

## KONYA OVASI TUZLU-SODYUMLU TOPRAKLARININ ISLAHINDA YIKAMA SUYU VE JİPS İHTİYACI\*

Ahmet Melih YILMAZ\*\*

Nizamettin ÇİFTÇİ\*\*\*

### ÖZET

Bu çalışma Konya-Karatay İlçesi Erler Köyü'ndeki tuzlu sodyumlu topraklarda ıslah için gerekli yıkama suyu ve jips seviyelerini belirlemek amacıyla arazi şartlarında tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede, % 85 saflıkta gübre sanayi atığı jipsli materyali kullanılmış, 30 cm dozlar halinde toplam 210 cm yıkama suyu uygulanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; toplam eriyebilir tuzların % 59'unun yıkanması için yıkanan toprak derinliğinin 1 katı, % 73'ünün yıkanması için 2 katı ve % 82'sinin yıkanması için 3 katı yıkama suyu verilmesi gerektiği belirlenmiş, 1 m'lik toprak profilindeki tuzların yıkanması için gerekli yıkama suyunu veren yıkama eğrisi ve eşliği elde edilmiştir. Araştırmada jips, artan dozlarda daha yüksek oranlarda ıslah sağlamıştır; 1 t/da jips uygulamasında 210 cm yıkama suyundan sonra 1m'lik toprak profilinin tamamında değişebilir sodyum % 15'in altına inerken, 3 t/da jips uygulamasında 180 cm yıkama suyundan sonra bu oranın altına inmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tuzlu-sodyumlu toprak, drenaj, toprak ıslahı, yıkama suyu, jips.

### LEACHING WATER AND GYPSUM REQUIREMENTS FOR IMPROVEMENT OF SALINE SODIC SOILS IN KONYA PLAIN

#### ABSTRACT

This study was carried out in Konya-Karatay District Erler Village's soils to determine the leaching water requirement and gypsum levels for reclamation of saline sodic soils under field conditions by randomized plots trial design as three replications. In the study, gypsum of 85% purity obtain from wastes of fertilizer industry was used and total 210cm leaching water was applied with on 30cm increments.

According to the results, to leach the 59% of the total soluble salt, equal to 1 time of leached soil depth; for 73%, 2 times and for 82%, 3 times water should be applied. In addition, leaching equation and figure are presented for leaching water in order to leach the salts in 1 m soil depth.

In study, gypsum with on increment doses resulted in more improvement; having applied 210 cm leaching water for application of 1 t/da gypsum, exchangeable sodium percentage (DSY) reduced below the 15% in total 1 m soil profile while in application of 3 t/da gypsum, DSY reached to the this ratio after application of 180 cm leaching water.

**Key Words:** Saline-sodic soils, drainage, soil-improvement, leaching water, gypsum.

\* Ahmet Melih YILMAZ'ın doktora tez çalışmasından düzenlenmiştir

\*\* Dr., Selçuk Üniv., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, KONYA

\*\*\* Prof.Dr., Selçuk Üniv., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, KONYA

## GİRİŞ

Sulama ile toprak tuzluluğu ve sodyumluluğunun artış derecesi, sulama suyunun kimyasal bileşimi, miktarı ve toprak profilinden uzaklaştırılan drenaj suyu arasındaki dengeye bağlıdır. Tuzluluk sorunu içermeyen araziler, uygun olmayan su ve toprak kullanma yöntemleri nedeniyle, zamanla arzu edilmeyen düzeyde tuz ve sodyumun birikmesiyle verimsiz hale gelerek, tarımda kullanılamayacak bir duruma dönüşebilir (Sönmez ve ark.1996).

Tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında, topraktaki çözünabilir tuzların bitkiye zarar vermeyecek seviyelere indirilmesinde yıkama önemli bir faktördür. Toprak profilindeki tuzların yıkaması çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunlar; toprakta bulunan tuzların miktar ve çözünürlükleri, yıkama suyunun niteliği, toprağın su iletkenliği, drenaj sisteminin etkinliği, iyileştirilecek toprak derinliği ve yıkama şeklidir.

Tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında bir diğer önemli faktör de kullanılacak kimyasal ıslah maddesinin seçimidir. Kimyasal ıslah maddesinin seçimi ıslah edilecek toprağın özelliklerine bağlıdır. İslah maddesinin ekonomikliği, bulunma kolaylığı da gözönünde tutulmalıdır. İslah maddesinin etkinliği uygulama yöntemine de bağlıdır. Bu yöntemler; yüzeye serpme, toprakta pulluk ve diskaro yardımıyla karıştırma ve sulama suyuna ilave etme şeklindedir. Jipsin toprak yüzeyine serpildikten sonra toprağın üst derinliğine karıştırılması oldukça etkili bir yöntemdir (Sönmez ve ark.1996).

Tuzlu -sodyumlu toprakların oluşumu ve ıslahı üzerine Dorsan (1988), Miyamoto ve ark.(1989), Kara ve ark. (1990),Oster (1993), Verma (1993),Lax ve ark. (1994), Çiftçi ve ark. (1995),Armstrong ve ark.(1996) gibi araştırmacılar çalışmışlardır.

Araştırma, Konya İlinin merkez ilçesi olan Karatay İlçesine bağlı Erler köyündeki tuzlu ve sodyumlu tarım arazilerinde yürütülmüştür. İslah materyali olarak Akdeniz Gübre Sanayii'nin atık malzemesi olan ve %85 saflıktaki jipsli malzeme kullanılmıştır. Bu ıslah materyalinin kullanılmasında anaç, ülkemizdeki gübre fabrikalarının atık malzemesi olarak temin edilebilme imkanının olmasıdır.

## MATERYAL VE METOD

Araştırma alanı olan Konya-Karatay-Erler Köyü, Konya'nın güneybatısında yer almaktadır. Saraçoğlu-Mengene yolunun devamında olup, şehir merkezine yaklaşık 15 km mesafededir.

