 hektardır. Halihazırda sulanan alan ise 65 000 hektar dolayındadır (DSİ 1998).

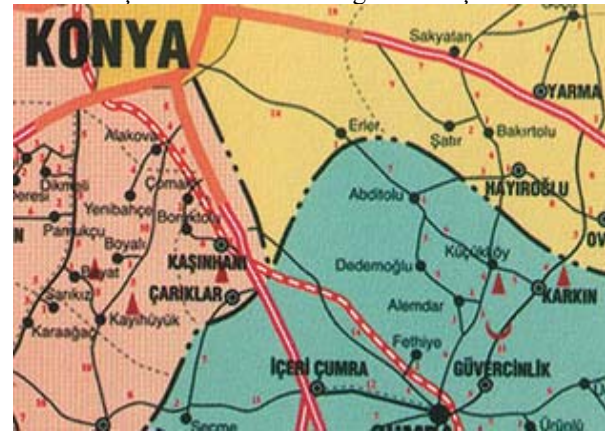
#### Araştırma Yerinin İklimi

Konya Ovası, yazları sıcak ve kurak; kışları, soğuk ve kar yağışlı geçen bir iklime sahiptir. Konya-Çumra istasyonunda çok yıllık verilere göre, en yüksek sıcaklık temmuz ayında 39.9 °C, en düşük sıcaklık-26.8 °C olarak Ocak ayında, en düşük oransal nem % 52 olarak Temmuz ayında ölçülmüştür. Ortalama yıllık yağış ise 317.7 mm, yıllık ortalama buharlaşma 1005.9 mm'dir (DMİ, 2001).

#### Drenaj sisteminin özellikleri

Kıvrımlı plastik dren boruları lazer denetimli olarak trençlerle arazinin eğimine göre, dren aralıkları 55-175 m, dren derinliği ise genel olarak 1.5-1.6 m olacak şekilde döşenmiştir.

Emici drenlerin çapları genellikle 100 mm, uzunlukları 300-400 m olup, açık toplayıcı kanallara bağlandığı bazı yerlerde ise uzunlukları 500-800 m'ye kadar çıkmaktadır. Bu durumda boru çapları 120-160 mm'ye çıkarken, emici boylarının 200-250 m olduğu yerlerde emici çapları 80 mm'ye kadar düşmektedir. Denemenin yürütüldüğü drenaj sistemine ilişkin kimi özellikler Şekil 2 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

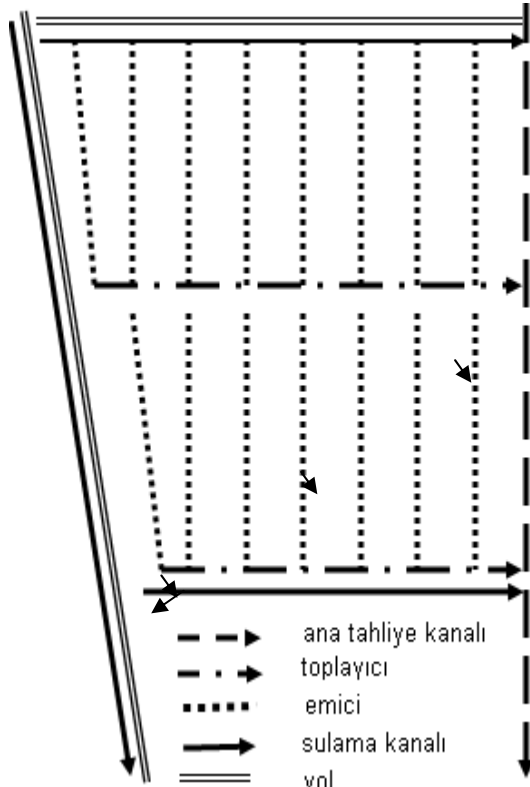


Şekil 1 Araştırma yerinin coğrafi konumu

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

#### Ölçmeler

Dren verdileri; iki toplayıcı dren borusunun çıkış ağzına konuşlandırılan parshall savağında su düzeyleri elektronik su düzey ölçüm aleti kullanılarak ölçülmüştür. Açık drenaj kanalına bağlı tek emicilerde ise drenlerin çalıştığı dönemlerde emicilerin açık drenaj kanalına bağlandığı noktada günde en az üç kez, dren akışlarının azaldığı dönemlerde ise günde bir kez kovakronometre yöntemi (stop-watch) ile belirlenmiştir.



