

**YUKARI PASINLER OVASI TOPRAK ve SU KOOPERATİF SAHASINDAKİ
TOPRAKLARIN SULAMA YÖNÜNDE PROBLEMLERİ ÇÖZÜM YOLLARI
İLE BAZI FİZİKSEL ve KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDE BİR
ARAŞTIRMA (1)**

Feridun HAKGÖREN (2)

ÖZET

Bu çalışmada, Yukarı Pasinler Ovası Toprak ve Su Kooperatif sahasında bugünkü sulama durumu, mevcut toprak ve su kaynaklarının rasyonel bir biçimde kullanılması ve muhafazasına ilişkin arazi developman hizmetlerinin geliştirilmesi ve sulama yönünden karşılaşılan problemlerin ortaya çıkarılması ile bunların çözüm yolları incelenmiştir.

Araştırma bölgesi hakkındaki genel bilgilerin, araştırmadan elde edilen sonuçların ve ilgili literatürün ışığı altında bölgede, sulama yönünden toprak-su ilişkileri, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleriyle bunların su tutma kapasiteleri ve uygulanan bitki paterni dikkate alınarak sahanın sulama suyu ihtiyacı tesbit edilmiş, mevcut durumun geliştirilmesiyle ilgili hususlar açıklanarak tavsiyelerde bulunulmuştur.

1. GİRİŞ

Kültür topraklarının verimlilik dereceleri ihtiva ettikleri bitki besin maddesi miktarları kadar, su miktarına da bağlıdır. Bu sebeple, belli bir tarım arazisinden elde olunacak ürün miktarını mümkün olduğu kadar artırmada, kontrollerine ihtiyaç duyulan faktörler arasında su faktöründe her zaman gereği kadar önem verilmelidir (Özbek, 1965)

Sulama genel bir anlamla, bitki gelişmesi için gerekli olan fakat tabii yollarla karşılanamayan suyun toprağa çeşitli şekillerde verilmesi olarak tarif edilebilir.

Bu tariftan anlaşılacağı gibi, bir sulama işleminde su, toprak ve bitki olmak üzere üç faktör mevcuttur. Başarılı bir sulamanın en önemli şartı ve tarımsal faaliyetlerin teşvik edilmesi bu

(1) Bu çalışma Prof. Dr. Hürşit ERTUĞRUL yönetiminde hazırlanmış olup, Prof. Dr. Ziya ALKAN ve Prof. Dr. Abdüsselam ERGENE'den kurulu jüri tarafından 22.3.1972 tarihinde doktora tezi olarak kabul edilen eserin özetidir.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat fakültesi Kültürteknik ve Ziraat Alet ve Makinaları bölümü Dr. Asistanı

faktörler arasındaki ilişkilerin bitkisel üretimi optimum seviyede ve devamlı kılacak şekilde düzenlenmesine bağlıdır. (Ertuğrul, 1971).

Ülkemiz olanaklarına göre küçümsemeyecek yatırımların yapıldığı sulama şebekelerinden beklenen faydanın temini, bu tesislerin rasyonel bir şekilde kullanılmasıyla ve mevcut sudan azamî şekilde faydalanmakla mümkün olabilecektir. Ancak, sulu tarıma geçişte aşırı sulamalar ve drenaj yetersizliği nedeniyle, tuzluluk ve alkalilik

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Toprak nemi ve bitki büyümesi ilişkileri ile bitki, toprak, iklim ve diğer faktörlerin bu ilişkilere yaptığı etkiler hakkında çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Tarımsal sulama tatbikatlarında toprağın ve yetiştirilen bitkinin aktif kök derinliğinin, kök bölgesindeki toprak tabakalarının su tutma özelliğinin ve kök bölgesindeki suyun miktarının veya günlük değişmelerinin bilinmesi gerekir (Scofield, 1945).

Toprak gözenekleri toprak nemini tutma bakımından göstermiş oldukları etkili büyüklüğe göre kapillar veya kapillar olmayan gözenekler diye sınıflandırılır (Baver, 1968). Bu nedenle tarımsal sulamalarda toprakların kapillar olan porozite hacmi kadar, kapillar olmayan porozite hacminin bilinmesi arzu edilir (Houk, 1960).

Kramer (1949) ise toprakların toplam gözenek hacminin, gözeneklerin büyüklüğü kadar önemli olmadığını belirtmektedir. Aynı araştırmacıya göre,

gibi ortaya çıkabilecek sorunların göz önünde bulundurulması gereklidir.

Başarılı bir sulama, sadece suyu tarla başına getirmek ve toprağa geliş güzel vermek olmayıp, sulama tekniğinin gerektirdiği modern koşullarla suyu toprağa tatbik etmeyi zorunlu kılmaktadır. Bunun için de uygulanacak sulama tatbikatlarında; toprakların su tutma özelliği, her sulamada ıslatılacak toprak derinliği, uygun su miktarının uygun zaman aralığı içinde tatbiki, sulama müddeti ve uygun parsel boyutu gibi hususların bilinmesine ihtiyaç vardır.

kapillar olmayan gözeneklerin fazla bulunduğu kumlu toprakların hava ve drenaj durumu iyi olduğu halde, su tutma kapasiteleri düşük olduğunu belirtmektedir.