Konya ilinde karasal iklim şartları etkilidir. Yıllık ortalama sıcaklık 11,5°C'dir. Maksimum sıcaklık 40 °C, minimum sıcaklık -28,2 °C'dir. Genellikle yağışın %72'si kış ve ilkbahar aylarında düşer. Yıllık ortalama yağış miktarı 326,2mm'dir. (Anonymous 1998).

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede, parsel iç genişlikleri 3,20 × 3,15m (~10m<sup>2</sup>) alınmıştır. Deneme alanından, deneme öncesi toprak örneklerinde yapılan analizler neticesinde 1,00 m<sup>3</sup>lik toprak derinliğindeki sodyumluluğu istenilen düzeye düşürmek için gerekli jips ihtiyacı Kovda (1967) tarafından geliştirilen aşağıdaki çitlik yardımıyla kuramsal olarak hesaplanmıştır.

$$Jİ = (860 \times 10^{-6}) \times (\square_i \times D_i \times A) \times \left( \frac{DSY_b - DSY_s}{100} \right) \times KDK$$

Eşitlikte;

Jİ: Jips ihtiyacı (t/dekar).

$860 \times 10^{-6}$ : 1 me CaSO<sub>4</sub>/100g. toprak=860 ppm.

$\square_i$ : Toprağın hacim ağırlığı (t/m<sup>3</sup>).

D<sub>i</sub>: Islaha konu olan toprak derinliği (m).

A: Alan, 1000 m<sup>2</sup> (dekar).

DSY<sub>b</sub>: Yıkama öncesi değişebilir sodyum yüzdesi (%).

DSY<sub>s</sub>: Yıkama sonrası arzu edilen değişebilir sodyum yüzdesi (%).

KDK: Katyon değişim kapasitesi (me/100g. toprak).

Yıkama işlemleri sırasında taban suyunun yükselmesini önlemek, drenajı sağlamak amacıyla deneme alanının üç tarafı 1,50 m derinliğinde 1,00-1,50 m genişliğinde bir kanalla çevrilmiş, bu kanalda biriken su deneme alanının yakınında bulunan tabii drenaj kanalına bağlanarak boşalması sağlanmıştır.

Şahit parsellerin dışında her parsel verilecek jips miktarları tartılarak, parsel içlerine homojen bir biçimde elle serpilmiştir. Daha önce yapılmış çalışmaların da ortaya koyduğu üzere jips'in etkinliğinin artırılması için kürekle, toprağa atılan jips'in 10-15 cm toprak derinliğine karışması sağlanarak, parsel yüzeyi tırmıkla düzeltilmiştir.

Deneme süresince parsellere su, 30 cm'lik su yükseklikleri halinde verilmiştir. Yıkama suyundan her yıkamada örnekler alınarak zaman içerisinde yıkama suyunda değişime olup olmadığı kontrol edilmiştir. Toplam 210 cm yıkama suyu uygulanmış, bu miktarın belirlenmesinde Reeve formülü (Beyazgül 1995) esas alınmıştır.

Denemenin yürütülmesi esnasında; yıkama öncesi ve her bir yıkamadan sonra burğu ile 0-25, 25-50, 50-75, 75-100 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmış, toprak örnekleri naylon poşetler içinde numaralandırılıp muhafaza edilerek gerekli analizler için laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerde; Toprak bünyesi, saturasyon %'si, hacim ağırlığı, solma noktası, pH, EC, suda çözünabilir anyon ve katyonlar, KDK, DSY analiz ve ölçümleri, ABD Tuzluluk Laboratuvarı prensiplerine göre yapılmıştır (Anonymous 1954).

Yıkama suyunun toprak derinliğine oranı değerleri bağımlı, başlangıça göre toprakta kalan tuz yüzdesi değerleri bağımsız değişken olarak alınıp, tuz yıkama eşitliklerinin elde edilmesinde regresyon ve korelasyon analiz metodları uygulanmıştır (Dorsan 1988, Beyazgül 1995).

Değişik miktarlardaki jips uygulamalarının değişebilir sodyumun azalmasına olan etkilerini miktar olarak belirtebilmek amacı ile Kovda (1967) tarafından geliştirilen eşitlikten faydalanılmıştır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Deneme alanında, deneme parsellerine ıslah materyallerini ilave etmeden ve yıkama suyu uygulamadan önce, deneme alanı topraklarının mevcut tuzluluk ve sodyumluluk durumunu belirlemek amacıyla deneme alanında açılan toprak profillerinden ikişer teker-rürlü olmak üzere, 0-25, 25-50, 50-75, 75-100 cm, derinliklerden alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 1.verilmiştir.

Denemede, yıkamalar için kullanılan su, deneme alanı yakınında bulunan yeraltı su kuyusundan sağlanmıştır.Yeraltı su kuyusundan deneme süresince periyodik olarak (herbir yıkama sonrası) alınan su örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre; yıkama suyunun elektriksel iletkenliğinin 670-730 micromhos/cm arasında değiştiği, sodyum adsorbsiyon oranlarının (SAR), 1,04-1,17 arasında olduğu, Bor miktarının 0,6-0,8 ppm arasında değiştiği, sulama suyu sınıfının ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarı Sınıflandırma sistemine göre C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sulama suyu sınıfına girdiğini, tuz ve sodyum konsantrasyonlarının düşük olduğunu, ayrıca; suda çözünebilir anyon ve kationlar açısından bakıldığında; kationlardan Ca<sup>++</sup> iyonunun anyonlardan da Cl<sup>-</sup> iyonunun hakim olduğunu söylemek mümkündür.

Deneme alanında yıkama suyunun değişik dozlarının topraktaki tuzluluk üzerine etkisinin tespiti ve bu tuzluluğun bitkiler için istenilen düzeye indirilmesini belirlemek amacıyla her yıkamadan sonra periyodik olarak deneme parsellerinden alınan toprak örneklerinin saturasyon ekstraktındaki elektriksel iletkenlik değerleri Tablo 2.'de verilmiştir.

