

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA OVASI TUZLU-SODYUMLU
TOPRAKLARININ ISLAHI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

706776

Ahmet Melih YILMAZ
DOKTORA TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE
SULAMA ANABİLİM DALI
KONYA, 2001

106176

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA OVASI TUZLU – SODYUMLU TOPRAKLARININ ISLAHI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ahmet Melih YILMAZ

DOKTORA TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 07.05.2001 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
oybirliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.


Doç.Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
(Danışman)


Prof.Dr. Mehmet KARA
(Üye)


Prof.Dr. Zeki ERÖZEL
(Üye)


Doç.Dr. Sait GEZGİN
(Üye)


Doç.Dr. Şerafettin AŞIK
(Üye)

ÖZ

Doktora Tezi

KONYA OVASI TUZLU – SODYUMLU TOPRAKLARININ ISLAHI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ahmet Melih YILMAZ

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

2001, Sayfa: 92

Jüri : Doç. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

: Prof. Dr. Mehmet KARA

: Prof. Dr. A. Zeki ERÖZEL

: Doç. Dr. Sait GEZGİN

: Doç. Dr. Şerafettin AŞIK

Bu çalışma Konya Ovası'ndaki tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahı için gerekli yıkama suyu, kimyasal ıslah maddesi miktarlarını ve ıslah sürelerini belirlemek amacıyla arazi şartlarında Konya-Karatay İlçesi Erler Köyü'nde yürütülmüştür. Çalışmada deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede, % 85 saflıktaki Akdeniz Gübre Sanayi jipsli materyali ile % 80 saflıktaki toz kükürt ıslah materyali kullanılmıştır. Yıkama suyu ise 30 cm dozlar halinde toplam 210 cm uygulanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; toplam eriyebilir tuzların % 59'unun yıkanması için toprak derinliğinin 1 katı, % 73'ünün yıkanması için toprak derinliğinin 2 katı ve % 81'inin yıkanması için toprak derinliğinin 3 katı yıkama suyu verilmesi gerektiği belirlenmiş, 1 m'lik toprak profilinde tuzların yıkanması için gerekli yıkama suyunu veren yıkama eğrisi ve eşitliği elde edilmiştir. Araştırmada kimyasal ıslah materyalleri olan jips ve kükürt, artan dozlarda daha yüksek oranlarda ıslah sağlamıştır. Zira 0,5 t/da kükürt ve 1 t/da jips uygulamasında 210 cm yıkama suyundan sonra 1m'lik toprak profilinin tamamında değişebilir sodyum % 15'in altına inerken, 1 t/da S ve 3 t/da jips uygulamasında 180 cm yıkama suyundan sonra bu oranın altına inmiştir.(Bu sonuçlar istatistiki analizlerle de desteklenmiştir) Araştırmada, ıslah süresini hesaplama imkanı veren eğri ve eşitlikler elde edilmiştir. Jipsli ve kükürtlü ıslah materyali uygulama dozları ile orantılı olarak toprağın infiltrasyon hızları da artmıştır.

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

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

RESEARCH ON RECLAMATION OF SALINE – SODIC SOILS IN KONYA PLAIN

Ahmet Melih YILMAZ

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

2001, Page: 92

Jury : Assoc. Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

: Prof. Dr. Mehmet KARA

: Prof. Dr. A. Zeki ERÖZEL

: Assoc. Prof. Dr. Sait GEZGİN

: Assoc. Prof. Dr. Şerafettin AŞIK

This study was carried out under field conditions in Konya–Karatay district Erler village to determine the leaching water requirement, chemical improvement material and improvement time for reclamation of saline–sodic soils of Konya plain. Study was planned randomize plots trial design as three replications. In study, gypsum of 85% purity obtained from Akdeniz Fertilizer Industry and powder sulfur as 80% purity were used for reclamation. Total 210 cm leaching water was applied with a 30 cm increments.

According to the results, to leach the 59% of the total soluble salt, equal to 1 time of soil depth; for 73%, 2 times of soil depth and for 81%, 3 times of soil depth water should be applied. In addition, leaching equations and figures are presented for leaching water in order to leach the salts in 1 m soil depth. Chemical improvement

materials of gypsum and sulfur with on increment doses resulted in more improvement. Having applied 210 cm leaching water for application of 0,5 t/da S and 1 t/da gypsum, exchangeable sodium percentage (DSY) reduced below the 15% in total 1 m soil profile while in application of 1 t/da S and 3 t/da gypsum, DSY reached to the this ratio after application of 180 cm leaching water (This results were supported also by statistical analysis). In study, figures and equation were developed to calculate the possibility of improvement time. As the gypsum and sulfur application doses increased, infiltration rate also increased.

Key Words: Saline-sodic soils, drainage, land-improvement, leaching water, gypsum, sulfur.



TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca ve bu araştırmanın doktora tezi olarak planlanıp, yürütülmesi, sonuçlarının değerlendirilmesi safhasında daimi yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye sayın hocam Prof. Dr. Mehmet KARA'ya en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Araştırmanın arazi ve laboratuvar çalışmalarında, bilgi ve becerilerinden istifade ettiğim Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim elemanlarına, arazi çalışmaları boyunca yardımlarını gördüğüm Erler Köyü halkına, araştırma sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde yardımlarını gördüğüm Doç. Dr. Fariz DÜNYAMALIOĞLU ve Yrd. Doç. Dr. M. Ali YILDIZ'a, araştırmayı maddi açıdan destekleyen S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü ve S.Ü. Araştırma Fonu Saymanlığına da ayrıca teşekkür ederim.

Konya, Şubat 2001

Ahmet Melih YILMAZ

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1. Konya İline Ait Bazı Meteorolojik Veriler	25
Çizelge 3.2. Deneme Öncesi Toprak Örneklerine Göre Gerekli Kuramsal Jips ve Kükürt Miktarları	28
Çizelge 3.3. Denemede Her Konu İçin Parsellere Verilen Jips ve Kükürtlü Materyal Miktarları.	28
Çizelge 4.1. Deneme Öncesinde Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	38
Çizelge 4.2. Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Kimyasal Analiz Sonuçları.....	45
Çizelge 4.3. Değişik Yıkama Suyu Dozlarının Deneme Alanı Topraklarındaki Tuz Durumuna Etkisi.....	47
Çizelge 4.4. Kontrol Parsellerinde Herbir Yıkama Sonunda Başlangıca Göre Kalan Tuzun Yüzdeleri.....	48
Çizelge 4.5. Şahit Parselde Yıkama Süresince Tuzluluğun Değişimi	52
Çizelge 4.6. Şahit Parselde Yıkama İle Toprakta Kalan Tuz Oranı Değişimi	52
Çizelge 4.7. Farklı Islah Maddeleri Uygulamasında Yıkama İle Değişebilir Sodyum Miktarlarının Değişimi	54
Çizelge 4.8. Farklı Islah Maddeleri Uygulamasında Yıkamanın Değişebilir Sodyum Oranlarına Etkisi.....	56
Çizelge 4.9. Değişik Islah Maddelerinin Farklı Dozlarında Yıkama Sonucu Toprakta Kalan Değişebilir Sodyumun Başlangıca Göre Yüzdeleri	57
Çizelge 4.10. Deneme Sonunda Azaltılan Değişebilir Sodyuma Eşdeğer Jips ve Kükürt Miktarları.....	64
Çizelge 4.11. Tuzların ($EC \times 10^3$) Yıkanmasında Jips ve Kükürt Muameleleri Ortalamalarında Yapılan Student t Testi Sonuçları.....	67
Çizelge 4.12. DSY (%)’nin Düşürülmesinde Jips ve Kükürt Muameleleri Ortalamalarında Yapılan Student t Testi Sonuçları.....	68
Çizelge 4.13. Değişik Kükürt Seviyelerinin, Her Bir Yıkamadan Sonra Tuzların ($EC \times 10^3$) Yıkanmasındaki Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.	70

Çizelge 4.14. Değişik Jips Seviyelerinin, Her Bir Yıkamadan Sonra Tuzların ($EC \times 10^3$) Yıkanmasındaki Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	71
Çizelge 4.15. Değişik Kükürt Seviyelerinin, Her Bir Yıkamadan Sonra DSY (%)’nin Düşürülmesindeki Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	73
Çizelge 4.16. Değişik Jips Seviyelerinin, Her Bir Yıkamadan Sonra DSY (%)’nin Düşürülmesindeki Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	74
Çizelge 4.17. Deneme Boyunca Şahit Parsele (S_0) Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri	77
Çizelge 4.18. 0,25 t/da Kükürt (S_1) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri.....	77
Çizelge 4.19. 0,5 t/da Kükürt (S_2) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri.....	78
Çizelge 4.20. 1 t/da Kükürt (S_3) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri	78
Çizelge 4.21. Deneme Boyunca Şahit Parsele (J_0) Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri	79
Çizelge 4.22. 1 t/da Jips (J_1) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri	79
Çizelge 4.23. 3t/da Jips (J_2) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri	80
Çizelge 4.24. Kükürt ve Jips Uygulamalarının Değişik Dozlarında Elde Edilen ve Yıkama Sürelerinin Hesaplanmasında Kullanılan Eklemeli İnfiltrasyon Eşitlikleri.....	80

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Araştırma alanının konumu.	21
Şekil 3.2. Deneme deseninin planı.....	27
Şekil 3.3. Tesviye sonrası deneme yerinin görünümü.	29
Şekil 3.4. Deneme alanında oluşturulan parsel ve seddelerin görünümü.	30
Şekil 3.5. Deneme alanının üç tarafını çevreleyen drenaj kanalının görünümü.....	30
Şekil 3.6. Yıkamaların yapıldığı yeraltı su kaynağının görünümü.....	31
Şekil 3.7. Deneme parsellerinde yıkamaların yapılması.....	32
Şekil 3.8. Buharlaşma ve yağış miktarlarının ölçülmesinde kullanılan Class A tipi buharlaşma kabının görünüşü.	34
Şekil 4.1. Deneme öncesi toprakta derinlik–EC ilişkisi.....	39
Şekil 4.2. Deneme öncesinde KDK ve DSY değerlerinin toprak derinliğine göre değişimi....	40
Şekil 4.3. Deneme öncesinde DSY ve Kireç değerlerinin toprak derinliğine göre değişimi ...	41
Şekil 4.4.a. Profil 1’de derinliğe göre anyonların durumu.....	42
Şekil 4.4.b. Profil 1’de derinliğe göre katyonların durumu.	42
Şekil 4.4.c. Profil 2’de derinliğe göre anyonların durumu.....	43
Şekil 4.4.d. Profil 2’de derinliğe göre katyonları durumu.	43
Şekil 4.5.a. Kontrol parsellerinde 0–25 cm katmanında yıkama suyu miktarı ile toprakta kalan tuz oranı ilişkisi.	48
Şekil 4.5.b. Kontrol parsellerinde 25–50 cm, 50–75 cm katmanlarında yıkama suyu miktarı ile toprakta kalan tuz oranı ilişkisi.	49
Şekil 4.5.c. Kontrol parsellerinde 75–100 cm katmanında yıkama suyu miktarı ile toprakta kalan tuz oranı ilişkisi.	50
Şekil 4.6. Başlangıca göre toprakta kalan tuz yüzdesi ile yıkama suyunun toprak derinliğine oranı arasındaki ilişki.	53
Şekil 4.7. Kükürt uygulaması öncesi ve farklı kükürtlü materyal dozlarında 30, 120, 210 cm yıkama suyu uygulamalarından sonra toprakta kalan değişebilir sodyum yüzdeleri.	58

Şekil 4.8. Jips uygulaması öncesi ve farklı jipsli materyal dozlarında 30, 120, 210 cm yıkama suyu uygulamalarından sonra toprakta kalan değişebilir sodyum yüzdeleri.	59
Şekil 4.9. Hesaplanan jips ve kükürt ihtiyacına karşılık verilmesi gerekli kükürt miktarı.	65
Şekil 4.10. Hesaplanan jips ve kükürt ihtiyacına karşılık verilmesi gerekli jips miktarı.	66
Şekil 4.11. Farklı dozlardaki kükürt ve jips uygulamalarında eklemeli infiltrasyon eğrileri.	81



SİMGELER LİSTESİ

H^+	: Hidrojen
Na^+	: Sodyum
K^+	: Potasyum
Ca^{++}	: Kalsiyum
Mg^{++}	: Magnezyum
Fe^{+3}	: Demir
Al^{+3}	: Alüminyum
$O^=$	: Oksijen
B	: Bor
Cl^-	: Klorür
$S^=$	: Kükürt
J	: Jips
$SO_4^=$	: Sülfat
$CO_3^=$	: Karbonat
HCO_3^-	: Bikarbonat
CO_2	: Karbondioksit
H_2O	: Su
$CaSO_4 - 2H_2O$	: Jips
$CaCO_3$	: Kalsiyum Karbonat
$MgCO_3$	: Magnezyum Karbonat
H_2SO_4	: Sülfirik Asit
Na_2SO_4	: Sodyum Sülfat
$AgNO_3$	: Gümüş Nitrat
pH	: Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritması
EC	: Elektriksel İletkenlik
DSY	: Değişebilir Sodyum Yüzdesi
SAR	: Sodyum Adsorpsiyon Oranı
RSC	: Kalıcı (Bakiye) Sodyum Karbonat

% Na	: Sodyum Yüzdesi
Kİ	: Klor İndeksi
GG	: Geçirgenlik Göstergesi
D_{ys}	: Yıkama Suyu Miktarı
D_t	: Toprak Derinliği
(EC)₀	: Yıkamadan önce toprak profilinde saturasyon eriyiğinin elektriksel iletkenlik değeri.
(EC)_s	: Yıkamadan sonra toprak profilinde saturasyon eriyiğinin elektriksel iletkenlik değeri.
KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
γ_t	: Hacim Ağırlığı
Jİ	: Jips İhtiyacı
Sİ	: Kükürt İhtiyacı
DSY_b	: Islah Öncesi Değişebilir Soydum Yüzdesi
DSY_s	: Islan Sonrası Değişebilir Sodyum Yüzdesi
$\frac{C}{C_0} \times 100$	: Toprakta Başlangıca Göre Kalan Tuz Yüzdesi
C	: Belirtilen Yıkama Seviyelerinde Toprakta Mevcut Tuz Miktarı
C₀	: Toprağın Başlangıçtaki Tuz Miktarı
Tc	: Eklemeli Zaman
Ic	: Eklemeli İnfiltrasyon

İÇİNDEKİLER

ÖZ	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
ÇİZELGELER LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
SİMGELER LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Sınıflandırılması.....	5
2.2. Topraktaki Eriyebilir Tuzların Kaynakları ve Toprakların Tuzlu ve Sodyumlu Hale Gelmesi.....	5
2.3. Sulama Suyu Kalite Unsurları.....	7
2.4. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı	8
2.5. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı ile İlgili Bazı Çalışmalar	10
3. MATERYAL VE METOD	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Araştırma alanının konumu	20
3.1.2. Arazi ve toprak özellikleri.....	20
3.1.3. İklim	22
3.1.4. Su kaynakları	23
3.1.5. Tarımsal yapı ve üretim.....	24
3.2. Metod.....	26
3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan metodlar	26
3.2.1.1. Deneme metodu	26
3.2.1.2. Deneme konuları	26
3.2.1.3. Deneme yerinin hazırlanması.....	28
3.2.1.4. Islah Maddelerinin Parsellere Uygulanması.....	29

3.2.1.5. Yıkamaların yapılması.....	31
3.2.1.6. Toprak örneklerinin alınması	32
3.2.1.7. İnfiltrasyon ve buharlaşma değerlerinin ölçülmesi	33
3.2.2. Laboratuvarda uygulanan toprak ve su analiz metodları	33
3.2.3. Büro çalışmalarında kullanılan metodlar	35
3.2.3.1. Toplam çözünebilir tuzların belirlenmesinde kullanılan metod	35
3.2.3.2. Azalan değişebilir sodyum miktarının hesabı.....	36
3.2.3.3. Islah süresinin belirlenmesi.....	36
3.2.3.4. Araştırma sonuçlarına uygulanan istatistiki analiz metodları.....	36
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	37
4.1. Araştırma Alanı Toprak ve Yıkama Suyu Özellikleri.....	37
4.1.1. Deneme öncesinde toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	37
4.1.2. Denemede kullanılan yıkama suyunun özellikleri.....	44
4.2. Deneme Sonrası Toprakların Tuzluluk Değişimi.....	44
4.3. Deneme Sonrası Toprakların Sodyumluluk Değişimi.....	53
4.4. İstatistiki Analiz Sonuçları ve Yorumu	67
4.5. Yıkama Süresinin Belirlenmesi.....	75
5. ÖNERİLER	82
6. ÖZET	85
7. KAYNAKLAR.....	86

1. GİRİŞ

Dünyada toplam arazi yüzeyinin yaklaşık %10'unu kaplayan çorak topraklar tarımı etkileyen temel problemlerden birisi olduğu gibi, çevresel yönden de bir dünya problemi olarak kabul edilmektedir. Bütün iklim kuşaklarında oluşabilen tuzluluk, kurak şartlarda daha fazla ortaya çıkar. Bu nedenle kurak ve yarıkurak iklim şartlarının egemen olduğu bölgelerde yaygın olarak bulunurlar. Kurak ve yarıkurak bölgeler dünyadaki toplam alanın yaklaşık %46'sını kaplar. Bu iklim bölgelerinde sulanan alanların yaklaşık %50'sinde ise değişik düzeylerde tuzluluk problemi vardır.

