

İĞDIR OVASINDA ISLAH EDİLEN TOPRAKLARIN YENİDEN TUZLULAŞMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ömer ANAPALI⁽¹⁾

ÖZET: *İğdir ovasında Hanako, Halfeli ve Melekli köylerinde olmak üzere tuzluluk ve sodyumluluk sorunu olan üç yerde kademeli ıslah yöntemiyle ıslah çalışması yürütülmüştür. Toprakta 0-90 cm'lik derinlikte EC 4 mmhos/cm'nin, ESP değeri ise 15'ten aşağı bir seviyeye düşürülmüştür.*

Islah edilen deneme parseller, etrafındaki açık hendekler kapatılarak doğal halleriyle terk edilmiştir. İkinci yılın sonunda toprağın 0-90 cm'lik kısmında EC değeri 4 mmhos/cm'nin, ESP değeri ise 15'in üzerine çıkmıştır.

Tuzlulaşma nedenleri ortadan kaldırılmadıkça veya önlemler alınmadıkça yapılan ıslah çalışmalarının başarıya ulaşamayacağı görülmüştür.

RESALINITY OF SOILS WHICH WERE RECLAIMED BEFORE IN THE İĞDIR PLAIN

SUMMARY: *The step by step reclamation method were applied on the soil which have the problems of salinity and alkalinity in Hanako, Halfeli and Melekli villages in the İğdir plain. EC was decreased under 4 mmhos/cm in the depth of 0-90 cm and ESP was decreased under 15 in soils.*

The open ditches around the reclaimed plots were covered and were naturally left. The value of EC of the soils in the depth of 0-90 cm increased above 4 mmhos/cm and the value of ESP increased above 15 in the end of the period of 2 years.

It is concluded from this research that, the reclamation applications will not able to be successful unless the factors causing the salinity are eliminated or the precautions are taken.

GİRİŞ

Tuzlu, sodyumlu ve tuzlu-sodyumlu toprakların; tuzluluğa neden olacak volkanik kayaların parçalanması ve parçalanma ürünlerinin birikmesi, ana materyal, topoğrafya, toprak bünyesi, toprak geçirgenliğinin düşük olması, aşırı sulama suyunun kontrolsüz ve bilgisizce kullanılması, drenaj yetersizliğine bağlı olarak tuzlu taban suyu hareketleri, nehirlerin ve denizlerin neden olduğu su baskınları, yıllık yağışın buharlaşmaya göre az olması gibi faktörlerin biri veya birkaçının etkisiyle oluştuğu görülür (Elgabaly ve Naguib, 1965; Abrol ve Bhumbra, 1971; Szabolcs, 1976; Yıldırım, 1980; Özkara, 1981).

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

Tuzlu toprakların ıslahında gerçekleştirilmesi öngörülen asıl husus çözünebilir fazla tuzların bitki kök bölgesinden yıkanarak uzaklaştırılmasıdır (Harker ve Mikalson, 1990). Toprakta tam bir yıkamanın gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulan yıkama suyu miktarını; toprağın yapısına göre seçilen en uygun yıkama yönteminin yanısıra toprak ve taban suyundaki tuzların konsantrasyonu, tuzların çeşidi, yıkama suyunun kalitesi, toprağın geçirgenliği, drenaj sisteminin etkinliği, yıkanmasına ihtiyaç duyulan toprak derinliği gibi faktörler etkilemektedir (Babalola, 1978; Singh ve Dahiya, 1979).

