

## FARKLI SÜRÜM DERİNLİKLERİNİN TOPRAKLARIN İNFİLT-RASYON HIZLARINA ETKİSİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Hurşit ERTUĞRUL (1)

Feridun HAKGÖREN (2)

### ÖZET

*Çeşitli sürüm derinliğinin toprakların infiltrasyon hızına etkisini bulmak amacı ile bu araştırma ele alınmıştır. Bu maksat için bütün toprak özellikleri her yerinde aynı olan bir tarla seçilmiş; bu tarla dört parsel ayrılmıştır. Birinci parsel hiç sürülmemiş; ikinci parsel 10 cm, üçüncü parsel 20 cm ve dördüncü parsel 30 cm derinliklerde sürülmüş ve çift silindirli infiltrometre metodu ile her parselde ayrı ayrı çok tekerrürlü infiltrasyon ölçmeleri yapılmıştır.*

*Elde edilen sonuçlara göre, infiltrasyon hızı, sürülmemiş parsellerde en düşük (5,40 cm/saat), 30 cm derinlikte sürülen parsellerde en yüksek (7.26 cm/saat).*

*İstatistiksel analizler sürülmemiş parsellerdeki infiltrasyon hızı değerleri ile 30 cm derinlikte sürülmüş parsellerdeki infiltrasyon hızı değerleri arasındaki farklılığın 0.05 önem seviyesine göre tesadüfe atfedilemeyecek tek fark olduğunu; diğer farkların önemli olmadığı ve tesadüfe atfedilebileceğini göstermiştir. Bu sonuç infiltrasyon hızı yönünden 30 cm derinlikte toprak işlemlerini gerektirmekte ise de; sürüm derinliğinin artması ile toprak işleme masraflarının da artacağı gözönünde bulundurularak; ekonomik analizler yapılmalı ve en uygun toprak işleme derinliği bundan sonra tesbit edilmelidir.*

### GİRİŞ

Sulama ve drenaj tatbikatlarında suyun toprağa girişi ve toprak içindeki

hareket hızının bilinmesi, özellikle sulama metodlarının ve drenaj problemlerinin

(1) Prof. Dr. Hurşit ERTUĞRUL, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik ve Ziraat Alet ve Makinaları Bölümü Öğretim Üyesi.

(2) Dr. Feridun HAKGÖREN, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik ve Ziraat Alet ve Makinaları Bölümü Asistanı.

lerinin planlanması için şarttır (Lewis ve Milne 1938, s. 267-272; Sönmez 1960, b. s. 3-5; Luthin 1965, s. 122-147; Özdengiz 1970, s. 25).

Uygun bir yüzey sulama sisteminin projelenmesi, erozyon işlemlerinin ortaya konması, toprakların tuzluluk ve sodiklik yönünden ıslahı, infiltrasyonunun iyi bir şekilde değerlendirilmesi ile olur. (Wu ve arkadaşları 1970; Lal ve Pandya 1972; Berkman 1964).

Sulamalarda su toprağa tatbik edildiğinde veya yağışlar nedeniyle toprak yüzeyinde bir su tabakası meydana geldiği anda su toprak içine doğru sızmaya başlar. Suyun toprak içine doğru olan bu sızma hızına infiltrasyon hızı denir (ASCE 1962, s. 108; Özdengiz, 1970 s. 26). Başka bir deyimle infiltrasyon, birim zamanda toprak yüzeyinin birim alanından geçen su hacmi veya suyun hızıdır (Richards 1952, s. 85-89; Musgrave 1955. s. 159,

Johnson 1963, s. 3). İnfiltrasyon hızı yağışın ve sulama ile verilen suyun ne kadarının toprağa sızabileceğini, ne kadarının yüzey akışıyla kaybolabileceğini tayin etmede önemli bir ölçüdür (Ertuğrul 1971). Sulamalar esnasında, toprak yüzüne ilk defa su tatbik edildiğinde suyun toprağa infiltrasyonla geçmesi oldukça süratlidir. Sulama ilerledikçe; üst topraklar yavaş yavaş sature hale gelir; infiltrasyon hızı gittikçe yavaşlar ve kısa bir zaman sonra sabit bir değere ulaşır (Linsley 1958, s. 164-167; Özdengiz 1970, s. 26; Lal ve Pandya 1972). Sulama ile toprağa suyun verilmesi ne devam edildiği müddetçe infiltrasyon hızının sabit değerinde hemen hemen hiçbir değişme olmaz. Toprağa verilen su kesildiği anda infiltrasyon hızı süratle azalır ve tarla yüzeyindeki su tamamen

çekilir çekilmez sıfır değerine ulaşır (Houk 1960). Bu durum sulamada olduğu gibi yağışlar esnasında da aynı şekilde vuku bulur. Yalnız burada infiltrasyon hızı yağışın intensitesi ile değişir. Keza sulanan sahalardaki tesviye ve düzeltmelerin afazide mevcut olmaması sebebiyle arazinin tabii meylinin ve topoğrafyasının da infiltrasyon hızına farklı etkide bulunması olağandır. Yağışın başlaması anında infiltrasyon hızı maksimum değerindedir; yüzey toprakları sature olduktan sonra bu hız tedricen azalmaya başlar. Üst toprakların sature olmasından sonra infiltrasyon hızının azalıp artması yağış intensitesinin azalıp artmasına bağlıdır (Houk 1960).