Deneme alanı topraklarında tuzluluk, sodyumluluk sorunu ile birlikte bulunduğu deneme parsellerine sodyumluluk sorunun giderilmesi amacıyla kimyasal ıslah maddesi olarak jipsli materyal uygulanmıştır. Ancak tuzluluğunu giderilmesinde; uygun bir drenaj tesisi ve yıkama suyu uygulanması yeterli olduğundan, sonuçların değerlendirilmesinde kontrol parseli dikkate alınmış, kimyasal ıslah materyali uygulanan parseller dikkate alınmıştır (Dorsan 1988, Beyazgül 1995).

Kontrol parseli için, yıkama suyu miktarlarının topraktaki tuzların giderilmesindeki etkilerini daha iyi belirlemek amacıyla her yıkamadan sonraki tuzluluk değerinin başlangıçtaki tuzluluk değerine göre yüzdesi (C/C<sub>o</sub>×100) alınarak elde edilen değerler Tablo 3.'de verilmiştir.

Tablo 3. incelendiğinde, 0-25 cm derinliğindeki toprak katmanında bulunan toplam çözünebilir tuzların, yıkama suyunun başlangıç dozlarında hızlı bir şekilde yıkandığı görülmektedir. Nitekim, 30 cm yıkama suyu uygulandığında tuzların %65,50'si yıkılmıştır. 120 cm yıkama suyu uygulandığında ise bu değer %82,77'dir. Daha sonraki yıkamalarda yıkamanın etkinliği daha az olmuştur. Bunun sebebini ise; başlangıçta, topraktaki tuz konsantrasyonu ile yıkama suyu tuz konsantrasyonu arasındaki farkın büyük olmasına karşılık daha sonraki yıkamalarda bu farkın giderek azalmasının yıkama etkinliğini etkilemesidir. Bu durumu Dorsan (1988) ve Beyazgül (1995)'ün yaptıkları araştırmalar da desteklemektedir.

Bir alt katman olan 25-50 cm toprak katmanı için, Tablo 3. incelendiğinde, yıkama etkinliğinin başlangıç katmanı olan 0-25 cm kadar etkili olmadığı görülmektedir. Bunun sebebini ise üst katmandan yıkanarak gelen tuzların bir kısmının bu katmanda

Tablo 1. Deneme Öncesinde Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Top. Örneğin Alın. Yer	Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	Saturasyon (%'sl)	Tarla Kap. (Hacim%)	Solma Nok. (Hacim %)	Porozite (%)				
P-1	0-25	1,23	2,63	65,10	32,19	21,52	53,23				
	25-50	1,29	2,70	60,12	33,55	21,89	52,22				
	50-75	1,34	2,85	70,76	35,90	22,26	52,98				
	75-100	1,36	2,83	72,12	35,50	22,70	51,94				
P-2	0-25	1,17	2,58	61,18	31,10	18,88	54,65				
	25-50	1,21	2,62	59,12	31,57	19,82	53,82				
	50-75	1,26	2,70	68,32	32,60	20,55	53,33				
	75-100	1,30	2,72	70,43	33,90	20,90	52,21				
Top.k Örneğin Alın.		Toprak Bünyesi			Saturasyon Ekst.						
Yer	Derinlik (cm)	Kum %	Kil %	Silt %	Bünye	EC numhos/cm (25°C)	pH				
P-1	0-25	26,74	32,38	40,88	CL	17,20	7,94				
	25-50	24,36	39,20	36,44	CL	16,00	8,15				
	50-75	21,19	47,93	30,88	C	14,30	8,20				
	75-100	19,90	48,50	31,60	C	9,30	8,25				
P-2	0-25	24,95	29,39	45,66	CL	26,00	7,99				
	25-50	22,16	36,65	41,19	CL	25,60	7,87				
	50-75	21,89	41,17	36,94	C	20,80	8,09				
	75-100	20,60	45,23	34,17	C	16,90	8,07				
SUDA ÇÖZÜNEBİLİR İYONLAR											
Top. Örneğin Alın.		ANYONLAR (me/l)				KATYONLAR (me/l)					
Yer	Derinlik (cm)	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Toplam	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Toplam
P-1	0-25	-	2,12	127,33	44,71	174,16	63,00	3,95	85,60	26,03	178,58
	25-50	-	2,36	121,48	39,41	163,25	62,82	4,12	78,36	20,80	166,10
	50-75	-	2,92	102,13	40,35	145,40	59,32	2,87	66,70	16,09	144,98
	75-100	-	3,21	71,66	17,41	92,28	49,43	2,10	34,21	9,62	95,36
P-2	0-25	-	7,08	211,71	39,16	257,95	91,86	5,12	129,61	42,91	269,50
	25-50	-	9,44	201,17	58,19	268,80	79,12	4,71	131,50	52,84	268,17
	50-75	-	8,03	163,05	47,41	218,49	77,37	3,43	102,10	27,10	210,00
	75-100	-	10,97	121,15	49,47	181,59	70,10	3,60	84,17	15,58	173,45
Top. Örneğin Alın.		KDK (me/100 g)	Değişebilir Katyonlar (me/100 g)			DSY %	Sodyum ve Tuzluluk Durumu	Organik Madde %	Kireç %		
Yer	Derinlik (cm)	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup>							
P-1	0-25	8,72	2,28	1,15	5,07	26,15	T-S	0,71	55,64		
	25-50	10,16	2,62	1,41	5,92	25,79	T-S	0,88	50,08		
	50-75	12,56	2,71	1,20	8,69	21,58	T-S	0,88	48,83		
	75-100	12,82	3,11	0,93	8,28	24,26	T-S	0,57	32,02		
P-2	0-25	12,16	3,26	1,18	7,61	26,81	T-S	3,05	51,37		
	25-50	11,21	2,61	1,25	7,35	23,28	T-S	1,97	52,97		
	50-75	11,63	3,21	0,83	6,98	27,60	T-S	1,35	31,03		
	75-100	12,66	2,87	1,05	8,53	22,70	T-S	0,67	50,80		

