

## DÜZCE OVASI SULAMASINDA SULAMA YÖNETİMİ

Recep KANIT\* A.Hakan POLAT\*\*

\*Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, 06500, Ankara, Türkiye

\*\*Abant İzzet Baysal Ün. Düzce Mes. Yüksekokulu, 14200, Bolu, Türkiye

### ÖZET

Bu çalışmada Düzce Ovası sulamasında sulama yönetimi ele alınmıştır. Bu amaçla, sulama sahasından mevcut toprak bünyelerinin tamamını kapsayacak şekilde toprak numuneleri alınarak; toprak örneklerinin bünye yapısı, tarla kapasitesi, solma noktası ve hacim ağırlıkları belirlenmiş, iklim verileri Düzce Meteoroloji İstasyonuna ait uzun yılların kayıtlarından alınmış, 1999 yılı sulama mevsiminin tamamında sulama sahasında gözlemlerde bulunularak çiftçilerin sulama zamanını belirlemedeki yetenekleri değerlendirilmiş ve sulama zamanının belirlenmesinde, FAO tarafından geliştirilen CROPWAT 5.0 paket programı kullanılmıştır.

**Anahtar kelimeler :** Sulama, Sulama yönetimi,

### A CASE STUDY ABOUT IRRIGATION METHODS FOR THE DÜZCE PLANT

#### ABSTRACT

The basic concept of this study is about irrigation method for Düzce plant. Unit volume wight, permanent wilting point, field capacity and texture form of sample soil was predicted under this consideration. The climate factors and data belongs to Düzce meteorolgy have been used as input. At the whole irrigation season the consumption of bore days have been considered. CROPWAT software developed by FAO was used for irrigation planing.

**Key Words :** Irrigation, Irrigation management,

#### 1. GİRİŞ

Bitkinin ihtiyaç duyduğu ancak doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, kök bölgesine kontrollü olarak verilmesi şeklinde tanımlanan sulama; üretim artışının yanı sıra ürünlerin çeşitlendirilmesine ve bitki-çevre uyumu olan alanlarda 2. hatta 3. ürün yetiştirilmesine imkan vermektedir. Tarımsal üretimin iki ana unsuru olan toprak ve su kaynakları bakımından, ülke varlıklarımızın çok yeterli olduğunu söylemek mümkün olmamaktadır. DSİ'ce ülke su varlığının belirlenmesi amacıyla yapılan havza çalışmalarından elde edilen sonuca göre, yurdumuzun yıllık yağış ortalaması 670 mm ve eşdeğer su potansiyeli 521 milyar m<sup>3</sup>/yıldır. Bunun 166 milyar m<sup>3</sup>/yıl kadar bir bölümünün akış haline geçtiği kabul edilmektedir. Bu duruma göre ülkemiz için ortalama akış katsayısı 0,32 olmaktadır. Yani yağışlarla yeryüzüne düşen suyun % 68'i buharlaşma, bitkisel terleme vb. nedenlerle yer üstü akışı haline geçmemektedir. Komşu ülke hakkı vb. faktörlerde dikkate alındığında kullanılabilir yer üstü su potansiyelimizin 95 milyar m<sup>3</sup> / yıl olduğu tahmin edilmektedir (Balaban, 1986).

Ülkemizin 77,8 milyon hektar olan toprak kaynaklarının 27,7 milyon hektarı tarım arazisidir. Havzalarımızın su potansiyeli dikkate alındığında 7,9 milyon hektarı yerüstü 8,6 milyon hektarı yer altı suları ile olmak üzere toplam 6,5 milyon hektar arazimiz sulanabilecek durumdadır (Balaban 1986).

Bugünkü teknoloji ile havzalar arası su iletiminin ekonomik olmayacağı ve bazı havzalarda toprak kaynağı sınırlılığı dikkate alındığında, havza bazında su potansiyelimizin sulanabileceği alan 8,5 milyon hektarın altına düşmektedir. Ülkemizin teknolojik ve ekonomik koşullarında önemli ölçüde iyileşme olmadığı takdirde su potansiyelimizin 2000 yılından sonra kısıtlı kaynak olacağı belirlenmiştir (Balaban, 1986).

Sulama yatırımlarından etkin şekilde yararlanılabilmesi ve verim artışının sağlanabilmesi toprakta nem rejiminin optimum olmasını gerektirmektedir. Bu da “sulama zamanı planlaması” dediğimiz bitkinin suya ihtiyaç duyduğu zamanın, her sulamada toprağa verilecek su miktarının ve bu suyun verileceği sürenin bilinmesine bağlıdır.