Toprağın infiltrasyon hızının yağışın başlangıcından itibaren belirli bir süre sonra azalmasının sebebi, toprak agregatlarının yağmur damlaları ile parçalanıp küçülen zerrelere büyüklükleri arasında sıkışması, yüzeydeki gözeneklerin tıkanması ve sonuç olarak da suyun toprağa kolayca nüfus edememesidir. Toprağın ıslanan kısmının daha derinlere doğru ilerlemesi esnasında, nakil zonunda hidrolik meylin azalması, infiltrasyonun zamanla geniş çapta azalmasına sebep olur. Kilin ıslanarak şişmesi ve havanın toprak içerisinde sıkışarak hapsolmesinde infiltrasyon hızını azaltan faktörlerdir (Kramer, 1949, Israelsen ve Hansen 1967, Rode 1959, s. 284-295).

Bir tarlaya su tatbik edildiğinde; su, önce topraktaki çatlakları ve küçük kanalcıkları doldurur; sonra büyük ve küçük gözenekler içerisinde yanlara ve aşağılara doğru hareket eder. Kaba kum istisna edilirse bütün topraklarda su hareketinin hızı, kapillar yükselmeye olduğu gibi  $dH/dt = n.K.t^{n-1}$  denkle-

miyle izah edilebilir (Krimgold ve Beenhouwer 1954, s. 719-725; Apan 1971, s. 11). Burada:

$H$  = Kapıllar yükselme

$t$  = zaman

$n$  ve  $K$  = Toprağa bağlı katsayı-  
lardır (birçok topraklar için  
 $n = 0,5$  civarındadır).

Shockley (1959, s. 65-72) sulama sırasında toprağa sızan toplam su de-

rinliğinin tahmininde, ortalama infiltrasyon hızının kullanılmasını tavsiye etmektedir. Aynı yazar ortalama infiltrasyon hızının denemelerde sabitleşen son infiltrasyon hızı ile toprak fakzörünün çarpılması sonucu bulunabileceğini ifade etmektedir. Araştırmacının bu maksat için kullandığı toprak faktörleri Cetvel 1'de gösterilmiştir.

Cetvel 1: Ortalama infiltrasyon hızının tayininde kullanılan toprak fatörleri

Toprak Tekstürü	Çarpım faktörü
İnce ve orta ince (Kil ve killi tın)	1,50
Orta ve orta kaba (Siltli tın, tumlu tın)	1,33
Kaba ve çok kaba (tınlı kum ve kum)	1,20

Bitki örtüsünün mevcut olmadığı bir tarlaya sulama veya yağışlarla su tatbik edildiği zaman, insiltrasyon hızının balangıç değeri üst toprakların gevşeklik derecesine bağlıdır. Yeni işlenmiş toraklara su verildiğinde ilk birkaç dakika esnasında suyun aşağı yukarı hepsi absobe edilir. Bir müddet sonra infiltrasyon hızında düşme olur ve bu düşme yukarıda da açıklandığı gibi hız sabitleşinceye kadar devam eder. Bitki ile kaplı toprakların infiltrasyon hızı çıplak topraklara nazaran daha yüksektir. Tabii çayır ve yonca gibi daha sık bitkilerle kaplı topraklar en yüksek infiltrasyon hızına sahiptirler. Tecrübeler sap veya organik madde gibi mahsul artıkları ile örtülü toprakların infiltrasyon hızının, bitki ile kaplı toraklarınkine benzer ve hatta onlardan daha yüksek olduğunu göstermiştir (Duley ve Kelly 1940; Ertuğrul 1971).

Wisshmeier ve Mannering (1965) ise ilkbaharda mısır sap ve samanın bir defalık toprağa verilip karıştırılması ile, o mahsul yılında büyük ölçüde inifiltrasyonun artmadığını, inifiltrasyon artışının yıl boyunca başarılı bir şekilde tedricen sürüm derinliğine organik madenin dağıtılması ve iyi bir işleme tekniği ile sağlanabileceğini araştırmalarıyla ortaya koymuşlardır.

Toprağa inifiltre olan su miktarı ile toprağın yüzeyi arasında önemli bir ilişki vardır. Yüzey toprak bitki ve bitki artıklarıyla kaplı olduğu zaman inifiltrasyon nisbeti artar; yüzey akışı ise azalır (Mannering ve Mayer 1963, s. 85; Bertnard 1965, s. 215; Havgören 1972, s. 31). Rauzi (1963, s. 114)'de bitki örtüsünün inifiltrasyon üzerindeki etkisini belirtmekte, otlatmanın topraklarda su emme nisbetine tesir ettiğini, aşırı otlatmanın yapılmadığı topraklardaki inifiltrasyon nisbetinin aşırı

otlatma yapılan yerdekinin 4 katı olduğunu açıklamaktadır.