Şekil 2 Deneme alanına ilişkin drenaj sistemi

Tablo 1 Konya-Çumra uzun yıllık iklim değerleri

Ay/lar	Sıcaklık (°C)	Oransal nem (%)	Yağış (mm)	Rüzg. hızı (m/s)	Buharlaşma (mm)
1	-0.1	78	35.3	0.9	-
2	1.3	74	28.4	1.1	-
3	5.3	67	33.1	1.1	-
4	10.9	61	38.4	1.2	86.2
5	15.6	61	38.8	0.8	128.3
6	19.6	57	19.8	0.9	172.4
7	22.5	52	5.5	1.0	209.5
8	21.8	53	4.6	0.7	190.9
9	17.4	56	5.3	0.6	138.0
10	11.9	65	33.8	0.5	68.2
11	6.1	72	32.4	0.8	12.4
12	2.1	78	42.3	0.8	-
Yıllık	11.2	64	317.7	0.9	1006

Verdi ölçümleri ile eşzamanlı olarak Karkın deneme alanında 4 yerde, iki emici dren orta noktasında gelişme dönemi boyunca günde bir kez gözlem kuyularında su düzeyi ölçümleri yapılmıştır. Araştırma ağırlıklı olarak Çumra-Karkında yürütülmüştür. Bunun yanında Dedemoğlu, Güvercinlik, Alemdar ve Fethiye Köylerinde de tekil drenlerde dren akışları ölçülmüştür.

Tablo 2 Ovada kurulmuş yüzeyaltı drenaj sisteminin bazı özellikleri

Sistem özellikleri	Güvercinlik	Dedemoğlu	Alemdar	Fethiye	Karkın
Dren aralığı (m)	55	90	200	175	100
Dren derinliği (m)	1.4	1.4-1.6	1.8	1.4	1.5
Emici uzunluğu (m)	540	260	465	700	350-400
Toplayıcı tipi	Açık kanal			PVC	
Emici çapı (mm)	160			100	
Emici eğimi	0.0005-0.001				
Toplayıcı eğimi (%)	0.00025-0.002				
Bariyer derinliği (m)	10				
Trenç genişliği, cm	36				
Filtre ve zarf materyali	Kum çakıl olup borunun her tarafına konmuştur				

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Sutablası düzeyi ve dren akış ilişkileri

Konya Ovasında yağış, sulama suyu ve bitki su tüketimine ilişkin veriler Tablo 2'de, sulama ve yağış ile drenaj suyu miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3 Karkın Deneme alanına ilişkin bazı sulama ve drenaj verileri, (mm)

Yıllar	1999	2000	2001	2002
Sulama suyu,	440	708	272	279
Yağış	176.5	391.1	375.3	386.1
Sulama + Yağış	16.5	1099.1	647.3	665.1
Su tüketimi	520	894	520	490
Drenaj suyu	171.6	167.6	36.6	109.3