Sulama zamanı planlaması; gerek su kaynağının yeterli olduğu ve gerekse kısıtlı bulunduğu durumlarda, sulama işletmeciliği bakımından önem kazanmaktadır. Çünkü sulama zamanı planlaması yapılmadan gerçekleştirilen sulamalarda; kısıtlı olması halinde su optimum kullanılmamakta, sulama suyunun bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanda ve yeterli miktarda verilememesiyle üretim azalmaktadır. Suyun yeterli olması durumunda da bitkinin ihtiyacından fazla suyun verilmesiyle erozyona, bitki besin maddelerinin yıkanmasına, topraktaki nem dengesinin bozulmasına, drenaj ihtiyacının doğmasına, tuzlanmaya ve su kaynaklarının kirlenmesine sebep olmaktadır.

Sulama zamanının planlanabilmesi için; topraktaki su miktarının doğrudan veya dolaylı olarak ölçülmesi esasına dayalı çok farklı yöntemler geliştirilmesine rağmen, çeşitli güçlükler sebebiyle bu yöntemler uygulamaya sokulamamıştır. Günümüzde sulama zamanının planlaması, bilgisayar yardımıyla çeşitli simülasyon programları ile yapılabilmektedir. Bu programlar yardımıyla iklim, toprak bünyesi ve su kaynağı yeterliliğinin farklı değerlerine göre, herhangi bir bitkinin sulama zamanı planlaması çok farklı veriler için kısa sürede elde edilebilmektedir. Böylelikle çok kısa sürede sulama zamanı planlaması için alternatif çözümler bulunabilmekte ve optimum çözüme ulaşılabilmektedir (Kanit, 1991).

Bu çalışmada 1976 yılında işletmeye açılan Düzce Sulaması araştırma konusu olarak seçilmiştir. Proje alanı için oldukça faydalı olabileceği düşünülen sulama zamanı planlamaları belirlenmiş ve yapılan gözlemlere dayanılarak da önerilerde bulunulmuştur.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Düzce Ovası Sulamasının; doğusunda Bolu ve Ankara, batısında Sakarya ve İstanbul illeri yer almaktadır.

Sulama sahası alüvyal toprak örtüye sahip olup, taban arazi niteliğindedir. Ortalama hakim kot 130 m ve Efteni gölünde 117 m dir. Sahanın genel eğimi kuzey güney yönünde % 0,5, doğu batı yönünde %2-3'dür. Proje alanı topraklarının % 39,6'sı ağır bünyeli, % 18,7'si orta bünyeli, % 5,1'i hafif bünyeli ve % 36,6'sı karışık bünyelidir. Karadeniz bölgesinin iklim özelliklerine sahip olan proje alanında yıllık ortalama yağış 837,70 mm ve bitki yetişme dönemi 15 Mart 31 Aralık tarihleri arasındadır.

### 2.2 Metod

#### 2.2.1. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan metotlar

##### 2.2.1.1 Tarla kapasitesinin belirlenmesi

Sulama sahasından alınan ve deneye hazırlanan toprak numuneler, tarla kapasitesi cihazının seramik levhası üzerine bir sıra dahilinde düzenlenen plastik ringler içine yerleştirilerek, 24 saat süreyle ıslatılmaya bırakılmışlardır.

Seramik levha daha sonra suyu süzülerek tarla kapasitesi cihazına alınmış, 1/3 atmosfer hava basıncı, numunelerin tahliye ettiği su seviyesi bürette sabit kalıncaya kadar uygulanmıştır. Cihazdan alınan yaş numunelerin önce yaş ağırlıkları tespit edilmiş, daha sonra 105 °C ısı altında etüvde 24 saat kurutulup, desikatörde soğutulduktan sonra kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

Numuneye ait tarla kapasitesi rutubet değeri:

$$TK = \frac{W_y - W_k}{W_k} = \% \text{ olarak ifade edilmistir.} \quad (1)$$

Formülde;

TK = Tarla kapasitesini, (%),

Wy = Yaş numune ağırlığını, (gr),

Wk = Kuru numune ağırlığını (gr), göstermektedir.

### 2.2.1.2 Solma noktasının belirlenmesi

Proje sahasından temin edilen ve deneye hazırlanan toprak numuneleri, su dolu küvet içinde, üzerinde selülözik membranı bulunan metal diske bir sıra dahilinde dizilen kalın plastik ringler içerisine yerleştirilerek 24 saat süreyle ıslatılmaya bırakılmıştır. Metal levha daha sonra suyu süzülerek solma noktası cihazına yerleştirilmiş, 15 atmosfer hava basıncına 20 dk içinde ulaşılmış, bu basınç cihaza, büretteki su seviyesi sabit kalmıyca kadar uygulanmıştır. Cihazdan alınan yaş numunelerin önce yaş ağırlıkları tespit edilmiş, daha sonra 105°C ısı altında etüvde 24 saat kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

Numuneye ait solma noktası rutubet değeri

$$SN = \frac{W_y - W_k}{W_k} = \% \text{ olarak ifade edilmistir.} \quad (2)$$

Formülde;

SN=solma noktasını, (%),

Wy=Yaş numune ağırlığını, (gr),

Wk=Kuru numune ağırlığını, (gr),

göstermektedir.