Husseman ve arkadaşlarına atfen (Ertuğrul, 1971)., toprakların % 48'den fazla bir poroziteye sahip olması halinde aynı zamanda iyi bir strüktüre de sahip olacağını, porozitenin % 40-45 arasında bulunması halinde toprakta çok hafif bir sıkışmanın, % 35-40 arasında fazla sıkışmanın, % 35'den az hallerde ise çok fazla bir sıkışmanın olabileceğini açıklamaktadır.

Richards ve Richards (1958) ve Marshal (1963) toprakların çeşitli emme kuvvetlerinde tutabildikleri rutubet miktarını tesbit ederek, çizilen rutubet emme eğrilerinden gözenek büyüklüklerinin dağılımını tayin etmişlerdir.

Weeks ve Snyder (1966) yapmış oldukları çalışmada toprak tekstürü ile su tutma kapasitesi arasında önemli bir bağıntının bulunduğunu ve mekanik analizlerde görülen 5 mikron ve

daha küçük çaptaki parçalar grubunun rutubetin toprakta tutulmasına etkili olduğunu tesbit etmişlerdir.

Aynı konuda Jamison ve Kroth (1958) da yaptıkları çalışmalarında silt muhtevasının kullanılabilir su kapasitesini artırdığını bu nedenle, 0,05-0,02 mm. olan kaba siltlerin kullanılabilir rutubet kapasitesini 0,02-0,002 mm. olan ince siltten daha çok artırdığını açıklamaktadırlar.

Topraklarda infiltrasyon hızı toprak zerrecelerinin büyüklüğü, bunların agregasyon derecesi ve zerrecelerle agregatların dizilişine bağlı olup, gözeneklerin büyüklüğü arttıkça infiltrasyon hızında artar (Frevert ve arkadaşları 1959).

Genel olarak sulamalardan ve yağışlardan sonra toprakların infiltrasyon hızları zamanla azalmakta ve belirli bir zaman sonunda sabit bir değere erişmektedir (İsraelsen ve Hansen, 1967)

Rauzi (1963) bitki örtüsünün infiltrasyon üzerindeki etkisini belirterek otlatmanın topraklarda su emme nispetine tesir ettiğini, aşırı otlatmanın yapılmadığı topraklardaki infiltrasyon nispetinin aşırı otlatma yapılan yerdeki 4 katı olduğunu açıklamaktadır.

Sulama projelerinin plânlanmasında bitkilerin su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacından faydalanılır. Su tüketimi evapotranspirasyon ile aynı manayı taşımaktadır. Bu terimler toprakta meydana gelecek bütün buharlaşma ve terleme kayıplarını kapsamaktadır. Sulama suyu ihtiyacı, bitkilerin yetişmesi için yağışlar hariç ihtiyaç duydukları su miktarıdır (Blaney, 1959)

Proje için gerekli su ihtiyaçlarını tesbit edebilmek için, proje sahasında

uygulanacak bitki paterni, bitkilerin gelişme devreleri ve amprik su tüketim kat sayısının bilinmesine ihtiyaç vardır (Ciddle 1966).

Kullanılan sulama suyu kalitesi nedeniyle birçok sulama projeleri başarısızlığa uğramıştır. Bu nedenle sulama için elverişli suyun kalitesi, bir sulama projesinin faydalı ömrünü tahminde çok önemli bir faktördür (Rinnan, 1961).

Toprakların fiziki durumları geniş ölçüde kimyasal terkiplerine bağlıdır. Strüktür permeabilite, infiltrasyon ve porozite üzerine toprağın kimyevi durumunun tesir ettiği bilinmektedir. Toprakta fazla miktarda atsorbe sodyum toprak permeabilitesini önemli derecede düşürmektedir. Bu gibi topraklar kuruduklarında sert kabuk yaparlar ve tohum yatağının hazırlanmasına engel teşkil ederler (Reeve, 1962).

Sulama nakil ve dağıtım şebekelerinde meydana gelen sızma kayıpları ve bu kayıpların önlenmesini hedef tutan araştırmaların esasları, sızma kayıplarının gerçek miktarının ölçülmesine ve sızmaya etki yapan bütün faktörlerin değerlendirilmesine bağlıdır (Balaban, 1970).

Su nakil ve dağıtım şebekelerinde meydana gelen sızma kayıpları suyun nakledildiği mesafeye, kanal yatağının toprak karakterine, taban suyu derinliğine, suyun ihtiva ettiği sediment miktarına, kanaldaki su derinliğine, toprağın kapillar tansiyonuna, toprak ve suyun suhnet derecesine ve toprak içine nüfuz etmiş havanın yüzdesine göre değişmektedir (Robinson ve Rohwer, 1955).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Çalışmada araştırma materyali olarak kullanılan toprak numuneleri sahada Topraksu IX. Bölge Müdürlüğüne yapılmış "Sulu Ziraat Arazisi Tasnif Harita" sındaki sınıflara uygun olarak 42 ayrı yerde açılmış profillerden alınmıştır. Profillerin arazideki yerleri sahada açılmış olan sulama kuyularının kot numaralarından faydalanılarak tesbit edilmiş ve açılan profillerin hemen yanında infiltrasyon hızı ölçmeleri yapılmıştır.

Su numuneleri ise halihazırda sulamalarda kullanılan yeraltı ve yerüstü sularını karakterize edebilen kısımlardan yeterli miktarda alınmıştır.