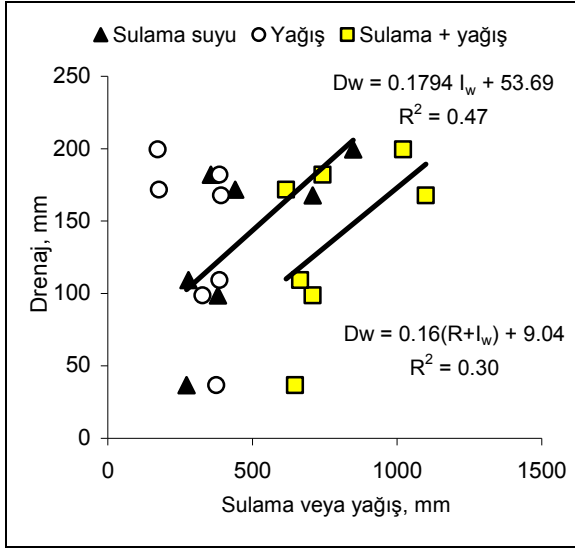
Artan yağışların drenaj suyu miktarının artmasına katkıda bulunduğu ancak, yağışların drenaj suyu miktarları üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığını, sulama suyu miktarının ise % 90 olasılıkla önemli pozitif etkisinin olduğunu göstermiştir.

Gözlem süresince toplam drenaj suyu 36.6-199.4 mm yıl<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Bunlar dünyadaki diğer sulanan alanlar göz önüne alındığında kabul edilebilir değerlerdir. Christen and Skhean (2001) sulanan alanlarda 50-200 mm/yıl dren akışının olabileceğini ancak artan sulama etkinliği ile akışların daha da azalabileceğini belirtmektedirler.

Su tablası derinliği 50 cm dolaylarında veya drenlerin üzerinde ortalama 70-80 cm su yükü olduğunda dren akışları 4-5 mm/gün değerlerine çıkmaktadır.

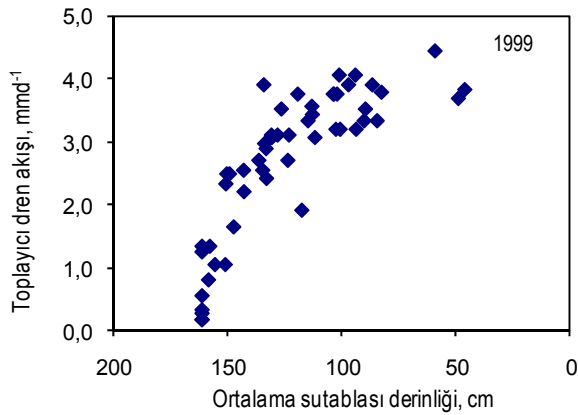
İzlenen alanda su tablası dren derinliği altına başka bir deyişle taban suyu düzeyi ortalama 1.55-1.60 metrenin altına düştüğünde ise dren akışları kesilmektedir (Şekil 3). Bu durum sızma ve artezyenik bir beslenme olmadığını, drenaj suyunun ana kaynağının sulama ve yağışlar olduğunu göstermektedir. Ancak hidrolik yükün negatif olduğu bazı durumlarda, az da olsa dren akışlarının olması, sulama kanallarından ve arazinin

çevresinde ve sulama hendeklerinde depolanan suların sızmasından ileri gelmektedir.



Şekil 3 Sulama, yağış ve drenaj suyu ilişkileri

Test alanında ortalama hidrolik yük ile dren akışları arasındaki ilişkiler iki yıllık veriler kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 5'te gösterilmiştir. Ortalama hidrolik yükseklik ile dren akışları arasında pozitif doğrusal ilişkiler bulunmuştur.



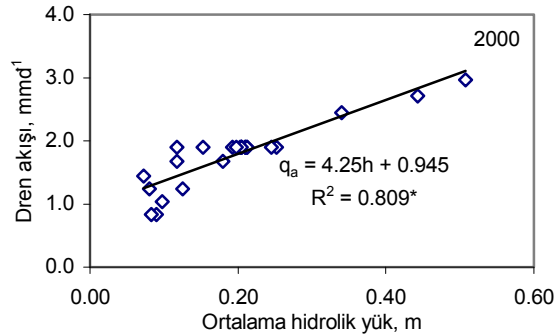
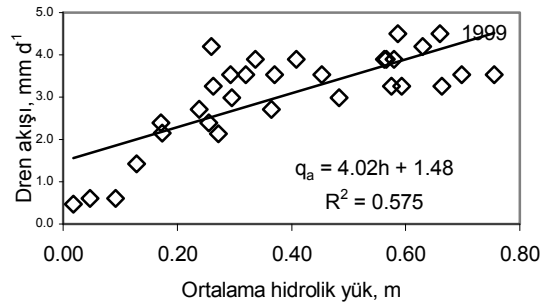
Şekil 4 Test alanında su tablası derinliği ve dren akışları