Sodyumlu toprakların ıslahında ise amaçlanan hedef toprak yapısının geliştirilmesidir. Toprakta fazla miktarda adsorbe edilmiş olan sodyumun yerine geçebilecek katyonu değişim ortamına ilave edecek bir kimyasal ıslah maddesine ihtiyaç vardır. Sodyumlu toprakların ıslahında en yaygın olarak kullanılanı jipsdir (Obrejanu ve ark., 1970; Rhoades, 1974; Abrol ve ark., 1988). Bununla birlikte kullanılacak kimyasal ıslah maddesinin cinsi ve miktarı genellikle toprağın özelliklerine, arzu edilen ıslah hızına ve ekonomik değerlere bağlı olarak değişmektedir (El Shabassy, 1972; Ayyıldız, 1983). Sodyumlu topraklara uygulanan jips, tuz konsantrasyonu ve değişebilir sodyum yüzdesi arasında uyumlu bir denge sağlarken toprak taneciklerindeki şişme ve dağılmayı önleyerek kötü olan fiziksel yapıyı düzeltmektedir (McNeal, 1974). Ancak bu sürecin başlatılabilmesi için jipsin çözünerek kalsiyumu açığa çıkarması gerekmektedir. Jips parçacıklarının çözünmesini birçok faktör etkiler. Bunların başlıcaları; toprak çözeltisinin bileşimi, yıkama sırasında toprak suyu akış hızı, jips parçacıklarının büyüklüğü, toprağa karıştırılma şekli, yıkama suyunun özelliği ve topraktaki değişebilir sodyum miktarıdır (Keren ve ark, 1980; Keren ve O'Connor, 1982; Gupta ve ark., 1985). Toprak tanecikleri yüzeyinde kalsiyumun tutularak sodyumun toprak suyuna serbest bırakılmasından sonra yıkama suyuyla sodyum bitki kök bölgesinden aşağılara yıkanarak uzaklaştırılır.

Tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında yıkama esnasında toprak yapısının bozulmasını önlemek için özel önlemlerin alınması gerektiğinden bu toprakların ıslahı daha karmaşıktır. İslah edilmemiş halleriyle bu toprakların fiziksel durumu tuzlu topraklarınkine çok benzerse de yapılacak yıkamalar sonunda tuzların büyük bir kısmı yıkanır sonra yüksek orandaki sodyumun kötü etkisi toprak yapısının bozulmasıyla kendisini gösterir. Bu topraklar için başarılı bir ıslah çalışmasında; tuzluluğu giderek azalan sularla yapılacak yıkama toprak yapısının bozulmasını önlemede yardımcı olur. Toprağın yapısını düzeltmek veya bozulmasını önlemek amacıyla jipsin başlangıçta gerekenden daha az miktarda kullanılması çoğu kez yerinde bir karar olur (Rhoades, 1974).

Köy Hizmetleri İğdır Proje Müdürlüğüince ovada yapılacak çalışmalardan birini de tuzlu, sodyumlu toprakların ıslahı oluşturmaktadır. Bu amaçla Samsun azot sanayiinde atık ürünü olarak elde edilen jipsten 176000 ton İğdır'a nakledilmiş ve dört ayrı yerde depolanmıştır. Yaklaşık 90 000 ton daha jips nakledilecektir. Proje Müdürlüğü çiftçilere yalnızca jipsi vererek

çiftçilerin ıslah çalışmasını yapmalarını planlamıştı. Ancak yöre çiftçisinin ekonomik güçlerinin iyi olmaması nedeniyle ıslah çalışması planlandığı gibi devam etmemiştir. Proje Müdürlüğü kendi imkanları ile toplam 162 hektar alanda jips uygulaması ve yıkamalarla kimyasal yönden ıslahı sağlamıştır. Islah edilen bu alanlarda bitkisel üretim yapılmamıştır. Kendi hallerine terk edilen bu ıslah edilmiş alanlarda zamanla yeniden tuzluluk veya sodyumluluk probleminin görülüp görülmeyeceğini belirlemek amacıyla bu araştırma yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırma Iğdır ovasında Hanako, Halfeli ve Melekli köylerinde olmak üzere üç ayın yerde yürütülmüştür. 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 39824 hektar tuzlu, 14073 hektar tuzlu-sodyumlu toprak bulunmaktadır (Dizdar, 1978).

Metot

Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Mekanik analiz, Bouyoucos hidrometre yöntemiyle. Toprak reaksiyonu (pH), cam elektrodlu pH metre ile. Elektriksel iletkenlik, elektriksel iletkenlik aletiyle. Katyon değiştirme kapasitesi, amonyum asetat yöntemiyle. Kireç, Scheibler kalsimetresi yöntemiyle. Değişebilir sodyum, amonyum asetat yöntemiyle. Suda çözünebilir anyon ve katyonlar; kalsiyum ve magnezyum versanatla, 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).

İslah Çalışması

Sodyumlu toprakların ıslahında büyük avantajları olan kademeli ıslah yöntemi (Anapalı ve Gemalmaz, 1992) uygulanarak ovada Hanako, Halfeli ve Melekli Köyleri yakınlarında üç ayrı yerde büyük parseller üzerinde ıslah çalışması yapılmıştır.