### 2.2.1.3. Toprak bünyesinin belirlenmesi

Sulama sahasından alınan toprak örnekleri laboratuvar ortamında tabii şartlarda kurutulmaya bırakılmıştır. Kuruyan numuneler havanda dövülmek suretiyle elemeye hazır hale getirilmiş ve havanda dövme esnasında numunelerin ezilmemesine özen gösterilmiştir. Hazırlanan numuneler 2,0 mm (No:10) elekten elenerek deney için hazır hale getirilmiş, profil ve derinlik numaralamasına dikkat edilerek torbalanmıştır.

Bünyenin belirlenmesinde Bouyoucos hidrometrik yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde 50 gr toprak numunesi % 10'luk sodyum hegzameta fosfat çözeltisinde 24 saat süre ile bekletilmiş, daha sonra yüksek devirli mikser içinde 10dk süreyle karıştırılmıştır. Karıştırıcıdan alınan numune 1 lt'lik çöktirme silindrine aktarılıp üzerine saf su ilave edilerek karıştırma çubuğu ile 30 kez darbelendirilerek karıştırılmış hidrometre ve sıcaklık okumaları yapılmak üzere, 20°C su sıcaklığına sahip banyo içerisine alınmıştır.

Hidrometre okumaları 152 H tipi hidrometre ile, ısı okumaları da 0.5°C'a duyarlı termometre ile yapılmıştır. I.nci ve II.nci hidrometre okumaları, ısı okumalarına bağlı olarak aşağıdaki formül yardımıyla düzeltilmiş, kil, silt ve kum yüzdeleri yine aşağıdaki formüller yardımıyla bulunmuştur (Kalra and Maynard 1991).

Düzeltilmiş Hidrometre Okuması = (okunan ısı-20) x 0,36+ Hidrometre okuması

$$\text{Kil+Silt} = \frac{\text{Düzeltilmiş I.Hidrometre okuması}}{\text{Mutlak kuru toprak ağırlığı}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Kil} = \frac{\text{Düzeltilmiş II. Hidrometre okuması}}{\text{Mutlak kuru toprak ağırlığı}} \times 100 \quad (4)$$

% Silt = % (kil + silt) - % kil

% Kum = 1 - (% silt + kil)

Toprak bünye tanımlaması, U.S Department of Agriculture da verilen bünye tanımlama esasına göre yapılmıştır.

### **Birim hacim ağırlığın belirlenmesi**

Birim hacim ağırlığı; belli bir toprak örneğinde, toprak taneleri ağırlığının toplam örnek hacmine oranı olarak

$$\text{ve } \gamma_t = \frac{W_s}{V} \text{ şeklinde ifade edilmektedir. (Güngör-vd., 1996)}$$

Eşitlikte;

$\gamma_t$  = Toprağın hacim ağırlığını,(gr/cm<sup>3</sup>),

$W_s$  = Toprak tanelerinin ağırlığını,(gr),

$V$  = Toprak örneğinin hacmini,(cm<sup>3</sup>),

göstermektedir.

Proje sahasından çakma silindirler yardımıyla alınan 100 cm<sup>3</sup> hacmindeki numuneler 60 ± 5 °C ısı altında 24 saat etüvde kurutulduktan sonra, sabit ağırlığa gelinceye kadar desikatörde bekletilmiş ve daha sonra tartılmak suretiyle kuru ağırlıkları bulunmuştur. Bulunan kuru ağırlıklar sabit hacme (100 cm<sup>3</sup>) oranlanarak birim hacim ağırlıkları hesaplanmıştır.

#### **2.2.1.5 İnfiltrasyon hızı ölçümleri**

İnfiltrasyon hızı ölçümleri çift silindir infiltrometre metoduna göre yapılmıştır. İnfiltrasyon hızının ölçülmesinde kullanılan dış silindirin çapı 40 cm, yüksekliği 40 cm, iç silindirin çapı 20 cm, yüksekliği 40 cm olarak belirlenmiş, iç silindir kenarına milimetre bölmeli ölçme aracı monte edilerek su seviyesinde değişimler ölçülmüştür. Ölçümlerde (Güngör vd., 1996) da verilen esaslar uygulanmıştır.