Birçok araştırmacının elde ettiği neticelere göre; toprakların inifiltrasyon hızları, bitki örtüsü, toprağın kültüre alınması şekli, toprak işleme tarzı, yüzeydeki organik madde miktarı ve profilin ihtiva ettiği rutubet miktarı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. İyi bir toprak amenajmanının gayesi toprakta inifiltrasyon hızını mümkün olduğu kadar yüksek tutmaktır. Böylece düşen yağışın büyük bir kısmının kök bölgesinde depolanması sağlanmış ve yüzey erozyonu azaltılmış olur (Sukharav ve Sukhareva 1960; Richard ve Wadleigh

1957; Williams ve Doneen 1960). Bununla beraber inifiltrasyon hızına etki eden faktörlerin en önemlisi toprağın kendi fiziksel özelliği ve durumudur. İnifiltrasyon hızı, toprak zerrecilerinin büyüklüğü muhteif zerrecilerin agregasyon derecesi ile zerrecilerin ve agregatların dizilişlerine bağlıdır. Keza gözenek büyüklüğü arttıkça inifiltrasyon hızı da artar (Russel 1957; Free ve Palmer 1940, Hanks 1965).

The Hydrology Committee (1957) muhtelif tekstürdeki toprakları inifiltrasyon hızlarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırmaya tabi tutmuştur:

Cetvel 2: Muhtelif tekstürlü toprakların inifiltrasyon hızlara göre sınıflandırılması

İnifiltrasyon Sınıfı	İnifiltrasyon hızı (cm/saat)
Yüksek	1,25-2,55
Orta	0,25-1,25
Yavaş	0,025-0,25

Birecki ve arkadaşları (1968, s. 120) ise toprakları inifiltrasyon hızlarına göre

re Cetvel 3'deki gibi gruplandırmışlardır.

Cetvel 3: Toprakların inifiltrasyon hızlarına göre sınıflandırılması

İnifiltrasyon Sınıfı	İnifiltrasyon hızı (cm/saat)
Çok düşük	0,006<
Düşük	0,006-0,03
Yavaş	0,03-0,12
Orta	0,12-0,6
Orta yüksek	0,6-3,0
Yüksek	3,0-12,0
Çok yüksek	> 12,0

Burada belirtilmesi gerekli olan husus, yukarıda da zikredildiği gibi inifiltrasyon hızının yalnız toprak tekstürünün değil toprak rutubetinin, bitki örtüsünün toprağın volüm ağırlığının,

porozitenin, toprak içerisindeki organik bakiyelerin, çatlakların, solucanların, solucan ve fare deliklerinin, ot köklerinin, toprak strüktrünün ve bir çok çeşitli faktörlerin tesiri altında ol-

duğudur. Fakat bu tesirlerin infiltrasyon hızının değişiminde ne derecede rol oynadığının bilinmesi oldukça zor ve karışık hesaplamaları gerektirir. Bu sebepten burada yapılan sınıflandırmalar her zaman ve her toprak için geçerli olmayabilir. Bununla beraber toprakları, infiltrasyon hızlarına göre mukayese edebilme bakımından böyle sınıflandırmaların yapılması önem taşımaktadır (Ertuğrul 1971).

Sature olmuş yüzey topraklardaki infiltrasyon hızı ekseriya geçirgen olmayan alt toprak katlarına doğru hareket eden suyun nisbetine bağlıdır. Mamafih toprak profilinde alt topraklar yüzey topraklara nazaran daha geçirgen ise infiltrasyon nisbetinin devamlılığı suyun geçtiği üst topraklara bağlı olmaktadır (Houk 1960).

Tarla şartlarında yağış veya sulama sularının infiltrasyonu, genel olarak uniform olmayan su miktarlarını ihtiva eden ve uniform olmayan hidrolik kondaktiviteye sahip topraklarda profil boyunca suyun hareketine sebep olan bir olaydır. Özellikle infiltrasyondan evvelki periyotta drenaj ve evaporasyon sebebiyle toprakların su muhtevası derine doğru artma ve saturasyon durumunda veya toprağın ıslanmasından sonra meydana gelen hidrolik kondaktivite ise, kök kesafetinin ve diğer biyolojik aktivitenin daha az olduğu sebebiyle derinlikle azalma temayülü gösterir. Sürme derinliği ve çeşitli tekstüre sahip toprak tabakaları, keza toprak profillerinin geçirgenliğine etkilidir (Bauwer 1969).

İnfiltrasyon derinliği arttıkça suyun topraktaki dağılımı da artmaktadır. Evvela su topraklarda yüzeyde drene olur ve bundan sonra daha ileri bir adım olarak irifiltrasyon gelişerek su-

yun profil boyunca aşağılara doğru drene olduğu görülür (Biswas ve arkadaşları 1966).