FAO/UNESCO tarafından hazırlanan raporlarda, Dünya Toprak Haritası verilerine dayanarak, Dünya genelinde 954 milyon hektar tuzdan etkilenmiş ve üretkenliği kısıtlanmış Arazi bulunduğu bildirilmektedir. Bu raporlara göre, bu tip sorunlu topraklar, Afrika'da 80,5 milyon, Avrupa'da 50,8 milyon, Avustralya'da 357,3 milyon, Amerika'da 146,9 milyon ve Asya kıtasında 319,3 milyon hektar alanı kaplamaktadır (Sönmez ve ark. 1996).

Toprakta eriyebilir tuz birikmesi, tuzlulaşma ve alkalileşme üzerinde; sulama suyu kalitesi, seçilen sulama sistemi, yeterli bir drenaj sisteminin bulunup bulunmaması doğrudan etkilidir. Başlangıçta tuzluluk problemi bulunmayan topraklar elverişsiz sulama suyu kullanılması, uygun olmayan sulama sistemleri ve amenajman işlemleri veya yetersiz drenaj gibi faktörler nedeniyle kısa bir süre sonra verimsiz tuzlu ve alkali topraklar haline gelirler (Beyazgül 1995).

Optimum bitki gelişmesi için ihtiyaç duyulan uygun toprak ortamının sağlanması amacıyla, sulama ve drenaj beraberce yapılan işlemlerdir. Dünyanın bir çok bölgesinde, bitkilerin uygun gelişimi için gerekli olan nem, yüzey ve yer altı su kaynaklarından sağlanır.

Tuzlu ve sodyumlu toprakların orijinleri ile ilgili toprak genesisi konusuna ait doğal nedenler dışında sulama, tuzluluğu ve sodyumluluğu artırabilir. Artışın derecesi ise, 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).

Toprak tuzluluğu bitki gelişmesini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Toprak suyundaki tuz konsantrasyonunun fazlalığı osmotik basıncın artmasına neden olmakta ve dolayısıyla bitkilerin topraktan su almalarını sınırlayarak bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Bernstein 1974). Bitki kökleri çoğu tuzları geçirmez ancak su moleküllerinin geçmesine de engel olmayan yarı-geçirgen hücre zarı ihtiva etmektedir. Tuzlu ortamlarda büyümeye mecbur kalan bitkilerin bazıları hücre özsuyu içerisinde organik asit üreterek veya hücre içerisine daha fazla tuz alarak hücre içi ozmotik basıncını yükseltmeye, böylece tuzlu toprak çözeltisiyle hücre özsuyu arasında ozmotik bir denge sağlamaya çalışır. Fazla tuzun bitki büyümesini olumsuz yönde etkilemesi aslında bitkinin büyümesi için kullanacağı enerjinin büyük bir kısmını ozmotik potansiyel farkını ortadan kaldırabilmek için kullanmasındandır.

Değişebilir sodyum veya toprak çözeltisindeki çözünmüş sodyumun da spesifik iyon etkisi vardır. Bilindiği gibi değişebilir sodyumun yüksek olması toprakta dispersiyona sebep olmakta ve böylece toprak su geçirgenliği düşmektedir. Ancak sodyumun bitki gelişmesi üzerine olan olumsuz etkisinin toprağın fiziksel özelliklerini bozduğundan mı yoksa spesifik iyon etkisinden mi kaynaklandığı konusunda kesin bir kanıya varmak ve ayırım yapmak çok zordur (Bayraklı 1993).

Catlin ve ark. (1993), Kaliforniya'nın San Joaquin Vadisinde, eriğin tuza karşı toleransını belirlemek amacıyla 6 yıllık bir arazi denemesi yapmışlar ve 3 yıl sonra saturasyon çamurunda ölçülen elektriksel iletkenlik değeri olan 2,6 mmhos/cm'nin tuz tolerans sınırı olduğunu bildirmişlerdir. Tuzluluk seviyesi bu sınır değeri geçtiği her 1ds/m'lik artışta verimin %31 düştüğünü tespit etmişlerdir.

Tuzlu ve alkali toprakların ıslah edilmesi planlanırken, kullanılacak olan ıslah maddesinin cinsi, miktarı, yıkama suyu miktarı ile ıslah süresi bilinmesi gerekli ölçütlerdir. Islah ölçütleri, yapılacak olan yatırımın ekonomisini ve başarısını etkileyen başlıca etmenlerdir. Ancak bunların bilinmesi yapılacak çalışmaların başarılı olacağı anlamına gelmez. Çünkü çorak toprakların ıslahı oldukça zor, zaman alıcı ve maliyeti yüksek bir iş olması yanında, sürekli kılınmadığı veya uygun şartlarda yapılmadığı

durumlarda, toprakların yeniden çoraklaşması kaçınılmaz olacaktır. Çorak toprakların ıslah ölçütlerinin belirlenmesinde en güvenilir yöntemin sorunlu alanlarda yapılan denemeler ve uygulamalar olması, ülkemizde ıslah araştırmalarının bu doğrultuda yapılmasına neden olmuştur. Kuramsal eşitlikler ya da modellerle hesaplanan jips ve diğer ıslah maddelerinin miktarları, sorunlu alanlara tarla denemeleriyle uygulanmakta, elde edilen bulgulara göre proje sahasında gerekli ıslah kriterleri uygulanmaya yönelik olarak hesaplanmaktadır (Sönmez ve ark. 1996).

Tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında, topraktaki çözünebilir tuzların bitkiye zarar vermeyecek seviyelere indirilmesinde yıkama önemli bir faktördür.

Toprak profilindeki tuzların yıkanması 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. Islah maddesinin ekonomikliği, bulunma kolaylığı da gözönünde tutulmalıdır. Islah 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).

Topraksu tarafından hazırlanan “İl Toprak Kaynakları Envanteri” raporundaki etüd sonuçlarına göre Türkiye’de değişik düzeylerde tuzluluk ve sodyumluluk sorunu içeren toprakların miktarı arazi kullanım kabiliyeti bakımından II., III., IV. sınıf arazilerde 837.405 ha, V. sınıf arazilerde 93.513 ha, VI. ve VII. sınıf arazilerde 586.777 ha olmak üzere toplam 1.517.695 hektardır. Söz konusu II., III., IV., V. sınıf arazilerdeki çorak alanların %60’ı hafif tuzlu, %19’u tuzlu, %0,4’ü sodyumlu, %12’si hafif tuzlu sodyumlu ve %8’i ise tuzlu sodyumludur. Tuzlu ve Alkali araziler ülkemiz yüzölçümünün %2’sine, 12,5 milyon hektarlık sulanabilir arazinin %12’sine eşdeğer büyüklükte bir alan kaplamaktadır. Uygun ve yeterli drenajı bulunmayan, ıslaklık probleminin görüldüğü arazilerle birlikte toplam çorak alan 2.775.115 hektara ulaşmaktadır (Sönmez ve ark. 1996).

Konya kapalı havzasının toplam yüzölçümü 4.329.969 ha olup, bunun 1.956.360ha'ı tarım alanı, 1.257.422 ha'ı çayır mera, 642.578 ha'ı orman ve fundalık, 473.639 ha'ını ise yerleşim yerleri, su yüzeyi ve diğer araziler oluşturmaktadır (Anonymous 1992).Havza topraklarının 509.382 ha'ında tuzluluk ve sodyumluluk, 623.446 ha'ında ise drenaj problemi mevcuttur (Anonymous 1978).

Konya kapalı havzasındaki tuzlu- sodyumlu topraklar ile drenaj problemi görülen arazilerde Köy Hizmetleri 2. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan iyileştirme çalışmalarında 28.771 ha'ında kapalı drenaj projesi yapıp toplam 2984 km drenaj borusu kullanılmıştır. Kimyasal ıslah yapılan alan ise 998 ha olup kullanılan jips miktarı 8450 ton'dur (Anonymous 1999a).

Araştırma, Konya İlinin merkez ilçesi olan Karatay İlçesine bağlı Erler köyündeki tuzlu ve sodyumlu tarım arazilerinde yürütülmüştür. Islah materyalleri olarak Akdeniz Gübre Sanayii'nin atık malzemesi olan ve %85 saflıktaki jipsli malzeme ve piyasada satılan ve %80 saflıktaki toz kükürt kullanılmıştır. Bu iki ıslah materyalinin kullanılmasında amaç her ikisinin de ülkemizdeki gübre fabrikalarının atık malzemesi olarak temin edilebilme imkanının olmasıdır.

Araştırma yedi bölümde toplanmış olup; giriş bölümünde konunun önemi ve araştırma amacı bahsedilmiş, ikinci bölümde konu ile ilgili literatür özetleri, üçüncü bölümde araştırmada kullanılan materyal ve metodlar açıklanmış, dördüncü bölümde araştırma sonuçları ve tartışması yapılmış, beşinci bölümde sonuç ve öneriler verilmiş, altıncı bölümde özet, yedinci bölümde ise kaynaklar sunulmuştur.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Araştırma konusu ile ilgili çalışmalar; tuzlu ve sodyumlu toprakların sınıflandırılması, topraktaki eriyebilir tuzların kaynakları ve toprakların tuzlu ve sodyumlu hale gelmesi, sulama suyu kalite unsurları, tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı ve tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı ile ilgili bazı çalışmalar ve literatür bilgileri alt başlıklar altında toplanmıştır.

2.1. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Sınıflandırılması

Tuzlu topraklar, ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflamasına göre, saturasyon eriyiğinin 25°C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmhos/cm den büyük, değişebilir sodyum yüzdesi 15'in altında, pH değeri genellikle 8,5'ten küçük topraklardır (Güngör ve Erözel 1994). Bu topraklar Hilgard'ın "Beyaz alkali" ve Rus bilginlerinin "Solonchaks" olarak isimlendirdikleri topraklardır.

Sodyumlu topraklar, ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflandırmasına göre, saturasyon eriyiği elektriksel iletkenliği (25°C sıcaklıkta) 4 mmhos/cm den az, değişebilir sodyum yüzdesi 15'ten fazla ve pH değeri genellikle 8,5–10,0 arasında, ancak kireç içermeyen topraklarda ise 6'ya kadar düşebilen topraklardır (Güngör ve Erözel 1994). Bu topraklar Hilgard'ın "Siyah alkali" ve Rus toprak bilginlerinin "Solonetz" olarak isimlendirdikleri topraklara karşılık gelmektedir. Bu topraklara son zamanlarda bilim adamları literatürlerinde "sodic" terimini vermektedirler (Ayyıldız 1976).

Tuzlu-sodyumlu topraklar ise; ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflandırmasına göre, elektriksel iletkenlik değeri 4 mmhos/cm den büyük (25°C de), değişebilir sodyum yüzdesi 15'ten yüksek olan topraklardır. Bu topraklarda pH ender olarak 8,5'i geçer.

2.2. Topraktaki Eriyebilir Tuzların Kaynakları ve Toprakların Tuzlu ve Sodyumlu Hale Gelmesi

Tuzlu topraklarda eriyebilir tuzlar genellikle sodyum, kalsiyum ve magnezyum katyonları ile klorür ve sülfat anyonlarının bileşiklerinden oluşmaktadır. Az miktarda potasyum katyonu ile bikarbonat, karbonat ve nitrat anyonları bileşikleri de bulunabilir (Dorsan 1988).

Topraklardaki tuzların üç temel doğal kaynağı bulunmaktadır. Bunlar toprakta-ki minerallerin ayrışıp parçalanmaları ile ortaya çıkan tuzlar, yağışlarla atmosferden toprağa intikal eden tuzlar ve tuzlu deniz, göl ve benzeri yerlerde, eskiden kalma fosil kökenli tuz yataklarından toprağa geçen tuzlardır. Diğer taraftan önemli miktarda tuz tarımsal ve endüstriyel faaliyetler sonucunda toprağa geçmektedir. Özellikle kötü kalitede sulama suyunun kullanıldığı sulama faaliyetleri neticesinde topraklarda önemli miktarlarda tuz birikmesi meydana gelmektedir. Özellikle drenajı zayıf ve yetersiz bölgelerde uygulanan aşırı sulama suyu, suyun kalitesine bağlı olarak o bölge toprakların tuzlulaşmasına ve bazı hallerde hem tuzlulaşmasına ve hem de alkalileşmesine sebep olmaktadır.

Minerallerin fiziksel ve kimyasal yollarla ayrışıp parçalanmaları neticesinde topraklara çok önemli miktarlarda tuz intikal etmektedir. Yağışı yeterli olan bölgelerde bu tuzlar yağış suları ile yıkanarak toprak profilinden uzaklaşmaktadır. Toprağı terk eden tuzlu sular deniz veya iç göllere ulaşmakta tuzlarını burada bırakmaktadır. Kurak ve yarıkurak bölgelerde minerallerden toprağa intikal eden tuzların yetersiz yıkanma, uygun olmayan topoğrafya, yüksek derecede buharlaşma gibi nedenlerle topraktan uzaklaşmasına imkan yoktur. Böylece tuzların toprakta birikmesi sözkonusu olmaktadır (Bayraklı 1993).

Tuzlu topraklar pek çok çevresel şartlarda oluşabilir; fakat kurak ve yarıkurak bölgelerde daha fazladır. Yapılan tahminlere göre dünyada sulanan tarım alanlarının 1/3'ü halihazırda tuzlu topraklardır. Tuzlu topraklar genellikle verimli altüviyal ovalarda görülür. Nitekim; Mısır'da yaklaşık 800.000 ha tarım alanında primer ve sekonder tuzluluk bulunmaktadır. Tuzlu toprakların artmasının en önemli sebebi, sağlıklı bir drenajın bulunmadığı alanlarda yapılan uzun yıllar sulama uygulamalarıdır. Yine Mısır'da bitkisel ürün kaybını önlemek amacıyla çiftçilerin bazen tuzlu drenaj suları ile sulama yapmaları, gelecekte delta bölgesinde tuzlu toprakların artmasına sebep olabilecektir (De Dapper ve Goosens 1996).

Çiftçi (1987), Konya Tigem arazilerinde yaptığı bir araştırmada, toprakların tuzlulaşmasına ve yer yer sodyumlulaşmasına asıl sebebin yüksek tabansuyu seviyesi ve tabansuyu tuz konsantrasyonu olduğunu tespit etmiştir. Yine Çiftçi ve ark.'nın (1995), Konya Ovası'nda yapmış oldukları bir araştırmada, drenaj suyu ile sulanan ve

sulanmayan arazilerden sondajla alınan toprak örneklerinin tuzluluk seviyeleri mukayese edildiğinde; sulanmayan alanlardan alınan örneklerin çoğunda (%79) tuzluluk seviyesi sorun oluşturmayacak düzeyde iken, sulanan alanlardan alınan örneklerin tuzluluk değerleri örneklerin tamamına yakınında (%83) sorun oluşturacak düzeyde bulunmuştur.