#### **2.2.1. Sulama planlaması çalışmalarında uygulanan metotlar**

Sulama planlaması çalışmalarında; FAO tarafından geliştirilen ve günümüzde sulama planlamalarının yapılmasında yaygın olarak kullanılan CROPWAT paket programı kullanılmıştır. Programda referans bitki su tüketimi PENMAN-MONTEITH yöntemi ile hesaplanmıştır. Programa veri olarak girilen meteorolojik bilgiler Tablo 2.1 de verilmiştir. Efektif yağış değeri; 15 yıllık ortalama aylık yağış değerlerinin, FAO/AGLW tarafından önerilen formülü ile hesaplanmıştır. Bitki katsayıları (kc) ve bitki verim azalması değerleri (ky) FAO 24 ve 33 de verilen sınırlar içinde alınmıştır. Bitki yetiştirme dönemleri, bölgeye ait bilgiler ile (Güngör vd 1996) da verilen değerlere göre alınmıştır.

### **3. BULGULAR VE TARTIŞMA**

#### **3.1. Sulamaya İlişkin Toprak Özellikleri**

Araştırma alanının 12 değişik toprak profilinden alınan toprak örneklerinin fiziksel analizleri sonucunda; belirlenen toprak tanelerinin dağılım yüzdesi, bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi Tablo 3.1 de verilmiştir.

Tablo 3.1 incelendiğinde toprak profilindeki bünyenin, derinlik boyunca sadece % 33 lük bir kısımda sabit olduğu, %67 lik kısımda da profildeki bünyenin değişken yapıda olduğu belirlenmiştir. Profil boyunca sabit bünyeyi killi ve kili tınlı topraklar oluşturmaktadır.

Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlıkları 1,24 gr/cm<sup>3</sup> ile 1,67 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Bitki deseni fındık, kavak, olan (2,4,6,7,10,11) no lu parsellerden alınan toprak numunelerine göre; üst profilin hacim ağırlığı alt profilin hacim ağırlığından daha yüksektir. Bunun sebebi bu parsellerin üst topraklarının uzun süre işlenmemesi ve alt topraklarda taban suyu ve sızıntı su etkisi ile porozitenin yüksek, dolayısıyla alt toprakların hacim ağırlıklarının düşük değerde olması şeklinde açıklanabilir. Bütün bu farklılaşmanın, toprağın bünyesi, yapısı ve toprak işleme şekline de bağlı olduğu ifade edilebilir. Diğer parsellerde ise genelde üst katmanların hacim ağırlığı alt katmanlarınkine oranla düşüktür. Bu durumun işlenen tarımsal topraklarda toprak derinliği arttıkça organik maddenin azalması, segregasyon zayıflığı ve bitki kök yoğunluğunun azalmasının bir sonucu olduğu söylenebilir.

Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri sırasıyla; killi topraklarda (C) % 32,74, % 21,85, killi tınlarda (CL) % 25,21, % 12,87 kumlu killi tınlarda (SCL) % 13,28, % 7,08, siltli killerde (SIC) % 29,90, % 15,54

tınlı (L) topraklarda % 22,33, % 7,61 kumlu tınlarda (SL) % 8,58, 3,88, Tınlı kumda (LS) % 3,63, % 2,55 olarak bulunmuştur. Tarla kapasitesi ve solma noktasına ait % V değerleri İsrailsen ve Hansen (1962) in verdiği değerle mukayese edildiklerinde uyumlu oldukları görülmüştür.

Toprak profillerine ait bünye ve bunlara ait su tutma kapasitesi değerleri deney sonuçlarına göre sınıflandırılarak Tablo 3.2 de verilmiştir.

Tablo 3.2. Araştırma alanı topraklarının sulama planlaması için toprak bünyesi ve su tutma kapasitesine göre sınıflandırılması

Numune no	Toprak Bünyesi	Su Tutma Kapasitesi (mm/m)
4	Kumlu killi tn (SCL)	100
6 - 9	Hafifi killi (C)	120
8 - 12	Hafif killi (C)	130
11	Killi tn (CL)	150
10	Killi tn (CL)	160
1	Orta killi (C)	170
2 - 7	Siltli kil (SİC)	180
3	Siltli killi tn (SİCL)	190

Toprak örneklerinin alındığı yerlerde yapılan infiltrasyon hızı ölçüm sonuçlarından yararlanılarak infiltrasyon hızı değerlerinin zamanla ilişkisini gösteren şekiller (Güngör vd. 1996) da belirtilen kurallara uygun olarak, milimetrik ve tam logaritmik kağıtlara çizilmiştir. Toprağın su alma hızının başlangıçta oldukça yüksek daha sonra düşük değerlerde olması, başlangıçta kuru olan toprakların daha sonra doymun duruma geçmesiyle açıklanabilir. Başlangıçta uygulanan su topraktaki yarı ve çatlakları doldurmakta ve zamanla kil taneciklerinin şişerek gözenek çaplarının küçülmesine sebep olmaktadır (Güngör vd., 1996)

İnfiltrasyon eşitlikleri aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$D=aT^b ; I = aT^b$$

Eşitliklerde

I = Sulama hızını, (mm/h),

D = Eklemeli su alma (mm),

T = Eklemeli zaman,(dk),

a = Doğrunun ordinatını (T=1 dk değerini) kestiği noktadaki değeri

b = doğrunun eğimini göstermektedir.

