

SODYUMLU TOPRAKLARDA JİPSİN TOPRAĞA KARIŞTIRMA DERİNLİĞİNİN İNFİLTRASYON HIZI ÜZERİNE ETKİSİ

Ömer ANAPALI⁽¹⁾ Vahdettin TOSUNOĞLU⁽²⁾

ÖZET : *Sodyumlu toprakların ıslahında amaçlanan hedef kötü olan toprak yapısının düzeltilmesidir. Bu topraklarda fazla miktarda sodyumun neden olduğu dispersiyonun bir sonucu olarak toprak su geçirgenliği belirgin bir şekilde düşüktür.*

Sodyumlu toprakların ıslahında yaygın olarak kullanılan jipsin toprağa karıştırma derinliğinin infiltrasyon hızı üzerine olan etkisi arazi koşullarında araştırılmıştır. Yapılan çalışmada jipsin toprağa karıştırma derinliği olarak 10 cm, 20 cm, 30 cm ve 40 cm'lik derinlikler seçilmiştir. Aynı koşullarda aynı miktar jips ve yıkama suyu uygulanmış olmasına karşın toprağın başlangıç durumuna göre infiltrasyon hızının en iyi geliştiği konu jipsin toprağın üstten 20 cm'lik kısmı ile karıştırılması olmuştur.

THE EFFECT OF THE DEPTH OF GYPSUM ADDING INTO SOIL ON THE INFILTRATION RATE FOR THE SODIC SOILS

SUMMARY : *In this study the effect of adding depth into the soil of gypsum which are widely used in the reclamation of sodic soils on the infiltration rates were investigated under the field conditions. The infiltration rates were measured by double ring infiltrometer and the results were discussed. In conclusion, the value of infiltration rate of the soil increased by the gypsum application. The highest value of the infiltration rate under the same conditions and the same time was obtained at the case of adding gypsum into the 20 cm depth of the soil.*

GİRİŞ

Sodyumlu toprakların ıslahı için toprakta fazla miktarda adsorbe edilmiş olan sodyumun yerine geçebilecek katyonu değişim ortamına ilave edecek bir kimyasal ıslah maddesine ihtiyaç vardır (Prather ve ark., 1978). Kullanılacak ıslah maddesinin cinsi ve miktarı genellikle toprağın özelliklerine arzu edilen ıslah hızına ve ekonomik değerlere bağlı olarak değişmektedir (El Shabassy, 1972; Ayyıldız, 1983). Bununla birlikte ıslah işleminde en yaygın olarak kullanılan jipstir (Oster 1982; Gupta ve ark., 1985; Abrol ve ark., 1988).

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.

(2) Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum.

Sodyumlu toprakların ıslah ve idaresinde karşılaşılan en büyük sorun toprak su geçirgenliğinin yüksek bir değerde tutulamamasıdır (Dutt ve ark., 1972). Toprak su geçirgenliğinin düşük olması kullanılan ıslah maddesinin toprağın daha az bir kısmıyla temas etmesi sonucunu doğurmaktadır dolayısıyla ıslah maddesinin etkinliğini olumsuz olarak etkilemektedir (Keren ve ark., 1980). Carter ve ark., (1986); Herker ve Mikalson, (1990) gibi araştırmacıların da belirttikleri gibi sodyumlu topraklarda ıslahı sınırlandıran veya olanaksız kılan başlıca faktörün ne toprağın başlangıçtaki tuzluluk seviyesi ne de ihtiyaç duyulan yıkama suyu miktarıdır, sadece toprağın düşük bir değerde olan su geçirgenliğidir. Bunun için yapılacak bütün uygulamaların toprağın su geçirgenliğini artırıcı yönde etkili olmasına dikkat edilmelidir.

Gips uygulamasının toprağın su geçirgenliğini artırdığı Loveday, (1976); Keren ve Shainberg, (1981); Sevgilioğlu, (1987) ve Törün, (1989) gibi araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Ancak bu araştırmalarda gipsin araziye uygulanmasında toprağa karıştırma derinliği üzerinde durulmamıştır.

Richards, (1954)'de gipsin toprağa serpilerek bir disk veya pulluk yardımıyla toprak içerisine karıştırılmasını önermektedir. Benzer şekilde Abrol ve Dahiya, (1974); Acharya ve Abrol, (1978); Misopolinos, (1985); Gupta ve ark. (1985) gibi araştırmacılar da gipsin toprağa karıştırılması gerektiğini belirtmektedirler.

Schoonover ve ark., (1957) yaptıkları çalışmada gipsi 15 cm'lik üst toprak kısmıyla karıştırmışlardır. Abrol ve Bhumbra (1973) 15 cm'lik kısımla, Praher ve ark., (1978) 5 cm'lik kısımla, Keren ve ark. (1980) 10 cm'lik kısımla, Carter ve ark. (1986) ise 10 cm'lik kısımla karıştırmışlardır.