Topraklar kolloidlerinin yüzeyindeki negatif yük etkisi ile toprak eriyiğindeki katyonları adsorbe etme özelliğine sahiptirler. Adsorbe edilen bu katyonlar ile toprak eriyiğindeki katyonlar arasında dinamik bir değişim dengesi vardır. Bu denge Gapon denklemi ile tanımlanır. Değişim kompleksinde başlıca Ca, Mg ve Na içeren tuzlu topraklar için bu denklem aşağıdaki gibi yorumlanır.

$$\frac{Na^{+}_{ads}}{(Ca^{++} + Mg^{++})_{ads}} = K \frac{Na^{+}_{sol}}{(Ca^{++} + Mg^{++})_{sol}}$$

2

Burada adsorbe edilen katyonlar (ads) meq / 100 gr. toprak, eriyebilir katyonlar (sol) meq/l olarak belirtilmiştir. K ise değeri yaklaşık 0,015 olan bir katsayıdır.

Kurak bölgelerde normal toprakların değişim komplekslerinde hakim katyonlar Ca^{++} ve Mg^{++} 'dur. Toprak eriyiğinde fazla miktarda suda eriyebilir sodyum tuzlarının birikmesi sonucunda değişim kompleksinde Ca ve Mg'un bir kısmı Na ile yer değiştirir. Buharlaşma ve suyun bitkiler tarafından absorpsiyonu sonucu toprak eriyiği konsantre hale gelince çözünürlük sınırları aşıl原因 tuzlar $CaSO_4$, $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ halinde çökelir ve bu çökelmeler ile orantılı olarak sodyum oranı artar (Dorsan 1988).

2.3. Sulama Suyu Kalite Unsurları

Sulama suyu kalitesinin sınıflandırılmasında pek çok araştırmacı genellikle kendi isimleriyle anılan yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemlerden bazıları sadece tuzluluk zararı için toplam tuzluluğun ölçüğü olarak elektriksel iletkenlik değerini ($EC \times 10^6$) ve sodyumluluk zararı için sodyum yüzdesi (%Na) veya sodyum adsorpsiyon oranını (SAR) gözönüne almaktadır. Bazı araştırmacılar ise özel iyon toksisitelerini yani bor, klorür, bikarbonat konsantrasyonlarını ve kalıcı sodyum karbonat (RSC), klor indeksi (KI), geçirgenlik göstergesi (GG) gibi parametrelerini esas alarak sulama sularını kalite yönünden sınıflandırmaktadır.

Yukarıda belirtilen kriterler aşağıda gösterilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$1. \%Na = \frac{Na^+}{\sum Katyon} \times 100$$

Na^+ = Sodyum (me / l)

$$2. SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Ca^{++} = Kalsiyum (me / l)

$$3. RSC = (CO_3^{==} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

Mg^{++} = Magnezyum (me / l)

$$4. KI = \frac{Cl^-}{SO_4^{==}}$$

$CO_3^{==}$ = Karbonat (me / l)

$$5. GG = \frac{Na^+ + \sqrt{HCO_3^-}}{\sum Katyon} \times 100$$

HCO_3^- = Bikarbonat (me / l)

Eşitliklerde iyonların konsantrasyonu me/l cinsinden ifade edilmektedir. (Güngör ve Erözel 1994).

2.4. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı

Tuzlu topraklarda ıslahın başlıca amacı, bitki kök bölgesi derinliğindeki eriyebilir tuzların yıkanarak topraktan uzaklaştırılmasıdır. Bu toprakların ıslahında gözönünde bulundurulacak en önemli faktörler tabansuyu düzeyini bitkinin etkili kök derinliği altında tutmak ve çözünmüş tuzların bulunduğu tabansuyunu uzaklaştırmaktır. Bu da ancak etkin olarak çalışan bir drenaj sistemiyle gerçekleştirilebilir.

Tuzlu toprağın ıslahı amacıyla uygulanacak yıkama suyu miktarına şu faktörler etkilidir.

- Toprakta ve tabansuyunda başlangıçta bulunan tuzların miktarı ve çeşidi
- Yıkama suyunun kalitesi
- Toprağın geçirgenliği
- Yıkacak toprak derinliği
- Yıkama şekli

Yıkama suyu miktarına, yıkama suyunun toprağa uygulanma şekli de etkilidir. Yıkama suyu toprağa genellikle üç yöntemle uygulanır. Bunlar,

- a. Devamlı göllendirme
- b. Aralıklı göllendirme
- c. Yağmurlama yöntemi (Güngör ve Erözel 1994).

Yıkamada kullanılan en ekonomik su miktarı yağmurlama metodu ile olmakla birlikte çoğunlukla aralıklı göllendirme metodu ile yıkama yapılmaktadır. Hidrolik geçirgenliği az olan topraklarda yıkama suyunun aralıklı olarak verilmesi yani toprağın periyodik olarak ıslanması ve kurumması toprağın infiltrasyon hızını da arttırmaktadır (Sönmez ve ark. 1996).

Tuzlu toprakların yıkanması için ihtiyaç duyulan su miktarının tayin ve tespit edilmesi amacıyla pek çok araştırmacı tarla yıkama denemeleri yapmıştır. Reeve ve arkadaşlarının California'nın Coachella vadisinde yapmış oldukları tarla denemeleri sonucunda yıkama suyu miktarının hesaplanmasında aşağıdaki eşitliği bulmuşlardır (Ayyıldız 1976).

$$\frac{D_{ys}}{D_t} = \frac{1}{\frac{5(EC)_s}{(EC)_0}} + 0,15$$

Burada;

D_{ys} = Gerekli yıkama suyu miktarı (m)

D_t = Yıkanacak toprak derinliği (m)

$(EC)_0$ = Yıkamadan önce toprak profilinde saturasyon eriyiğinin elektriksel iletkenlik değeri (milimhos/cm).

$(EC)_s$ = Yıkamadan sonra toprak profilinde saturasyon eriyiğinin elektriksel iletkenlik (milimhos/cm) değerlerini göstermektedir.

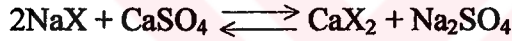
Tuzluluk sorunu olmayıp sadece sodyumluluk sorunu olan toprakların ıslahı, tuzlu-sodyumlu topraklara kıyasla daha güçtür. Böyle topraklarda toprağın değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) değerini azaltmak amacıyla toprağa verilen kimyasal maddelerin toprağa karıştırılıp yıkama suyu ile toprak gözenekleri içinde etkin bir şekilde dağılmasını sağlamakta zorluk çekilmektedir. Çünkü bu toprakların su alma hızları

çok düşüktür. Tuzlu-sodyumlu veya sadece sodyumlu toprakların ıslahı için gerekli kimyasal maddelerin cinsi ve miktarı ile yıkama suyu miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir. Sodyumlu ve tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında yıkama suyunun topraktan uzaklaştırılması için mutlaka etkin çalışan bir drenaj sistemine ihtiyaç vardır (Güngör ve Erözel 1994).

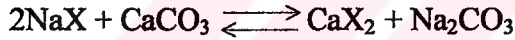
Sodyumlu toprakların ıslahı, kök bölgesinde değişebilir sodyumun genellikle kalsiyum iyonları ile yer değiştirmesini gerektirir. Sodyumlu toprakların ıslahı için gerekli kimyasal maddeler genel olarak 3 gruba ayrılabilir.

- a. Çözünabilir kalsiyum tuzları: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 , fosfojips
- b. Az çözünabilir kalsiyum tuzları: Kalsit; CaCO_3
- c. Asitler ve asit formları: H_2SO_4 , Fe ve Al Sülfat, kireç-sülfür, Pirit v.b.

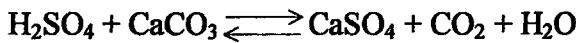
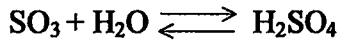
Eriyebilir kalsiyum tuzları içerisinde en yaygın olarak kullanılan ıslah maddesi jips'tir. Jips'in topraktaki reaksiyonu;



Eriyebilirlikleri düşük kalsiyum tuzları içerisinde en çok kireç taşı (CaCO_3) kullanılmaktadır. Ancak kireç taşının etkinliği ortam pH değerinin 7,5 ve daha fazla olması durumunda azalmaktadır. Kireç taşının topraktaki reaksiyonu;



Asitler ve asit oluşturanlar grubunda en çok kullanılan madde kükürt'tür. Kükürt'ün topraktaki reaksiyonu;



2.5. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı ile İlgili Bazı Çalışmalar

Reeve ve Bower (1960), yapmış oldukları kolon denemelerinde başlangıçta yıkama suyu olarak kullanılan deniz suyunun, yıkamanın ileriki safhalarında iyi kalitedeki nehir suyu ile karıştırılarak verilmesinin ıslah için başarılı sonuç verdiğini, fakat bu yöntemde ıslah için gerekli yıkama suyunun genellikle fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Sohota ve Bhumbra'nın (1969), yaptıkları bir araştırmada; topraktaki eriyebilir tuzların yıkanmasında aralıklı göllendirme şeklinde su verilmesinin sürekli göllendirmeye göre daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Kara (1971), farklı sulama metodu uygulamalarında toprak profilindeki tuz ve bazı katyonların hareketleri ile bunların mevsimlik değişimleri, tuz hareketinin taban suyu tuzluluğu ve seviyesi ile ilişkilerini incelemiştir.

Roos ve ark. (1976), alkali toprakların ıslahında jipsi, yüksek oranda tuz içeren su ve tuz içeriği düşük su ile ayrı ayrı kombine ederek kullanmışlar, araştırma sonucunda; yüksek oranda tuz içeren su ile jips kombinasyonu uygulamasında yüksek randıman ve uygun toprak geçirgenliği elde edilmiş, buna karşın tuz içeriği düşük su jips kombinasyonunda hidrolik geçirgenlikte önemli bir artış sağlanamamış ve ıslah için uzun bir zaman gerektiğini belirlemişlerdir.

Yazıköy-Burdur tuzlu-sodik toprakların ıslahı için yapılan bir araştırmada; üç tekrarlamalı olarak rastgele bloklar düzenine göre, $5 \times 5 = 25\text{m}^2$ 'lik parseller oluşturulmuş, konu olarak 0, 2, 4, 6, 8 t/da jips dozları alınmış, yıkamalar aralıklı göllendirme olarak yapılmış her seferinde 20 cm su uygulanarak, her birim suyun toprak yüzeyinden kaybolması ile bir sonraki su uygulaması arasında yaklaşık 48 saat aralık verilmiş, deneme sonunda bor ve toplam çözünebilir tuzların yıkama eğrileri çizilmiş, yıkama denklemleri hesaplanmıştır. Toprakta başlangıçta bulunan çözünebilir tuzların ve bor'un %80'ini yıkamak için gerekli D_{ys} / D_t oranları sırasıyla 6,8 ve 20,0 olarak bulunmuştur. Yıkama suyu birimleri arttıkça DSY değerlerinin sadece jips uygulanan parsellerde değil uygulanmayan parsellerde de azaldığı tespit edilmiştir (Yılmaz 1978).

Kırda (1979), Aşağı Seyhan sulama projesi alanında bulunan tuzlu ve sodyumlu toprakların, yıkama modeli kullanılarak iyileştirebilme ölçütlerinin saptanması amacıyla laboratuvar şartlarında bir araştırma yapmış ve araştırma sonucunda değişebilir sodyum yüzdesinin (DSY) %10'a indirilmesi için ovada bulunan tuzlu sodyumlu topraklara uygulanması gerekli ortalama jips miktarını, 29 kg /da.cm olarak belirlenmiş ve %70 olasılıkla 18-33,5 kg/da.cm arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmiştir.

Mışra (1980), Hindistan'daki sodyumlu toprakların ıslahında gübre sanayi atığı kullanarak 23 t/ha ve daha fazla miktarların bu toprakları ıslah edeceğini bildirmektedir.

Sing ve Narain'e (1980) göre, buğdayın tuzluluğu 8,0 mmhos/cm olan sularla sulanmasında verimde önemli bir düşüş olmadığını, sulama suyu tuz konsantrasyonunu 12,0 ve 16,0 mmhos/cm'ye çıktığında ilk iki yıl verimde %29 ve %69 diğer iki yılda ise %74 ve %89 verim azalması olduğunu ve sulama suyu tuzluluğu arttıkça 60 cm toprak derinliğinde önemli derecede tuz biriktiğini tespit etmişlerdir.

Yılmaz (1980), Konya Ovası tuzlu ve borlu allüviyal topraklarının yıkama imkanlarını, yıkama suyu miktarı ve yıkama süresini saptamak amacıyla yapmış olduğu denemede, yıkamaları aralıklı göllendirme şeklinde yapmış olup, her seferinde 20 cm su uygulamıştır. Her birim suyun toprak yüzeyinden kaybolması ile bir sonraki uygulama arasında yaklaşık 48 saat aralık vermiştir. Deneme sonunda, topraktaki toplam çözünebilir tuzların ve borun %80'ini yıkamak için gerekli (D_{ys}/D_t) oranlarının sırası ile 2,5 ve 5,0 olarak bulmuş, bor tuzlarının diğer çözünebilir tuzlara göre daha zor yıkandığını tespit etmiştir.

Tuzlu topraklarda yıkama suyu miktarının toprağın elektriksel iletkenliğine etkisini saptamak amacıyla, tuzlu-sodyumlu toprak örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada elektriksel iletkenlikleri 15,625 – 21,875 milimhos/cm (25°C de), arasında değişen topraklara 40 cm yıkama suyu uygulanmasıyla toplam çözünebilir tuz konsantrasyonunun bir ölçüsü olan elektriksel iletkenlik değerlerinin yaklaşık %96 oranında azalabileceği tespit edilmiştir (Ayyıldız ve ark. 1984).

Bahçeci (1984), Aksaray Ovası tuzlu, sodyumlu, borlu topraklarının ıslahında kullanılacak yıkama suyu miktarı ve jips ihtiyaçlarını ve yıkama sürelerini belirlemek amacıyla yaptığı araştırmada; toplam suda çözünebilir tuzların ve bor'un yıkanması ile ilgili denklem ve eğriler elde etmiş, çözünebilir tuzların %80'ini yıkamak için toprak derinliğinin 5 katı su gerekirken, bor yıkanması için 7 kat su gerektiğini, değişebilir Na^+ fazlalığının giderilmesinin uygulanan jips dozları arttıkça, arttığını tespit etmiştir.

Sönmez ve ark. (1984), Ankara ve Göttingen Üniversiteleri arasındaki anlaşma ile Kiel Üniversitesi Suculuk Enstitüsü öğretim elemanlarıyla birlikte Konya-Çumra sulama şebekesinin tuzlu ve sodyumlu alanlarında, tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı amacıyla üç yıl süren bir araştırma yürütmüşlerdir. İlk yıl araştırma alanında düzenlenen deneme parsellerine farklı jips miktarları uygulanarak ıslah için gerekli en uygun jips miktarı ve yıkama suyu miktarı saptanmış, ikinci yıl, birinci yılda bulunan

değerlerin ışığı altında tüm alan ıslah edilerek yıkama suyunun etkinliği tüm alan için kanıtlanmış, üçüncü yıl, ıslah edilen araştırma alanının tümüne p-661 yerçil arpa ekilmiş hasat sonuçlarına göre ıslah sonrası alandan 5-7 kat daha fazla ürün artışı sağlandığını tespit etmişlerdir.