Proje aşamasında tasarımlamada öngörülen 0.3 m hidrolik yük 1999 yılı verilerine göre 2.7, 2000 yılında ise 2.2 m<sup>mm</sup>gün<sup>-1</sup> olan bir dren akışına neden olmuştur. Bunlar tasarımlamada öngörülen değerlerden biraz düşük olmasına karşın oldukça yakın değerlerdir. Bahçeci (1984) oada dren aralığı 40 metre ve dren derinliği 1.70 m olan bir test alanında yaptığı çalışmada ova toprakları için 0.30 m hidrolik yük koşullarında ortalama dren boşalımının 9.0 m<sup>mm</sup>gün<sup>-1</sup> olarak gerçekleştiğini belirlemiştir. Görüldüğü gibi azalan dren aralığı ve artan dren derinliği dren akışlarını artırmaktadır.

Dört yıllık gözlem sonuçlarına göre, bitki yetiştirme döneminde ortalama dren akışları 1.10–2.7 mm gün<sup>-1</sup>, alt ve üst güven sınırları ise 0.0005-0.0035 mm gün<sup>-1</sup> bulunmuştur.

Her iki değerlendirmede de dren akışları, 2001 yılında D2 toplayıcısı dışında, tasarımı boşalımından (projelemedeki drenaj katsayısı) daha düşük bulunmuştur.

Dren akışlarının yıllık ortalama ve medyan değerleri ile %95 olasılıklı güven aralıkları Tablo 4'te gösterilmiştir. Ortalama hidrolik yük ile toplayıcılarda oluşan dren akışları arasında, tasarımı boşalımına yakın ama ondan biraz daha küçük değerler elde edilmiştir.



Şekil 5 Drenler üzerindeki ortalama taban suyu yüksekliği ile dren akışları arasındaki ilişkiler

Ortalama ve medyan değerlerin en yüksek olanları, tasarım boşalımından ( $q_t$ ) sadece 2001 yılında yüksek olup, bunlar sırasıyla 3.5 ve 3.6 mm gün<sup>-1</sup>'dir. Diğer tüm yıllar dren akışları daha düşüktür. Ovanın diğer kısımlarında 1999 yılı yetiştirme döneminde 6 tekil drende yapılan dren akışlarına ilişkin ölçüm sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Anılan tabloda görüldüğü gibi günlük ortalama dren akış değerleri ( $q_a$ ) 0.85-2.4 mm gün<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

Gemalmaz (1993)'ün bildirdiğine göre; dünyada bazı ülkelerde geliştirilen ve uygulanan  $q_t$  değerleri, Tunus Medjardah Ovasında 2.0, Cezayir Habra Ovasında, 2.0 mm/gün olup sulama suyu tuzluluğu ve su tablası derinliğine göre düzeltmeler yapılmıştır. Aynı şekilde Fas, Sebu Ovasında, hafif bünyeli topraklarda 1.8, ve ağır bünyeli topraklarda 1.0, ABD'de Imperial Valley de 1.6, Mısır Nil Deltasında 1.0, ve Türkiye'de

Çukurova'da 2.0, Menemen ovasında 3.0 mm/gün'dür. Safwat ve Ritzema (1990) Nil Deltasında pilot bir drenaj alanında dren boşalıklarını ölçerek, çeltik ekili alanlarda ortalama drenaj katsayısını  $q_f=0.6$ , buğday ve pamuk için 0.1, mısır için 0.4, ve çeltik için 1.3 mm gün<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir.