3.2 Metot

3.21 Arazi çalışmalarında uygulanan metotlar

3.211 Bozulmuş toprak numunelerinin alınması

Araştırma sahası topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini tayin etmek amacıyla açılan profillerin tekstürel katlarından bozulmuş toprak numuneleri Irmak (1954)'deki esaslara göre alınmıştır.

3.212 Bozulmamış toprak numunelerinin alınması

Toprakların tabii yapılarını muhafaza ederek laboratuvarında çeşitli tansiyonlarda bünyelerinde tutabildikleri rutubet miktarlarını ve hacim ağırlıklarını tesbit etmek amacıyla hacmi belli silindirelerle bozulmamış toprak numuneleri alınmıştır (Baver, 1968).

3.213 Su numunelerinin alınması

Araştırma sahasında sulama suyu olarak kullanılan yeraltı ve yerüstü sularının sulama yönünden kalitelerini tayin etmek için mevcut suları temsil edebilecek yerlerden 700 cm³lük numuneler alınmıştır (Wilcox, 1955).

3.214 İnfiltrasyon hızlarının tayini

Araştırma sahasındaki topraklarda infiltre olan su miktarlarının ve infiltrasyon hızlarının tesbiti için çift silindireli infiltrometre kullanılmıştır (Slater, 1957).

3.215 Kanal sızmalarının tayini

Sulama dağıtım kanalları ve tarla arklarındaki sızma kayıplarının ölçülmesinde deneysel direk ölçüm metotlarından belirli bir kanal kesimine giren ve çıkan suyun ölçülmesi metodu kullanılmıştır (USDA, 1967).

3.216 Mevcut şartlardaki sulamalarda araziye verilen su miktarlarının ölçülmesi.

Araştırma sahasında yapılan sulama tatbikatlarında her sulamada tarlaya tatbik edilen su miktarlarının tesbitinde, sulanacak parsel başına konan 40 lt/sn kapasiteli WSC tipi küçük Parshall savakları kullanılmıştır. Sulamaya başlamadan önce bitkilerin kök salma derinliğindeki mevcut rutubeti tesbit etmek için kovan burgu ile toprak numuneleri alınarak rutubet kaplarına konmuş ve laboratuvarında 105°C'de etüvde rutubet tayini yapıldıktan sonra ihtiva ettikleri rutubet miktarları cm su derinliği olarak hesaplanmıştır (Forsberg, 1959).

3.22 Laboratuvar çalışmalarında uygulanan metotlar

3.221 Tekstür tayini

Toprakların tekstür tayinleri Bouyoucos Hydrometre metoduna göre yapılmıştır. (Öztürk, 1962).

3.222 Hacim ağırlığı ve özgül ağırlık tayinleri

Toprakların volüm ağırlığı, hacmi belli numune alma silindirleri ile alınmış olan bozulmamış toprak numunelerinde tesbit edilen kuru toprak ağırlığının aynı toprağın hacmine bölünmesiyle Black (1965)'deki esaslara göre hesaplanmıştır.

Özgül ağırlık ise Píknometre metoduyla yapılmıştır (Öztürk, 1962).

3.223 Topraklarda çeşitli tansiyonlarda tutulan rutubet miktarlarının tesbiti

Bozulmamış toprak numunelerinde (0,00), (0,10), (0,33), (0,55) ve (1,00) atmosfer tansiyonlarda tutulan rutu-

bet miktarları, laboratuvarlarda poroz levhalı basınç aletinde Richards (1952)' e göre, geçici ve daimi solma noktalarında (8-15 atm.) tutulan rutubet miktarları ise bozulmuş numunelerde basınçlı membran aletinde Sönmez ve Ayyıldız (1964)'a göre tayin edilmiştir.

3.224 Hidrolik kondaktivite tayini

Hidrolik kondaktivite tayinleri sabit seviyeli permeametre kapları kullanılarak yapılmıştır (Black, 1965).

3.225 Karbonat tayini

Toprakların karbonat tayinleri "Scheibler Kalsimetre"si ile volümetrik olarak yapılmıştır (Hızalan ve Ünal, 1966).

3.226 Organik madde tayini.

Organik karbonun oksidasyon esasına dayanan Smith-Weldon metoduyla yapılmıştır (Hocaoğlu, 1966).

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu araştırma, Yukarı Pasinler Ovası Toprak ve Su Kooperatif sahasında mevcut sulama durumunu ve sulama yönünden karşılaşılan sorunları tesbit etmek, çözüm yollarını araştırmak ve arazi developman hizmetlerinin geliştirilmesine yardımcı olmak amacıyla yapılmıştır.

Arazide yapılan çalışmalardan ve alınan numuneler üzerinde laboratuvarda yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar ile gerekli tavsiyeler aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

1. Araştırma sahasında mevcut sulama suyu ihtiyaca yeterli değildir. Bu nedenle sulama suyundan en ekonomik

şekilde faydalanmak zorunluluğu vardır. Oysaki sahada sulama yapılabilen yerlerde çiftçi modern sulama tatbikatına aşına değildir. Bu sahalarda çiftçilerin çoğu tarlaya tatbik edilecek su miktarını, hangi salama metodunun kullanılacağını ve tarlaya suyu ne zaman vereceğini bilmemektedir. Bu nedenle su tatbik randımanları da çok düşüktür. Yapılan denemeler sonunda sahadaki tarla su tatbik randımanlarının % 29- % 46 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Randımanların çok düşük oluşuna, bölge çiftçisinin modern tarım kültürünün noksan oluşu, toprak ve topoğrafik şartların gerektirdiği en elverişli

sulama metodunun kullanılmayışı ve suyun gerektiğinden çok ve zamansız tatbik edilışı gibi hususlar etki etmektedir

2. Tekstürleri bakımından, araştırma konusu olan topraklar kaba orta, orta, orta ince ve ince gruplara girmektedir. Toprakların tekstürleri yönünden toprak-su-bitki ilişkilerini sınırlayıcı özellikte olmadıkları müşahede edilmiştir.