İnfiltrasyonun artışı, başarılı bir şekilde yıl boyunca tedrici olarak sürme derinliğindeki topraklara organik maddenin dağıtılması ve iyi bir sü-rüm tekniği ile mümkün olur (Wisc-hmeier ve Mannering 1965),

Genel olarak toprak strüktürü üzerindeki direkt veya endirekt etkisi dolayısıyla toprak hacminin değişimi infiltrasyon üzerinde tesirli olmaktadır (Browning 1939). Keza infiltrasyona, por büyüklüğünün, hava ve suyun toprak içerisindeki hareketi arasındaki kompleks bir bağıntının da etkisi vardır (Free ve Palmer 1940).

Yukarıda zikredilen bütün bu fikirlerin ışığı altında toprak gevşetilmesinin ve derin sürmeyi de içine alan toprak işleme tatbikatlarının infiltrasyon kapasitesini artırdığını bir kere daha belirtmek yerinde olur. Bu işlemler esnasında topraklarda uygun bir su düzeni sağlanmakta, toprak por dağılımı gelişmekte, toprak strüktürü düzeltilmekte, toprak içerisindeki hava ve su hareketleri düzenlenmekte, canlıların faaliyeti artırılarak toprakların kimyasal özelliklerine etkide bulunmakta ve bütün bunlara bağlı olarak sulamalarda arzu edilen infiltrasyon nisbetinin artırılması sağlanmaktadır. Buna karşılık bu işlemler sırasında mekanik olarak toprak sıkıştırılırsa infiltrasyon nisbetinde azalmalar müşahade edilmektedir (Baver 1959, Ertuğrul 1969 a, Ertuğrul 1969 b):

Zaikina ve Kostayakav (1968) çeşitli toprak şartlarında muhtelif derinliklerde sürülen toprakların ortalama infiltrasyon nisbetlerini tesbit et-

mişlerdir. Elde ettikleri neticelere göre, sulanan tarlalarda agromelioratif tatbikatlar, infiltrasyonu ve toprağın suyu absorbe etme kapasitesini artırmıştır. Deneme yapılan arazide infiltrasyon nisbeti normal sürüm derinliğinde (20-25 cm. derinlikte) 0,006 cm/dakika (0,36 cm/saat) iken derin sürüm (70 cm.) yapılan yerlerde 0,032 cm/dakika ya (1,920 cm/saat) yükselmiştir. Aynı husus mol drenajı tatbik edilen parsellerde de görülmüştür. Mol drenajı tatbik edilen yerlerde 1 m derinliğindeki toprak katında infiltre olan su miktarı 300-350 m<sup>3</sup>/ha artmıştır.

Bütün bu hususlar iyi bir toprak işleme tekniğinin ve derin sürümün toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisi dolayısıyla infiltrasyon nisbetini artırdığını göstermektedir. Bu amaçla

farklı sürüm derinliklerinin infiltrasyon hızı değerleri üzerindeki etkisini tesbit etmek için bu araştırma ele alınmıştır. Denemenin sonuçlarından da görüleceği gibi topraklarda sürüm derinliği arttıkça infiltrasyon nisbetinde de bir artma meydana gelmektedir. Başka bir deyimle sürüm derinliği ile infiltrasyon nisbeti arasında yüksek ve pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Bu sonuç infiltrasyon yönünden mümkün olduğu kadar derin sürme yapmaya bir sebep ise de; asıl dikkate alınması gereken husus ekonomik değerlendirmenin tam olarak yapılabilmesidir. Sürüm derinliği arttıkça toprak işleme masraflarının artacağına şüphe yoktur. Bu sebepten ekonomik analizler yapılarak en uygun sürüm derinliğinin bulunması gereği unutulmamalıdır.

## MATERYAL ve METOD

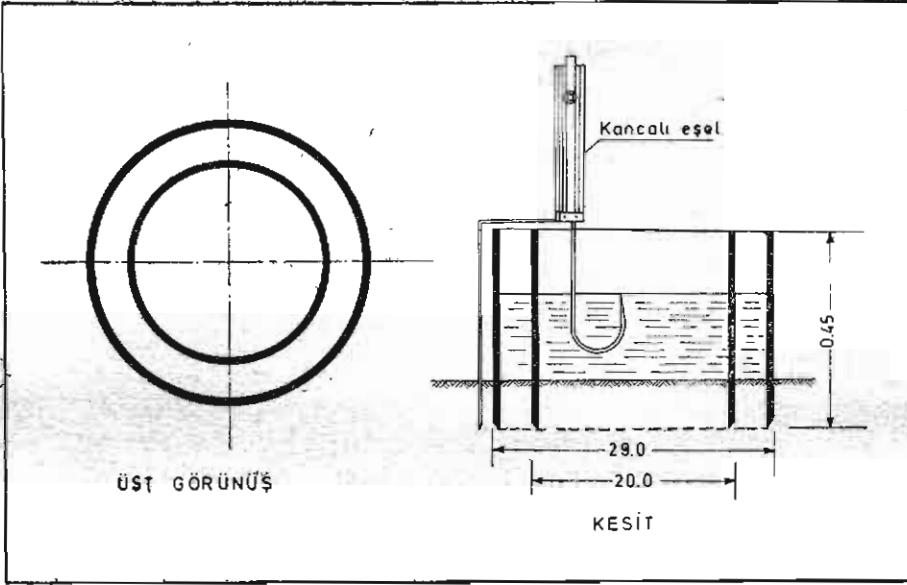
Deneme yeri Atatürk Üniversite Ziraat Fakültesi İşletme arazisi içindedir. Yerin seçiminde toprak kalınlığının fazla ve profil özelliklerinin yeknesak oluşunun yanında, taban suyu seviyesinin kök bölgesine fazla etkili olamayacağı hususu da gözönünde bulundurulmuştur. Ayrıca toprakların işletme arazisi topraklarını temsil edebilme özelliğine de dikkat edilmiştir.