Becer ve ark.'nın (1986) yaptıkları bir çalışmada, toprakla karıştırılan jipsin çözünmesi, hareketi ve alt katmanlarındaki iyon değişimini tahmin edebilen bilgisayar programlarının yazılması amacıyla iki ayrı program geliştirmişlerdir. Birincisi katı jipsin çözünmesi, toprak içindeki hareketini zaman ve derinliğe bağlı olarak tahmin edebilmektedir. İkincisi ise; Kalsiyum iyonlarının, sodyumla değişimini modellemekte, Ca ve Na iyonlarının sıvı fazdaki ve topraktaki konsantrasyonlarını zaman ve derinliğe bağlı olarak ifade edebilmektedir.

Erbaa Ovası tuzlu, sodyumlu ve tuzlu-sodyumlu topraklarında, toprak profilindeki tuzluluğu, sodyumluluğu ve bor'u güvenilir düzeylere düşürebilmek için gerekli jips ve Samsun Azot Sanayi artığı (alçı şlamı) ile yıkama suyu miktarı ve yıkama süresinin saptanması amacıyla yapılan bir çalışmada, ıslah maddeleri kullanılmadan toprağın tuz ve bor sorunlarının yıkama suyu ile sodyumluluk sorununun ise ancak ıslah maddelerinin kullanılmasıyla giderileceğini, ıslahta her iki ıslah maddesinin de etkili olduğu tespit edilmiştir (Özyurt ve ark. 1986).

Şanlıurfa-Harran Ovası tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında yararlanılacak jips ve yıkama suyu miktarı ile yıkama süresini saptamak için yapılan bir çalışmada, toplam çözünebilir tuzların yıkama eğrileri çizilip yıkama denklemleri hesaplanmıştır.

Tuz yıkama denklemi $\frac{D_{ys}}{D_t} = 8,70e^{-0,0415 C / C_0 \times 100}$ bulunmuştur. Deneme parsellerine

verilen suların infiltrasyon değerleri saptanarak ıslah süresi ile ilgili eğri ve denklemler de elde edilmiştir (Sevgilioğlu 1987).

Dorsan ve ark. (1988) Bandırma Gübre Sanayi artığı jipsli materyalin Menemen Ovası tuzlu-sodyumlu topraklarının ıslahında kullanılabilme imkanlarının saptanması amacıyla yaptıkları bir çalışmada, ıslah materyalinin olumlu yönde etkili olduğu saptanmış ve uygulanacak ıslah maddesi dozlarında verilmesi gerekli yıkama suyu miktarlarının hesaplanmasına yarayan eşitlik ve eğriler elde etmişlerdir.

Dolzhenko'ya (1977) göre; eşdeğer miktarlarda sülfürik asit, kalsiyum klorit, kalsiyum sülfat ve nitrik asit'in tuzlu-sodyumlu toprakların geçirgenlik ve toprak tuzluluğu değerleri üzerine etkilerini araştırmış, araştırma sonucuna göre sülfürik asit en fazla etkili bulunurken diğer üç konunun etkileri aynı bulunmuştur (Dorsan 1988).

Chand ve ark.'na (1977) göre; yüksek düzeyde sodyum içeren topraklara, jips, sülfürik asit, nitrik asit, alüminyum sülfat, demir sülfat, çiftlik gübresi ve şeker fabrikası atıkları kullanılmış, jips, alüminyum sülfat ve sülfürik asit uygulandığında arpada en yüksek verim alındığını, çiftlik gübresi ve şeker fabrikası atıklarının yüksek dozda uygulandığında verim artışı sağlandığı tespit edilmiştir (Bahçeci 1989).

Miyamoto ve ark. (1989), sodyumlu toprakların ıslahı için kolon denemesi yapmışlardır. Denemede, 5 tane inorganik (H_2SO_4 , $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $FeSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$) ve 2 tane organik bileşik (polyacrylamide ve trihydroxyglutaric acid) kullanılmış, deneme sonucunda; kalsiyum bileşikleri ve sülfürik asitin kireçli topraklara uygulanması organik bileşiklere göre orta derecede tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında daha etkili bulunmuştur.

Saatçılar (1989), Salihli ve Söke Ovalarında, Bandırma Gübre Sanayii atığı jipsli materyalin çorak toprakların ıslahında kullanıma olanakları ile ilgili yaptığı çalışmada; eriyebilir tuzların %80'inin yıkanması için toprak derinliğinin 7 ve 5,5 katı, eriyebilir bor'un %80'inin yıkanması için de 6 katı yıkama suyu verilmesi gerektiğini saptamış, değişebilir sodyum fazlalığını gidermek için hesaplanacak jips miktarları ile ilgili abak ve yıkama süresi denklemlerini hazırlamış ve sonuçta; kullanılan materyalin ıslahta etkili olduğunu belirlemiştir.

Bir yerde yetiştirilen bitkisel ürünler topraktaki tuz dağılımı ve taban suyu derinliğinden doğrudan etkilenmektedir. Bu sebeple tuzlu toprakların ıslahının anlamı; toprak tuzluluğunun yıkama ile izin verilebilir düzeye indirmek, sulamanın sebep olduğu taban suyu seviyesini azaltmak ve mevcut tuzluluktan korunmaktır. Bunu sağlamanın yolu genellikle bitkilere havadar bir kök bölgesi sağlamak ve fazla sulama sularını uzaklaştırmak için drenlerin yapılması ile mümkündür. Tuzlu toprakların kabul edilebilir seviyeye indirilmesinde kullanılan sulama suyunun miktarı, başlangıçtaki toprak tuzluluğuna, sulama suyu kalitesine, ıslah edilecek toprak derinliğine ve su uygulama yöntemlerine göre değişir (Gupta ve Abrol 1990).

Kara ve ark. (1990), Konya-Çumra-Çandır Mevkii arazilerinde yaptıkları bir çalışmada, taban suyu seviyesinin yıllık değişiminin, taban suyu seviye sınıfı yönünden (Hansen, Israelsen ve Stringhan 1979) "Fena düzeyde" bulmuşlardır. Fena düzeyde bulunan taban suyu seviyelerinin, yarı kurak iklim kuşağında bulunan bölgelerde tarla içi drenaj şebekesinin tesis edilmemiş olduğu yerlerde toprakların tuzlulaşmasına sebep teşkil edeceğini belirtmişlerdir.

Sönmez (1990), Aşağı Kızılırmak havzası tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahı için gerekli jips ve yıkama suyu miktarı ile yıkama süresini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; başlangıçta %40 civarında olan değişebilir sodyum miktarının, 0-60 cm toprak derinliğinde %15'in altına düşürmek için 1 ton/da jips uygulamasının en iyi sonucu verdiğini, 270 cm yıkama suyunun da 0-100 cm derinlikte başlangıçta mevcut tuzların %82'sini yıkadığını tespit etmiştir.

Tuzlu toprakların ıslahında yıkama yeterli olmasına rağmen sodik toprakların ıslahında, ıslah maddelerinin kullanımına ihtiyaç vardır. Burada; topraktaki Na iyonları ile Ca'un yer değiştirmesi sözkonusudur. Jips'in çözünürlüğü ile ilgili bilinen gerçek, çözünürlüğünün düşük olması ve fazla miktarda suya ihtiyaç vardır. Yapılan tahminlere göre; 0,5-2,0 mm büyüklükteki jipsin %99'unun çözünebilmesi için, ilk 30 cm'lik toprak derinliğine sadece 36 cm yıkama suyuna ihtiyaç vardır (Gupta 1991).

Kara ve ark.'nın (1991), Konya Ovası'nda yapmış oldukları bir araştırmada, taban suyu seviyesi yıllık değişimi 106 -192 cm arasında bulunmuş, taban suyu tuz kalitesi de T_3S_1 , çıkmıştır.

Sönmez (1991), Tuzlu ve alkali toprakların ıslah kriterlerinin programlama tekniği kullanarak belirlenmesi ve tarla denemeleriyle kalibrasyonu üzerine yapmış olduğu araştırmada; Bilgisayar programı ile belirlenen yıkama suyu miktarlarının hangi seviyelerde topraklarda tuz ve bor yıkanmasında yeterli olduğu, yıkama suyu uygulamalarından sonra alınan toprak örneklerinin analiz neticelerine göre belirlemiş, 180 cm yıkama suyu uygulamasından sonra 0-20 cm, 20-40 cm derinlikte, 315 cm yıkama suyu uygulamasından sonra tüm derinliklerde elektriksel iletkenlik değerleri 4 mmhos/cm'nin altına inmiştir. 490 cm yıkama suyu uygulaması sonucunda, 0-60 cm toprak derinliğinde başlangıçta mevcut bor'un %94,87'si yıkanmıştır. Jips uygulaması deneme parsel topraklarının infiltrasyon hızını artırırken jips dozlarındaki artışa bağlı olarak ıslah süresi azalmıştır.

Balçm ve Çelik (1992), Amasya Suluova tuzlu-sodyumlu ve bor'lu topraklarının ıslahı için yaptıkları araştırmada; toprakta mevcut tuzu 4 mmhos/cm'nin altına düşürmek için 180 cm, bor'u 1,5 ppm'e düşürmek için de 420 cm yıkama suyunun gerekli olduğunu, DSY'nin %15'in altına düşürülmesi için 0-20 cm ve 0-40 cm toprak derinliği için 2,86 ve 4,16 t/da jips verilmesi gerektiğini tespit etmişlerdir.

Uzunoğlu ve ark. (1992), Ankara Sarayköy'de tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahında kullanılan çeşitli ıslah maddelerinin, çorak ıslahı açısından etkinlikleri yanında toprakta fiziksel özelliklerde yarattıkları değişiklikleri saptamak amacıyla yaptıkları araştırmada; deneme konusu olarak jips, çiftlik gübresi, Akdeniz Gübre Sanayii atığı ve kültürt kullanılmış, konulara 20'şer cm'lik dozlar halinde toplam 260 cm yıkama suyu uygulanmış, deneme sonunda tüm parsellerde sorunun giderilmesinde ıslah maddelerinin hepsi etkili olurken yüksek dozlarda etkinliğin arttığını bu konuda en etkili ıslah maddesinin kültürt olduğunu, bunu jips, Akdeniz Gübre Sanayii atığı ve çiftlik gübresinin takip ettiğini belirlemişlerdir.

Ereğli-İvriz Sağ Sahil sulama alanında yeraltı suyu kalitesi ve sulamada kullanılabilirliği üzerinde yapılan bir araştırmada; yüksek derecede tuzlu olan yeraltı suyunun sulamaya uygun olmadığı, iyi kalitede bir su olan İvriz Barajı suyu ile yeraltı suyunun belirli oranlarda karıştırılarak sulamada kullanılması tavsiye edilmiştir (Yıldırım 1992).

Iğdır Ovası topraklarında SAR-DSY ilişkisi üzerine yapılan bir araştırmada; ova toprakları için DSY değerlerinin tahminlerinde aynı toprak örneğinin SAR değerinden yararlanılabileceği ortaya konulmuş bu ise;

$DSY = 100 \times (0,0198 + 0,015 \text{ SAR}) / 1 + (0,0198 + 0,015 \text{ SAR})$ denklemi ile gösterilmiştir (Anapalı 1993).

Buğday ve pirinç tarımı yapılan oldukça alkali (pH:10,6 – DSY.%95) tarım alanlarında, bitki yetiştirme ortamını iyileştirme ve mahsul alımını arttırmak amacıyla yapılan sera çalışmasında; ıslah materyalleri olarak jips, pirit, çiftlik gübresi ve bunların değişik kombinasyonları kullanılmış sulama suyu olarak da, tuzlu (EC = 4 milimhos/cm) ve tuzsuz (EC = 0,4 milimhos/cm) kalitede sulama suyu uygulanmış, deneme sonucunda; kaliteli sulama suyu ile etkinlik sırasına göre jips+çiftlik gübresi>pirit+çiftlik gübresi>jips>pirit>çiftlik gübresi>kontrol uygulamaları DSY'de önemli azalmalar, her iki bitki için de mahsul alımında önemli artışlar sağladığı tespit edilmiştir (Dubey ve ark. 1993).

Avustralya'da sulanan alanların büyük çoğunluğunda, toprak katmanlarındaki alkaliliğin ıslah edilmesine (en azından kök bölgesinin) ihtiyaç duyulmaktadır. Alkali toprakların ıslahı, jips uygulaması, uygun toprak işleme ve organik maddenin toprakta birikmesi ile yapının düzeltilmesi ve biyolojik faaliyetlerle mümkündür. Daha sonraki aşamalarda, sulanan alkali topraklarda büyük bir önem arzeden yapay drenaj ile mümkündür (Rengasamy ve ark. 1993).

Jipsli sodik toprakların infiltrasyon hızı genellikle düşük elektrolitli sulama suları ile başarılı bir ıslah için yeterlidir. Jipsli sodik toprakların ıslahı için gerekli su ihtiyacı tuzlu killi-tınlı topraklar için kullanılan devamlı göllendirme metodundaki yaklaşık 1,5 cm su/1 cm toprak kalınlığı değeri ile aynıdır (Oster 1993).

Verma (1993) tuzlu ve alkali toprakların ıslahı amacıyla yapmış olduğu saksı denemelerinde; ıslah materyalleri olarak kükürtlü bileşikler ve geçirgen kalıplar şeklinde maddeler uygulamış, 2 yıl pirinç ve buğday üretimi ile tuzlu-alkali toprağın pH, EC ve DSY değerleri kabul edilebilir seviyelere indirilmiştir. Hektara 20 tona eşdeğer oranlarda kükürtlü bileşikler veya geçirgen kalıplar, pirinç ve buğday üretiminde artış sağlamıştır. En yüksek verimi her iki ıslah materyalinin birlikte kullanıldığı zaman verdiğini tespit etmiştir.

Yılmaz (1993), Konya Ovası drenaj şebekesi sularının sulamada kullanılması ile ortaya çıkaracağı sorunların tespiti amacıyla yapmış olduğu bir araştırmada, drenaj şebekesinden alınan su örneklerinin %94'ünün 3. ve 4. sınıf sulama suyu özelliğinde olduğu, bu sularla sulanan tarım arazilerinden alınan toprak örneklerinin %60'ından fazlasının tuzlu ve sodyumlu toprak özelliği gösterdiğini, bu sebeple drenaj kanalı sularının mevcut şartlarda sulamada kullanılmasının uygun olmayacağını tespit etmiştir.

Lax ve ark.'nın (1994), tuzlu sulama suyu uygulamalarıyla tuzlulaşmış, domates tarımı yapılan topraklarda yaptıkları bir araştırmada; belediye katı atıklarını normal (1,9 mmhos/cm) ve tuzlu (4,2 mmhos/cm) sularla, bu tarım arazilerine uygulamaları sonucu, topraklarda büyük bir risk oluşturan ve sekonder tuzlulaşmaya neden olan tuzlu su uygulamalarının belediye katı atıklarının uygulanmasıyla bu zararlılığın azaldığını ayrıca, belediye katı atıklarının topraklara uygulanması sonucu toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri olan organik karbon, KDK, değişebilir sodyum, agregat stabilitesi, infiltrasyon oranı, su tutma kapasitesi ve bitki yetiştiriciliği üzerine olumlu etki yaptığını tespit etmişlerdir.

Taban suyu tuzluluk kontrolünde drenaj sistemlerinin performansının tesbiti amacıyla, Hindistan'ın Rajasthan bölgesinde yapılan bir çalışmada; toprakaltı drenajı çalışmalarının toprak tuzluluğu ve alkaliliğini önemli bir derecede düşürdüğü, araştırma bölgelerine bağlı olarak dren aralıklarının 30 veya 40 ile 60 m arasında seçilmesi tavsiye edilmiştir. (Aheer ve ark. 1995).