3. Toprakların profil katlarına ait özgül ağırlık değerleri tekstüre bağlı olarak farklılıklar göstermekte ve 2,11 ile 3,11 arasında değişmektedir. Hacim ağırlıkları ise, 0,93 gr/cm³ ile 1,86 gr/cm³ arasında değerler almaktadır. Genellikle toprakların özgül ağırlıkları toprak derinliği ile büyük değişmeler göstermektedir.

4. Toprakların özgül ağırlıkları ve hacim ağırlıkları bağıntılarından hesaplanan porozite değerleri ise % 29,54 ile % 65,68 arasında değişmektedir. Toprakların tekstür, organik madde ve sıkışma durumuyla bağıntılı olarak porozite değerleri genellikle üst katlarda alt katlara nispeten daha fazladır.

5. Gözeneklerin büyüklüklerine göre dağılışı kaba, orta ve ince olmak üzere sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, kaba gözenekler toplam porozitenin % 0,81'i ile % 33,33'ünü, orta gözenekler % 3,08 ile % 33,04'ünü ve ince gözenekler ise % 7,43 ile % 36,71'ini teşkil etmektedir. Bu değerler toprak strüktürünün gözeneklerin dağılışı ile bağıntılı olduğunu göstermektedir. Gözeneklerin büyüklüklerine göre dağılışı arasında geniş sınırların oluşu ve hava kapasitelerinin düşük bulunuşu nedeniyle sulamalarda bu topraklara

uygulanacak sulama dozlarının çok dikkatli tayin edilmesini zorunlu kullmaktadır.

6. Araştırma sahası topraklarının organik madde miktarları % 0,03 ile % 3,25 arasında değişmekte ve yüzeyden alt katlara doğru azalmaktadır. Organik madde miktarının genellikle düşük oluşuna uygulanan tarım şekli ve bölge çiftçisinin ticaret ve ahır gübrelere kullanmaması gibi hususların sebep olduğu anlaşılmaktadır.

7. Araştırma konusu topraklarda karbonat miktarları % 0,00 ile % 38,24 arasında değişmektedir. Saha genç allüviyal bir teşekküle sahip olduğundan, profillerin temsil ettiği topraklardaki karbonatlar hakkında katı bir hüküm vermek mümkün olamamıştır.

8. Toprakların su permeabilitesi değerleri 1,1 cm/saat ile 42,8 cm/saat arasında değişmektedir. Permeabilite değerlerinin geniş sınırlar arasında değişmesine tekstürle birlikte daha çok kapiller olmayan gözeneklerin etkili olduğu söylenebilir. Genellikle iyi bir geçirgenliğe sahip olan topraklar drenaj bakımından bir problem yaratmayacaklardır.

9. Araştırma bölgesi topraklarında tayin edilen sabit infiltrasyon değerleri 0,6 cm/saat ile 18,0 cm/saat arasında bulunmuştur. İnfiltrasyon hızının bu değerlere erişinceye kadar geçen başlangıç zamanı 40 dakika ile 100 dakika arasında değişmektedir. Saha toprakları genellikle orta yüksek ve yüksek infiltrasyon sınıfına girmektedir. Bu da geçirgenlik yönünden toprakların herhangi bir probleme sahip olmadığını gösterir.

İnfiltrasyon esnasında zamanın bir fonksiyonu olarak toprağa sızan toplam su derinliğini ifade eden denklemlerdeki ($y = ax^n$) "a" ve "n" değerleri oldukça farklıdır. Bunlardan "a" 0,2078 ile 1,9470 arasında, "n" ise 0,3721 ile 0,8632 arasında değişmektedir. Bu durum geliştirilen denklemlerin yalnız infiltrasyon hızı denemelerinin yapıldığı toprak sınıfları için geçerli olduğunu ve ancak denemelerin yapıldığı yerde tatbik edilebileceğini göstermektedir.

10. Toprakların profil katlarında çeşitli emme kuvvetlerinde tuttukları rutubet miktarları, tekstür ve organik madde miktarına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Genel olarak ince tekstürlü toprakların rutubet miktarları kaba tekstürlü topraklardan daha fazladır. Toprakların kullanılabilir rutubet miktarları ile kil+silt ve kil+organik madde arasında pozitif bir bağımlı bulunmuştur. Araştırma konusu topraklarının rutubet karakteristiklerinin geniş hudutlar içinde değişiklik göstermesi, her profil katı için tespit edilen değerlerin o profilin temsil ettiği saha içerisinde kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

11. Araştırma sahasında sulamada kullanılan yerüstü ve yeraltı suları genellikle C_1S_1 ve C_2S_2 sınıfa girmekte olup, sulamalarda kullanılmalarından bir sakınca görülmemektedir. Yalnız 7 nolu su C_3S_1 sınıfa girmektedir. Bu suya ait SAR değeri 5,69 ve RSC miktarı 4,29 dur.