Burada infiltrasyon denemeleri aynı yerde, aynı toprak özelliklerine sahip dört parselde yapılmıştır. Birinci parsel sürülmemiş sahit olarak alınmıştır. İkinci parsel 10 cm derinlikte, üçüncü parsel 20 cm derinlikte ve dördüncü parsel 30 cm derinlikte, traktörle çekilen üç soklu kulaklı pulluk ile sürülmüştür.

Bu dört parselde infiltrasyon ölçmeleri US Salinity Staff, 1954 No. 286. S. 108-109, Haise ve arkadaşları 1956'nun kabul ettiği esaslara göre çok tekerrürlü (22 tekerrür) olarak çift silindirli infiltrometrelerle yapılmıştır. Bu maksat için kullanılan çift silindirli infiltrometrenin detayı Şekil 1'de ve arazideki uygulaması da şekil 2'de gösterilmiştir.

Yapılan varyans analizleriyle, çeşitli derinliklerde elde edilen infiltrasyon değerleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak tesbit edilmiştir (Düzgüneş 1963).

İnfiltrasyon hızına tekstürün ve toprağın ihtiva ettiği organik madde miktarının etkisinin büyük olması dikkate alınarak (Baver 1959, s. 447;



Şekil 1: Çift silindirli infiltrometre detayı.



Şekil 2: Çift silindirli infiltrometrenin arazide uygulanması.

Frevert ve arkadaşları 1959, s. 44-49; Richard ve Wadleigh 1957, s. 76). toprakların tekstür ve organik madde miktarı da tayin edilmiştir.

Toprakların tekstürü "Bouyoucos Hdrometer" metoduna (Bouyoucos 1951

s. 434-438) ve tekstür sınıflandırması da Soil Survey Staff (1951, s. 209-213)'a göre yapılmıştır.

Organik madde ise Smith-Weldon metoduyla tayin edilmiştir (Hocaoğlu 1966, s. 14-18, 39).

## NETİCE ve MÜNAKAŞA

Bu araştırmada çeşitli derinliklerde infiltrasyon hızı tayinleri aynı yerlerde, aynı şartlar altında ve aynı metotla yapılmış olmasına rağmen, organik madde ve toprak tekstürünün infiltrasyon üzerindeki büyük etkisi dikkate alınarak bunların da tayin edilmesi faydalı mülahaza edilmiş ve elde edilen neticeler Cetvel 4'de gösterilmiştir.

Gerek açılan profillerdeki müşahadelere gerekse cetvelin tetkikinden anlaşılacağı gibi topraklar hafif ve orta tekstürlü olup profil boyunca geçirgenliği sınırlayıcı herhangi bir özelliğe rastlanmamıştır. Profil katlarında geçirgenliğe büyük ölçüde etkili bir organik madde birikimi de yoktur (Cetvel 4).

Cetvel 4: İnfiltrasyon ölçmelerinin yapıldığı toprakların tekstür ve organik madde miktarları

Derinlik cm	Tekstür				Organik Madde %
	Kil %	Silt %	Kum %	Tekstür sınıfı	
0-30	3,0	37,5	59,5	Kumlu tın	1,04
30-60	5,4	61,0	33,6	Siltli tın	0,76
60-90	21,7	42,0	36,3	Tın	2,11

Toprak özellikleri her yerinde aynı olan deneme tarlası, dört ayrı parselle ayrılmış ve bu parseller 0 cm (hiç sürülmemiş), 10 cm, 20 cm, ve 30 cm

derinliklerde sürülerek her birinde aynı ayrı tekerrürlü infiltrasyon ölçmeleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Cetvel 5'te verilmiştir.

Cetvel 5: Deneme parsellerinde ölçülen infiltrasyon hızları

Parsel No.	Sürüm Derinliği (cm)	Deneme Sayısı	Ortalama infiltrasyon hızı cm/saat
1	Sürülmemiş	8	5,40
2	10	22	6,95
3	20	22	6,47
4	30	22	7,26



Sürülmemiş parsellerdeki infiltrasyon hızları birbirine çok yakın olduğu için burada sekiz ölçüm yeterli görülmüş; diğer parsellerde 22 ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır. Elde edilen infiltrasyon hızı değerleri bütün parsellerde Brecki ve arkadaşları (1968 s. 120) ve Hydrology Comiltee (1957) nin her ikisinin infiltrasyon sınıflamalarına göre de yüksek bulunmuştur.