Yurdumuzda yapılmış ıslah çalışmalarında ise Özkara (1981) el çapasıyla 10 cm'lik kısımla, Bahçeci (1984) bel kullanılarak 15 cm'lik kısımla, Bahçeci (1984 a) 20 cm'lik kısımla, Sevgilioğlu (1987) el çapasıyla 5-10 cm'lik kısımla, Özyurt ve Atalay (1987) 25-30 cm'lik kısımla, Avcı (1988) 60 cm'lik kısımla, Bahçeci (1989) 15-20 cm'lik kısımla, Yıldırım (1990) 10-15 cm'lik kısımla, Uzunoğlu ve Ağar (1992) 15-20 cm'lik kısımla, Anapalı, (1991) 20-30 cm'lik kısımla gipsi karıştırmışlardır. Yapılan bu araştırmalarda gipsin toprağa karıştırma derinliğinde farklılıkların olduğu görülmektedir.

Sorunlu topraklarda da özellikle sodyumlu topraklarda ıslah işleminde yapılan bütün uygulamaların toprağın su geçirgenliğini artırıcı yönde etkili olabilmelerine dikkat edilmelidir. Çünkü bu topraklarda fazla miktardaki sodyumun toprağı dispers edici etkisiyle su geçirgenliği belirgin bir şekilde düşüktür. Bu topraklarda ıslahı sınırlandıran hatta olanaksız kılan da bu durumdur. Gipsin toprağa karıştırılmasında traktöre bağlanan pulluk, disk veya tırmık kullanılmaktadır. Karıştırma derinliği arttıkça traktörün yakıt tüketimi ve çalışma süresi artmaktadır. Derin toprak işleme durumunda normal bir traktörün gücü toprak işlemeye yeterli olmamaktadır. Eğer gipsi çok derin toprak kısmıyla karıştırmanın su geçirgenliğini artırıcı bir

etkisi yok ise jipsi daha derin bir toprak kısmıyla karıştırmak ekonomik olmaz. Jipsin yüzeysel toprak kısmıyla karıştırılmasıyla tüketilen yakıt miktarından ve çalışma süresinden tasarruf sağlanması yanında normal bir traktör gücü de bu iş için yeterli olur.

Toprak su geçirgenliğinin göstergeleri hidrolik iletkenlik ve infiltrasyon hızı olduğuna göre (Park ve O'Connor, 1980) bu çalışmada aynı miktar jips farklı toprak derinlikleriyle karıştırılarak aynı miktar yıkama suyu uygulamalarından sonra infiltrasyon ölçümleri yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma alanı olarak seçilen Iğdır ovası, Doğu Anadolu Bölgesinin doğusunda Aras havzası içerisinde yer almaktadır. Iğdır Ovası kuzeyde Aras nehri ile, doğuda ve güneydoğuda Küçük Karasu, güneyde ve batıda Küçük Ağrı, Büyük Ağrı, Solaha, Kale ve Pamuk dağları ile çevrilmiştir. Ova yüzeyi düz ve düze yakın bir eğimde olup deniz seviyesinden yüksekliği 850 m'dir (Anon., 1971). Iğdır ovasında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk geçmektedir. Genellikle yağmur halinde düşen yağışlar ilkbahar mevsimine rastlamaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 251.6 mm'dir. Yazın buharlaşma yağışa oranla çok daha fazla olup yıllık ortalaması 1017 mm'dir (Anon., 1984). Ovada tarımı iklimden daha çok tuzluluk, sodyumluluk ve drenaj yetersizliği gibi etkenler sınırlamaktadır (Avşar, 1982). Bununla birlikte Ovada önemli bir üretim potansiyeline sahip olan buğdaydan sonra başta şeker pancarı, pamuk gibi sanayi bitkileri olmak üzere az miktarda mısır, yonca ve fiğ gibi baklagil türleri ile bazı kış sebzeleri ve bir miktar da yaz sebzeleri yetiştirilmektedir (Anon., 1988). Ovada tuzluluk ve sodyumluluk sorunu mevcut olup 32824 hektar tuzlu, 14073 hektar tuzlu-sodyumlu toprak bulunmaktadır (Dizdar, 1978).