Konya Ovası Tuzlu-Sodyumlu Topraklarının  
İslahında Yıkama Suyu ve Jips İhtiyacı

birikmesidir. Zira, tuzluluk ıslahında yıkamalar sonunda üst katmandaki tuzlar yıkama sonucu alt katmanlara taşınarak birikmektedir (Van Der Molen 1973). Bu katmanda ilk 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasında eriyebilir tuzların %38,55'i yıkanmıştır. 120 cm yıkama suyu uygulandığında ise bu değer %72,09 olmuştur. 120 cm yıkama suyu uygulamasından sonraki yıkamalarda etkinlik daha az olmuştur. 210 cm yıkama sonunda eriyebilir tuzların %86,51'i yıkanmıştır.

**Tablo 2. Değişik Yıkama Suyu Dozlarının Deneme Alanı Topraklarındaki Tuz Durumuna Etkisi**

Konular	Toprak Derinliği (cm)	Yıkama Suyu Miktarı (cm)							
		0	30	60	90	120	150	180	210
		$EC \times 10^3 (25^\circ C)$							
A Kontrol (J <sub>0</sub> )	0-25	30,58	10,55	8,21	6,73	5,27	4,22	3,47	2,95
	25-50	24,90	15,30	12,28	9,07	6,95	5,32	4,66	3,36
	50-75	21,13	20,77	16,25	11,89	8,39	6,75	4,98	3,77
	75-100	17,90	20,65	17,92	12,50	10,07	7,99	5,40	3,90
B 1 t/da Jips (J <sub>1</sub> )	0-25	28,83	6,63	5,33	4,63	3,80	3,12	2,70	2,30
	25-50	25,27	8,17	6,61	5,56	4,48	3,73	3,47	2,70
	50-75	21,73	10,36	8,23	7,03	5,53	4,57	4,01	3,03
	75-100	16,73	12,70	9,97	8,74	6,74	5,57	4,78	3,49
C 3 t/da Jips (J <sub>2</sub> )	0-25	27,17	5,99	5,22	4,77	4,00	3,26	2,75	2,30
	25-50	22,13	9,40	7,36	6,20	5,07	4,03	3,30	2,65
	50-75	19,70	12,97	9,80	7,78	5,75	4,57	3,66	2,95
	75-100	16,57	16,22	12,65	10,51	6,63	5,18	4,04	3,24

**Tablo 3. Kontrol Parselinde Herbir Yıkama Sonunda Başlangıca Göre Kalan Tuz Yüzdeleri**

Toprak Derinliği (cm)	Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
	0	30	60	90	120	150	180	210
	$Yıkamalar Sonunda, Başlangıca Göre Toprakta Kalan Tuzun \% 'sı \left( \frac{C}{C_0} \times 100 \right)$							
0-25	100	34,50	26,85	22,01	17,23	13,80	11,35	9,65
25-50	100	61,45	49,32	36,43	27,91	21,36	18,71	13,49
50-75	100	98,30	76,90	56,27	39,71	31,95	23,57	17,84
75-100	100	115,36	100	69,83	56,26	44,64	30,17	21,79

Üçüncü katman olan 50 - 75 cm toprak katmanında ise, eriyebilir tuzların yıkanması üst katmanlara göre daha az olmuştur. Hatta ilk 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasında kontrol parselindeki eriyebilir tuzların yıkanma oranı oldukça düşüktür. 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasında eriyebilir tuzların yıkanma oranı %1,70'tir. Daha sonraki yıkamalarda yıkanmanın daha fazla olduğu 150 cm yıkama uygulamasına kadar oldukça fazla bundan sonra daha az yıkanmaların sağlandığı görülmektedir. 120 cm yıkama suyu uygulamasında eriyebilir tuzların %60,29'u yıkanmışken, 210 cm yıkama suyuunda bu değer %82,16'dır. Yıkanmanın başlangıç dozlarında düşük olmasının sebebi ise yine üst katmanlardan yıkanma sonucu tuzların bu katmanda birikmesidir. Son katman olan 75 - 100 cm toprak katmanını için Tablo 3. incelendiğinde, ilk 30 cm'lik yıkama suyu uygulaması sonucunda kontrol parselindeki eriyebilir tuz miktarı yıkama öncesine göre bir artış göstererek %115,36 ol-

muştur. Bunun sebebi ilk 30 cm'lik yıkama uygulamasından sonra üst katmanlarda eriyebilir tuzların büyük bir kısmı yıkanma sonucunda bu katmanda birikerek bu katmanın eriyebilir tuz konsantrasyonunu başlangıca göre artırmasıdır. 60 cm'lik yıkama suyu uygulamasında kontrol parsellerindeki eriyebilir tuz konsantrasyonu yıkama öncesine yakın olmasına rağmen sonraki yıkama dozlarında hızlı bir yıkanma sağlanmıştır. Ancak yıkanma oranları ilibariyle en az yıkanan katman bu katman olmuştur. Zira 210 cm yıkama sonunda eriyebilir tuzların %78,21'i yıkanmıştır

Topraktaki eriyebilir tuzların yıkanması için yapılan yıkama işlemlerinin sonucunda, kontrol parselinde 1 m'lik toprak profil katmanındaki tuzluluk değerlerinin yıkanma sonucu ne miktarda azaldığı, topraklardaki tuzluluk sınır değeri olan 4 mmhos/cm baz alınarak incelenecek olursa, başlangıçta kontrol parselinin tüm katmanlarındaki tuzluluğun sınır değerinin oldukça üstünde olduğu, toplam 90 cm yıkama suyu uygulamasında bu miktarların azaldığı ancak tamamında 4 mmhos/cm'in altına düşmediği, 180 cm yıkama suyu uygulamasında toprak katmanlarındaki eriyebilir tuzların %25'inin, 210 cm yıkama suyu uygulanmasında ise %100'ünün 4 mmhos/cm'nin altına düştüğü bu sebepten 210 cm yıkama suyu uygulamasının eriyebilir tuzların yıkanarak topraktaki tuzluluk sınırı olan 4 mmhos/cm'nin altına indirilmesinde en etkili doz olduğunu, ayrıca tüm yıkamalar boyunca etkili bir çalışma gösteren drenaj hendeğinin de yıkanan tuzların uzaklaştırılmasında gerekli olduğunu söylemek mümkündür.