Bor analizleri sonunda 4 no lu su numunesinde 1,22 ppm, 2 nolu su numunesinde 1,81 ppm ve 7 nolu su numunesinde ise 2,50 ppm gibi yüksek konsantrasyonda bor'a rastlanmıştır.

Bu sularla sulama yapılan yerlerde bor'a mukavim bitkilerin ekimi tavsiye edilmiştir.

12. Bölge topraklarının 60 cm. derinlikleri için tespit edilen maksimum sulama dozları, toprakların tarla kapasitesi ve solma yüzdelere bağlı olarak 3,2 cm. ile 16,2 cm arasında değişmekte olup, ortalama olarak 7,7 cm. civarındadır.

13. Toprakların 60 cm. derinlikleri için hesaplanan sulama dozlarının topraklar tarafından alınması için gerekli zaman 4 dakika ile 11 saat 48 dakika arasında değişmektedir. Zamanlar arasındaki bu farklılıklar toprakların infiltrasyon hızlarının çok farklı olmasının bir sonucudur.

14. Araştırma sahasında uygulanması tavsiye edilen karık ve tava usulu sulamalar için uygun karık ve tava boyutları sulama müddetlerinden hesaplanabilir. Sulamalarda üniform bir su dağıtımı için sulama suyunun hesaplanan sulama müddetinin 1/4'ünde karık veya tava sonuna erişmesi gerekmektedir. Bu esasa göre, araştırma sahası topraklarında suyun parsel sonuna erişmesi için gerekli zaman 1 dakika ile 177 dakika arasında değişmektedir.

15. Yukarı Pasinler Toprak ve Su Kooperatif sahasında sulanabilir arazi miktarı 126 830 dekadır. Sulamaya geçildiğinde düşünülen bitki paterni dikkate alındığında; sulanabilir bu arazinin % 37'sinde hububat, % 25,8'inde şeker pancarı, % 12, 5'inde yonca, % 8,1'inde patates, % 4,8'inde bostan, % 4,8 'inde mısır ve % 3,8'inde çayır tarımı yapılacaktır.

Sahada Blaney-Criddele metodu ile hesaplanan yıllık net sulama suyu ih-

tiyacı, hububat için 173,5 mm, bostan için 220,0 mm, sebze için 237,6 mm, mısır için 298,5 mm, çayır otları için 362,6 mm, şeker pancarı için 412,2 mm, yonca için 433,2 mm ve patates için 462,4 mm olarak bulunmuştur.

Mevcut bitki paterni dikkate alınarak ovanın net sulama suyu ihtiyacı Mayısta 54,7 mm, Haziranda 73,8 mm, Temmuzda 100,6 mm, Ağustosda 86,3 mm ve Eylülde ise 29,6 mm olarak hesaplanmıştır. Ovanın yıllık net sulama suyu ihtiyacı 345,0 mm'dir. Saha için tespit edilen tarla su tatbik randımanlarının ortalama % 40 olduğu kabul edilerek ova için yıllık sulama suyu ihtiyacı 862,5 mm olarak tespit edilmiştir. Mevcut şebekedeki sulama kanalları daha çok tersiyer karakteri göstermektedir. Beton kaplama kanallarda ortalama % 2, toprak kanallarda ise % 17,40 olarak tespit edilen su nakil kayıpları dikkate alınarak ovanın sulama suyu ihtiyacı kanallar kaplamalı olması halinde 880,0 mm ve kaplamasız halinde ise 1044,1 mm olarak hesaplanmıştır.

16. Araştırma sahasında teşkil edilen yeraltı sulama şebekesinin tamamlanması halinde bile, ovada sulanmaya müsait arazilerin hepsinin sulanabilmesi mümkün olmayacaktır. Tesis edilen projede arazi developman hizmetlerinin tamamlanmamış olması şebekede teknik bir sulama tatbikatının yapılmasını engellemektedir. Sudan beklenen faydanın sağlanabilmesi, halen çok düşük olan sulama randımanını artırarak ve bunu mümkün kılacak uygun sulama metodlarını seçmekle gerçekleştirilir. Bu amaçla alınması gerekli tedbirleri şu şekilde sıralayabiliriz :

a. Sulama suyu ihtiyacı yeterli olmadığından, ya yeni su kaynakları tespit edilerek sulamaya arzı yoluna gitmeli veya mevcut sudan azami faydayı temin edebilecek randımanlı bir sulamanın sahada tatbiki sağlanmalıdır.

b. Su kaynaklarının geliştirilmesine paralel olarak arazi mülkiyetinin düzenlenmesine de ihtiyaç vardır. Zira özellikle küçük tarım işletmelerinde tarla parsellerinin dağınık, küçük ve genellikle gayri müsait şekilli olması sahada modern tarımsal metodların tatbikini engellemekte ve arazi developman hizmetlerinin rasyonel bir biçimde uygulanmasını güçleştirmektedir.

c. Sahanın kültür arazilerinin % 35,22'sinde hafif, % 4,53'ünde orta ve % 0,75'inde ise ağır tesviyeye ihtiyaç vardır. Bu sebeple arazi developmanı içerisinde yer alacak tesviye faaliyetleri, gerek su tasarrufu sağlamak gerekse üniform bir su tatbikini temin ederek sulama randımanını artırmak bakımından faydalı olacaktır.

d. Drenaj problemi olan sahalarda toplam arazinin % 10,86'sını teşkil etmektedir. Tesis edilen projede drenaj sistemlerine yer verilmemiştir. Bu nedenle, büyük yatırımlara rağmen sulamaya geçildiğinde gerekli tedbirlerin alınmamış olmasından dolayı taban suyunun yükselmesi, tuzluluk ve alkalilik problemlerinin artması ve netice olarak üretimde artışın gittikçe azalması görülecektir. Bunun içinde bölgede sulamanın devamlılığı ancak sahada taban suyu seviyesinin kontrol edilerek bitki kök bölgesinin altında tutulmasıyla mümkün olabilecektir.