Metot

Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Mekanik analiz Bouyoucos hidrometre yöntemiyle. Hacim ağırlığı, bozulmamış toprak örnekleri ile. Saturasyon yüzdesi, % kuru ağırlık esasına göre. Toprak reaksiyonu (pH), cam elektrodlu pH metre ile. Elektriksel iletkenlik, elektriksel iletkenlik aletiyle. Katyon değişirme kapasitesi, amonyum asetat yöntemiyle. Kireç, Scheibler kalsimetresi yöntemiyle. Değişebilir sodyum amonyum asetat yöntemiyle. Suda çözünebilir anyon ve katyonlar; kalsiyum ve magnezyum versanlatı sodyum ve potasyum, alev fotometresiyle, karbonat ve bikarbonat, asitle titre edilerek, klor, gümüş nitrat kullanılarak titrasyonla ve sülfat, toplam anyon

değerinden karbonat, bikarbonat ve klorun çıkarılmasıyla bulunmuştur (Soil Survey Staff, 1951; Richards, 1954; Black, 1965).

Çift silindirli infiltrometreler ile infiltrasyon ölçümleri yapıldığında içteki ve dıştaki silindirler aynı merkezli olacak şekilde toprağa çakılmışlardır. Çakılma sırasında arazide delik, çatlak ve taş bulunmayan yerler seçilmiştir. Önce dış silindirin keskin kenarı toprağa gelecek şekilde yerleştirilip üzerine kalın kalıstan yapılmış bir tabla yerleştirilerek balyozla yavaş yavaş silindirin çevresi eşit derinlikte toprağa girecek şekilde 15-20 cm derinliğe kadar çakılmıştır. Aynı şekilde iç silindir de çakılarak iki silindirin arası ve iç silindirin içi su ile doldurulmuştur. Bu işlem yapılırken suyun iç silindir içindeki toprağın doğal yapısını bozmasını önlemek için su silindir içine yerleştirilen bir bez parçası üzerine dökülmüştür. Silindirlerin içi aynı düzeyde olacak şekilde su ile doldurulduktan sonra belirli zaman aralıklarında iç silindirdeki su düzeyindeki düşüşler kaydedilmiştir. İnfiltrasyon okumaları 10 dakika aralıkla 1. saatte 6 okuma, devamında 30 dakika aralıklarla 8 okuma olmak üzere toplam 300 dakikalık bir sürede yapılmıştır.

Deneyler sonucunda elde edilen belirli zaman aralıklarında toprağa infiltre olan su miktarı ve zaman değerleri logaritmik kağıt üzerinde işaretlendiğinde $D = K t^n$ şeklinde tanımlanan bir doğru elde edilir. Çizilen doğrunun Y eksenini kesim noktası $D = K t^n$ eşitliğindeki K değerini, doğrunun eğimi ise denklemdaki n değerini verir.

Deneme Yerinin Hazırlanması ve İnfiltrasyon Ölçümlerinin Yapılması

Deneme 10 m x 10 m boyutlarında 12 parsel üzerinde yürütülmüştür. Parsellerde homojen bir yıkamanın sağlanabilmesi için başlangıçta kaba tesviye yapılmıştır. Yıkama suyunun parsel içerisinde kalabilmesi için parsellerin çevresinde toprak sedde yapılmıştır. Parsellerde üçer ölçüm olmak üzere başlangıç infiltrasyon ölçümleri çift silindirli infiltrometre ile yapılmıştır. Yıkama suyunun drenajı için 12 parseli de içerisine alacak şekilde arazinin etrafı kazılarak açık hendek oluşturulmuştur.

Parseller hazırlandıktan sonra herbirine 50 kg jips serpilmiş ve pullukla 10 cm, 20 cm, 30 cm ve 40 cm derinliklere karıştırılarak dört konu oluşturulmuş ve üç tekrarlı olarak deneme yürütülmüştür. Deneme konularını daha da artırmak mümkündür. Ancak jipsin daha fazla derine karıştırılması güç olmakla birlikte daha fazla yakıt tüketimini ve masrafı gerektirmektedir. Denemesi yapılan derinliklerin en azından uygulamada kabul görmesi düşünülmüştür.

Konular parsellere şansa bağlı olarak dağıldıktan sonra jipsin serpilmesi, karıştırılması tamamlanmış ve yıkama suyu uygulamasına geçilmiştir. Yıkama işlemi 6 cm'lik kısımlar halinde toplam 30 cm yıkama suyu uygulanmıştır. Yıkama suyunun tamamlanmasından ve toprak kuruduktan sonra parsellerde çift silindirli infiltrometre ile her parselde sonuç infiltrasyon ölçümleri de yine her parselde üçer ölçüm olarak yapılmıştır. Yıkama işlemi

Aras nehrinden alınan su kullanılmıştır. Araştırmada, Iğdır ovasında ıslah işleminde kullanılmak üzere Iğdır Proje Müdürlüğüne Samsun gübre sanayinden getirilmiş jips kullanılmıştır. Jipsin safiyeti yüksek olup ince öğütülmüş durumdadır.