Beyazgül (1995), Salihli Ovası tuzlu ve alkali topraklarının ıslahında Keçiborlu kükürt işletmesinin flotasyon atıklarını kullanma olanakları üzerine yapmış olduğu çalışmada; 160 cm yıkama suyundan sonra tüm deneme konularında 100 cm'lik toprak profilinin tuzluluğu 4 mmhos/cm'nin altına düştüğü, elde edilen tuz yıkama eşitliğine göre topraktan çözünebilir tuzların %80'inin giderilmesi için toprak derinliğinin 7,9 katı yıkama suyu gerektiğini belirlemiş, elde edilen yıkama eşitlik ve eğrilerinden toprakta mevcut bor'un %80'inin giderilmesi için kontrol konusunda toprak derinliğinin 8 katı yıkama suyu gerekirken, bu oranın flotasyon artığı uygulamaları ile azalma göstererek, 8 ton/da da toprak derinliğinin 3 katı olarak saptanmıştır. Ayrıca, en iyi ıslah düzeyinin sağlandığı ve maksimum doz olan 8 ton/da flotasyon artığı uygulamasında değişebilir sodyum yüzdesinin 15'in altına düşerken daha alt toprak derinliklerinde ise başlangıça göre önemli oranlarda azalma olduğunu tespit etmiş, flotasyon artığı uygulanan konularda infiltrasyon hızının artması sonucu yıkama sürecinin kısaldığını belirlemiştir.

Girgin ve ark. (1995), Denizli-Çivril Ovası tuzlu-sodyumlu ve borlu topraklarının ıslahı için yapmış oldukları çalışmada; topraktaki eriyebilir tuzların ve Bor'un yıkama denklemlerini bulmuşlar, tuz yıkaması için $Dys/Dt = 23,355e^{-0,0361(\frac{C}{CO} \times 100)}$, bor yıkaması için $Dys/Dt = 17,142e^{-0,0249(\frac{B}{Bo} \times 100)}$ denklemlerini bulmuşlar, 0-100 cm toprak derinliğindeki tuzların %70'inin yıkanabilmesi için toprak derinliğinin 7,9 katı su uygulamasını, yine aynı toprak katı için mevcut bor'un %70'inin yıkanabilmesi için toprak derinliğinin 8,2 katı su verilmesi gerektiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca şahit parselde sadece 240 cm yıkama suyu uygulamasıyla 100 cm'lik toprak profili itibarıyla yaklaşık 4 ton/da jipse eşdeğer bir ıslah gerçekleşirken, bu miktar 2,5 ton/da jips uygulamasıyla hızlı bir artış göstererek 9 ton/da jips ve eşdeğer düzeye çıkmıştır.

Sodyumlu topraklarda jips'in toprağa karıştırma derinliğinin infiltrasyon hızı üzerine etkisini belirlemek amacıyla Iğdır Ovası'nda yapılan bir araştırmada, jips'in toprağa karıştırılma derinliği olarak 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm'lik derinlikler seçilmiş, aynı şartlarda, aynı miktar jips ve yıkama suyu uygulanmış olmasına karşın toprağın başlangıç durumuna göre infiltrasyon hızının en iyi geliştiği konu jips'in toprağın üstten 20 cm'lik kısmı ile karıştırılmasıyla gerçekleştiğini tespit edilmiştir (Anapalı ve ark. 1996a).

Anapalı ve ark.'ın (1996b), Tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahından sonraki dönemde organik atık materyal uygulamasının etkileri üzerine Iğdır Ovası'nda yaptıkları bir araştırmada; tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahından sonraki dönemlerde ve bitki yetiştiriciliğine geçmeden önce 7,5 t/da düzeyinde çiftlik gübresi veya buna bir seçenek olarak 15 t/da düzeyinde çöp kompostu uygulaması toprakların bir çok fiziksel özelliğini ve toprak-su ilişkilerini iyileştirdiği gibi kimyasal yönden de bitkiler için gerekli bitki besin elementlerinin sağlanmasına katkıda bulunacağını bu düzeylerde uygulanacak organik materyallerin kesinlikle kimyasal yönden herhangi bir sorun ortaya çıkarmadığını tespit etmişlerdir.

Sodyumlu toprakların ıslahında kullanılan jips'in toprağa değişik oranlarda karıştırma ve toprak yüzeyine serpmenin infiltrasyon hızı üzerine etkisi için Iğdır Ovası topraklarında yapılmış olan bir araştırmada; Arazi şartlarında kullanılacak jips'in %80'inin toprağa karıştırılıp %20'sinin toprak yüzeyine serpilmesi durumunda infiltrasyon hızının en iyi gelişebildiğini tespit etmişlerdir (Anapalı ve ark. 1996c).

Armstrong ve ark. (1996), su ve tuz dağılımının mevsimsel değişimi belirlemek amacıyla, Güney İngiltere'de işlenen ve çimle kaplı tuzlu ve sodyumlu arazi topraklarında yaptıkları araştırmada; kış yağışları periyodunda, büyük gözenekler içinde hareket eden suyun 1,2m derinlikteki toprak profilinde tuzların yıkandığını ancak yaz sonlarına doğru tuz içeriğinin, ilkbahar başlarındaki tuz seviyesine göre; çimle kaplı alanda %11, işlenen diğer alanlarda %35 oranında artış gösterdiğini tespit etmişler, bu değişimle ilgili olarak matematiksel yıkanma modelleri çıkarmışlardır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırma, Konya–Merkez Karatay ilçesinin Erler köyünde yürütülmüştür.

3.1.1. Araştırma alanının konumu

Konya ili, Anadolu Yarımadasının ortasında bulunan İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde, şehrin kendi adıyla anılan Konya bölümünde yer almaktadır.

Konya ili topraklarının büyük bir bölümü, İç Anadolu'nun yüksek düzlükleri üzerine rastlar. Güney ve güneybatı kesimleri Akdeniz bölgesine dahildir. Konya, coğrafi olarak 36°41' ve 39°16' kuzey enlemleri ile 31°14' ve 34°26' doğu boylamları arasında yer alır. Ortalama yükseltisi 1016m'dir.

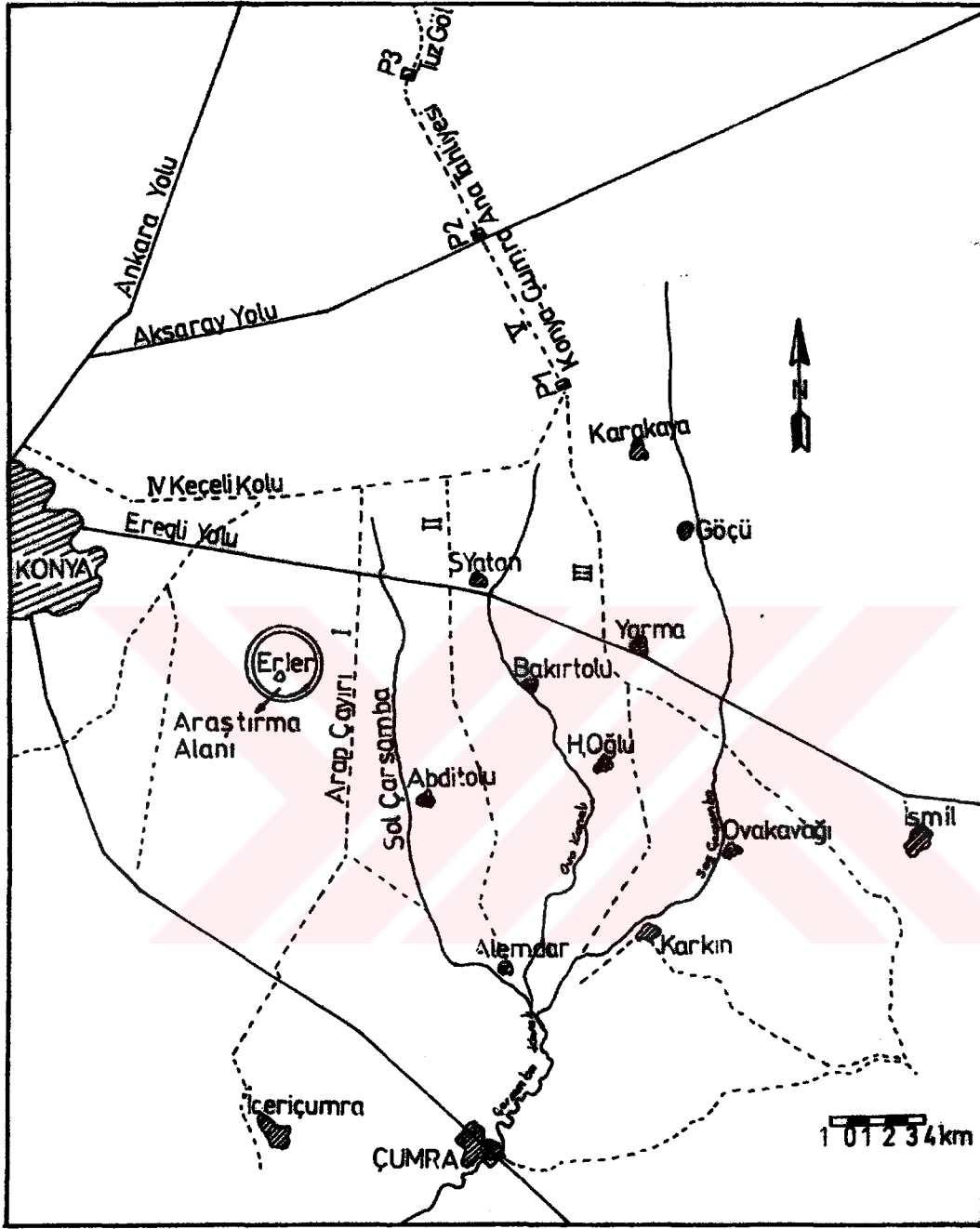
Konya'nın 3'ü merkez 27'si bağlı ilçe olmak üzere toplam 30 ilçesi vardır. Konya ilinin doğusu Niğde, Aksaray, batısı Isparta, Afyonkarahisar, Eskişehir, güneyi İçel, Karaman, Antalya, kuzeyi Ankara illeri ile çevrilidir. (Anonymous 1998). Toplam yüzölçümü 4.329.969 ha olup, bunun 1.956.360 ha'ı tarım alanı, 1.257.422 ha'ı çayır mera, 642.578 ha'ı orman ve fundalık, 473.639 ha'nı ise yerleşim yerleri, su yüzeyi ve diğer araziler oluşturmaktadır (Anonymous 1992). Araştırma bölgesinin konumu Şekil 3.1'de verilmiştir.

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

3.1.2. Arazi ve toprak özellikleri

Konya Ovası, jeolojik bakımdan 4. zamana kadar bir iç deniz olup, ova topraklarının üst tabakasını bu denizin kalker çöküntüleri oluşturmuştur. Dördüncü zamanın pliosen ve neojen devirlerinde iklimin giderek kuraklaşması ile iç deniz yavaş yavaş kurumuş, çöl karakteri gösteren yer yer tuzlu bir ova halini almıştır.

Konya Ovası'nın batısında şistler, mermerler ve kalkerler, güneyinde kretase kalkerleri ve yeşil taş mostralari görülür. Ovayı neojen yaşlı konglemera, kalker, kil ve plio kuaterner, kumlu çakıllı akarsu birikintileri kaplar.



Şekil 3.1. Araştırma alanının konumu.

Havza, doğal topoğrafyası nedeniyle sularını denize boşaltma imkanına sahip değildir. Havza, sularını ancak içerisindeki göllere ve bataklıklara boşaltabildiğinden kapalı havza niteliğindedir (Anonymous 1978).

Konya ovalarında; yağış rejimi, sıcaklık, bitki örtüsü, anakaya ve yağış miktarı gibi şartların etkisi ile çeşitli toprak tipleri ortaya çıkmıştır.

Karapınar Karacadağ çevresinde çoğunlukla volkan tüfleri üzerinde oluşmuş kumlu topraklar yaygındır. Konya havzasında vertisol topraklarda bulunur. Çöküntü sahalarında kireçli topraklar yer alır. Ayrıca Konya Havzasında Ereğli, Akgöl, Aslım, Alakova, Tersakan, Hotamış bataklığı çevresinde çorak topraklar ile Konya ovalarında alüvyon topraklar görülür (Anonymous 1998).

Ova toprakları genel olarak ağır bünyelidir (killi, kumlu–killi, siltli–killi). Bazı kısımlarda orta bünyeli (kumlu–killi, tınlı, killi–tınlı), pek az olarak da hafif bünyeli (kumlu–tınlı, tınlı) topraklara rastlanır. Kireç yönünden zengin topraklar olup toprakların infiltrasyon değerleri orta ve yüksek derecededir (Ertaş 1979).

Ova arazileri topoğrafya bakımından tekdüze bir karakter arzeder. Genel eğim güneyden kuzeye doğru olup, %0–0,5 ve bazı yerlerde %0–1 arasında değişmektedir. Ovada sulanan alanlarda, tabansuyunun yüksek olması ve bilgisiz sulamalar sonucu tuzlu ve sodyumlu alanlar teşekkül etmiştir. Ova topraklarının pH'sı genellikle 7,5–8,5 arasında değişmektedir (Anonymous 1978).

Araştırma alanı olan Erler köyü toprakları genel olarak; ağır bünyeli killi toprak özelliğinde, tuzluluk değerleri 4 mmhos/cm'den, DSY değerleri %15'den yüksek tuzlu–sodyumlu toprak özelliğindedir. Bölge toprakları kireç yönünden oldukça zengindir. Toprakların katyon değişim kapasiteleri düşüktür.

3.1.3. İklim

Konya ilinde karasal iklim şartları etkilidir. Karasal iklim şartlarının oluşmasında matematik konumu, yeryüzü şekilleri, yükselti ve hava kütleleri ile cephelerin ortaklaşa etkilerinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Konya 326 mm yağış ile Türkiye'nin en az yağış alan bölümüdür. Bu bölüm içerisinde de Tuz Gölü yöresi daha az yağış alır. Yağışlar daha çok ilkbahar mevsiminde Konveksiyonel yağışlar şeklindedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır.

Konya’da yıllık ortalama sıcaklık 11,5 °C’dir. Temmuz ayında ortalama sıcaklık 23 °C, Ocak ayında ortalama sıcaklık 0°C civarındadır. Maksimum sıcaklık 40 °C, minimum sıcaklık –28,2 °C’dir.

Konya ovasında hakim rüzgar yönü birinci dereceden doğudan esen poyraz rüzgarı ile ikinci derecede güneybatıdan esen lodos rüzgarlarının etkisinde kalır. Rüzgar hızı en yüksek 29,1 m/sn olarak ölçülmüştür. Kapalı günlerin sayısı 67,2, ortalama nispi nem %60 olmaktadır. Yılda ortalama sisli günler 22,9 gündür. Genellikle yağışın %72’si kış ve ilkbahar aylarında düşer. Yıllık ortalama yağış miktarı 326,2mm’dir. Yıllık yağışlı gün sayısı toplam 82 gündür. Günlük yağış şiddetinin en yüksek değeri sonbahara; en düşük değeri ise yaz aylarına rastlamaktadır. Yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı 11,8’dir. En çok kar yağışı Ocak’ta görülür (Anonymous 1998). Araştırma bölgesine ait bazı iklim verileri Çizelge 3.1.’de verilmiştir.

3.1.4. Su kaynakları

Konya ilinde tarım yapılan arazinin 374.260 hektarında sulu tarım yapılmaktadır. Sulanan arazinin 176.950 ha’ı devlet sulaması, 197.310 ha’ı halk sulaması şeklindedir (Anonymous 1998). Konya Kapalı Havzasının yerüstü su kaynaklarını, su kalitesi sulamaya uygun olan Beyşehir, Suğla ve Çavuşçu Gölleri’nin suları oluşturmaktadır. Diğer taraftan, kapalı havzaya su taşıyan akarsular üzerinde kurulan sulama amaçlı barajların depoladığı su da ovadaki su açığının karşılanmasında yeterli olmamaktadır.