**Tablo 4. Kontrol Parselde Yıkama Süresince Tuzluluğun Değişimi**

Toprak Derinliği (cm)	Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
	0	30	60	90	120	150	180	210
	Yıkamalar Sonunda Toprakta Kalan Tuz (EC×10 <sup>3</sup> ) (25 °C)							
0-25	30,58	10,55	8,21	6,73	5,27	4,22	3,47	2,95
0-50	27,74	12,93	10,25	7,90	6,11	4,77	4,07	3,16
0-75	25,54	15,54	12,25	9,23	6,87	5,43	4,30	3,36
0-100	23,63	16,82	13,67	10,05	7,67	6,04	4,58	3,50

**Tablo 5. Kontrol Parselde Yıkama İle Toprakta Kalan Tuzun Oransal Değişimi**

Toprak Derinliği (cm)	Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
	0	30	60	90	120	150	180	210
	Başlangıca Göre Toprakta Kalan Tuz'un Yüzdesi (%)							
0-25	100	34,50	26,85	22,00	17,23	13,80	11,35	9,65
0-50	100	46,61	36,95	28,48	22,03	17,20	14,67	11,39
0-75	100	60,85	47,96	36,14	26,90	21,26	16,84	13,16
0-100	100	71,18	57,85	42,53	32,46	25,56	19,38	14,81

Yıkama eğrilerini toprak derinliğinden bağımsız kılabilmek için toprakta başlangıca göre kalan tuzun yüzdeleri, yıkama suyu miktarının toprak derinliğine oranının ( $D_{ys}/D_i$ ) bir fonksiyonu olarak değerlendirilmesi gerektiğinden (Dorsan 1988) her yıkama suyu uygulamasından sonra toprağın 0-25, 0-50, 0-75, 0-100 cm derinlikteki elektriksel iletkenlik değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4'deki değerler, Tablo 2'deki değerlerin katman bazında ağırlıklı ortalamasından elde edilmiştir. Yine denemede yıkamaların etkinliğini daha iyi belirtmek için Tablo 4'deki değerlerden saydalanarak, başlangıca göre her bir yıkamadan sonra kalan tuz yüzdeleri ise Tablo 5'de verilmiştir. Başlangıca göre toprakta kalan

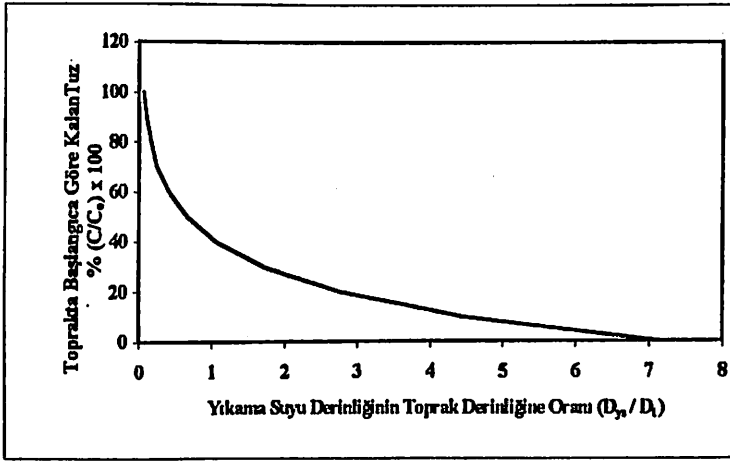
Konya Ovası Tuzlu-Sodyumlu Topraklarının  
İslahında Yıkama Suyu ve Gips İhtiyacı

tuzun yüzdeleri ( $C / C_0 \times 100$ ) ile yıkama suyu miktarının toprak derinliğine oranı ( $D_y / D_1$ ) arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla grafiksel çizim yapılmış ve bu ilişkinin matematiksel eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$D_y / D_1 = 7.15 \times e^{-0.0477 C / C_0 \times 100} \quad (r^{**} = -0,93)$$

Eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısının yüksek oluşu ( $r^{**} = -0,93$ ) istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkiyi göstermektedir. Bu eşitlikten yararlanarak Şekil 1' de verilen tuz yıkama eğrisi çizilmiştir. Söz konusu şekil incelendiğinde, toprakta kalan tuz miktarı azaldıkça, birim yıkama suyunun etkinliğinin de azaldığı anlaşılmakta olup, eğri bu yönüyle Beyazgül (1995) ve bu konuda araştırma yapmış olan bir çok araştırmacı tarafından elde edilen tuz yıkama eğrilerine benzemektedir.

Elde edilen yıkama eşitlik ve eğrisine göre deneme alanı ile benzer özellik gösteren tuzlu ve sodyumlu topraklarda, başlangıçta mevcut toplam çözünebilir tuzların %59'unun giderilmesi için toprak derinliğinin 1 katı, %73'ünün giderilmesi için toprak derinliğinin 2 katı, %82'sinin giderilmesi için toprak derinliğinin 3 katı yıkama suyu verilmelidir. Ancak, tuz yıkama eşitlik veya eğrisinden hesaplanan yıkama suyu miktarları net yıkama suyu miktarları olduğu için, bu miktarlara yıkama süresince buharlaşan toplam su miktarını da ilave etmek gereklidir.