Arazide silindirik infiltrometre ölçümlerinden elde edilen değerlerden toplam infiltre olan su derinliğini veren $D = K t^n$ eşitliğinin çıkarılmasında eşitlikteki K ve n parametreleri yukarıda belirtildiği gibi saptanmıştır. Eşitlikte $D = \text{cm}$ ve $t = \text{dk}$ birimindedir. $I = nk t^{n-1}$ şeklindeki infiltrasyon hızı eşitliği ise toplam infiltre olan su derinliğini veren $D = K t^n$ eşitliğinin zamana göre türevinin alınmasıyla elde edilmiştir (Ertuğrul ve Apan, 1979).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak örneklerinin yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Toprak örneklerinde elektriksel iletkenlik değerinin 4 mmhos/cm'den yüksek ve değişebilir sodyum yüzdesi değerlerinin ise 15'ten yüksek olarak bulunmuş olması toprağın 0-90 cm'lik kısmında tuzluluk ve sodyumluluk sorununun olduğunu göstermektedir. Katyonlardan sodyum, anyonlardan ise klor, bünye bakımından siltli tın hakim durumdadır.

İnfiltrasyon Değerleri

Parsellerde deneme başlangıcında ve sonunda ölçülmüş infiltrasyon değerlerinden infiltre olan su derinliğini veren $D = K t^n$ şeklindeki eşitlikler ve $I = n K t^{n-1}$ olarak ifade edilen infiltrasyon hızı eşitlikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Toprağın infiltrasyon parametrelerinden K , ölçünü sırasındaki göllendirme derinliğine bağlı olan $t = 1$ dakikada sızan su miktarını gösterir. İnfiltrasyon hızının zamana göre değişiminin bir ölçüsü olan n parametresinin değeri ise toprağın fiziksel özelliklerine ve infiltrasyon sırasında toprak yüzeyi ile profil içerisindeki akışla ilgili koşullara bağlı olarak değişmektedir (Gemalmaz ve Delibaş, 1989).

Bulunan infiltrasyon eşitliklerinin istatistik analizinin yapılabilmesi için Tablo 2'de verildiği gibi herbir eşitlikte 6 cm suyun toprağa infiltre olabilmesi için gerekli olan zaman değerleri kullanılmıştır.

Toprağın başlangıç durumunun infiltrasyon hızı gelişimi üzerine etkisinin olup olmadığını belirlemek için kovaryans analizi yapılmıştır (Yıldız ve Bircan, 1991). Kovaryet olarak toprağın başlangıç infiltrasyon değerleri alınmıştır. İstatistik analiz sonucunda toprağın başlangıç durumu çok önemli seviyede ($P < 0.01$) sonuç infiltrasyon değerlerini etkilemiştir. İnfiltrasyona çeşitli toprak özellikleri örneğin strüktür, tekstür, porozite, toprağın başlangıç nem miktarı, nemin profil boyunca dağılımı, toprağın sıkışma derecesi, toprağın kolloid ve organik

Tablo 1. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Toprak Derinliği (cm)	Kum %	Silt %	Kil %	Bünye	Hacim ağırlığı g/cm ³	Saturasyon yüzdesi	EC mmhos/cm	Değişebilir sodyum me/100 g				
									Kireç %	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺
0-30	26.40	52.30	21.30	SIL	1.38	74	12.00	6.63				
30-60	20.00	54.70	25.30	SIL	1.39	76	10.50	7.00				
60-90	19.60	50.10	30.30	SiCL	1.34	66	8.00	6.53				
					Suda Çözünabilir Anyon ve Katyonlar (me/l)							
	pH Ekst.	KDK me/100 g	ESP	Kireç %	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻
0-30	9.00	20.00	33	1.85	98.00	3.60	8.60	2.60	6.80	3.50	67.10	35.40
30-60	8.70	21.00	33	1.60	86.00	3.20	7.30	5.40	7.40	4.30	47.90	42.30
60-90	8.50	20.8	31	2.00	63.20	3.40	3.40	4.70	8.10	4.00	38.00	24.70

Tablo 2. İnfiltrasyon Eşitlikleri.

Table 2. Infiltration Equations.