Yerüstü su kaynakları bakımından fakir olan havza, yeraltı su kaynakları bakımından önemli bir birikime sahiptir. Konya–Çumra ovasında yapılan etüdlere göre $200 \times 10^6 \text{ m}^3$ / yıllık rezerv tahmin edilmiştir. Su taşıyan formasyon genellikle neojen kalkerleri ve özellikle Alakova’da bulunan kumlu killi çakıllı serilerdir. Ovanın orta kısmı artezyeniktir. Kapalı havzanın diğer ovaları da yeraltı su rezervleri bakımından oldukça zengindir. Ancak değinilen bu zengin yeraltı su rezervleri, nitelik bakımından çoğu zaman sorun oluşturmaktadır. Yeraltı suları kalite yönünden T_2A_1 ’den T_4A_2 ’ye kadar değişen özellik göstermektedir (Bahçeci 1995).

Konya tarımının en önemli meselesi Konya Ovaları Sulama Projesi (KOP) ile ilgili yatırımların yapılarak projenin bir an önce hayata geçirilmesidir. Gerekli yatırımlar yapıldığı takdirde mevcut su potansiyeline göre sulanabilir arazi miktarı 1.653.000 ha'a kadar ulaşılacaktır (Anonymous 1998 a).

3.1.5. Tarımsal yapı ve üretim

Konya ili 4.169.400 ha'lık yüzölçümüyle yurdumuzun en geniş alanına sahip illerinden biridir. İlin arazi dağılımı ise; işlenen arazi 2.659.890 ha (%64), orman alanı 506.426 ha (%12), çayır mera alanı 709.894 ha (%17), ürün getirmeyen alan 293.190 ha (%7)'dir. İşlenen arazi dağılımı ise; Tarla arazisi 1.555.298 ha (%58), Nadas alanı 1.008.306 ha (%37), Bağ alanı 38.706 ha (%2), Meyve alanı 37.143 ha (%2), Sebze alanı 20.437 ha (%1)'dir.

Konya tarımsal ekiliş ve üretim bakımından ülke genelinde önemli bir yere sahiptir. Şöyle ki ülke genelinde yaklaşık;

Buğday ekiliş alanının %10'u üretiminin %10,4'ü; arpa ekiliş alanının %18'i üretiminin %20'si; şekerpancarı ekiliş alanının %20'si üretiminin %24'ü Konya ilindedir. Bunların dışında diğer bazı hububat bitkileri (Yulaf, çavdar, nohut, kuru fasulye vb.), sanayi bitkileri (Kimyon, ayçiçeği, haşhaş), meyve (Elma, armut, erik, kayısı, üzüm, şeftali vb.) ile sebze (Domates, hıyar, biber, fasulye (taze), kavun, karpuz vb.) üretimi yapılmaktadır.

Konya ilinde tarımın yanında, hayvancılığa da önem verilmekte olup, 372.619 adet sığır, 1.834.890 adet koyun, 283.866 adet keçi, 13.459.950 adet tavuk ve 78.592 adet arı kovanı mevcuttur (Anonymous 1998).

Denemenin yürütüldüğü Erler köyünde ise; tarla arazisi 2.830 ha, nadas alanı 2.000 ha, meyve alanı 4 ha, sebze alanı 10 ha olmak üzere toplam 4.844 ha kültür arazisi vardır. 83 ha'ı ise çayır mera alanıdır (Anonymous 1997).

Araştırma alanında hayvancılık ise; kültür sığırları 70 adet, melez sığırları 55 adet, koyun 2100 adet, keçi 25 adet, tavuk sayısı 860.000 adettir (Anonymous (b)1998). Araştırma alanında tarım topraklarının tuzluluk ve alkalilik problemi nedeniyle tarımsal faaliyetlerden ziyade hayvancılığa yönelik bir faaliyet olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 3.1. Konya İline Ait Bazı Meteorolojik Veriler (Anonymous 1999 b).

İklim Değerleri	Periyod (Yıl)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	K	A	Yıllık
Max.Sic. (°C)	Uzun Yıllar *	16,6	23,8	28,2	30,4	34,4	36,7	38,0	37,9	35,0	25,4	218	38
Min. Sic. (°C)	Uzun Yıllar *	-28,2	-26,5	-16,4	-6,6	-1,2	1,8	6,7	5,3	-3,0	-20,0	-26,0	-28,2
Ort. Sic. (°C)	Uzun Yıllar *	-0,2	1,5	5,4	11,1	15,8	19,9	23,2	22,8	18,2	6,4	1,8	11,5
Toplam Yağış Mik. (mm)	Uzun Yıllar *	39,3	31,4	29,8	31,0	45,5	25,0	6,5	4,4	11,4	31,4	40,8	325,8
Ort. Buharlaşma (mm)	Uzun Yıllar **	-	-	59,2	97,5	145,1	190,0	245,1	228,2	156,8	39,0	18,3	1267,10
Ort. Bağıl Nem (%)	Uzun Yıllar ***	78	74	65	58	56	50	42	42	48	72	79	60
Ort. Rüzgar Hızı (m/s)	Uzun Yıllar ***	1,8	2,1	2,4	2,4	2,0	2,2	2,6	2,3	2,0	1,4	1,6	2,0
Max. Sic. (°C)	1998	13,8	15,6	19,8	30,0	27,6	33,0	38,2	36,8	33,0	20,4	13,3	38,2
Min. Sic. (°C)	1998	-11,7	-8,8	-10,4	-2,7	5,2	9,4	13,00	12,4	5,8	-1,4	-8,1	-11,7
Ort. Sic. (°C)	1998	0,2	2,1	2,9	12,0	15,3	20,3	24,7	24,8	19,2	8,6	2,8	12,2
Toplam Yağış Mik. (mm)	1998	8,7	17,6	37,5	27,6	59,4	17,5	0,0	-	5,6	19,6	114,2	355,4
Ort. Buharlaşma (mm)	1998	-	-	-	48	65,1	87,0	303,8	142,4	105,4	30,0	-	869,50
Ort. Bağıl Nem (%)	1998	68,5	60,7	62,7	59,0	60,2	47,2	34,3	31,5	42,1	71,5	76,8	55,2
Ort. Rüzgar Hızı (m/s)	1998	1,2	1,5	1,9	1,6	1,5	1,7	2,1	2,0	1,5	1,0	0,9	1,5

* 1990'a kadar 62 yıllık.

** 1990'a kadar 24 yıllık.

*** 1990'a kadar 61 yıllık.

3.2. Metod

Bu bölümde arazi ve laboratuvarında kullanılan metodlar ile deneme sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan metodlar hakkında bilgi verilmiştir.

3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan metodlar

3.2.1.1. Deneme metodu

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede, deneme alanı içindeki alanın toprak özellikleri farklarını azaltmak amacıyla parseller mümkün olduğu kadar küçük tutulmasında yarar olduğu için (Ayyıldız 1983) parsel iç genişlikleri $3,20 \times 3,15\text{m}$ ($\sim 10\text{m}^2$) alınmıştır. Deneme deseni planı şekil 3.2’de verilmiştir.

3.2.1.2. Deneme konuları

Deneme alanından, deneme öncesi toprak örneklerinde yapılan analizler neticesinde $1,00\text{m}$ ’lik toprak derinliğindeki sodyumluluğu istenilen düzeye düşürmek için gerekli jips ve kükürt ihtiyacı Kovda (1967) tarafından verilen aşağıdaki denklemden kuramsal olarak hesaplanmış ve çizelge 3.2’de verilmiştir.

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

$$Sİ = (160 \times 10^{-6}) \times (\gamma_t \times D_t \times A) \times \left(\frac{DSY_b - DSY_s}{100} \right) \times KDK$$

Bu denklemde:

Jİ: Jips ihtiyacı (ton/dekar). Sİ: Kükürt ihtiyacı (ton/dekar)

860×10^{-6} : 1 me $\text{CaSO}_4/100\text{gr. toprak}$ =860 ppm.

γ_t : Toprağın hacim ağırlığı (ton/m^3).

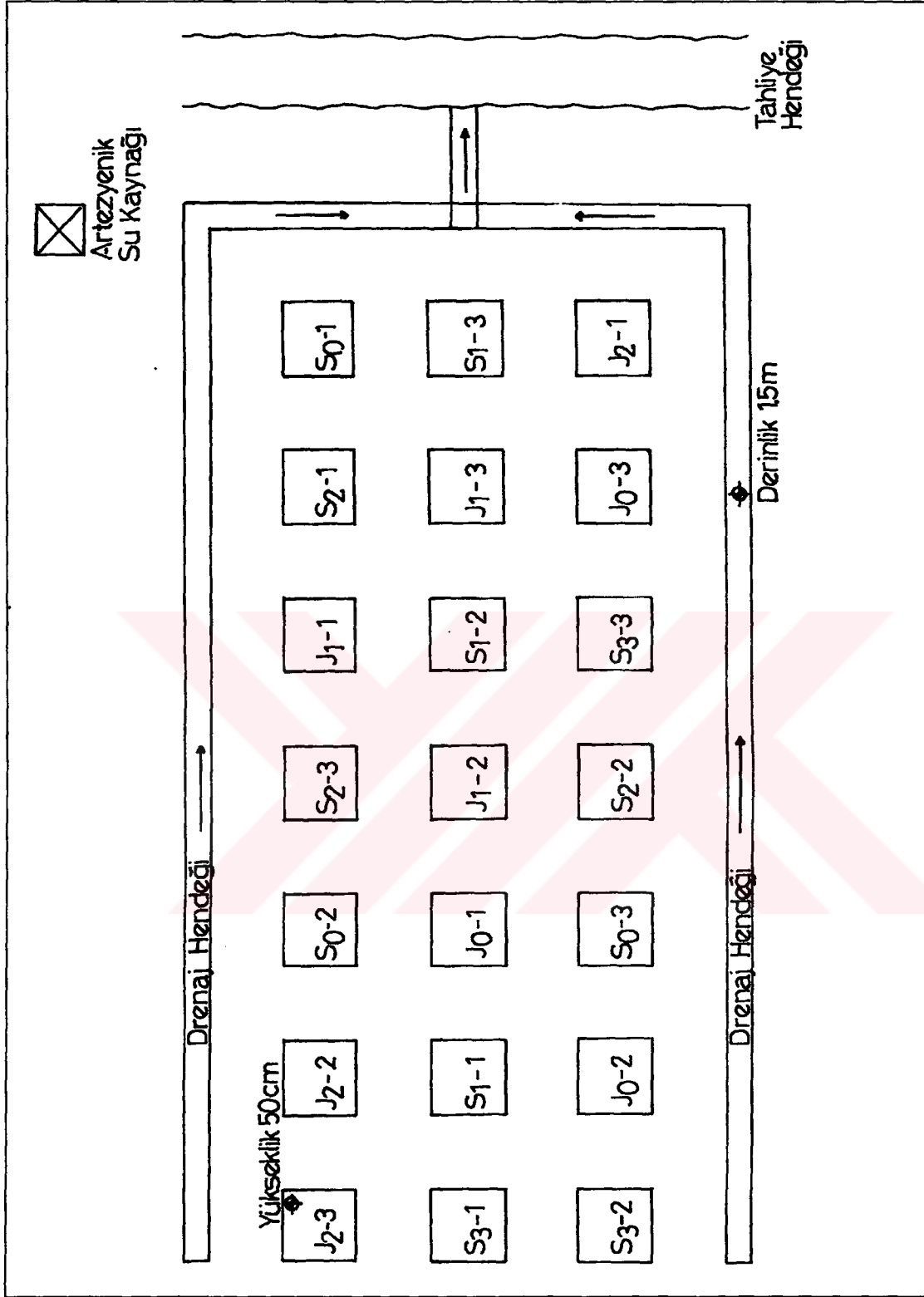
D_t : Islaha konu olan toprak derinliği (m).

A: Alan, 1000 m^2 (dekar).

DSY_b : Yıkama öncesi değişebilir sodyum yüzdesi (%).

DSY_s : Yıkama sonrası arzu edilen değişebilir sodyum yüzdesi (%).

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



Şekil 3.2. Deneme deseninin planı.

Çizelge 3.2. Deneme Öncesi Toprak Örneklerine Göre Gerekli Kuramsal Jips ve Kükürt Miktarları

Profil No	Toprak Derinliği (cm)	Hacim Ağırlığı γ_t (t/m ³)	DSY _b %	DSY _s %	KDK me/100gr toprak	Jİ t/da	Sİ t/da
1	0-25	1,23	26,15	10	8,72	0,372	0,069
	25-50	1,29	25,79	10	10,16	0,445	0,083
	50-75	1,34	21,58	10	12,56	0,419	0,078
	75-100	1,36	24,26	10	12,82	0,535	0,100
Toplam	0-100					1,771	0,33
2	0-25	1,17	26,81	10	12,16	0,514	0,096
	25-50	1,21	23,28	10	11,21	0,387	0,072
	50-75	1,26	27,60	10	11,63	0,554	0,103
	75-100	1,30	22,70	10	12,66	0,449	0,084
Toplam	0-100					1,904	0,355

Çizelge 3.2 de görüldüğü gibi, yıkama sonrası arzu edilen değişebilir sodyum yüzdesi 10 alındığından 1,00 m²'lik toprak profilini ıslah etmek için gerekli jips miktarı 1. profil için 1.771 t/da, 2. profil için 1.904 t/da bulunmuştur. Kükürt miktarı ise, 1. profil için 0,33 t/da, 2. profil için 0,355 t/da olarak bulunmuştur. Bu hesaplamalar gözönüne alındığında jips için 0,1,3 t/da jips konu olarak seçilmiştir. Jips; Akdeniz Gübre Sanayii atığı jips'li materyal olup, %85'lik safiyete sahiptir. Kükürt için 0-0,25-0,50-1,00 t/da kükürt konu olarak seçilmiştir. Kükürt ise piyasada satılan toz kükürt olup, safiyeti %80'lidir. Kullanılan jips ve kükürt'e göre; parsellere verilecek miktarlar çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Denemede Her Konu İçin Parsellere Verilen Jips ve Kükürtlü Materyal Miktarları.

Jips t/da	Uygulanan jipsli materyal (%85'lik) kg/parsel (10m ²)	Kükürt t/da	Uygulanan kükürtlü materyal (%80'lik) kg/parsel (10m ²)
0	0	0	0
1	11,765	0,25	3,125
3	35,29	0,50	6,25
		1,00	12,50

3.2.1.3. Deneme yerinin hazırlanması

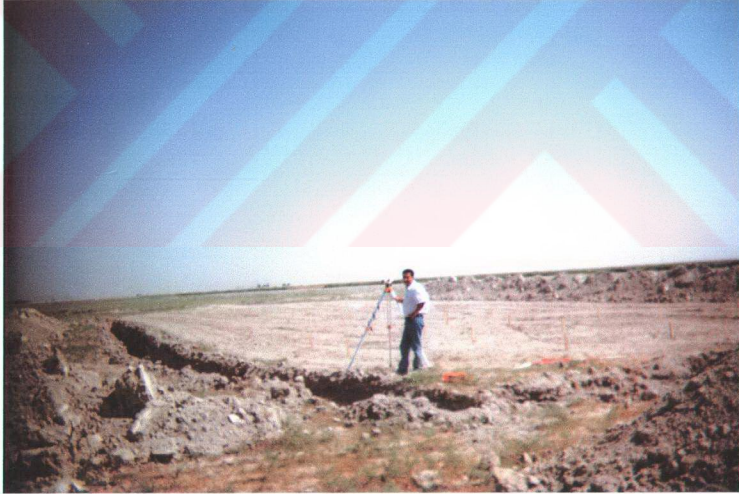
Deneme alanının tesviyesini sağlamak amacıyla diskaro ile kürüm çektilmiştir (Şekil 3.3). Arazi tesviyesinin sağlanmasından sonra parselasyona başlanmış, parsel köşeleri 3,20×3,15 (10m²) olacak şekilde kazıklarla işaretlenmiştir. Parsel kenarlarına

deneme alanının dışından alınan topraklarla 0,4–0,5m yüksekliğinde, 0,5–1,0m genişliğinde seddeler oluşturulmuştur. Seddelerin suyu sızdirmasını önlemek amacıyla kürekle iyice sıkıştırılmıştır (Şekil 3.4). Parseller arasına 3 m olacak şekilde aralık verilmiştir. Yıkama işlemleri sırasında taban suyunun yükselmesini önlemek, drenaj sağlamak amacıyla deneme alanının üç tarafı 1,5 m derinliğinde 1,0–1,5 m genişliğinde bir kanalla çevrilmiş, bu kanalda biriken su deneme alanının yakınında bulunan tabii drenaj kanalına bağlanarak boşalması sağlanmıştır (Şekil 3.5).