Şekil 1. Başlangıçta göre toprakta kalan tuz yüzdesi ile yıkama suyunun toprak derinliğine oranı arasındaki ilişki

Gips islah maddesi ve bu islah maddesinin farklı dozlarında sodyumluluk probleminin giderilmesi imkanlarını belirlemek ve islah için gerekli yıkama suyu dozunun tespiti amacıyla her yıkamadan sonra, deneme alanı parsellerinden alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda elde edilen değişebilir sodyum miktarları (me/100 g) ve yıkama öncesi alınan toprak örneklerindeki katyon değişim kapasitesi sonuçları Tablo 6.'da verilmiştir.

Deneme alanındaki toprakların sodyumluluk problemini daha iyi gözlemlemek ve islah materyalinin değişik dozlarında ve hangi yıkama suyuyla değişebilir sodyumun ne



kadar azaldığını belirleyebilmek için Tablo 6.'daki verilerden yararlanarak, deneme alanı topraklarının değişebilir sodyum yüzdeleri (DSY) Tablo 7.'de verilmiştir.

**Tablo 6. Jips Uygulamasında Yıkama İle Değişebilir Sodyum Miktarlarının Değişimi**

Konular	Toprak Derinliği (cm)	KDK (me/100g)	Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
			0	30	60	90	120	150	180	210
			Değişebilir Sodyum Miktarları (me/100 g)							
A Kontrol (J <sub>0</sub> )	0-25	12,25	4,21	3,81	3,65	3,20	2,75	2,41	2,00	1,61
	25-50	12,30	4,03	3,96	3,81	3,50	3,17	2,70	2,30	1,93
	50-75	11,86	3,95	4,05	4,00	3,76	3,30	2,93	2,55	2,29
	75-100	12,79	3,87	3,99	4,00	3,80	3,39	3,06	2,71	2,35
B 1 t/da jips (J <sub>1</sub> )	0-25	11,50	3,95	3,39	2,95	2,36	2,00	1,70	1,30	1,00
	25-50	12,29	3,79	3,51	3,20	2,81	2,29	2,00	1,55	1,21
	50-75	12,90	3,70	3,74	3,41	2,94	2,70	2,26	1,89	1,50
	75-100	13,17	3,67	3,80	3,53	3,00	2,91	2,41	2,03	1,78
C 3 t/da jips (J <sub>2</sub> )	0-25	12,50	3,40	2,71	2,16	1,81	1,62	1,39	1,09	0,89
	25-50	12,75	3,31	2,96	2,41	2,03	1,79	1,51	1,25	1,00
	50-75	13,09	3,17	3,19	2,75	2,41	2,12	1,90	1,41	1,20
	75-100	13,26	3,05	3,26	2,93	2,73	2,35	2,12	1,70	1,40

**Tablo 7. Jips Uygulamasında Yıkamanın Değişebilir Sodyum Oranlarına Etkisi**

Konular	Toprak Derinliği (cm)	Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
		0	30	60	90	120	150	180	210
		Değişebilir Sodyum Yüzdeleri (%)							
A Kontrol (J <sub>0</sub> )	0-25	34,4	31,1	29,8	26,1	22,4	19,7	16,3	13,1
	25-50	32,8	32,2	31,0	28,5	25,8	22,0	18,7	15,7
	50-75	33,3	34,1	33,7	31,7	27,8	24,7	21,5	19,3
	75-100	30,3	31,2	31,3	29,7	26,5	23,9	21,2	18,4
B 1 t/da Jips (J <sub>1</sub> )	0-25	34,3	29,5	25,7	20,5	17,4	14,8	11,3	8,7
	25-50	30,8	28,6	26,0	22,9	18,6	16,3	12,6	9,8
	50-75	28,7	29,0	26,4	22,8	20,9	17,5	14,7	11,6
	75-100	27,9	28,9	26,8	22,8	22,1	18,3	15,4	13,5
C 3 t/da Jips (J <sub>2</sub> )	0-25	27,2	21,7	17,3	14,5	13,0	11,1	8,7	7,1
	25-50	26,0	23,2	18,9	15,9	14,0	11,8	9,8	7,8
	50-75	24,2	24,4	21,0	18,4	16,2	14,5	10,8	9,2
	75-100	23,0	24,6	22,1	20,6	17,7	16,0	12,8	10,6

Deneme parsellerine ıslah maddelerini ve yıkama suyunu uygulamadan önce mevcut değişebilir sodyum oranını %100 kabul ederek her bir yıkamadan sonra başlangıca göre kalan değişebilir sodyum oranlarını belirlemek ve bu şekilde ıslah maddesinin ve yıkama suyunun etkinliğini gözlemlemek amacıyla, her bir yıkamadan sonra başlangıca göre top-

Konya Ovası Tuzlu-Sodyumlu Topraklarının  
İslahında Yıkama Suyu ve Jips İhtiyacı

rakta kalan değişebilir sodyum miktarları ( $q / q_0 \times 100$ ) Tablo 8.'de verilmiştir. Tablo 7.'den yararlanarak yıkama öncesi ve toplam olarak 30 cm, 120 cm, 210 cm yıkama suyu uygulamaları sonunda toprak derinliği itibariyle toprağın değişebilir sodyum yüzdeleri (DSY), Şekil 2.'de verilmiştir.