Jipsin toprağa karıştırılma derinliği (cm)	Parsel No	Başlangıç	6 cm suyun infiltrasyonu için gerekli zaman (dk)	Sonuç	6 cm suyun infiltrasyonu için gerekli zaman (dk)	
10	1	0.201 t ^{0.480}	1183	0.211 t ^{0.478}	1145	
		0.200 t ^{0.479}	1213	0.190 t ^{0.488}	1182	
		0.200 t ^{0.482}	1160	0.199 t ^{0.488}	1075	
	7	0.186 t ^{0.490}	1199	0.188 t ^{0.493}	1124	
		0.191 t ^{0.490}	1136	0.198 t ^{0.491}	1040	
		0.198 t ^{0.480}	1220	0.196 t ^{0.487}	1125	
	12	0.201 t ^{0.478}	1218	0.199 t ^{0.485}	1122	
		0.202 t ^{0.477}	1224	0.189 t ^{0.488}	1195	
		0.188 t ^{0.488}	1208	0.196 t ^{0.486}	1141	
	Dort	0.196 t ^{0.483}	1196	0.196 t ^{0.487}	1121	
	I	0.095 t ^{0.5174}	-	0.095 t ^{0.5129}	-	
	20	3	0.192 t ^{0.486}	1191	0.200 t ^{0.487}	1079
			0.196 t ^{0.481}	1228	0.200 t ^{0.483}	1143
			0.199 t ^{0.481}	1190	0.196 t ^{0.490}	1077
6		0.193 t ^{0.485}	1195	0.190 t ^{0.493}	1100	
		0.196 t ^{0.483}	1192	0.190 t ^{0.492}	1116	
		0.181 t ^{0.494}	1196	0.192 t ^{0.490}	1124	
10		0.181 t ^{0.494}	1196	0.190 t ^{0.492}	1116	
		0.186 t ^{0.491}	1182	0.200 t ^{0.486}	1095	
		0.188 t ^{0.490}	1173	0.198 t ^{0.489}	1071	
Dort		0.190 t ^{0.487}	1193	0.195 t ^{0.489}	1102	
I		0.093 t ^{0.5128}	-	0.095 t ^{0.5109}	-	

Tablo 2'nin devamı

30	4	0.200 t ^{0.480}	1195	0.200 t ^{0.482}	1160	
		0.197 t ^{0.480}	1233	0.199 t ^{0.481}	1190	
		0.195 t ^{0.482}	1223	0.200 t ^{0.481}	1177	
	8	0.194 t ^{0.485}	1183	0.198 t ^{0.484}	1151	
		0.202 t ^{0.479}	1188	0.200 t ^{0.482}	1160	
		0.198 t ^{0.482}	1185	0.201 t ^{0.481}	1165	
	5	0.189 t ^{0.488}	1195	0.204 t ^{0.479}	1164	
		0.195 t ^{0.484}	1187	0.203 t ^{0.480}	1158	
		0.190 t ^{0.488}	1182	0.199 t ^{0.483}	1155	
	Dort	0.195 t ^{0.483}	1197	0.200 t ^{0.481}	1171	
	I	0.094 t ⁻⁵¹⁶⁹	-	0.096 t ^{-0.5186}	-	
	40	2	0.200 t ^{0.480}	1195	0.196 t ^{0.485}	1158
			0.203 t ^{0.475}	1248	0.199 t ^{0.482}	1172
0.201 t ^{0.478}			1218	0.202 t ^{0.481}	1153	
9		0.199 t ^{0.482}	1172	0.200 t ^{0.484}	1127	
		0.200 t ^{0.480}	1195	0.190 t ^{0.492}	1116	
		0.204 t ^{0.478}	1181	0.195 t ^{0.488}	1121	
11		0.185 t ^{0.492}	1178	0.195 t ^{0.482}	1113	
		0.188 t ^{0.489}	1190	0.201 t ^{0.483}	1131	
		0.193 t ^{0.486}	1178	0.202 t ^{0.484}	1104	
Dort		0.197 t ^{0.482}	1194	0.198 t ^{0.484}	1146	
I		0.095 t ^{-0.5178}	-	0.096 t ^{-0.5155}	-	

maddeleri, gözenek büyüklüğü gibi fiziksel özellikleri ile toprağın diğer kimyasal ve biyolojik karakterlerine bağlı olarak etki yapar (Ertuğrul ve Apan, 1979). Bu özelliklerdeki bozulma durumuna göre infiltrasyon da olumsuz yönde etkilenmektedir. Jipsin toprağa verilmiş şekli ve miktarı aynı olsa dahi toprağın bu özelliklerindeki farklılıklardan dolayı infiltrasyondaki sağlayacağı gelişmeler farklı düzeylerde olmaktadır. Sodyumlu topraklarda fazla miktardaki sodyumun toprağı dispers etmesinden dolayı toprak yapısı bozulmaktadır. Sodyumluluk arttıkça toprak yapısındaki bozulmada artmaktadır. Toprak yapısı aşırı derecede bozulmuş olan topraklarda jipsin infiltrasyon hızı üzerine yaptığı olumlu etki daha az olmaktadır. Dolayısıyla aynı konu olmasına rağmen topraklardaki başlangıç durumlarının farklı olması infiltrasyon hızındaki gelişmelerin farklı olması sonucunu doğurmuştur.