3.2.1.4. Islah Maddelerinin Parsellere Uygulanması

Şahit parsellerin dışında her parsel verilecek jips ve kükürt miktarları tartılarak, jips; 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 karışmasını sağlamak için, parsel yüzeyi tırmıkla düzeltilmiştir.

Kükürt ise toprağa, yıkama suyunda eritilerek verilmiştir.



Şekil 3.3. Tesviye sonrası deneme yerinin görünümü.



Şekil 3.4. Deneme alanında oluşturulan parsel ve seddelerin görünümü.



Şekil 3.5. Deneme alanının üç tarafını çevreleyen drenaj kanalının görünümü.

3.2.1.5. Yıkamaların yapılması

Denemede yıkamalar, deneme alanının yakınında bulunan çıkışı 12 inç'lik yeraltı su kuyusundan çıkan suyu redüksiyonla 4 inç'e indirerek 4 inç'lik hortumla deneme alanına getirmek suretiyle yapılmıştır (Şekil 3.6).

Deneme süresince parsellere su 30 cm'lik su yükseklikleri halinde verilmiştir. İstenilen ayarda çalışan artezyen kuyusundan gelen yıkama suyunun debisi ölçülü kap ve kronometre ile belirlenip, her yıkamada verilmesi gerekli (30 cm su yüksekliği=3ton/10m²) suyun verilme zamanı hesaplanarak bu süre içinde parsellere hortumla yıkama suyu verilmiştir. Bu arada sık sık debinin değişip, değişmediği kontrol edilmiştir. Yıkama suyundan her yıkamada örnekler alınarak zaman içerisinde yıkama suyunda değişme olup, olmadığı kontrol edilmiştir. Deneme parsellerinde yıkamaların yapılması Şekil 3.7'te gösterilmiştir. Toplam 210 cm yıkama suyu uygulanmış, bu miktarın belirlenmesinde Reeve formülü esas alınmıştır.



Şekil 3.6. Yıkamaların yapıldığı yeraltı su kaynağının görünümü.



Şekil 3.7. Deneme parsellerinde yıkamaların yapılması.

3.2.1.6. Toprak örneklerinin alınması

Araştırma alanından deneme öncesi ön etüd amacıyla profiller açılarak her profilden 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 cm derinliklerden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bu örneklerde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılarak deneme alanının toprak yapısı hakkında bilgi edinilmiştir.

Denemenin yürütülmesi esnasında ise; yıkama öncesinde her bir parselden toprak burgusu ile 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 cm derinliklerden örnekler alınmış, oluşan boşluklar deneme alanının dışındaki topraklarla doldurulmuştur. Örnek alınan yerler tahta çubuklarla işaretlenerek aynı noktadan tekrar örnek alınması önlenmiştir. Bu işlemden sonra parsellere jipsli materyal ve kükürt dozları deneme desenine göre parsellere verilerek yıkama işlemine geçilmiştir. Her bir yıkamadan sonra suyun çekilmesini takip eden 4 gün sonra yine burgu ile 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 cm de-

rinliklerden toprak örnekleri alınmış, oluşan boşluklar bu sefer parsel içinden alınan topraklarla doldurulup, yerleri tahta çubukla işaretlenmiştir. Bu işlem yıkama işlemi tamamlanuncaya kadar devam ettirilmiştir. Toprak örnekleri naylon poşetler içinde numaralandırılıp muhafaza edilerek gerekli analizler için laboratuvara getirilmiştir.

3.2.1.7. İnfiltrasyon ve buharlaşma değerlerinin ölçülmesi

Denemede toprakların infiltrasyon hızının saptanmasında (Dorsan 1988, Beyazgül 1995 ve diğer birçok araştırmacının da yaptığı gibi) havuz metodu uygulanmıştır (Anonymous 1954). Bu amaçla deneme parsellerine verilen her 30 cm'lik dozlar halindeki yıkama suyunun verildiği anlar kaydedilmiş, aynı suyun toprak yüzeyinden tamamen sızması için geçen süreler gün, saat ve dakika olarak cetvellere işlenmiştir.

Denemede infiltre olan net yıkama suyunun belirlenebilmesi için yağış ve açık su yüzeyinden buharlaşma değerlerini ölçmek amacıyla deneme parsellerinin yanına class A tipi buharlaşma kabı yerleştirilmiştir (Şekil 3.8). Deneme boyunca parsellere verilen yıkama suyunun verildiği ve topraktan çekildiği anlardaki buharlaşma kabı su seviyeleri ile her gün sabah 08.00 ile 17.00 de kaptaki su seviyeleri ölçülmüştür. Deneme süresince yağabilecek yağışlar kaptaki su seviyesini yükselttiği için ayrıca yağış ölçümü yapılmamıştır.

3.2.2. Laboratuvarda uygulanan toprak ve su analiz metodları

Toprak bünyesi: Bouyoucos (1951) tarafından geliştirilen hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Demiralay 1977).

Saturasyon %'si ve saturasyon ekstraktı: Saturasyon yüzdesi, saturasyon çamurunda % kuru ağırlık esasına göre bulunmuştur. Saturasyon ekstraktı vakum pompası kullanılarak çıkarılmıştır (Richards 1954).

Hacim ağırlığı: Bozulmamış toprak örneklerinde A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarı 38 numaralı metoda göre yapılmıştır (Anonymous 1954).

Tarla kapasitesi: 1/3 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1977).



Şekil 3.8. Buharlaşma ve yağış miktarlarının ölçülmesinde kullanılan Class A tipi buharlaşma kabının görünüşü.

Solma noktası: 15 atmosferlik emiş altında basınçlı tabla kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1977).

Toplam çözünebilir tuzlar: Saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliği olarak, A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarı metod 4a' ya göre yapılmıştır (Anonymous 1954).

Toprak reaksiyonu: Cam elektrotlu pH metre ile, A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarı metod 21a kullanılarak yapılmıştır (Anonymous 1954).

Suda çözünebilir iyonlar: A.B.D. Tuzluluk Laboratuvarınca belirtilen esaslara göre olmak üzere, Ca^{++} , Mg^{++} versanat metoduna göre metod 7 kullanılarak, Na^+ , K^+ , metod 10a ve metod 10b de belirtildiği gibi flame fotometre ile; CO_3^{--} , HCO_3^- , metod 12'de belirtildiği gibi H_2SO_4 ile titre edilerek; Cl^- , metod 13'de açıklandığı gibi AgNO_3 'la titrasyon suretiyle; SO_4^{--} , metod 14a'da olduğu gibi BaSO_4 şeklinde çökeltilerek yapılmıştır (Anonymous 1954).

Kasyon değişim kapasitesi: Toprağın sodyumla doyurulmasından sonra amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir sodyum miktarlarının belirlenmesi suretiyle tayin edilmiştir (Bower ver ark. 1952).

Değişebilir sodyum: Toprağın belirli pH derecesinden (pH:7) amonyum asetat ile doyurulması sonucu elde edilen ekstarkta Na iyonunun flame fotometrede ölçümü ile tayin edilmiştir (Anonymous 1954).

Bor:Karmin kullanılarak kolorimetrik olarak tayin edilmiştir(Anonymous 1954)

Kireç (Kalsiyum Karbonat): CaCO_3 yüzdesi Scheibler metodu ile volumetrik olarak tayin edilmiştir (Çağlar 1958).

Organik madde (%): Smith–Weldon metoduna göre tayin edilmiştir (Sağlam 1978).

3.2.3. Büro çalışmalarında kullanılan metodlar

Araştırmadan elde edilen sonuçların tuzluluk, sodyumluluk yönünden değerlendirilmesi ve ıslah süresinin belirlenmesinde kullanılan metodlar aşağıda verilmiştir.

3.2.3.1. Toplam çözünebilir tuzların belirlenmesinde kullanılan metod

Deneme parsellerinde yıkamadan önce ve yıkama suyu uygulamalarından sonra 0–25, 25–50, 50–75, 75,100 cm derinliklerinden alınan toprak örneklerinde elektriksel iletkenlikler ölçülerek bu derinliklerdeki tuzluluk değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerlere göre topraktaki başlangıca göre kalan tuz yüzdeleri ($C/C_0 \times 100$) bulunmuştur. Burada; C; belirtilen yıkama seviyelerinde toprakta mevcut tuz miktarını (mmhos/cm), C_0 ; toprağın başlangıçtaki tuz miktarını (mmhos/cm) ifade etmektedir.

Tuz yıkama eğrisini toprak derinliğinden bağımsız kılmak için Reeve ve arkadaşlarının (1955) önerdikleri şekilde, toprakta başlangıca göre kalan tuzun yüzdesi ($C/C_0 \times 100$) yıkama suyu derinliğinin toprak derinliğine oranının (D_{ys}/D_t)fonksiyonu olarak değerlendirilmiştir (Beyazgül 1995).

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

3.2.3.2. Azalan değişebilir sodyum miktarının hesabı

Değişik miktarlardaki jips ve kükürt uygulamalarının değişebilir sodyumun a-
zmasına olan etkilerini miktar olarak belirtebilmek amacı ile Kovda (1967) tarafın-
dan verilen ve bölüm 3.2.1.2.'de açıklanan aşağıdaki denklemden faydalanılmıştır.
jips ihtiyacı denkleminde faydalanılmıştır.

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

Deneme konularına göre, başlangıçtaki değişebilir sodyum miktarları ile yıka-
malar sonunda toprakta kalan miktarların arasındaki farklar alınarak, azalan değişebi-
lir sodyum miktarları (me/100gr) bulunmuştur. Daha sonra jips ihtiyacı denklemi ile
giderilen değişebilir sodyum miktarlarına eşdeğer jips miktarları ve bu değerlerin

$\left(\frac{\text{Jips Ekvaleant Ağırlığı}}{\text{Kükürt Ekvaleant Ağırlığı}} = \frac{86}{16} \right)$ 5,38'e oranının alınması ile de eşdeğer kükürt mik-
tarları hesaplanmıştır.

Deneme konularına göre uygulanan jips ve kükürt miktarları ile kuramsal ola-
rak hesaplanan eşdeğer jips ve kükürt miktarları arasındaki ilişki toprak derinlikleri
itibari ile çizilen grafiklerle gösterilmiştir (Beyazgül 1995).

3.2.3.3. Islah süresinin belirlenmesi

Parsellere uygulanan her 30 cm yıkama suyunun eklemeli değerlerine karşılık,
eklemeli zaman her parsel için ayrı ayrı hesaplanmış ve ortalama değerleri kullanıl-
mıştır. Eklemeli yıkama suyu (X) ile eklemeli zaman (Y) arasında logaritmik olarak
tanımlanan ilişkinin eşitliğini elde etmek amacıyla regresyon analizi yapılmıştır. Daha
sonra bu ilişki grafik halinde gösterilmiştir (Beyazgül 1995).

3.2.3.4. Araştırma sonuçlarına uygulanan istatistiki analiz metodları

Araştırma sonuçlarında tuzluluk ve sodyumluluğun ıslahında, jips veya kükürt
ile bunların değişik dozlarının etkisini istatistiki açıdan tespiti amacıyla student
t (t testi) testi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Zar 1999).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanı Toprak ve Yıkama Suyu Özellikleri

4.1.1. Deneme öncesinde toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Deneme alanında, deneme parsellerine ıslah materyallerini ilave etmeden ve yıkama suyu uygulamadan önce, deneme alanı topraklarının mevcut tuzluluk ve sodyum durumunu belirlemek amacıyla deneme alanında açılan toprak profillerinden ikişer tekerrürlü olmak üzere, 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 cm, derinliklerden alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, deneme alanı topraklarının üst katmanlarda bünye killi–tın (CL) iken alt katmanlarda kil oranı artarak bünye kile (C) dönüşmüştür. Hacim ağırlıkları $1,17\text{--}1,36\text{ g/cm}^3$, özgül ağırlıkları $2,58\text{--}2,85\text{ g/cm}^3$ arasında olup, üst katmanlardan alt katmanlara doğru azalma göstermektedir. Hacim esasına göre tarla kapasiteleri (TK) %31,1–35,9, solma noktaları (SN) %18,88–22,7 arasında değişmekte, değerler alt katmanlara doğru azalma göstermektedir. Toprakların toplam gözenek yüzdeleri (porozite) %51,94– %54,65 arasında değişmekte olup, saturasyon yüzdeleri de %59,12–72,12 arasındadır. Porozite alt katmanlara doğru azalırken, saturasyon yüzdeleri alt katmanlara doğru artmaktadır. Bunun sebebi olarak alt katmanlarda kil oranının artış göstermesi olduğu söylenebilir.

Deneme alanı topraklarının tuzluluk değerleri, tuzluluk sınırı olan 4 mmhos/cm den yüksek olup, 9,3–26,0 mmhos/cm arasında değişmektedir. Profil 1 ve profil 2’deki tuz dağılımları şekil 4.1’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde her iki profildeki tuzluluk değerlerinin üst katmanlarda daha fazla olduğu görülmektedir. Yaz aylarında kapillarite ile yükselen taban suyunun buharlaşma ile tuzlarını üst katmanlara bırakması bunun nedeni olarak açıklanabilir.

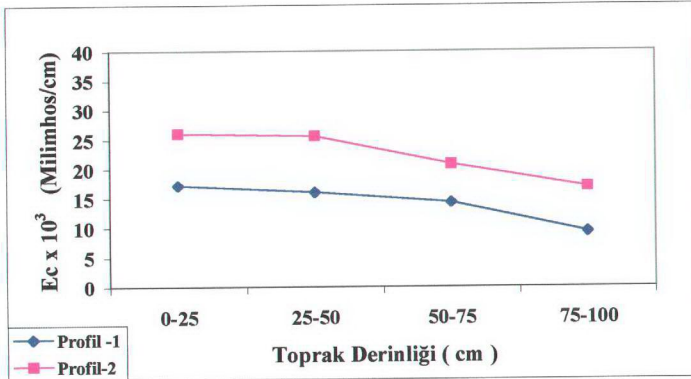
Deneme alanı topraklarının değişebilir sodyum yüzdeleri (DSY), sınır değer olan %15’ten yüksek olup, %21,58–27,60 arasında değişmektedir (çizelge 4.1). Toprakların 7,87 – 8,25 arasındaki pH değerleri ile tuzlu–sodyumlu toprak özelliğinde olduğu söylenebilir (Güngör ve Erözel 1994).