Tablo 4 Karkın test alanında dren akışlarının yıllara göre değerleri (mm gün<sup>-1</sup>) ve değişim aralıkları

Yıllar	Ort.	Güven aralığı %95		Medyan	Güven aralığı %95	
		Alt	Üst		Alt	Üst
1999 D1	1.73	1.44	2.06	0.82	0.61	0.98
1999 D2	1.95	1.66	2.28	1.86	1.41	2.69
2000 D1	1.57	1.38	1.76	1.67	1.25	1.90
2000 D2	1.32	1.08	1.55	0.82	0.33	1.42
2001 D1	1.05	0.43	1.67	0.33	0.12	1.30
2001 D2	2.67	1.92	3.42	2.84	1.81	3.57
2002 D1	1.2	0.95	1.45	0.86	0.48	1.42
2002 D2	1.47	1.27	1.67	1.50	1.04	1.90

Dünyada yapılan bir çok çalışma, sulanan alanlardaki drenaj sistemlerinde kullanılan tasarımlama boşalım değerlerinin, genel olarak yağışlı bölgelerdekinden çok daha düşük olduğunu göstermektedir. Doğal drenaj ve sızmaların önemsiz düzeylerde olduğu koşullarda, sulanan alanlarda dren boşalım değerleri 1-1.5 mm gün<sup>-1</sup> değerine kadar düşmektedir (Oosterbaan ve Abu Sena, 1990).

Tablo 5 Tek emicilerde ölçülen dren verdileri (1999)

Deneme yeri	Ekili Bitki	Sulama yöntemi	Ort. dren akışı (mm/gün)
Fethive D1	Buğday	Tava	0.86
Fethive D2	Buğday	Tava	2.12
Dedemoğlu	Buğday	Tava	0.58
Dedemoğlu	Buğday	Tava	0.85
Güvercinlik	Ş. pancarı	Yağmurlama	0.93
Güvercinlik	Ş. pancarı	Yağmurlama	2.40

Bu sonuçlara göre sistemin oldukça güvenli bir şekilde tasarmlandığı söylenebilir. Nitekim dünyadaki çalışmalar göz önüne alındığında düşük yağışlı ve su kıtlığı çekilen alanlarda  $q_f=3.0$  mm gün<sup>-1</sup> değeri biraz yüksek sayılabilir.

Bu durumda Konya Ovasında tasarımlamada kullanılan drenaj katsayısının zayıf su yönetimi ve aşırı tuzlanma koşullarını yansıttığı anlaşılmaktadır.

#### Su tablasının dalgalanması

Kök bölgesindeki fazla su bitki gelişmesini engelleyen verimi azaltan önemli bir stres faktörüdür. Aşırı ıslaklıktan ileri gelen stres SEW-30 terimi ile açıklanmaktadır. SEW-30 bitki yetiştirme döneminde su tablasının toprak yüzeyine 30 cm veya daha fazla yükseldiği sürelerin toplamı olarak açıklanmaktadır. Büyük SEW-30 değerleri zayıf drenaj koşullarını yansıtır (Siebens 1964).

Test alanındaki 4 noktada yapılan gözlem ve ölçmeler sadece 1999 yılında SEW-30 faktörünün G4

gözlem noktasında 130 cm-saat/yıl olarak belirlenmiştir. Diğer yıllar bu değer çok daha küçük olup çoğu kez sifıra yakın bulunmuştur. Carter (1987) SEW-30<200 cm-saat/yıl olduğu durumlarda şeker kamışında, Geohring ve Steenhuis (1987) yonca ve mısır bitkilerinde herhangi bir ürün azalması olmadığını bildirmektedir. Bu sonuçlar o vadaki sistemin oldukça hızlı bir drenaj kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Deneme alanındaki dört gözlem noktasında taban suyu tablasının toprak yüzeyine 30 ve 100 cm yükselme olasılıkları belirlenmiştir. Yapılan değerlendirme sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Anılan Tabloda görüldüğü gibi su tablasının toprak yüzeyinden itibaren 30 cm yükselme olasılıkları %0.2 ile %6.7 arasında değişmiştir (Tablo 6). Bu durumda mevcut sistemde su tablasının toprak yüzeyine 30 cm yaklaşma olasılığının, dolayısıyla SEW-30 değerinin de belirlenen olasılıklar dahilinde düşük olacağı anlamına gelmektedir.