Herbir deneme yerinde 5 dekar büyüklüğünde hazırlanan parsellerin etrafı toprak sedde ile çevrilmiş olup parsel etrafı kazılarak askıya alınmış ve yıkama suyu tahliyesi bu oluşturulan açık hendekle sağlanmıştır. Parsellere 500 kg/da jips 20 cm'lik toprak kısmıyla karıştırılmış ve yıkama suyu 30 cm'lik kısımlar halinde toplam 150 cm olarak tamamlanmıştır. Bu birinci uygulamadan sonra toprak örnekleri alınmış ve ıslahın gelişimi izlenmiştir. Tuzluluk için elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin sodyumluluk için ise değişebilir sodyum yüzdesinin (ESP) belirlenmesi sonucunda yeniden jips uygulamasının yapıp yapılmayacağına karar verilmiştir. Toprakta tuzluluk değerinin 4 mmhos/cm'nin, değişebilir sodyum yüzdesinin ise 15'in altına düşmesi halinde ıslah tamamlanmış olarak kabul edilmiştir.

1990 yılında Hanako ve Halfeli köylerinde deneme parsellerinde 500 kg/da jips ve 150 cm'lik yıkama suyu uygulaması üç kez tekrarlanarak diğer bir ifadeyle toplam 1500 kg/da jips ve 450 cm yıkama suyuyla ıslah sağlanırken Melekli köyündeki deneme parselinde toplam 2000 kg/da jips ve 600 cm yıkama suyuyla ıslah tamamlanmıştır. Daha sonra parseller etrafında açılan hendekler doldurularak doğal koşullara terkedilmiştir. Üzerinde herhangi bir tarımsal faaliyetin yürütülmediği bu parsellerden 1991, 1992 ve 1993 yıllarında toprak örnekleri alınarak EC ve ESP değerleri belirlenmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Hanako, Halfeli ve Melekli Köylerindeki deneme yapılan parsellere ait toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Üç deneme yerinde de toprağın 90 cm'lik kısmında hem tuzluluk hem de sodyumluluk sorunu mevcuttur.

Kademeli ıslah yöntemiyle ıslah edilen ve daha sonra doğal koşullara terkedilen üç parselden de her yılın sonbaharında alınan toprak örneklerinde EC ve ESP değerleri analiz edilmiştir. Bulunan EC ve ESP değerleri aşağıda Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde EC ve ESP değerleri birinci yıldan itibaren artmıştır. Ancak EC değeri 4 mmhos/cm'nin ESP değeri ise 15'in üzerine çıkmamıştır. İkinci yılda ise her üç yerde de EC ve ESP değerleri sınır değerlerin üzerine çıkmıştır. Üçüncü yılda ise değerlerdeki artışın devam ettiği ancak ikinci yıldaki kadar olmadığı gözlenmiştir. Bu durumla toprakta hem tuzluluk hem de sodyumluluk probleminin var olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 1. Deneme Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Table 1. Physical and Chemical Properties of Experiment Soils.

Toprak derinliği (cm)	Bünye	pH Sat.eks.	EC mmhos/cm	KDK me/100 g	Kireç %	Değişebilir Na me/100 g	ESP	Suda Çözünbilir Anyon ve Katyonlar me/l							
								Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼
Hamako	0-30	8.50	19.30	20.40	3.70	6.55	32	105.00	14.10	40.30	30.15	31.00	20.40	85.00	53.15
	30-60	8.70	18.65	20.50	4.10	7.00	34	100.00	5.45	50.50	15.30	25.35	12.90	80.60	52.40
	60-90	8.50	17.50	21.00	3.40	6.76	32	95.00	5.10	40.20	30.75	24.50	17.85	78.40	50.30
Ulaifeli	0-30	8.50	10.50	18.40	4.65	7.00	38	50.30	5.75	30.50	15.40	26.35	11.35	43.50	20.75
	30-60	8.55	10.45	21.30	5.00	7.40	35	45.75	6.38	32.45	14.10	25.20	14.48	40.35	18.65
	60-90	8.60	8.65	20.60	5.10	6.85	33	40.50	4.50	25.50	10.15	20.60	7.00	37.65	15.40
Melekli	0-30	8.50	12.35	22.30	4.65	7.85	35	65.00	7.65	28.40	18.40	21.35	12.25	58.50	27.35
	30-60	8.56	10.50	23.60	4.80	8.35	35	58.25	4.40	26.76	14.35	20.75	8.15	50.40	24.45
	60-90	8.80	9.40	21.30	5.10	7.00	33	50.55	5.30	20.40	15.30	17.75	6.65	44.75	22.40

Bu karşılaşılan durumun açıklanmasını ovanın iklimi, topografik yapısı, doğal drenaj durumu, taban suyu konsantrasyonu ve hareketleri gibi hususların irdelenmesiyle yapabiliriz.