17. Araştırma sahasında beton kaplama sulama kanalları ve toprak tarla

arklarında yapılan sızma denemeleri sonuçlarına göre sızma kayıpları, beton kaplama kanallarda % 1,17 ile % 3,64, farklı bünyedeki toprak kanallarında ise killi zeminlerde % 6,51, killi tında % 11,18 , siltli killi tında % 18,82; siltli tında % 19,88 ve tınlı zeminlerde ise % 32, 29'dur. Ovanın sulama suyu ihtiyacı hesaplanırken bu kayıpların dikkate alınması lüzumludur.

18. Şebeke faaliyete geçtiğinde sulu tarımdan beklenen faydanın sağlanması için sahada uygun bir münavebenin tatbiki gereklidir. Aynı zamanda toprak verimliliğini artırmak, iyi bir bitki kök gelişimi sağlamak, yüzey akışını azaltmak için uygun bir gübremenin de yapılması gerekmektedir.

19. Tesis edilmiş sulama projesinden azami şekilde faydalanabilmek bu konuda yetişmiş mütehassıs kadrolu bir "İşletme ve Bakım Teşkilâtının" kurulmasıyla sağlanabilecektir.

20. Bölge çiftçisi geleceğe bağlı, basit ve bugünkü teknikten uzak bir tarım sistemi içindedir. Sulama, toprak işleme, bakım, gübreleme ve iyi tohumluk kullanma konularında yanlış ve noksan bilgilere sahiptirler. Bu hususlar araştırma sahasında sulama randımanlarının ve verimin düşük olmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle bölge çiftçisinin bu konularda ilgili kamu örgütleri ve üniversitece eğitilmesini sağlayacak kurslar açılmalı, çiftçiler arasından seçilecek sulama ustaları yetiştirilmeli ve ilgili yayım faaliyetleri köye kadar iletilmelidir.

21. Sulama suyunun dekara yıllık maliyeti 68,00 TL'dir. Bu miktarın % 33'ünü enerji ücretleri teşkil etmektedir. Bu nedenle araştırma sahasındaki çiftçilerin yetiştirdikleri ürünlerin pazarlamada diğer sahalarda yetiştirilen ürünlerle rekabet edebilmelerini sağlamak amacıyla sulama şebekesindeki tüketilen elektrik enerjisi bedeli, çiftçinin ödeyebileceği ucuz bir tarife üzerinden yapılmalıdır.

A RESEARCH ON IRRIGATION PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS AT THE SOIL-WATER COOPERATIVE AREA OF UPPER PASINLER VALLEY

Pasinler Soil-Water Cooperative area which is the research subject is in Upper Pasinler Valley of Eastern Turkey. Cooperative area is consist of class I, II, III, IV, V and VI. lands and about 126 830 dekar of cooperative land is irrigable.

Subject area soils are made of alluvial and colluvial soils. They are in zonal and azonal soil orders according to the soil genesis.

Average annual precipitation of Upper Pasinler Valley is 430,1 mm and mean yearly temperature is 5,9°C. Evaporation is maximum during August which has the highest mean monthly temperature (34°C) of the year. Dry season is between June 25 and September 10; then irrigation is necessary during this period.

Irrigation water is supplied by ground and surface water resources. The construction of ground water using irrigation system which is planned to irrigate approximately 88 999 dekar land is started in 1967, 56 million TL is invested for this job.

This research is conducted for the purpose of surveying present irrigation condition in the area Upper Pasinler Valley Soil-Water Cooperative, improving the land developmend services which involve rational use of the soil-water resources, and finding out the encountered irrigation problems.

Result of field studies laboratory work on soil samples and necessary advices can be stated as below:

1. Irrigation water of this research area is not sufficient for needs; therefore irrigation water should be used very economically. Farmers are not familiar with modern irrigation practice; hence water application efficiencies are very low. They are found between 29 % and 46 % by experiments. Water application efficiencies are very low because farmers of this area do not use the most suitable methods which fit the topographic and soil conditions, applying more water than need, and using a wrong time-table.

2. Research subject area soils can be classified as medium coarse, medium fine and fine according to their texture. Therefore texture of this soils are not limiting factor for soil-water-plant relationships.

3. Specific gravities of soils of profile layers differs from 2,11 to 3,11 as result of their texture. Bulk densities are between 0,93 gr/cm³ and 1,86 gr/cm³.

4. Porosity values which are calculated from the relationships between specific gravity and bulk density are between 29,54 % and 65,68 %. Porosity value are usually higher for upper layers than for lower layers as a result of texture, organic matter and compaction of soils.

5. Pores are classified as coarse, medium and fine. Distribution of pores is such coarse pores 0,81 % - 33,33 % medium pores 3,08 % - 33,04 % and fine pores 7,43 % - 36,71 % of total pore space.