Tablo 6 Su tablasının toprak yüzeyine yaklaşma olasılıkları (%)

Taban suyu derinliği (cm)	Gözlem noktaları			
	G1	G2	G3	G4*
<30	1.0	0.2	6.7	3.3
<100	29.4	20.8	42.8	58.5

\*Gumbel dağılımına göre değerlendirildi

Ayrıca ortalama kök bölgesi olarak varsaydığımız 100 cm derinliğe taban suyunun yükselme olasılıklarına göre, bölgede taban suyu düzeylerinin güvenli düzeylerde olduğunu göstermektedir.

#### Drenaj şiddet faktörü

Test alanında su tablasının en yüksek düzeylere ulaştığı dönemler ve su tablasının düşme sürelerine ilişkin yapılan ölçümler Tablo 7'de verilmiştir. Anılan Tablo da görüldüğü gibi drenlerin üzerinde ortalama 1.3 m (toprak yüzeyinden 20 cm derinliğe) yükselen su tablası, 1. gün 0.96 m'ye (34 cm), ikinci gün 71 cm ye ve 3. gün 51 cm derinliğe düşerek üç günde toplam 97 cm düşmüştür. Başlangıçta 20 cm derinlikte olan taban suyu üç günde toprak yüzeyinden 117 cm derinliğe düşmüştür (Tablo 7). Christen and Skhean (2001) Avustralya da su tablasının 7 günde 100 cm düşmesinin yeterli olduğunu, daha hızlı düşen su tablasının kök bölgesinde su eksikliğine neden olacağına değinmektedirler.

Kararsız akış koşullarında bir seçenek olarak kullanılmak üzere taban suyunun düşme hızı ve yetiştirilen bitkilerin suya duyarlılığını ve kök sistemini temel alan ölçüt seti geliştirilmiştir. Smedema ve Rycroft (1983), yüzlek köklü düşük değerli ve suya dayanıklı bitkilerin yaygın olduğu koşullarda su tablasının 2 günde 0.2 m düşürülmesi yeterli görünürken, derin köklü bitkilerin yaygın olduğu koşullarda 2 günde 0.3 m, normal ve derin köklü bitkilerde ise bu değerlerin sırası ile 0.35 m ve 0.50 m düşürülmesini yeterli gör-

mektedirler. Test alanında gerçekleşen değerler ise belirtilenlerden çok daha yüksektir

Test alanında yapılan ölçümlerden yararlanılarak test alanı için drenaj şiddet faktörü hesaplanmıştır. Drenaj tepki etmeni beslenmedeki değişime karşı dren boşalmalarında oluşan değişimin doğrudan bir göstergesidir. Tablodaki değerler kullanılarak test alanı için drenaj şiddet faktörü, ortalama  $\alpha = 0.32 \text{ gün}^{-1}$  olarak elde edilmiştir. (Smedema ve Rycroft 1983, Dieleman ve Trafford, 1976)

$$\alpha = 2.3 (\log \text{ho}/\text{ht})/ t$$

$$\alpha = 2.3 \log (130/36)/4$$

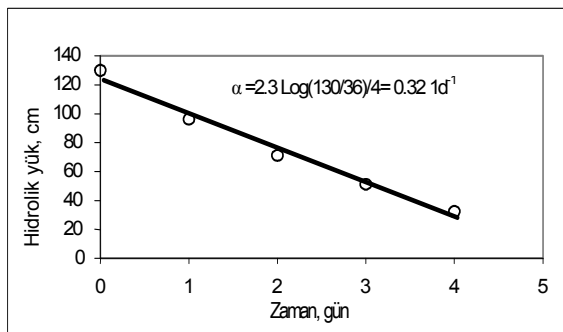
Tablo 7 Deneme alanında su tablasının dalgalanması