İnfiltrasyon hızı sürülmemiş parsellerde 5,40 cm/saat olarak en az ve 30 cm derinlikte sürülen parsellerde 7,26 cm/saat olarak en yüksektir. Bu değerler 10 cm derinlikte sürülmüş parsellerde 6,95 cm/saat ve 20 cm derinlikte sürülmüş parsellerde de 6,47 cm/saat'tır.

Bilindiği gibi toprak gevşetilmesini de içine alan toprak işleme tatbikatları

ile infiltrasyon kapasitesini artırmak mümkündür (Baver 1959, s. 451). Bu sebepten sürülmemiş toprakların infiltrasyon kapasitesinin sürülmüş olanlardan daha düşük bulunması olağandır.

Denemelerde sürüm derinliği arttıkça infiltrasyon hızı da artmıştır. Bu hususu Zaikina ve Kostayakov (1968) un yaptığı araştırmalar da teyid etmektedir. Özellikle infiltrasyon hızı düşük olan toprakları derin sürmekle infiltrasyon hızlarını artırmak, kök nüfuzunu düzeltmek ve bitki besin maddelerini bitkilere faydalı hale sokmak mümkündür (Ertuğrul, 1969 a).

Toprak işleme derinliğinin infiltrasyon hızı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak incelenmiş ve elde edilen neticeler varyans ana'iz cetvelinde gösterilmiştir (Cetvel 6).

Cetvel 6: 0, 10, 20, 30 cm derinliklerdeki toprak işleminin toprakların infiltrasyon hızına etkisini gösterir varyans analizleri

Varyans Kaynağı (VK)	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Toplamı (KT)	Kareler Ortalaması (KO)	F
Genel	73	239,31	—	
Deneme grupları arası	3	28,81	3,60	3,19*
Deneysel Hata	70	210,40	3,01	

\* % 5 ihtimal sınırına göre önemli

Varyans analiz sonuçları, deneme grupları arasındaki farklılığın 0,5 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir. Deneme grupları arasındaki farklılık, Tukey testi uygulandığında, sürülmemiş parsellerdeki infiltrasyon hızı değerleri ile 30 cm derinlikte sürülmüş parsellerdeki infiltrasyon hızı değerleri arasındaki farklılık 0,05 önem seviyesine göre tesadüfi

atfedilemeyecek tek farktır. Diğer farklar önemli bulunmamış olup; tesadüfe atfedilebilir farklılıklardır.

Bu durumda toprakların 30 cm derinlikte işlenmesi infiltrasyon hızını önemli derecede artırmaktadır. Bu sonuç infiltrasyon yönünden normal sürüm derinliği olan 20 cm yerine 30 cm derinden sürüm yapma tavsiyesine bir sebep ise de, sürüm derinliğinin artması

ile toprak işleme masraflarının artabileceğini de unutmamak gerekir. İnfiltrasyonun yanında diğer faktörler de dikkate alınarak, iyi bir ekonomik analiz yapılmalı ve buna göre en uygun toprak işleme derinliği tesbit edilmelidir. Özellikle ağır bünyeli topraklarda bu hususa gereken önem verilmelidir. Toprak işleme derinliğine verilen önemin yanında yıl boyunca tedrici bir şekilde sürme derinliğine organik madde ila-

vesi ve bunun muntazam bir şekilde dağıtılması infiltrasyon hızında önemli derecede artış sağlayabilir (Wischmeier ve Mannering, 1965).

Deneme sahası toprakları infiltrasyon hızı yönünden herhangi bir problem arz etmemektedir. Toprak işleme masrafları yüksek ise sürüm derinliği artırılmadan topraklar yalnız organik maddece takviye edilebilir.

### *The Effect of the Different Plowing Depths on The Soil Infiltration Rates*

The aim of this research is to find the effect of the different plowing depths on the infiltration rates of the soils. For this reason a field has been chosen, in which the soil characteristics are same in every profile. This field is divided into four parcels. First parcel is not plowed, second parcel is plowed 10 cm deep, third parcel is plowed 20 cm deep, and fourth parcel is plowed 30 cm deep.

The infiltration rates have been measured by the double ring method on these parcels. The infiltration rate was, 5,4 cm/hour on the non-Plowed

parcel, 6,95 cm/hour on the 10 cm plowed parcel, 6,47 cm/hour on the 20 cm plowed parcel, and 7,26 cm/hour on the 30 cm plowed parcel. Only the difference between the infiltration rates measured on the non-plowed and 30 cm plowed parcels, is found important.

As a consequence, one can advise to plow a soil 30 cm deep. But at the same time deep plowing expences and the other economical factors should be considered and after economical analyses the most efficient plowing depth can be determined.

### LİTERATÜR LİSTESİ

Apan, M., 1971. Erzincan Ovası Toprak ve Su Kaynaklarının Sulama Yönünden Problemleri ve Geliştirme İmkânları Üzerinde Bir Araştırma (Basılmamıştır). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.