**Tablo 8. Farklı Jips Dozlarında Yıkama Sonucu Toprakta Kalan Değişebilir Sodyumun Başlangıca Göre Yüzdeleri**

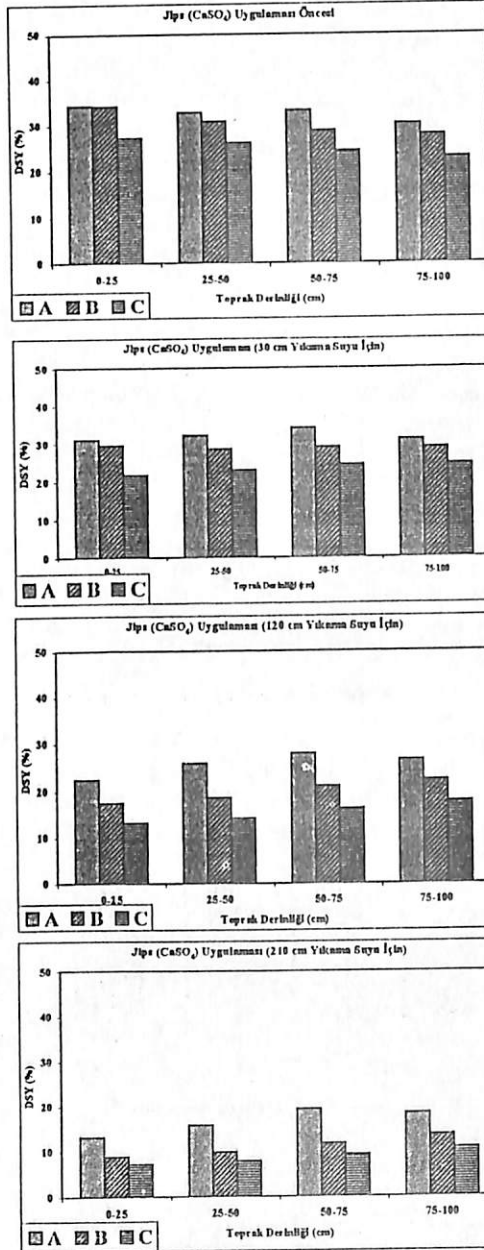
Konular	Toprak Derinliği (cm)	Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
		0	30	60	90	120	150	180	210
		Değişebilir Na <sup>+</sup> 'un Başlangıca Göre Toprakta Kalan Yüzdesi $\frac{q}{q_0} \times 100$							
A Kontrol (J <sub>0</sub> )	0-25	100	90,50	86,70	76,01	65,32	57,24	47,51	38,24
	25-50	100	98,26	94,54	86,85	78,66	67,00	57,07	47,89
	50-75	100	102,53	101,27	95,19	83,54	74,18	64,56	57,97
	75-100	100	103,10	103,36	98,19	87,60	79,07	70,03	60,72
B 1 t/da jips (J <sub>1</sub> )	0-25	100	85,82	74,68	59,75	50,63	43,04	32,91	25,32
	25-50	100	92,61	84,43	74,14	60,42	52,77	40,90	31,93
	50-75	100	101,08	92,16	79,46	72,97	61,08	51,08	40,54
	75-100	100	103,54	96,19	81,74	79,29	65,67	55,31	48,50
C 3 t/da jips (J <sub>2</sub> )	0-25	100	79,71	63,53	53,24	47,65	40,88	32,06	26,18
	25-50	100	89,43	72,81	61,33	54,08	45,62	37,76	30,21
	50-75	100	100,63	86,75	76,03	66,88	59,94	44,48	37,85
	75-100	100	106,89	96,07	89,51	77,05	69,51	55,74	45,90

Jips'in deneme alanı topraklarındaki değişebilir sodyum'un giderilmesi üzerine etkisine bakacak olursak; (A) kontrol parselindeki değişebilir sodyum yüzdelерinin yıkamayla azaldığı, ancak istenilen düzey olan %15'lik değişebilir sodyum yüzdesinin altına son yıkamada üst katman olan 0 - 25 cm hariç indiremediği görülmektedir.

(B) konusu olan 1 t/da jips uygulanan deneme parselinde ise; üst katman olan 0 - 25 cm'de başlangıçta %34,3 olan değişebilir sodyum yüzdesinin, 120 cm yıkama suyu uygulamasından sonra %49,37'si yıkanarak %17,4'e, 210 cm yıkama suyundan sonra %74,68'i yıkanarak %8,7'ye düştüğü, bu değerlerin alt katman olan 75 - 100 cm'de, başlangıçta %27,9 iken, 120 cm yıkama suyu uygulamasından sonra %20,71'i yıkanarak %22,1'e, 210 cm yıkama suyundan sonra da %51,50'si yıkanarak %13,5'e düştüğü görülmektedir. Profil katmanı (1 m'lik) dikkate alındığında 180 cm yıkama suyu uygulamasından sonra toprak katmanının %75'inin, 210 cm yıkama suyu uygulamasından sonra toprak katmanının %100'ünün de değişebilir sodyum yüzdesi %15'in altına düşmüştür.

(C) konusu olan 3 t/da jips uygulanan deneme parseli için Tablo 7., 8. ve Şekil 2'yi inceleyecek olursak; üst katman için başlangıçta %27,2 olan değişebilir sodyum yüzdesi, 120 cm yıkama suyundan sonra %52,35'i yıkanarak %13,0'e, 210 cm yıkama suyu uygulamasında sonra da %73,82'si yıkanarak %7,1'e düşmüştür. İlk yıkama suyu dozu olan 30 cm'lik uygulamadan sonra özellikle alt katmanlarda yıkama sonucu sodyum birikmesinden dolayı değişebilir sodyum yüzdesinin başlangıca göre artış gösterdiği tespit edilmiştir. Son katman olan 75 - 100 cm'de başlangıçta %23 olan değişebilir sodyum yüzdesinin, 120 cm yıkama suyu uygulamasından sonra %22,95'i yıkanarak %17,7'ye, 210 cm yıkama suyundan sonra %54,10'u yıkanarak %10,6'ya düşmüştür. Profil katmanını (1 m'lik) dikkate alındığında 150 cm yıkama suyundan sonra profil katmanının %75'inin 180 cm ve 210 cm

yıkama suyu uygulamasından sonra profil katmanının tamamında değişebilir sodyum yüzdesi %15'in altına düşmüştür.



Şekil 2. Jips uygulaması öncesi ve farklı jipsli materyal dozlarında 30, 120, 210 cm yıkama suyu uygulamalarından sonra toprakta kalan değişebilir sodyum yüzdeleri.