Zaman, gün	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>ort</sub>	h, (m)
0	20	20	20	20	130
1	50	55	57	54	96
2	75	80	82	79	71
3	95	100	103	99	51
4	113	117	121	114	36
$\alpha$	<b>0.31</b>	<b>0.34</b>	<b>0.37</b>		<b>32</b>

Smedema ve Rycroft (1983)'a göre  $\alpha=0.1-0.3 \text{ gün}^{-1}$  arasında ise düşük KD, geniş dren aralığı ve yüksek drene edilebilir gözenek hacmini göstermektedir. Buna göre test alanı toprakları orta düzeyde bir tepki etmenine sahiptir. Bahçeci (1984) ovada dren aralığı 40 metre ve dren derinliği 1.70 m olan test alanında yaptığı bir çalışmada ova toprakları için drenaj tepki etmenini 0.60-0.81 arasında değişen oldukça yüksek değerlerin gerçekleştiğini belirlemiştir.

#### Su tablasının dalgalanması

Test alanında su tablası derinliğinin yıllara göre ortalama ve medyan değerleri ile %95 olasılıklı alt ve üst sınırları Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 8'de görüldüğü gibi ortalama değerler 128-157 cm, medyan değerler ise 133 ve 162 cm arasında değişmiştir. Ortalama ve medyan değerler ile alt ve üst sınırlar birbirine yakın değerlerdir. Safwat ve Ritzema (1990) Nil Deltasında pilot bir alanda yaptıkları çalışmada tarımsal drenaj ölçütü olarak iki dren orta noktasında mevsimlik ortalama su tablası derinliğini 1.0 m olarak belirlemiştir. Bununla birlikte bu değerlerin güvenlik nedeni ile uyarlanabileceğine değinmektedirler.



Şekil 5 Deneme alanı için belirlenen drenaj şiddet faktörü

Oosterbaan ve Abu Senna (1990) ise, mevsimlik ortalama su tablası derinliğinin 1.2 m'den daha derin olması durumunda derine süzülme kayıplarının ve sulama etkinliğinin azaldığını belirlemiştir.

Tablo 8 Deneme alanında su tablasının dalgalanması, cm

Yıl	Ort.	Güven aralığı %95		Medyan	Güven aralığı, %95	
		Alt	Üst		Alt	Üst
1999	128	120	136	133	121	148
2000	158	157	159	161	155	164
2001	157	153	160	162	158	165
2002	154	150	158	160	155	170

Dren akışlarında olduğu gibi taban suyunun mevsim içindeki ortalama yükseklikleri Safwat ve Ritzema (1990), Oosterbaan ve Abu Senna (1990) tarafından önerilenlerden daha yüksek değerlerdir. Gelişen teknoloji ve artan sulama etkinlikleri de göz önüne alındığında belirlenen değerlerin çok güvenli değerler olduğu söylenebilir.

#### SONUÇ VE ÖNERİLER

Konya-Çumra Ovasında kurulmuş yüzeyaltı drenaj sistemleri izlenmesi sonucunda;

-Test alanı ve çevresinde artezyenik bir beslenmenin olmadığı,

-Yükselen su tablasının hızlı bir şekilde kök bölgesi altına düştüğü ve su tablasının düşme hızının, suya en duyarlı bitkiler için gerekli olandan daha hızlı olduğu, taban suyunun 30 cm'lik üst toprağa yükselme olasılığının çok düşük olduğu,

-Emici drenlerin oldukça güvenli bir derinliğe döşendiği,

-Sistemde gerçekleşen dren akışlarının tasarımıyla kullanılandan genellikle daha düşük gerçekleştiği ve yer altı suyu ve yağmurlama sulama yöntemi uygulanan yıllarda dren boşalmalarının azaldığı belirlenmiştir.

-Gelecekte su kaynaklarının daha etkin kullanılmasında boşalmaların daha da azalacağı söylenebilir.