ASCE, 1962. Nomenclature for Hydraulics, No. 43. American So-

ciety of Civil Engineer, New York 18, N. Y.

Bauwer, H., 1969. Infiltration of Water into Nonuniform Soil. Journal of the Irrigation and Drainage Division Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 95, No. IR 4, s. 451-462.

- Baver, L. D., 1959. Soil Physics. John Wiley and Sons Inc., New York. Chapman and Hall, Limited. London.
- Berkman, İ., 1964. Toprak Fiziği Ders Notları (Basılmamıştır) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü, Erzurum.
- Bertrand, A. R., 1965. Water Conservation Through Improved Practices (Plant) Environment and Efficient Water Use). American Society of Agronomy and Soil Science of America, Madison Wisconsin, s. 207-232.
- Biswas, T. D., Nielsen, D. R., and Bigger, j. W., 1966. Redirection of Soil Water, After Infiltration. Water Resources Research, Vol 2., No. 3, s. 513-523.
- Birecki, M., Kullmann, A., Revut, I. B., und Rode, A. A., 1968. Untersuchungsmethod des Bodenstrukturzustandes. Internationale Bodenkundliche Gesellschaft, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Bodman, G. B., Johnson, D. E., and Kruskol, W. H., 1958. Influence of VAMA and of Depth of Rotary Hoang Upon Infiltration Water. Soil Science Society of America Proceedings. Vol. 22, No. 5. s. 463-468.
- Bouyoucos, G. j., 1941. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of soils. Agronomy journal 43: 434-438.
- Browning, G. K., 1939. Volume Change of Soils in Relation of Their Infiltration rates. Soil Science Society of America Proceedings, Vol. 4, Sec. I, s. 23-27.
- Davis, j. R., 1961. Estimating Rate of Advance for Irrigation Furrows. Transactions of the ASAE, Vol. 4, No. 1, s. 52-54.57.
- Duley, F. L. and Kelly, L. L., 1940. Effect of Soil Type, Slope, and Surface Conditions on Intake of Water (Nebr. Sta. Res. Bul. 112 (1939), pp. 16). Experiment Station Record 81: 618-619. US Gov. Printing Office, Washington.
- Düzgüneş, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Ertuğrul, H., 1966. Erzurum Ovası Topraklarında Toprak Su Münaşebetleri ve Ovanın Sulama Suyu İhtiyacı Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi (1971) Yayınları. No. 128, Ziraat Fakültesi Yayın No. 61, Araştırma Seri No. 36.
- Ertuğrul, H., 1969 a. Normal Pulluk Derinliği Altında Geçirgen Olmayan Kesif Bir Zona Sahip Bazı Pseudogley ve Podzol Toprakların Derin Sürme Meliorasyon Tedbiri ile Islahı Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Araştırma Enstitüsü, Araştırma bülteni, No. 31.
- Ertuğrul, H., 1969 b. Bazı Batı Alman Pseudogley ve Podzol Toprak Tiplerinde Derin Meliorasyon

- Tedbiri Olarak Toprak altı Derin Gevşetmesinin Toprakların Fiziksel Özelliklerine Tesiri İle İlgili Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Araştırma Enstitüsü, Araştırma Bülteni No. 36.
- Ertuğrul, H., 1971. Tarısal Sulama. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Talebe Cemiyeti, Erzurum.
- Free, G. R. and Palmer, V. j., 1940. Interrelationship of Infiltration Air Movement, and Pore Size in Graded Silica Sand. Soil Science Society of America Proceedings, Vol. 5, Sec. VI, s. 390-398.
- Frevert, R. K., Schwab, G. D., Edminster, T. W., and Barnes, K. K., 1959. Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley Sons, Inc. New York. Chaman Hall. LTD, London.
- Haise, H. R., Donnan, W. W., Phelan j. T., Lawhon, L. F., and Schoekley, D. G., 1956. The Use of Cylinder Infiltrimeters to Determine The Intake Characteristics of Irrigated Soils. USDA Agricultural Research Service, ARS 41-7, Washington, 25 D.C.
- Hakgören, F., 1972. Yukarı Yasinler Ovası Toprak ve Su Kooperatif Sahasındaki Toprakların Sulama Yönünden Problemleri, Çözüm Yolları İle Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma (Basılmamıştır). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Hall, W. A., 1956. Estimating Irrigation Border Flow. Agricultural Engineering Vol. 37, s. 263-265.
- Hanks, R. j., 1964. Estimating Infiltration from Soil Moisture Properties. Journal Soil Water Conservation, Vol. 20, s. 49-51.
- Hansen, V. E., 1955. Infiltration and Soil Water Movement During Irrigation. Transaction of the ASAE, Vol. 79, s. 93-105.
- Hocaoğlu, Ö. L., 1966. Toprakta Organik Madde, Nitrojen ve Nitrat Tayini. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Araştırma Enstitüsü teknik Bülteni No. 6.
- Houk, I. E., 1960. Irrigation Engineering (Vol. I). John Wiley and Sons. Inc. New York. London.
- Israelsen, O. W. and Hansen, V. E., 1967. Irrigation Principles and Practices (Third Edition). John Wiley and Sons Inc. New York.
- Johnson, A. I., 1963. A Field Method for Measurement of Infiltration Geological Survey Water. Supply Paper, 1544-F. US. Government Printing Office, Washington.
- Kramer, P. j., 1949. Plant and Soil Water Relationships. Mc Graw-Hill Book Co., Inc. New York. Toronto., London, s. 21-42.
- Krimgold, D. B. and Beenhouwer, O., 1954. Estimating Infiltration. Agricultural Engineering, Vol. 35, s. 719-725.
- Lal, R. and Pandya A. C., 1972. Volume Balance Method for computing Infiltration Rates in Surface Irrigation. Transactions of the ASAE, Vol. 15, No. 1, s. 69-72.