Jipsin toprak yüzeyine serpilerek karıştırılması sırasında özellikle 30 cm ve 40 cm derinliğe karıştırılmasında yer yer büyük kesekler halinde toprağın devrilerek ters kapandığı gözlenmiştir. Arazi yüzeyine serpilmiş jips böyle büyük kesekler altında kalarak alt kısımlarda sıkışması jipsin çözünüp etkin duruma geçmesini zorlaştırmıştır.

Uygulama grupları üzerine yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda uygulama ortalamaları arasında çok önemli seviyede ($P<0.01$) fark bulunmuştur (Yıldız ve Bircan, 1991). Yapılan sıralamada infiltrasyon hızının en iyi gelişim gösterdiği konular sırasıyla toprağın 20 cm, 10 cm, 40 cm ve 30 cm kısımlarıyla jipsin karıştırıldığı konular olmuştur. Jipsin toprağa karıştırılma derinliğinin infiltrasyon hızı üzerine etkisinin yorumlanmasında iki husus üzerinde durulması yeterli olabilir. Bunlardan birincisi karıştırma konusuna göre toprağın farklı derinliklerde karıştırılmasıdır. Böylece toprak gevşetilerek sert tabakası kırılmaktadır. İkincisi uygulanan jipsin karıştırılan toprak derinliğine göre yeterli olabilmesi durumudur. Jipsin 10 cm toprak derinliğine karıştırılması konusunda 50 kg jips 10 m³ toprak ile karıştırılmış, 20 cm toprak derinliğine karıştırılmasında 20 m³, 30 cm toprak derinliğine karıştırılmasında 30 m³ ve 40 cm toprak derinliğine karıştırılması konusunda ise 40 m³ toprak ile karıştırılmıştır. Karıştırılan toprak hacmi arttıkça jipsin yeterliliğinin azalacağı ve homojen bir karışımın da sağlanamayacağı ortadadır. Nitekim jipsin derine karıştırma konularında büyük keseklerin oluşması jipsin toprağa homojen karıştırılmadığının bir göstergesidir.

Toprağın gevşetilmesinin infiltrasyon hızına olumlu yönde yaptığı etki eğer uygulanan jipsin karıştırılan toprak kısmına göre yeterliliği ile desteklenirse infiltrasyon hızındaki gelişme en yüksek düzeyde gerçekleşir.

Jipsin, toprağın 20 cm'siyle karıştırılmasında toprağın gevşetilmesi sert tabakasının kırılması ve gevşetilen kısma göre uygulanan jipsin yeterliliği bu konunun en iyi sonucu vermesine neden olmuştur. ikinci sırada yer alan jipsin toprağın 10 cm'si ile karıştırılma konusunda jips karıştırılma derinliğine göre yeterli olabilir ancak toprağın gevşetilmesi ile infiltrasyon hızına yapacağı olumlu etki bu konuda daha az olmuştur. Jipsin toprağın 30 cm'siyle karıştırılması durumunda, yukarıda belirtildiği gibi büyük kesekler bu konuda görülmeye başlanmıştır. Bu derinlik toprağın gevşetilmesi bakımından iyi olabilir fakat jipsin kesekler altında sıkışması jipsin toprağa homojen karıştırılmaması ve toprak yüzeyinde yer yer jips uygulanmamış kısımların oluşmasından dolayı infiltrasyon hızı gelişimi bu konuda en düşük seviyede gerçekleşmiştir. Jipsin toprağın 40 cm'siyle karıştırılması 30 cm'ye karıştırılmasına göre daha iyi sonuç vermiştir. Bu konuda da yine keseklenmeden dolayı homojen bir karışım olmamıştır. Bunun için jipsin etkinliğinin daha düşük olacağı beklenebilir. Keseklenme durumu sodyumlu toprakların başlıca özelliklerinden olup kuru halde iken büyük kesekler ve kalın kabuklar meydana getirdikleri bilinmektedir (Kelley, 1951; Richards, 1954). Jipsin 40 cm ile karıştırılmasının 30 cm ile karıştırılmasına göre daha iyi sonuç vermesinin

öncelikle nedeni toprağın iyi bir şekilde gevşetilmesindedir. Çünkü bu topraklarda killerin alt kısmında birikmeleri sonucu sütunvari veya prizmatik yapıda geçirgenliği düşük sıkı bir tabaka meydana gelebilmektedir. Bu tabakanın kırılması infiltasyon hızını olumlu yönde etkiler. Yapılan birçok araştırmada bu tabakanın kırılması ve toprağın gevşetilmesiyle toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyi yönde gelişme gösterdiği belirtilmektedir (Brook Harker, 1977; Buckland ve Pawluk, 1985; Bole, 1986; Wetter ve ark., 1987; McAndrew ve Malhi, 1990).