İğdir ikliminin tuzlu, sodyumlu toprakların meydana gelmesi üzerine etkisinin incelenmesinde yağış, sıcaklık ve buharlaşma elemanlarının incelenmesi gerekir. İğdir ovası için ortalama yağış 256.1 mm, ortalama sıcaklık 12 °C ve ortalama buharlaşma 1017 mm olarak verilmektedir (Anon., 1984). Ortalama yağış ve ortalama sıcaklık değerleri kullanılarak hesaplanan Lang yağış faktörü değeri 21.34 olarak bulunur. Bu değere göre Lang iklim sınıflamasında İğdir iklimi yarıkurak iklim tipine girmektedir (Yağanoğlu ve ark., 1994). Bu iklim şartları altında ise tuzlu topraklar kolayca teşekkül ettikleri bir çok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Carter ve ark., 1986; Harker ve Mikalson, 1990).

Tablo 2. EC ve ESP Değerleri

Table 2 EC and ESP Values

Toprak Derinliği (cm)	Hanako		Halfeli		Melekli		
	EC	ESP	EC	ESP	EC	ESP	
1991	0-30	3.60	10.25	3.85	9.65	3.54	12.45
	30-60	3.00	11.40	3.63	8.63	3.25	13.10
	60-90	3.60	10.75	3.92	9.75	4.00	14.30
1992	0-30	10.60	23.60	12.10	25.30	9.86	26.10
	30-60	9.30	21.30	10.25	23.60	9.00	22.35
	60-90	7.60	19.80	9.86	22.10	8.00	19.45
1993	0-30	12.30	25.30	13.13	26.40	11.34	30.00
	30-60	10.40	22.40	10.84	24.30	11.00	28.00
	60-90	8.60	21.60	10.00	23.00	10.00	23.63

Allüviyal topraklarda parçalanma ve ayrışma ile meydana gelmiş olan tuzların, sulama suları ve yağışlarla topraktan yıkanarak taban suyuna karışmaları taban suyunun konsantrasyonunun yükselmesine neden olmaktadır. Konsantrasyonu yüksek olan taban suyunun drenaj yetersizliğinden dolayı toprak yüzeyine kadar yükselmesi ve buharlaşarak tuzu toprak yüzeyinde veya toprak yüzeyine yakın kısımlarda bırakmasıyla toprağın tuzluluğunun artmasına neden olmuştur. Benzer şekilde toprak yüzeyine yakın olan konsantrasyonu yüksek taban suyunun toprağın tuzlulaşmasını sağladığı Walthall ve ark., (1992) tarafından da belirtilmektedir.

Tablo 2'deki verilen analiz sonuçları da tuzlu taban suyunun toprak yüzeyine kadar yükseldiğini ve suyun buharlaşarak tuzları yüzey ve yüzeye yakın kısımlarda bıraktığını

göstermektedir. Yeniden tuzlanma olayında üst topraktaki tuzluluk seviyesi alt kısımlara göre daha yüksek çıkmıştır. Yapılan taban suyu ölçümlerinde EC değeri 2 mmhos/cm ile 20 mmhos/cm arasında bulunmuştur. Sulama dönemi sonunda taban suyu EC değeri yüksek çıkmıştır. Çünkü toprak yüzeyinde veya toprak yüzeyine yakın kısımlarda daha önceden birikmiş olan tuzlar sulamalarla verilen fazla sularla topraktan yıkanarak taban suyuna karışıp taban suyunun konsantrasyonunu yükseltmiştir.