Araştırma alanında toprak örneklerinin alındığı Parsellere ait infiltrasyon değerleri Tablo 3.3 de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Araştırma alanı toprakları infiltrasyon değerleri

Parsel No	Eklemeli Su Alma Eşitliği	İnfiltrasyon Değeri mm/Gün
1	$D=1,80 T^{0,61}$	144
2	$D=2,30 T^{0,51}$	94
3	$D=1,92 T^{0,56}$	108
4	$D=3,30 T^{0,59}$	241
7	$D=1,87 T^{0,52}$	84
8	$D=1,51 T^{0,59}$	108
9	$D=3,60 T^{0,60}$	156
10	$D=2,98 T^{0,57}$	180
11	$D=2,47 T^{0,58}$	168
12	$D=1,71 T^{0,59}$	108

### 3.2. Sulama Zamanı Planlaması

Sulama alanında yetiştirilen bitkilerin, Tablo 3.2’de verilen farklı toprak bünyeleri için sulama zamanlarının planlaması yapılmış ve sonuçlar bu bölümde verilmiştir. CROPWAT programı ile proje alanında yetiştirilen her bitki için sulama zamanının planlamasında, optimum sulama koşulu, yani toprakta nemin her sulamada tarla kapasitesine getirildiği koşul esas alınmış ve tarla su uygulama randımanı % 60 kabul edilmiştir. Sulama zamanı planlamasında Mayıs ayı içinde ekimi yapılan bitkiler için topraktaki nemin tarla kapasitesinden % 20 aşağıda olduğu kabulü yapılmıştır. Yapılan planlamaya ait sonuçlar tablo 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 de verilmiştir.

Tablo 3.4 Optimum çözüme göre sulama planlaması (kumlu killi tınlı topraklarda)

Bitki adı	Sulama günleri (Ekim başlan-gıcından itiba-ren) (gün)	Sulama sayısı	En kısa sulama aralığı (gün)	Her sulamada verilecek en fazla net su miktarı (mm)	Toplam net sulama suyu miktarı (mm)
Tütün	59-73-85-98-114-130	6	12	47,8	272
Şeker pancarı	80-94-108-123-138-160	6	14	49,3	285,4
Patates	52-60-66-71-77-81-86-91-96-101-106-111-117-121-127-132-142	17	4	19,8	295,2
Sebze (Domates)	56-67-76-86-97-108-122	7	9	40,2	257,7
Bostan	53-66-77-90-104	5	11	39,7	187,1
Mısır	70-87-103-125	4	16	57,3	226,9
Yonca	56-81-103-123-151-185	6	20	56,3	312,3
Kışlık buğday	193-210	2	17	57,5	114,8
Bakliye	51-62-73-83-93	5	10	35,3	169,5
Ayçiçeği	57-70-82-94-108	5	12	44,1	214,9

Tablo 3.5 Optimum çözüme göre sulama planlaması (siltli-killi tınlı topraklarda)

Bitki adı	Sulama günleri (Ekim başlan-gıcından itiba-ren) (gün)	Sulama sayısı	En kısa sulama aralığı (gün)	Her sulamada verilecek en fazla net su miktarı (mm)	Toplam net sulama suyu miktarı (mm)
Tütün	76-90-121	3	24	86,7	258,6
Şeker pancarı	97-124-155	3	27	88,6	264,9
Patates	62-72-81-91-101-111-121-132	8	9	32,9	240,7
Sebze (Domates)	70-91-117	3	21	71,6	215,1
Bostan	66-91	2	25	72,1	140,8
Mısır	83-121	2	38	104,0	206,9
Yonca	90-132	2	42	102,7	197,4
Kışlık buğday	199	1	199	73,0	73,0
Bakliye	61-81-105	3	20	61,9	182,8
Ayçiçeği	70-93	2	23	78,4	155,9

Tablo 3.6 Optimum çözüme göre sulama planlaması (killi tınlı topraklarda)

Bitki adı	Sulama günleri (Ekim başlan-gıcından itibaren (gün))	Sulama sayısı	En kısa sulama aralığı (gün)	Her sulamada verilecek en fazla net su miktarı (mm)	Toplam net sulama suyu miktarı (mm)
Tütün	68-87-109-138	4	19	69,1	265,4
Şeker pancarı	89-110-129-155	4	19	69,1	273,3
Patates	60-70-77-82-90-97-102-110-117-122-132	11	5	26,3	262,9
Sebze (Domates)	63-80-97-117	4	17	59,2	225,0
Bostan	62-81-103	3	19	56,2	166,5
Mısır	77-102-143	3	25	83,0	246,0
Yonca	80-112-148	3	32	81,0	229,1
Kışlık buğday	203	1	203	81,8	81,8
Bakliye	57-72-88	3	15	51,9	152,1
Ayçiçeği	63-81-102	3	18	63,3	186,8