Konya Ovası Tuzlu-Sodyumlu Topraklarının  
İslahında Yıkama Suyu ve Gips İhtiyacı

Deneme alanı topraklarının değişebilir sodyum yüzdesinin %15'inin altına indirilmesinde gips ıslah maddesinin artan dozlarının ıslahı hızlandırıcı etki yaptığı görülmektedir. Zira; 1 t/da uygulanan parselde 210 cm yıkama suyu uygulandıktan sonra tüm katmanlarda DSY %15'in altına indiği halde, bu durum 3 t/da gips uygulamasında 180 cm yıkama suyu uygulamasıyla sağlanmıştır. Bu durum Dorsan (1988), Beyazgül (1995) gibi birçok araştırmacıların yaptığı çalışmalarda tespit edilen bir durumdur.

### ÖNERİLER

1. Bölgede mevcut drenaj, tuzluluk ve sodyumluluk sorunlarının saptanabilmesi için mevcut toprak ve arazi etüdleri detaylandırılmalıdır. Kapalı drenaj projelerinin de yaygınlaştırılması ve proje kriterlerinin de proje mühendisleri tarafından titizlikle tespit edilmesine ihtiyaç vardır.

2. Bölgede, tuzluluk ve sodyumluluk probleminin görüldüğü alanlarda toprak özelliklerinin farklı olduğu yerler tespit edilip, benzer özellikteki alanlarda yapılacak ıslah çalışmalarından elde edilecek yıkama denklem ve eğrilerinden ve ıslah materyallerinin uygun dozlarından yola çıkarak benzer özellikteki problemlilerde diğer alanlarda deneme kurmaksızın ıslah kriterleri uygulanabilecektir. Ayrıca, kurulacak denemelerde yıkama suyunun aralıklı göllendirme metoduyla verilmesi, toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirdiği için, yıkama suyunun aralıklı göllendirme şeklinde verilmesi tavsiye edilmelidir.

3. Tuzlu-sodyumlu, sodyumlu toprakların ıslahında yoğun bir şekilde kullanılan gips, ıslah denemelerinde oldukça olumlu neticeler vermektedir. Ayrıca bu ıslah materyalinin de ülkemizdeki gübre fabrikalarında atık materyali olarak üretilmesi bu materyalin ıslah maddesi olarak ekonomik bir şekilde temin edilebilmesine imkan vermektedir. Bu sebeple gips, ıslahta ekonomik bir şekilde kullanılabilir.

4. Tuzlu-sodyumlu, sodyumlu toprakların ıslahında, bölge çiftçilerinin de ıslah konusunda bilinçlendirilip, aydınlatılması gerekiyor. Bu sebeple, gerek yöredeki ilgili öğretim kurumlarının, gerekse tarım kuruluşlarındaki ilgili birimlerin yardımıyla yoğun bir şekilde çiftçi eğitim seminerlerinin düzenlenmesi sağlanmalıdır.

5. ıslah çalışmalarından sonra bitki yetiştirme ortamının sağlanması için toprağın fiziksel özelliklerinin düzeltilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, toprağın organik madde muhteviyatı artırılmalı ve uygun münavebe tedbirleri alınmalıdır.

### KAYNAKLAR

Anonymous, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Agriculture Handbook 60. U.S. Dep. of Agr.

Anonymous, 1998. Cumhuriyetin 75. Yılında Konya. Konya İl Yıllığı, Konya Valiliği, Konya.

Armstrong, A.S.B., Rycroft, D.W., Tanton, T.W., 1996. Seasonal Movement of Salt in Naturally Structured Saline - Sodic Clay Soils. Agricultural Water Management Vol: 32, page 15-27.

Beyazgül, M., 1995. Salinli Ovası Tuzlu ve Alkali Topraklarının İslahında Keçiborlu Kükürt İşletmesi Flotasyonu Atıklarını Kullanma Olanakları. Köy Hizmetleri Genel

Müdürlüğü Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 207, Rapor Serisi No: 135. Menemen, İzmir.

- Çiftçi, N., Kara, M., Yılmaz, A.M., Uğurlu, N., 1995. Konya Ovası'nda Drenaj Suları ile Sulanan Arazilerde Tuzluluk ve Sodyumluluk Sorunları. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 30 Mart-2 Nisan, Sayfa No: 471 - 481, Kemer, Antalya.
- Dorsan, F., 1988. Gediz Havzasında Tuzlu, Tuzlu-Alkali Toprakların Kültürteknik Önlemlerle Islahı Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kültürteknik Anabilim Dalı, İzmir,
- Kara, M., Çiftçi, N., Şimşek, H., 1990. Konya-Çumra-Çandır Mevkii Arazilerinde Taban Suyu Hareketi ve Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: ZF 88/079, Konya.
- Kovda, V.A., 1967. International Source-book on Irrigation and Drainage of Arid Lands in Relation to Salinity and Alkalinity. FAO/UNESCO.
- Lax, A., Diaz, E., Castillo, V., Albaladejo, J., 1994. Arid Soil Research and Rehabilitation. 8:1, 9-7, 16 ref.
- Miyamoto, S., Enriquez, C., 1989 Comparative Effects of Chemical Amendments on Salt on Na Leaching. Irrigation Science, 11:83-92, USA.
- Oster, D.J., 1993. Sodic Soil Reclamation. H.Lieth and A. Al Masoom (eds): Towards the Rational use of High Salinity Tolerant Plants. Vol. 1: 485-490. Netherlands
- Sönmez, B., Açar, A., Bahçeci, İ., Mavi, A., Yarpuzlu, A., 1996. Türkiye Çorak Islahı Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü A.P.K. Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No: 93. Rehber No: 12, Ankara.
- Van Der Molcn, W.H., 1973. Salt Balance and Leaching Requirement in Drainage Principles and Applications. Theories of Field Drainage and Watershed Run off ILRI, Vol: 2, Wageningen.
- Verma, R. S., 1993. Bhartiya Krisli Anusandhan - Patrika. 8: 1, 59-65, 6 ref. India.