Allüvyal topraklardan meydana gelmiş olan Iğdır ovası üçgen şeklinde geniş bir çöküntü havzasıdır. Ovanın zemininde yatay istikamette uzanan tortu tabakalar ve yer yer bazalt kütleleri üzerinde toplanan sular eğim yetersizliğinden dolayı havza dışına akamamaktadır. Devlet Su İşleri tarafından değişik yerlerde açılan artezyen kuyularından fazla miktarda basınçlı olarak suyun çıkması suların alt toprak katlarında bir birikmeye maruz kalarak hareketsiz ve basınçlı olduğunu açıkça göstermektedir. Bu basınçlı sular yukarıya doğru artezyenik sızmalar suretiyle taban suyunu devamlı olarak beslemesine ve dolayısıyla yüksek seviyede kalmasında etkili olmaktadır. Ayrıca ovanın doğu ve güney sınırını meydana getiren Ağrı Dağı'nın kuzeye doğru uzanan lav akıntıları suların bu yönde toplanması için doğal bir set görevi yapmaktadır(Özdengiz, 1970; Oruç, 1970).

Iğdır ovası topoğrafya bakımından kuzeyinde Aras nehrinden itibaren güneydoğuda şimdi kurutulmuş olan Erhacı gölüne doğru hafif doğal bir eğimin olduğu görülür. Ancak bu kısımdaki eğimin havzanın doğal drenaj yolu olan Aras nehrine ters yönde oluşu nedeniyle ovada doğal yüzey drenajı olamayacaktır. Ova da yer yer çöküntü ve ondüveli alanların bulunması da yüzey drenaj açısından olumsuz oluşumlardır.

Aras nehrinin zaman zaman taşması ile taşkın altında kalan alanlar tuzlulaşabilmektedir.

Ovada toprakların tuzlulaşmasını sağlayan nedenler ortadan kaldırılmadıkça yapılan ıslah çalışmalarının boşa harcanmış para ve zamandan başka birşey olmayacağı ortadadır. Yıllarca üzerinde tarım yapılmayan bu sorunlu toprakların kimyasal olarak ıslahı yapılabilir ancak başlangıçta ekonomik olarak tarımsal üretim için toprağın fiziksel yapısı ve bitki besin elementleri açısından uygun olmayabilir. Yıkama suyuyla bitki kök bölgesinden tuzlar ve bitki besin elementleri yıkanmaktadır. Ekonomik olmayan bir tarımsal üretim için gelir seviyesi düşük olan çiftçilerden bu ıslahı sağlanmış topraklarda üretim yapmaları istenemez. Kimyasal olarak toprakların ıslahının sağlanıp daha sonra terk edilmesinin toprakların yeniden tuzlulaşmasına neden olduğu bu araştırmayla gösterilmiştir. Ovada bir ıslah çalışması yapıyorsa başarıya ulaşabilmesi için bu topraklar üzerinde tarımsal üretimin ekonomik olarak yapılabilceği duruma kadar ve sonrasında gerekli olan önlemler alınmalıdır. Bu önlemleri kısaca aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

1. Aras nehrinde zaman zaman görülen taşkınların önlenmesi için yer yer nehir yatağı ıslah edilmelidir.

2. Ovada taban suyu seviyesini düşürmek için mevcut Hanako tahliye kanalının derinleştirilmesi ve akım için eğiminin düzenlenmesi, yeni tahliye kanallarının açılarak çalışır durumda olmaları sağlanmalıdır.

3. Taban suyunun kapillar yükselmeye toprak yüzeyine kadar yükselmesinin önlenmesi için toprak sürülmelidir.

4. Ovada en yaygın sulama yöntemi salma sulamadır. Bilinçsizce fazla miktarda kullanılan sulama suyu taban suyunu beslemekte ve taban suyunun yükselmesine neden olmaktadır. Sulama suyunun daha az ve etkin bir şekilde kullanımını sağlayacak sulama yöntemlerinin seçilmesi yapılacak desteklemelerle teşvik edilmelidir.