Ertuğrul ve Hakgören (1973), sorunlu olmayan tarım alanlarında çeşitli sürüm derinliklerinin infiltasyon hızına etkisini incelemişler ve 30 cm derinlikte sürülen parsellerde en yüksek infiltasyon hızı değerini belirlemişlerdir. Aynı araştırmada sürüm derinliğinin artmasıyla toprak işleme masraflarının artacağının göz önünde tutularak ekonomik analizlerin yapılması da önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abrol, I.P., D.R. Bhumbla, 1973. Field studies on salt leaching in a highly saline sodic soil. *Soil. Sci.*, 115 (6): 429-433.
- Abrol, I.P., I.S. Dahiya, 1974. Flow associated precipitation reactions in saline-sodic soils and their significance. *Geoderma*, 11: 305-312.
- Abrol, I.P., J.S.P. Yadav, F.I. Massoud, 1988. Salt-affected soils and Their management. *FAO Soils Bull. No: 39*.
- Acharya, C.L., I.P. Abrol, 1978. Exchangeable sodium and soil water behaviour under field conditions. *Soil Sci.* 125: 310-319.
- Anapalı, Ö., 1991. İğdir ovası tuzlu, sodyumlu ve borlu topraklarının kademeli jips uygulaması ve yıkama ile ıslahı. *Erzurum Köy Hizmetleri Araş. Enst. Müd. Yayını No: 31, Erzurum*.
- Anonymous, 1971. İğdir Projesi-İğdir Ovası Islahı ve Sulaması, Detaylı Arazi Tasnifi ve Drenaj Raporu. *D.S.İ. Genel Müd. Yayın No: 570*.
- Anonymous, 1984. Güneşlenme Müddeti ve Güneş Işınları Şiddeti, Açık ve Kapalı Günler Bülteni *D.M.İ. Genel Müd. Yayını*.
- Anonymous, 1988. Kars İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. *Köy Hiz.Genel Müd.Yayını*.
- Avcı, K., 1988. Samsun-Bafra Ovası sodyumlu topraklarında etkin jips uygulama yöntemi. *Samsun Köy Hizmetleri Araş.Enst. Müd. Yayını No: 45*.
- Avşar, F., 1982. İğdir Ovasında Yetiştirilecek pamuk çeşitleri ile pamuğun azotlu fosforlu gübre isteği. *Erzurum Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayını No: 3*.
- Ayyıldız, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayını No: 879*.

- Bahçeci, İ., 1984. Aksaray Ovası tuzlu sodyumlu borlu topraklarının ıslahı için gerekli yıkama suyu ve ıslah maddesi miktarı ile ıslah süresi. Konya Bölge Toprakları Araş. Enst. Müd. Yayını No: 97.
- Bahçeci, İ., 1984 a. Konya-Ereğli Ovası tuzlu sodyumlu borlu topraklarının ıslahı için gerekli yıkama suyu ve ıslah maddesi miktarları ile ıslah süresi. Konya Köy Hizmetleri Araş.Enst. Müd. Yayını No: 115.
- Bahçeci, İ., 1989. Burdur-Yarıkköy tuzlu sodyumlu borlu topraklarının ıslahı için gerekli kükürt fabrikası flotasyon atığı yıkama suyu miktarı ve ıslah süresi Konya Köy Hizmetleri Araş.Enst. Müd. Yayını No: 132.
- Black, C.A., 1965. Methods of soil analysis Part I. American Society of Agronomy. Agronomy No: 9.
- Bole, J.B., 1986. Amelioration of a calcareous solonetzic soil by irrigation, deep ripping and acidification with elemental sulfur. Can. J. Soil. Sci., 66: 347-356.
- Brook Harker, D., G.R. Webster, R.R. Cairns, 1977. Factors contributing to crop response on a deep-plowed solonetz soil. Can. J. Soil Sci., 57: 279-287.
- Buckland, G.D., S.Pawluk, 1985. Deep Plowed solonetzic and chernozemic soils : 1 tılt and physicochemical features of the cultivated layer. Can. J. Soil Sci., 65: 629-638.
- Carter, M.R., J.R. Pearen, P.G. Karkains, R.R. Cairns, D.W. McAndrew, 1986. Improvement of soil properties and plant growth on a brown solonetzic soil using irrigation, calcium amendments and nitrogen. Can. J. Soil Sci., 66: 581-589.
- Dizdar, M.Y., 1978. Türkiyede tuzdan etkilenmiş topraklar. Toprakları Teknik Dergisi, 47: 36-57.
- Dutt, G.R., R.W. Terkeltoub, R.S. Rauschkolb, 1972. Prediction of gypsum and leaching requirement for sodium-affected soils. Soil Sci., 114: 93-103.
- El-Shabassy, A.I., 1972. Remedial measures and management practices with respect to salt affected soils. Water Use Seminar, FAO Irrigation and Drainage, 13: 231-236.
- Ertuğrul, H., F.Hakgören, 1973. Farklı sürüm derinliklerinin toprakların infiltrasyon hızlarına etkisi üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 4 (3): 17-30.
- Ertuğrul, H., M.Apan, 1979. Sulama sistemlerinin projelencmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayını No: 252.
- Gemalmaz, E., L. Delibaş, 1989. Toprağın infiltrasyon hızının belirlenmesinde hava girişli permeametre yönteminin kullanılması üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 20 (2): 13-15.
- Gupta, R.K., D.R. Bhumbla, I.P. Abrol, 1985. Release of exchangeable sodium from an alkali soil upon amendment application role of variable charge and exchangeable cation hydrolysis. Soil. Sci., 139: 312-317.
- Harker, D.B., D.e. Mikalson, 1990. Leaching of a highly saline-sodic soil in southern Alberta; A laboratory study. Can. J. Soil Sci., 70: 509-514.
- Kelley, W.P., 1951. Alkali toprakların teşekkülleri özellikleri ve ıslahları. (Çev: Özdemir Beyce) Teknik Araştırmalar No: 1.
- Keren, R., J.F. Kreit, I. Shainberg, 1980. Influence of size of gypsum particles on the hydraulic conductivity of soils. Soil. Sci., 130: 113-117.