Tablo 3.7 Optimum çözüme göre sulama planlaması (siltli killi topraklarda)

Bitki adı	Sulama günleri (Ekim başlangıcından itibaren gün)	Sulama sayısı	En kısa sulama aralığı (gün)	Her sulamada verilecek en fazla net su miktarı (mm)	Toplam net sulama suyu miktarı (mm <sup>3</sup> )
Tütün	73-94-120	3	21	81,4	242,1
Şeker pancarı	94-119-145	3	25	85,9	250,2
Patates	62-72-81-91-101-110-120-132	8	9	31,6	237,3
Sebze (Domates)	67-85-107	3	18	68,5	197,9
Bostan	66-90	2	24	67,8	134,6
Mısır	82-118	2	36	100,2	199,4
Yonca	86-123-172	3	37	95,8	270,8
Kışlık buğday	209	1	209	99,7	99,7
Bakliye	61-80-102	3	19	60,9	176,10
Ayçiçeği	69-91	2	22	73,5	146,5

Tablo 3.8 Optimum çözüme göre sulama planlaması (Hafif killi topraklarda)

Bitki adı	Sulama günleri (Ekim başlan-gıcından itibaren (gün))	Sulama sayısı	En kısa sulama aralığı (gün)	Her sulamada verilecek en fazla net su miktarı (mm)	Toplam net sulama suyu miktarı (mm)
Tütün	63-78-93-109-130	5	15	56,5	267,1
Şeker pancarı	84-100-117-134-154	5	16	57,2	280,0
Patates	52-61-70-76-81-87-91-97-101-107-111-117-121-128-133-143	16	4	21,4	311,0
Sebze (Domates)	60-73-85-98-112	5	12	45,7	218,8
Bostan	57-71-87-103	4	14	47,6	179,8
Mısır	72-92-118	3	20	66,5	199,2
Yonca	72-100-124-154	4	24	67,8	249,2
Kışlık buğday	198	1	198	68,3	68,3
Bakliye	53-64-74-84-97	5	10	40,9	197,1
Ayçiçeği	61-77-91-112	4	14	53,0	206,9

Tablo 3.4- 3.8 de proje sahası toprakları ve yetiştirilen bitkiler göz önüne alınarak; optimum sulama seçeneğine göre, ekim tarihinden itibaren sulama tarihleri, sulama sayısı, bir sulamada verilecek en fazla net su miktarı ve toplam net sulama suyu miktarları verilmiştir.

Tablolar incelendiğinde, optimum sulama durumunda, tütünün ilk sulaması ekim başlangıcından itibaren 59, ila 76'ncı günler arasında; şeker pancarının 84, ila 94'üncü günler arasında, patatesin 52, ila 62'nci günler arasında; sebzenin 56, ila 70'inci günler arasında; bostanında 53, ila 66'ncı günler arasında değiştiği görülmektedir.

İlk sulama gününün ekim tarihinden çok sonra olması, toprak bünye yapısındaki farklılıkların doğal sonucu ve bölgenin iklim şartları yüzündendir. Özellikle yağış ve ortalama % 70 olan nem en önemli iklim faktörleridir.

Bu çalışmada sulama seçeneği için optimum sulama koşulu seçilmiş ve planlama buna göre yapılmıştır. Bu planlamadan başka; sabit aralıklarla, sabit su miktarları ile birlikte veya geçmiş sulama tecrübeleri göz önüne alınarak sulama aralığı ve su miktarının önceden seçilerek sulamanın planlaması da yapılabilir. Bu amaçla proje alanında etkin su dağıtımı ve kullanımı için bu bölümde verilen CROPWAT programı ile yapılan planlama sonuçlarından ve programdan faydalanılabilir.

#### 4.GÖZLEME DAYALI DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Düzce sulaması ülkemizde su kısıtının bulunmadığı ender sulama şebekelerinden birisidir. Projenin hizmete açıldığı tarihten bugüne kadar ki en büyük sulama oranı %22 olmuştur. Bu oranın %15 ini özel sektör tarafından ekimi yapılan tütün teşkil etmektedir. Sulama alanında tütün tarımının yapılmaması halinde tarımsal faaliyet oldukça düşük seviyede kalmaktadır. Özellikle planlama aşamasında bitki deseninin ağırlığını teşkil eden buğday ve mısır bitkilerinin tarımı, tamamen yapılamaz hale gelmektedir. Bu bakımdan projenin bitki deseni yeniden gözden geçirilmeli ve tarımsal faaliyeti destekleyici ve artırıcı önlemleri alınmalıdır.