5. Tuzlu, sodyumlu toprakların ıslahı sağlandıktan sonra ilk bir veya iki yılda ücretsiz tohum, örneğin arpa verilerek kimyasal olarak ıslahı sağlanmış topraklarda ekimi sağlanmalıdır. Hasat edilemese dahi arpanın kök ve toprak üstü aksanı toprak için bir organik madde kaynağı olup daha sonraki üretim için uygun toprak şartları sağlayacaktır. Ayrıca toprağa çiftlik gübresinin verilmesi organik madde ve besin elementleri açısından yarar sağlayacaktır. İlk bir veya iki yıldan sonra ki üretimlerde gübrenin düşük fiyatlarla verilerek bu topraklarda kullanımları teşvik edilmelidir. Daha sonraki yıllarda normal tarım arazisi özelliği kazanmış olan bu topraklar çiftçiler tarafından işlenmeye başlanacak ve böylece ıslah çalışması başarıya ulaşmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abrol, I.P., D.R. Bhumbra, 1971. Saline and alkaline soils in India. Their occurrence and management. World Soil Res. Report No: 41.
- Abrol, I.P., J.S.P. Yadav, F.I. Massoud, 1988. Salt-affected soils and their management. FAO, Soils Bull. No: 39.
- Anapalı, Ö., E. Gemalmaz, 1992. Tuzlu sodyumlu toprakların ıslahında kademeli ıslah yaklaşımı. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi. Erzurum.
- Anonymous, 1971. İğdır Projesi-İğdır Ovası İslahı ve Sulaması, Detaylı Arazi Tasnifi ve Drenaj Raporu. D.S.İ. Genel Müd. Yayın No: 570.
- Anonymous, 1984. Güneşlenme müddeti ve güneş ışınları şiddeti, açık ve kapalı günler bülteni. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Ankara.
- Anonymous, 1988. Kars İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. Köy Hiz. Genel Müd. Yayını.
- Avşar, F., 1982. İğdır 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.

- Babalola, O., 1978. Spatial variability of soil water properties in tropical soils of Nigeria. *Soil Sci.*, 126: 269-279.
- 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 solonchic soil using irrigation, calcium amendments and nitrogen. *Can. J. Soil Sci.*, 66: 581-589.
- Dizdar, M.Y., 1978. Türkiyede tuzdan etkilenmiş topraklar. *Topraksu Teknik Dergisi*, 47: 36-57.
- Elgabaly, M.M., N.M. Naguib, 1965. Effect of depth and salt concentration of groundwater on salinisation of soils. *Symp. on sodic soils*, Budapest.
- 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.
- Gupta, R.K., D.R. Bhumbra, 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.
- Keren, R., G.A. O'Conor, 1982. Gypsum dissolution and sodic soil reclamation as affected by water flow velocity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46 (4): 726-732.
- 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.
- McNeal, B.L., 1974. Soil salt and their effects on water movement. *Drainage for Agriculture. American Society of Agronomy, Inc., Pub., Wisconsin. USA.*
- Obrejanu, G., S.V. Oprea, G.Sandu, 1970. Improvement of solonchics and solonchic soils in Europe. Translated from *Pochvovedeniye*, 7: 94-106.
- Oruç, N., 1970. İçdir ovası çorak topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayını*, No: 27.
- Özdemir, A., 1970. İçdir ovası sulama şebekesinin bugünkü durumu, şebeke dahilindeki toprakların sulama yönünden problemleri ve çözüm yollarının üzerinde bir araştırma. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayını* No: 137.
- Özkara, M.M., 1981. Ege Bölgesindeki sodik ve tuzlu-sodik toprakların ıslahı için gerekli jips ve yıkama suyu miktarları ile yıkama süresinin tespiti. *Menemen Topraksu Araş.Enst. Müd. Yayını* No: 70.
- Rhoades, J.D., 1974. *Drainage for salinity control. Drainage for Agriculture. American Society of Agronomy Inc. Pub. Wisconsin USA.*
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U.S. Dept. of Agric. Agriculture Handbook*, No: 60.
- Singh, M., I.S. Dahiya, 1979. Simultaneous transport of surface salt and water through unsaturated soils during infiltration and redistribution. *Soil Sci. Plant. Anal.*, 10: 591-611.

Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual. USDA Handbook, No: 18.

Szabolcs, I., 1976. Present and potential salt affected soils. Prognosis of salinity and alkalinity. FAO Soils Bull. 31: 9-15.

Walthall, P.M., W.J. Day, W.J. Autin, 1992. Groundwater as a source of sodium in the soils of the macon ridge, Louisiana. Soil Sci., 154 (2): 95-104.

Yağanoğlu, A.V., M.Okuroğlu, N. Yardımcı, 1994. Meteoroloji II Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 115.

Yıldırım, B., 1980. Afyon ovası tuzlu sodyumlu ve borlu topraklarının ıslahı için gerekli jips ve yıkama suyu miktarı ile yıkama süresi Eskişehir Bölge Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayını, No: 166.