- Keren, R., I. Shainberg, 1981. The efficiency of industrial and mixed gypsum in reclamation of a sodic soil-rate of dissolution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 103-107.
- Loveday, J., 1976. Relative significance of electrolyt and cation exchange effects when gypsum is applied to a sodic clay soil. *Aust. J. Soil Res.*, 14: 361-371.
- McAndrew, D.W., S.S. Malhi, 1990. Long-term effect of deep plowing solonetzic soil on chemical characteristics and crop yield. *Can. J. Soil. Sci.*, 70: 565-570.
- Misopolinos, N.D., 1985. A new concept for reclaiming sodic soil with high salt water. *Soil Sci.*, 140: 69-74.
- Oster, J.D., 1982. Gypsum usage in irrigated agriculture: A review. *Fertilizer Research*, 3: 73-89.
- Özkara, M.M., 1981. Ege Bölgesindeki sodik ve tuzlu-sodik toprakların ıslahı için gerekli jips ve yıkama suyu miktarları ile yıkama süresinin tesbihi. *Menemen Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayını No: 70.*
- Özyurt, E., M. Atalay, 1987. Tokat-Erbaa Ovası sodyumlu ve borlu topraklarının ıslahı için gerekli yıkama suyu ve ıslah maddesi ile ıslah süresi. *Tokat Köy Hizmetleri Araş. Enst. Müd. Yayını No: 85.*
- Park, Chang Seo., G.A. O'Connor, 1980. Salinity effects on hydraulic properties of soils. *Soil Sci.*, 130: 167-174.
- Prather, R.J., J.O.Geortzen, J.D. Rhoades, H.Frenkel, 1978. Efficient amendment use sodic soil reclamation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 782-786.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. *U.S. Dept. of Agric. Agriculture Handbook*, No: 60.
- Schoonover, W.R. M.M. Elgabaly, M.N. Hassan, 1957. A study of some Egyptian saline and alkaline soils. *Hilgardia*, 26.
- Sevgilioğlu, M., 1987. Harran ovası tuzlu sodyumlu topraklarının ıslahı için gerekli jips yıkama suyu miktarı ve süresi. *Şanlıurfa Köy Hizmetleri Arş.Enst. Müd. Yayını No: 31.*
- Soil Survey Staff, 1951. *Soil Survey Manuel*. U.S.D.A. Handbook No: 18.
- Törün, M.A., 1989. Azot sanayi atığı endüstriyel jipsin (Alçı Şlamının) sodyumlu topraklara katılması ile toprakta meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler. *Samsun Köy Hizmetleri Araş. Enst. Müd. Yayın No: 51.*
- Uzunoglu, S., A.Ağar, 1992. Tuzlu-sodyumlu topraklarda kullanılan çeşitli ıslah maddelerinin toprağın fiziksel özelliklerine etkisi. *Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Araş.Enst. Müd. Yayını No: 180.*
- Wetter, L.G., G.R. Webster, J. Lickacz, 1987. Amelioration of a solonetzic soil by subsoiling and liming. *Can. J. Soil Sci.*, 67: 919-930.
- Yıldız, N., H.Bircan, 1991. *Uygulamalı İstatistik*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 308.