- Lewis, M. R., and Milne, W. E., 1938. Analysis of Border Irrigation. *Agricultural Engineering* 19, s. 267-272.
- Linsley, R. K., 1958. *Hydrology for Engineers*. Mc Graw-Hill Co. New York.
- Luthin, j. N., 1965. *Drainage Engineering*. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Mannering, j. V. and Meyer, L. D., 1963. The Effects of Various Rate of Surface Mulch on Infiltration and Erosion. *Soil Science Society America Proc.* Vol. 27, s. 84-86.
- Musgrave, G. W., 1955. How Much of The Rain Enters The Soil. *USDA, Water The Yearbook of Agriculture*, s. 151-160.
- Özdengiz, A., 1970. Iğdır Ovası Sulama Şebekesinin Bugünkü Durumu, Şebeke Dahilindeki Toprakların Sulama Yönünden Problemleri ve Çözüm Yolları Üzerinde Bir Araştırma (Basılmamıştır). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Rauzi, F., 1963. Water Intake and Plant Coposition as Affected by Differential Grazöng on Range Land. *journal Soil Water Conservation* Vol. 18 (3), s. 114-116.
- Richards, L. A., 1952. Report of The Subcommittee on Permeability and Infiltration, Committee on Terminology, Soil Science Soicety of America. *Soil Science Soicety of America Proceedings*, Vol. 16, No. 1, s. 85-88.
- Richards, L. A. and Wedleight, C. H., 1957. *Soil Water and Plant Growth. Soil Physical Condtnions and Plant Growth* (Vol. II, Editor: B. T. Shaw). Academic Press In. Publishers, New York N. Y., s. 73-252.
- Rode, A. A., 1959. *Das Wasser im Boden*. Akademic-Verlag, Berlin.
- Russel, M. B., 1957. Physical Properties of Soil. *The Yearbook of Agriculture 1957*, USDA, Washington, D. C., s. 31-38.
- Schockley, D. G., 1959. Evaluating Furrow and Corrugation Irrigation. *Proc. of The ASCE, journal of the Irrigation and Drainage Division*, Vol. 85, No. 4, s. 65-72.
- Sönmez, N., 1960. Bitki Yetiştirme ile Solma Yüzdesinin Tayini Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi 1960 Yıllığı.
- Soil Survey Staff, 1951. *Soil Survey Manual*. USDA Handbook No. 18, USDA Agricultural Research Administration, Washington 25, D.C.
- Sukharev, I. P., and Sukhareva, I. P., 1960. Effect of Agricultural Practices on Water Intake of Soil (Soviet Soil Sci. (1958) 3: 300-309). *Abstracts of Recent Published Material on Soil and Water Conservation*. No. 18-17 ARS 41-49. USDA, Agricultural Research Service, Washington, D.C.

- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagonosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Hadbook, No. 60, Washington, 26, D. C.
- Williams, W. A., and Doneen, L. D., 1960. Field Infiltration Studies With Green Manures and Crop Residues of Irrigated Soils. Soil Scinece Society of America Proceedings, Vol. 24, No. 1, s. 58-61.
- Wischmeier, W. H. and Mannering, j. V., 1965. Effect of organic Matter Content of The Soil in Infiltration. journal of Soil Water Conservation, Vol, 20, s. 150-161.
- Wu, I-Pai, Bishop, A. A., 1970. Grap-hic Relation of Intake, Length-of-Run and Time. Journal of the Irrigation and Drainage Division. Proceedings of The American Society of Civil Engineers, Vol. 96, No. IR 3.
- Wu, P. I., and Liag, T., 1970. Opti-mal Desing of Furrow Length of Surface Irrigation, journal of The Irrigation and Drainage Di- vision, Proc. of The ASCE, Vol. 96, IR 3 s. 319-332.
- The Hydrology Comiltee of The Hyra- ulics Division, 1957. Hydrology Handbook. ASCE Manuals of Engineering Practice, No. 28. American Society of Civil En- gineers, New York. 18, N. Y. sb 33-63.
- Zaikina, A. K., and Kostayakov, I. A., 1968. Infiltration of Waste Wa- ters Into Loamy Soil During Year-Round Irrigation-Soviet So- il Scienence, No. 6, s. 783-788.