Yapılan deneyler ve sulama planlaması çalışmaları sonucunda; toprak kaynağının her türlü tarımsal faaliyete elverişli olduğu,fakat sulama suyunun planlanması, yönetimi ve kontrolü uygulamaları bakımından yetersiz olduğu kanaatine varılmıştır.

Mevcut toprak ve su kaynaklarının optimum kullanımı bakımından yeni bir bitki paterni oluşturulmalı bu çalışma çerçevesinde oluşturulan verilerden yararlanılmalıdır.

#### KAYNAKLAR

1. Balaban, A., 1986, Su Kaynaklarının Planlanması **A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları**, No: 972 s.12-122, Ankara.
2. Kanıt, R., 1991, İvriz sulama İşletmesinde optimum su kullanım modelinin belirlenmesi **A.Ü. Ziraat Fakültesi** Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Ankara.
3. Kalra, Y. P., and Maynard, D.G., 1991, Method manual for forest soil and plant analysis. **Nort West region Information Report** NOR. X-319.
4. Smith, M., 1992, CROPWAT A Computer Program for Irrigation Planing and Management **FAO. Irrigation and Drainage Paper**, 46, Rome.
5. Doorenbos, J., and Kassam, H.H., 1986, Yield Response to water **FAO Irrigation and Drainage paper** 33, Rome.
6. Doorenbos J., and Prutt, W. O., 1984, Guidelines for predicting crop water requirements **FAO Irrigation and drainage paper** 24, Rome.
7. Güngör, Y., Erözel. A.Z., Yıldırım, O., 1996, Sulama **A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları** Yayın No: 1443 s.23-115, Ankara.



Çizelge 3.1.1. Sulama alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları

Numune No	Toprak Derinliği cm	Kum %	Kil %	Silt %	Bünye	Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Tarla Kapasitesi			Solma Noktası			Kullanılabilir Su Tutma kapasitesi		
							%	%V	mm	%	%V	mm	%	%V	mm
1	0-30	33,10	40,50	26,50	C	1,641	24,35	39,96	119,88	14,94	24,52	73,54	9,41	15,44	46,34
	30-60	23,40	40,90	35,70	C	1,554	27,43	42,63	127,88	14,72	22,87	68,62	12,71	19,75	52,96
	60-90	20,00	47,70	32,30	C	1,673	28,17	47,13	141,39	15,27	25,55	76,64	12,90	21,58	64,75
								<b>129,72</b>	<b>389,15</b>		<b>72,94</b>	<b>218,8</b>		<b>56,77</b>	<b>170,35</b>
2	0-30	14,90	51,40	33,70	C	1,571	29,82	46,85	140,54	18,65	29,30	87,9	11,17	17,55	52,64
	30-60	15,50	45,40	39,10	C	1,487	28,6	42,53	127,58	14,31	21,28	63,84	14,29	21,25	63,74
	60-90	8,10	47,20	44,70	SİC	1,468	31,46	46,18	138,55	16,46	24,16	72,49	15,00	22,02	66,06
								<b>135,56</b>	<b>406,67</b>		<b>74,74</b>	<b>224,23</b>		<b>60,82</b>	<b>182,44</b>
3	0-30	47,10	14,70	38,20	L	1,237	22,33	27,62	82,87	7,61	9,41	28,24	14,72	18,21	54,63
	30-60	15,30	37,80	46,90	SİCL	1,256	29,61	37,19	111,57	13,22	16,60	49,81	16,39	20,59	61,76
	60-90	13,26	42,52	44,22	SİC	1,349	31,62	42,66	127,97	13,94	18,81	56,42	17,68	23,85	73,35
								<b>107,47</b>	<b>322,41</b>		<b>44,82</b>	<b>134,47</b>		<b>62,65</b>	<b>189,74</b>
4	0-30	51,00	25,10	24,40	SCL	1,527	19,76	30,17	90,52	9,45	14,43	43,29	10,31	15,74	47,23
	30-60	54,60	21,00	24,40	SCL	1,381	14,07	19,43	58,29	5,95	8,22	24,65	8,12	11,21	33,64
	60-90	66,40	19,10	14,50	SL	1,246	9,86	12,28	36,86	3,92	4,88	14,65	5,94	7,40	22,20
								<b>61,88</b>	<b>185,67</b>		<b>27,53</b>	<b>82,59</b>		<b>34,35</b>	<b>103,07</b>
5	0-30	63,80	21,60	14,60	SCL	1,278	10,61	13,56	40,68	7,88	10,07	30,21	2,73	3,49	10,47
	30-60	70,80	18,20	11,00	SL	1,253	7,30	9,14	27,44	3,84	4,81	14,43	3,46	4,34	13,01
	60-90	85,28	7,18	7,54	LS	1,157	3,63	4,20	12,60	2,55	2,95	8,85	1,08	1,25	3,75
								<b>26,9</b>	<b>80,72</b>		<b>17,83</b>	<b>53,49</b>		<b>9,08</b>	<b>27,23</b>
6	0-30	30,00	35,3	34,70	CL	1,398	21,76	30,42	91,26	11,07	15,48	46,43	10,69	14,94	44,83
	30-60	18,44	56,92	24,64	C	1,257	33,74	42,41	127,23	21,96	27,60	82,81	11,78	14,81	44,42
	60-90	28,72	55,56	15,72	C	1,241	42,18	52,35	157,04	32,93	40,87	122,60	9,25	11,48	34,44
								<b>125,18</b>	<b>375,53</b>		<b>83,95</b>	<b>251,84</b>		<b>41,23</b>	<b>123,69</b>