The amount of water which will be applied should be determined very carefully for every soil because of big differences of pore size distribution of soils and low air capacities.

6. Organic matters of soil in the research area is between 0,03 % and 3,25 %. Amount of organic matter is usually low for these soils as result of practiced agriculture and lack of the use of commercial fertilizers and manure.

7. The amount of carbonate in research area soils changes between 0,00 % and 38,24 %.

8. Soil permeabilities are between 1,1 cm/hour and 42,8 cm/hour. This soils will not create a drainage problem because of having a good conductivity.

9. Infiltration rates are between 0,6 cm/hour and 18,0 cm/hour. 40-100 minutes pass until infiltration rates to rates to reach the above values.

"a" and "n" values for the equation ($y=a \cdot n$) which is used to find the depth of the soil that water penetrates are very different. The value of "a" is between 0,2078 and 1,9470, and the value of "n" is between 0,3721 and 0,8632.

10. The moisture that is hold at different sunctions in profile layers have differences as a result of texture and organic matter. There is a positive correlation between available soil moisture and clay+silt, and clay+organic matter.

11. The ground and surface water which is used for irrigation in the research area is in the class of C_1S_1 and C_2S_2 and Only sample No. 7 water is in the class of C_3S_1 .

As result of boron analysis; high concentration of boron is found in some samples such 1,22 ppm in No. 4, 1,81 ppm. No. 2 and 2,50 in No. 7. Plants resistant to boron should be raised if this high boron concentrated water is used for irrigation.

12. Maximum water application rates are calculated as a function of field capacity and wilting point for 60 cm depth of soils and estimated values differ between 3,2 cm and 16,2 cm.

13. Maximum water application rates which are computed for 60 cm. depth of soils require a time between 4 min. and 11 hrs. 48 min. to infiltrate into the soil.

14. The time required for the water to reach to the end of the furrows in the research area changes from 1 min. to 177 min.

15. When the irrigation is practiced all over the research are, it is determined that following percentages of the irrigable land will be used to raise different crops: 37 % for field crops, 25,8 % for sugar beet, 12,5 % for alfalfa, 8,1 % for potato, 3,8% for melons and contalaupes, 4,8 % for corn and 3,8 % for pasture. Net annual water requirments of the crops are computed by using Blaney-Criddle Method and it is found 173,5 mm. for field crops, 220,0 mm for melons and contalaupes, 237,6 mm. for vegetable, 298,5 mm for corn, 362,6 mm for pasture grass, 412,2 mm for sugar beet, 433,2 for alfalfa and 462,4 mm for potato.

Considering the crops pattern of the valley, net water requirement is

345,0 mm. If water application efficiency is assumed about 40 %, annual water requirement of the valley is determined as 862,5 mm if we consider the water loss from irrigation channels; water requirement of the valley will be 880,0 mm for lined channel and 1044,1 mm for earth ditches.

16. Water resources of the valley is not sufficient; therefore new water resources should be sought and an effective irrigation application which will have at least 60 % water application efficiency should be practiced to have the maximum from the present water sources.

17. Problems arising from property rights of the land should be corrected parallel to the land development efforts.

18. Needs of land leveling for the agricultural land of this area as percentage of total are 35,22 % light, 4,53 % medium and 0,75 % heavy.

19. 10,86 % of the land has drainage problem. Construction of drainage system is not planned for the present project. Hence level of water table should be checked carefully during irrigation season.

20. Experiments are made to find out the seepage losses from irrigation channels and it is found 1.17 %-3,64 % for concrete channels and for

earth ditches it has different values depending on the texture of soils which ditches are located in; these values are computed 6,51 % in clay, 11,18 % in clay-loam, 18,82 % in silty clay, 19,88 % in silty loam, 32,29 % loam grounds.

21. A suitable rotation should be practiced to have the expected benefit when irrigation system is put in service.

22. The most beneficial use of the established irrigation system will be possible if a management and maintenance organization with well trained employees is established.

23. Farmers of this region are strongly attached to their traditions therefore they use an agricultural system which is very simple and far from today's modern techniques. They have incomplete or false knowledge about soil tillage, maintenance fertilization and using of better seeds. Hence farmers should be trained in the short courses by state agencies and university. An extra effort should be made for extension activities to reach every farmer in the area.

24. The cost of irrigation is 68,00 TL. per dekar. 33 % of this amount is spent for energy therefore electricity should be sold to farmers with special rates to lower the cost of irrigation.