Konya Çumra ovasında yüzey sularının hemen hemen tamamının buğday sulamalarında kullanılması nedeniyle, şeker pancarı ve tarla fasulyesi ve diğer sebze ve meyveler yer altı suyu veya drenaj suları ile sulanmaktadır. Bu dönemde tabansuyu seviyesinin hızlı bir şekilde kök bölgesi altına düşmesi su sıkıntısının artmasına neden olmaktadır.

Aynı dren aralığında dren derinliklerinin biraz azaltılması bir sakınca yaratmayacağı gibi, aksine bitkilerin tabansuyunu kullanmasını sağlayabilecektir. Böylece, ovada sulama suyu gereksinimi azalacaktır. Bölgede tuzluluğa neden olmayacak sığ drenaj sistemleri veya drenaj çıkışlarına konacak denetim ekipmanları ile su tablasının düşmesinin kontrol edilebildiği denetimli drenaj sistemlerinin uygulanma olasılıkları başka bir seçenek olarak göz önüne alınmalıdır. Böylece su sıkıntısının büyük boyutlara ulaştığı yaz aylarında

sulama suyu gereksiniminin azalması sağlanabilecektir.

#### KAYNAKLAR

- Bahçeci, İ., 1984 Konya Ovası Kapalı Drenaj Kriterleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Konya Bölge TORAKSU Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel yayın No:96, Rapor Serisi No: 78
- Carter, C.E., 1987. Subsurface drainage increases sugarcane yields and stand longevity. p:432 (159-168) American Sosyety of Agricultural Engineers, Fifthy National Drainage Symposium.
- Christen E., Skehan D., 2001. Design and Management of Subsurface Horizontal Drainage to Reduce Salt Loads. American Society of Civil Engineers J. Irrig. and Drainage Eng., Volume 127, Issue 3, p: 148-155
- DMİ., 2001. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Çumra Rasat Parkı Kayıtları, Konya.
- DSİ, 1998. Devlet Su İşleri Konya Bölge Müdürlüğü Yıllık izleme ve değerlendirme raporu, Konya
- Dieleman, P.J., Trafford, B.D., 1976. Drainage Testing, FAO Irrigation and Drainage Paper 28, Rome
- Gemalmaz, E., 1993. Drenaj Mühendisliği, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:746, Ziraat Fakültesi No: 317, Erzurum.
- Geohring L.D., Steenhuis,T.S., 1987. Lysimeter study of soybean responses to excess water. American Sosyety of Agricultural Engineers, Fifthy National Drainage Symposium. p:432 (149-158)
- Oosterbaan R.J, 1988. Agricultural drainage criteria for drainage: a systems analysis. Agricultural Water management, 14, p: 79-88
- Oosterbaan, R.J., Abu Senna. M, 1990. Using SALTMOD to predict drainage for salinity control. Towards Integration of Irrigation and Drainage Management. Proceedings of the Jubilee symposium at the occasion of the 40<sup>th</sup> anniversary of ILRI, p: 43-49, Wageningen, The Netherlands
- Ritzema, H.P., 1994. Drainage Principles and Applications, ILRI Publication 16., International Institute of Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands National Research Council. 1989. Irrigation-Induced Water Quality Problems, National Academy Press, Washington, D.C., p:157
- Safwat A. D., Ritzema, H. P. 1990. Using Saltmod to Product and Salinity in Nile Delta In: ILRI Annual Report 1989, Wageningen pp, 63-73.
- Smedema, L. K. and Rycroft D. W. 1983. Land Drainage: Planning and Design of Agricultural Drainage Systems. ISBN 0-8014-1629-9 p: 376 Cornell University Pres Ithaca, New York.
- Sreben, W. H. 1964. Het Verband Tussen Ontwatering en Opbrengst bij de Jonge Zavelran den in de Noordoostpolder. Van zee tot Land no:40, Tjeenk Willink, Zwolle, The Nederlands.
- TOPRAKSU, 1978. Türkiye Arazi Varlığı. Topraksu Genel Müdürlüğü Toprak Etütleri ve Haritalama Dairesi Başkanlığı, Ankara 55s.