Çizelge 3.1<sub>2</sub>. Sulama alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları

Numune No	Toprak Derinliği cm	Kum %	Kil %	Silt %	Bünye	Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Kullanılabilir Su Tutma kapasitesi				
							%	%V	mm	%	%V	mm	%	%V	mm
7	0-30	6,00	51,00	43,00	SİC	1,427	31,94	45,57	136,74	16,30	23,26	69,78	15,64	22,32	66,96
	30-60	6,40	51,20	42,40	SİC	1,411	29,84	42,10	126,31	15,46	21,81	65,44	14,38	20,29	60,87
	60-90	20,10	43,30	36,30	C	1,328	26,39	35,05	105,14	13,08	17,37	52,11	13,31	17,68	53,03
8								<b>122,72</b>	<b>368,19</b>		<b>62,44</b>	<b>187,33</b>		<b>60,29</b>	<b>180,86</b>
	0-30	12,60	56,10	31,30	C	1,279	33,82	43,26	129,76	24,28	31,05	93,16	9,54	12,20	36,60
	30-60	19,30	47,80	32,90	C	1,291	31,24	40,33	120,99	19,85	25,63	76,88	11,39	14,70	44,11
	60-90	12,13	51,40	36,30	C	1,301	33,39	43,44	130,32	21,37	27,80	83,41	12,02	15,64	46,91
9								<b>127,03</b>	<b>381,07</b>		<b>84,48</b>	<b>253,41</b>		<b>42,54</b>	<b>127,62</b>
	0-30	26,70	43,40	29,90	C	1,289	32,30	41,63	124,90	17,75	22,88	68,64	14,55	18,75	56,26
	30-60	36,80	36,40	26,80	CL	1,383	23,38	32,33	97,00	12,01	16,61	49,83	11,37	15,72	47,17
	60-90	65,40	25,10	9,50	SCL	1,274	8,68	11,06	33,17	5,03	6,41	19,22	3,65	4,65	13,95
10								<b>85,02</b>	<b>255,07</b>		<b>45,90</b>	<b>137,69</b>		<b>39,12</b>	<b>117,38</b>
	0-30	33,34	39,56	27,10	CL	1,371	29,11	39,91	119,73	17,85	24,47	73,42	11,26	15,44	46,31
	30-60	35,64	31,42	32,94	CL	1,366	24,70	33,74	101,22	10,97	14,99	44,96	13,73	18,76	56,26
	60-90	38,00	29,50	32,50	CL	1,361	26,07	35,48	106,44	11,17	15,20	45,61	14,90	20,28	60,83
11								<b>109,13</b>	<b>327,39</b>		<b>54,66</b>	<b>163,99</b>		<b>54,48</b>	<b>163,40</b>
	0-30	29,70	44,30	26,00	C	1,472	26,97	39,70	115,46	16,13	23,74	71,23	10,84	15,96	44,23
	30-60	36,40	38,30	25,30	CL	1,351	24,43	33,00	99,01	13,32	17,99	53,96	11,11	15,01	45,05
	60-90	48,80	16,30	34,90	L	1,347	24,51	33,01	99,04	10,37	13,97	41,91	14,14	19,05	57,13
12								<b>105,71</b>	<b>313,51</b>		<b>55,70</b>	<b>167,10</b>		<b>50,02</b>	<b>146,41</b>
	0-30	18,14	48,16	33,70	C	1,273	30,34	38,62	115,87	19,97	25,42	76,27	10,37	13,20	39,60
	30-60	17,84	58,16	24,00	C	1,373	32,89	45,16	135,47	22,53	30,93	92,80	10,36	14,22	42,67
	60-90	15,64	61,60	22,76	C	1,314	34,76	45,67	137,02	23,12	30,38	91,14	11,64	15,29	45,88
								<b>129,45</b>	<b>388,36</b>		<b>86,73</b>	<b>260,21</b>		<b>42,71</b>	<b>128,15</b>