LİTERATÜR

- Balaban, A. 1970. Sulama Şebekele-
rinde Kanal ve Tarla Arkları Sızma
Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma.
A.Ü.Z.Fakültesi yayınları No: 445,
A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Baver, L.D., 1968. Soil Physics. Sixth
Printing, John Wiley and Sons,
Tokyo.
- Black, C.A., 1965, Methods of Soil
Analysis. Part I. Ame. Soc. Ag-
ronomy. Inc. Madison, Wisconsin.
- Blaney, H.F., 1959. Monthly Consump-
tive Use Requirements For Irri-
gated Crops. Jour. Irrigation and
Drainage Division ASCE, Proc.
Los Angeles- Cal. -
- Criddle, W.D., 1966, Bitki Su İhtiya-
cınının Tayin Edilmesi (Çeviren:
Ayyıldız, M). Tarım Bakanlığı
Çumra Sulu Ziraat Deneme İst-
stasyonu Neşriyatı, Sayı 14)
- Ertuğrul, H. 1971 a, Erzurum Ovası
Topraklarında Toprak-Su Müna-
sebetleri ve Ovanın Sulama Suyu
İhtiyacı Üzerinde Bir Araştırma.
A.Ü.Ziraat Fak. Yayınları No.
61, Atatürk Üniversitesi Basımevi,
Erzurum.
- Ertuğrul, H. 1971 b. Toprak altı Derin
Gevşetmesi, Derin Sürme ve Mol
Drenaj Moliorasyon Metotları
Üzerinde Bir Araştırma (Basıl-
mamıştır) A.Ü. Ziraat Fakültesi,
Erzurum.
- Forsberg, C., 1959. Zirai Sulama El
Kitabı (Çevirenler: Karaelmas, A.
ve Üner, N.), Ziraat Yük. Müh.
Neşriyatı, sayı 23. Ege Üni. Basımevi
İzmir.
- Frevert, R.K. ve arkadaşları, 1959,
Soil and Water Conservation En-
gineering. John Wiley and Sons.
Inc. New York. Chapman and
Hall Ltd. London.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. 1966, Toprak-
larda Önemli Kimyasal Analizler.
A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları,
Nol. 278. s. 5-7.
- Hocaoğlu, Ö.L., 1966. Toprakta Or-
ganik Madde, Nitrojen ve Nitrat
Tayini. A.Ü. Ziraat Fakültesi Zirai
Araştırma Ens. Teknik Bülteni,
No.6, Ankara Üniversitesi Basım-
evi.
- Houk, İ.E., 1960. Irrigation Engineering.
Vol. I, John Wiley and Sons Inc.
New York.
- Irmak, A., 1954. Arazide ve Labora-
tuvarında Toprağın Araştırılması Me-
totları. İstanbul, Ü. Orman Fa-
kültesi Yayınları No: 27. Halk
Matbaası, İstanbul,
- Israelsen, O.W., and Hansen V.E.
1967, Irrigation Principles. and
Practices. Third Edition, John Wiley
and Sons. Inc. New York.
- Jamison, V.C. and Kroth, E.M. 1958.
Avaible Moisture Storage Ca-
pacity in Relation to Textural
Composition and Organic Matter
Content of Several Missouri Soils.
Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol.
22, s. 189-192.
- Kramer, P.J., 1949, Plant and Soil
Water Relationships. Mc Graw-
Hill Book Company Inc. New York.

- Marshall, T.J., 1963. Relations Between Water and Soil Common Wealth. Agricultural Barequx Farnham Royal Bucks, England.
- Özbek, N., 1965. Toprak Rutubetinin ölçülmesi için Son Olarak İnkışaf Ettirilmiş Bulunan Nötron Metodu ve Orta Anadolu Topraklarında Bu Metotla yapılan Çalışmalar. Topraksu Dergisi, sayı 20 s. 2-4 Ankara.
- Öztürk, A., 1962. Tarımsal Toprak Numunelerinin Fiziki ve Kimyevi Analizleri. DSİ Etüt ve Plânlama Rehberi No: 241. DSİ Matbaası, Ankara.
- Rauzi, F., 1963, Water Intake and Plant Composition as Affected by Differential Grazing on Range Land. Jour. Soil Water Conservation Vol. 18(3), s. 114-1156.
- Reeve, R.C. 1962. Tuzluluğun Sulama ve Drenaj İhtiyacı İle Olan Münabesetleri, (Çeviren: Öztan, B.) Topraksu Dergisi, sayı 11, s. 21-25,50 Ankara
- Richards, L.A. 1952, Water Contucting and Retoining Properties of Soil in Relation to Irrigation. Research, Council of İsrail in Cooperation with UNE, Scientific and Cultural Organization, Jarusalem.
- Richards, L.A. and Richards S.J. 1958. Soil Moisture. Soil The Yearbook of Agriculture (1957), USDA, Washington D.C, s. 49 60.
- Rinnan, H., 1961. Hangi Su Sulamaya Uygundur. (Çeviren: Beyce, Ö.) Topraksu Dergisi sayı 9, s. 30 33 Ankara.
- Robinson, A.R. and Rohwei, C. 1955. Measurement of Canal Seepage. Amer. Soc. of Civil Eng. No. 2865. s. 347-363.
- Scofield, C.S. 1945. The Measurement of Soil Water. Jour. of Agr. Research Vol. 71, No. 9 Washington D.C. s. 375-387.
- Slater, C.S. 1957. Cylinder İnfiltrometers for Detarmining Rates of Irrigation. Soil. Sci. Soc. Ame. Proc. Vol. 21, s. 457-460.
- Sönmez, N. ve Ayyıldız, M. 1964. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve İslahları. A.Ü. Ziraat Fak. yayınları No. 317 Ankara
- USDA, 1967, Irrigation Water Requirement Technical Relase. No. 21. USDA Soil Conservation Service Engineering Division.
- Weeks, D. and Snyder, J.H. 1966, Toprak Değişkenlerinin Ekonomik Analizlerde Kullanılması (Çeviren: Taraklı, O.). Zir. Müh. Dergisi, sayı 3-4 s. 23-30.
- Wilcox, L.V. 1955, Calassification and Use of Irrigation Waters. USDA Circular No 969, Washington D.C.