Çizelge 4.1. Deneme Öncesinde Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak Örneğinin Alındığı Yer		Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Özgül Ağırlık (g/cm ³)	Saturasyon (%'si)	Tarla Kap. (Hacim %)	Solma Nok. (Hacim %)	Porozite (%)	Toprak Bünyesi				Saturasyon Ekst.	
									Kum %	Kil %	Silt %	Bünye	EC mmhos/cm (25 °C)	pH
P-1	0-25	1,23	2,63	2,63	65,10	32,19	21,52	53,23	26,74	32,38	40,88	CL	17,20	7,94
	25-50	1,29	2,70	2,70	60,12	33,55	21,89	52,22	24,36	39,20	36,44	CL	16,00	8,15
	50-75	1,34	2,85	2,85	70,76	35,90	22,26	52,98	21,19	47,93	30,88	C	14,30	8,20
P-2	75-100	1,36	2,83	2,83	72,12	35,50	22,70	51,94	19,90	48,50	31,60	C	9,30	8,25
	0-25	1,17	2,58	2,58	61,18	31,10	18,88	54,65	24,95	29,39	45,66	CL	26,00	7,99
	25-50	1,21	2,62	2,62	59,12	31,57	19,82	53,82	22,16	36,65	41,19	CL	25,60	7,87
P-2	50-75	1,26	2,70	2,70	68,32	32,60	20,55	53,33	21,89	41,17	36,94	C	20,80	8,09
	75-100	1,30	2,72	2,72	70,43	33,90	20,90	52,21	20,60	45,23	34,17	C	16,90	8,07

Çizelge 4.1'in Devamı

Toprak Örneğinin Alındığı Yer		SUDA ÇÖZÜNEBİLİR İYONLAR												DSY %	Tuzluluk Durumu	Organik Madde %	Kireç %		
		ANYONLAR (me/l)						KATYONLAR (me/l)											
Yer	Derinlik	CO ₃	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄	Toplam	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	oplam	KDK (me/100 gr)			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺		
P-1	0-25	-	2,12	127,33	44,71	174,16	63,00	3,95	85,60	26,03	178,58	8,72	2,28	1,15	5,07	26,15	T-S	0,71	55,64
	25-50	-	2,36	121,48	39,41	163,25	62,82	4,12	78,36	20,80	166,10	10,16	2,62	1,41	5,92	25,79	T-S	0,88	50,08
	50-75	-	2,92	102,13	40,35	145,40	59,32	2,87	66,70	16,09	144,98	12,56	2,71	1,20	8,69	21,58	T-S	0,88	48,83
P-2	75-100	-	3,21	71,66	17,41	92,28	49,43	2,10	34,21	9,62	95,36	12,82	3,11	0,93	8,28	24,26	T-S	0,57	32,02
	0-25	-	7,08	211,71	39,16	257,95	91,86	5,12	129,61	42,91	269,50	12,16	3,26	1,18	7,61	26,81	T-S	3,05	51,37
	25-50	-	9,44	201,17	58,19	268,80	79,12	4,71	131,50	52,84	268,17	11,21	2,61	1,25	7,35	23,28	T-S	1,97	52,97
P-2	50-75	-	8,03	163,05	47,41	218,49	77,37	3,43	102,10	27,10	210,00	11,63	3,21	0,83	6,98	27,60	T-S	1,35	31,03
	75-100	-	10,97	121,15	49,47	181,59	70,10	3,60	84,17	15,58	173,45	12,66	2,87	1,05	8,53	22,70	T-S	0,67	50,80

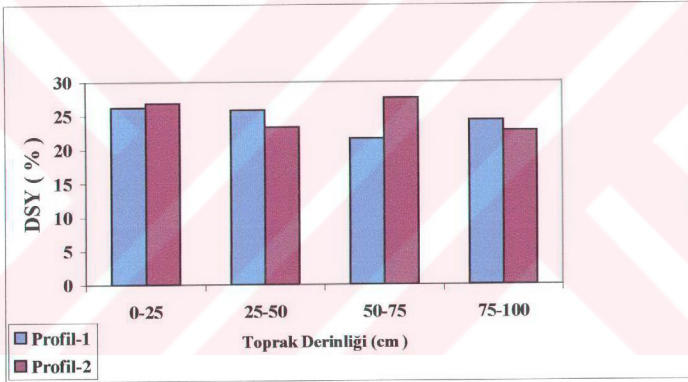
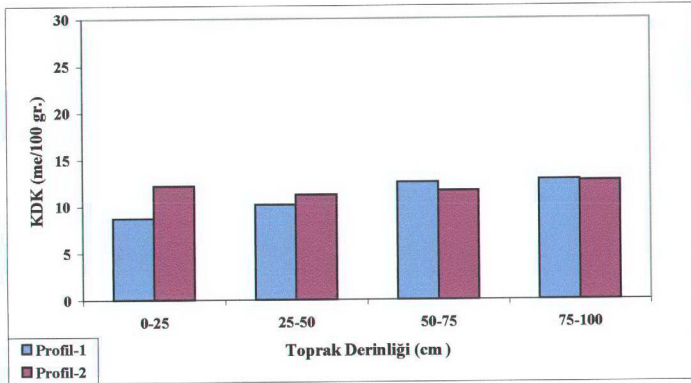


Şekil 4.1. Deneme öncesi toprakta derinlik-EC ilişkisi.

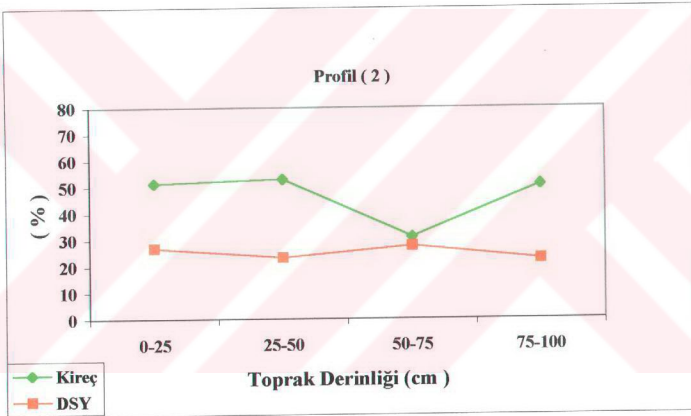
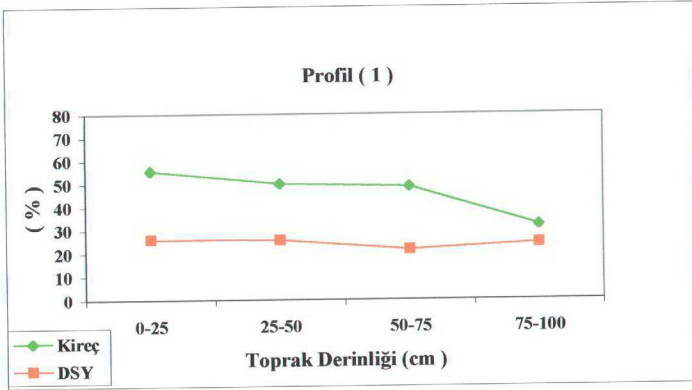
Araştırma alanı topraklarının oldukça kireçli olduğu, kireç miktarlarının % 31,03–55,64 arasında değiştiği, kasyon değişim kapasitesi (KDK) değerlerinin 8,72 – 12,82 me / 100g arasında, oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi kireç miktarlarının fazla olması ve kireçin tekstür analizinde çap dağılımı olarak kil fraksiyonunda görülebileceği şeklinde açıklanabilir.

Toprakların, KDK ve DSY değerlerinin derinliğe göre değişimi şekil 4.2’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde KDK değerlerinin profil 1’de alt katmanlara doğru arttığı, profil 2’de ise değişim göstermediği, DSY değerleri ise, her iki profilde birbirine yakın değerler aldığı, genelde ilk üst katmanda fazla çıktığı söylenebilir.

Deneme alanı topraklarında DSY ile kireç (%) değerlerinin derinliğe göre değişimi de şekil 4.3’te verilmiştir. Şekil incelendiğinde; profil 1’de kireç değerleri alt katmanlara doğru azalma gösterirken DSY değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Profil 2’de ise; kireç değerleri profil derinliği boyunca değişim gösterirken, DSY değerlerinin ise yine birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir.

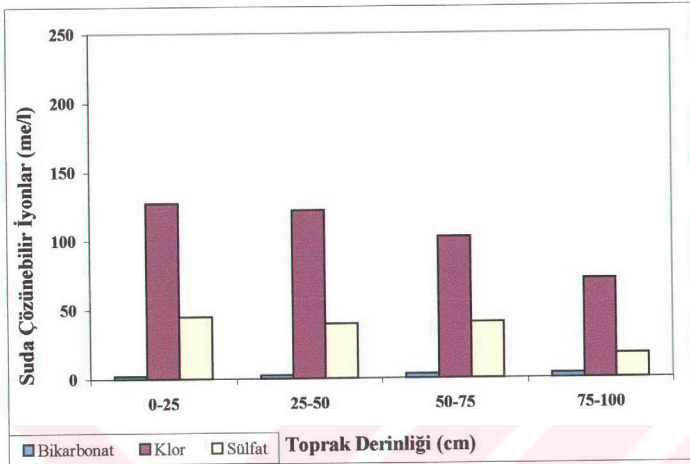


Şekil 4.2. Deneme öncesinde KDK ve DSY değerlerinin toprak derinliğine göre değişimi.

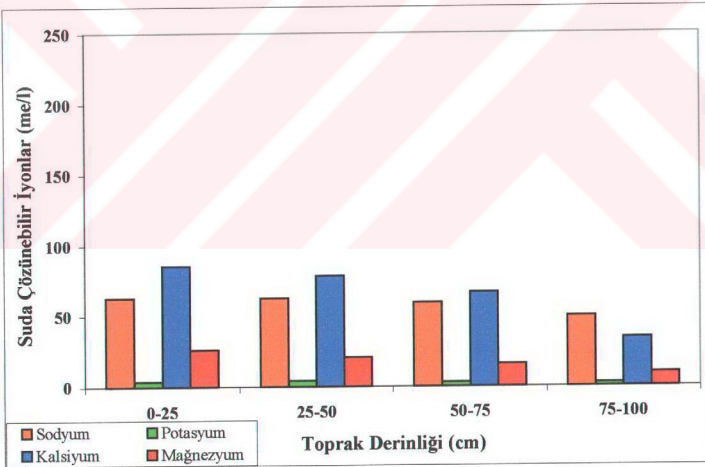


Şekil 4.3. Deneme öncesinde DSY ve Kireç değerlerinin toprak derinliğine göre değişimi.

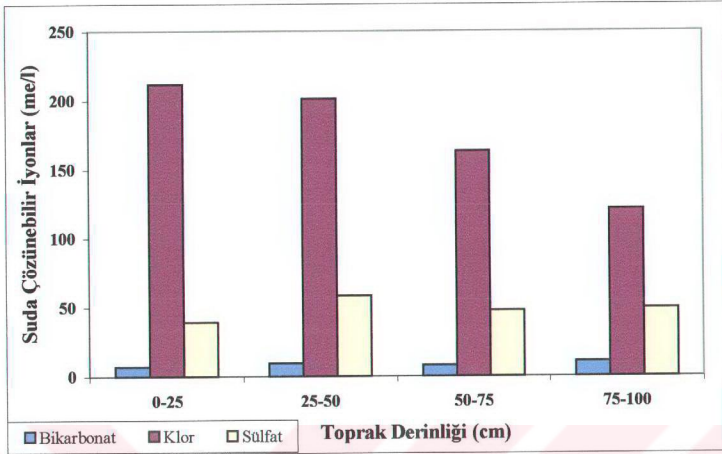
Deneme alanı topraklarında çözünebilir katyonlardan Ca^{++} 'un, anyonlardan ise Cl^- 'ün hakim olduğu, bunların da toprakların üst katmanlarda daha yoğun olduğu görülmektedir (Şekil 4.4.a, b, c, d).



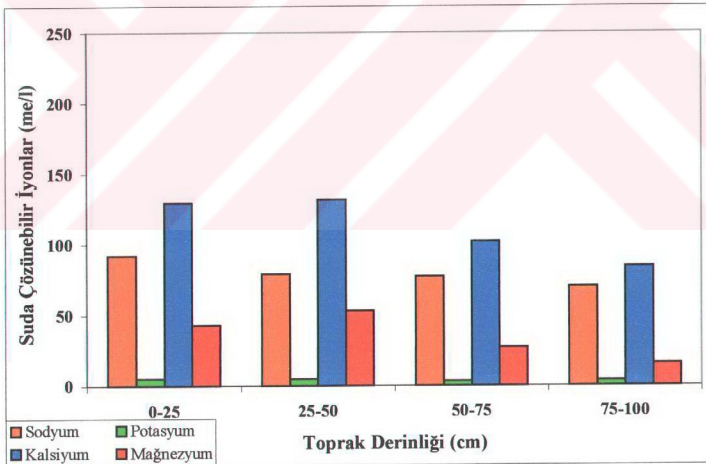
Şekil 4.4.a. Profil 1’de derinliğe göre anyonların durumu.



Şekil 4.4.b. Profil 1’de derinliğe göre katyonların durumu.



Şekil 4.4.c. Profil 2'de derinliğe göre anyonların durumu.



Şekil 4.4.d. Profil 2'de derinliğe göre katyonların durumu.

4.1.2. Denemede kullanılan yıkama suyunun özellikleri

Denemede, yıkamalar için kullanılan sulama suyu deneme alanı yakınında bulunan yeraltı su kuyusundan sağlanmıştır. Yeraltı su kuyusundan deneme süresince periyodik olarak (herbir yıkama sonrası) alınan su örneklerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 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, C₂S₁ sulama suyu sınıfına girdiğini, tuz ve sodyum konsantrasyonlarının düşük olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca; suda çözünebilir anyon ve katyonlar açısından bakıldığında; katyonlardan Ca⁺⁺ iyonunun anyonlardan da Cl⁻ iyonunun hakim olduğunu söylemek mümkündür.

4.2. Deneme Sonrası Toprakların Tuzluluk Değişimi

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 çizelge 4.3’de verilmiştir.

Deneme alanı topraklarında tuzluluk, sodyumluluk sorunu ile birlikte bulunduğundan deneme parsellerine sodyumluluk sorunun giderilmesi amacıyla kimyasal ıslah maddesi olarak jipsli materyal ve kükürt uygulanmıştır. Ancak tuzluluğun giderilmesinde; uygun bir drenaj tesisi ve yıkama suyu uygulanması yeterli olduğundan, sonuçların değerlendirilmesinde kontrol parselleri dikkate alınmış, kimyasal ıslah materyalleri uygulanan parseller dikkate alınmamıştır (Ayyıldız 1983, Dorsan 1988, Beyazgül 1995).

Çizelge 4.2. Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No *	PH	EC×10 ⁶ µmhos/ cm (25 °C)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR										RSC	SAR	% Na	Sulama Suyu Sınıfı	Bor ppm
			ANYONLAR (me/l)					KATYONLAR (me/l)									
			CO ⁼ ₃	HCO ⁻ ₃	Cl ⁻	SO ⁼ ₄	Toplam	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Toplam					
1	6,49	720	-	0,78	3,66	3,03	7,47	1,74	0,37	3,81	1,74	7,66	-	1,04	22,72	C ₂ S ₁	0,7
2	6,47	690	-	0,76	3,26	3,16	7,18	1,78	0,32	3,25	1,81	7,16	-	1,12	24,86	C ₂ S ₁	0,7
3	6,61	670	-	0,67	3,22	3,07	6,96	1,68	0,32	3,33	1,65	6,98	-	1,06	24,07	C ₂ S ₁	0,8
4	6,50	700	-	0,72	3,44	2,88	7,04	1,81	0,32	3,20	1,76	7,09	-	1,15	25,53	C ₂ S ₁	0,7
5	6,42	730	-	0,72	3,48	3,40	7,60	1,88	0,36	3,55	1,86	7,65	-	1,15	24,58	C ₂ S ₁	0,6
6	6,36	710	-	0,70	3,39	3,15	7,24	1,91	0,31	3,39	1,90	7,51	-	1,17	25,43	C ₂ S ₁	0,7
7	6,87	700	-	0,70	3,26	3,11	7,07	1,77	0,29	3,40	1,76	7,22	-	1,10	24,52	C ₂ S ₁	0,7

* Su örnekleri beş gün ara ile Ağustos-Eylül aylarında alınmıştır.

Kontrol parselleri için, yıkama suyu miktarlarının topraktaki tuzların giderilmesindeki etkilerini daha iyi belirlemek amacıyla her yıkamadan sonraki tuzluluk değerinin başlangıçtaki tuzluluk değerine göre yüzdesi ($C/C_0 \times 100$) alınarak elde edilen değerler çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Ayrıca çizelge 4.4'deki değerler grafiksel olarak da şekil 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.5a 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 A kontrol parselinde tuzların %66,9'u, E kontrol parselinde ise %65,50'si yıkanmıştır. 120 cm yıkama suyu uygulandığında ise bu değerlerin sırasıyla %83,25 ve %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 gitgide azalmasının yıkama etkinliğini etkilemesidir. Bu durumu Dorsan (1988), Bahçeci (1989) ve Beyazgül (1995)'ün yaptıkları araştırmalar da desteklemektedir.

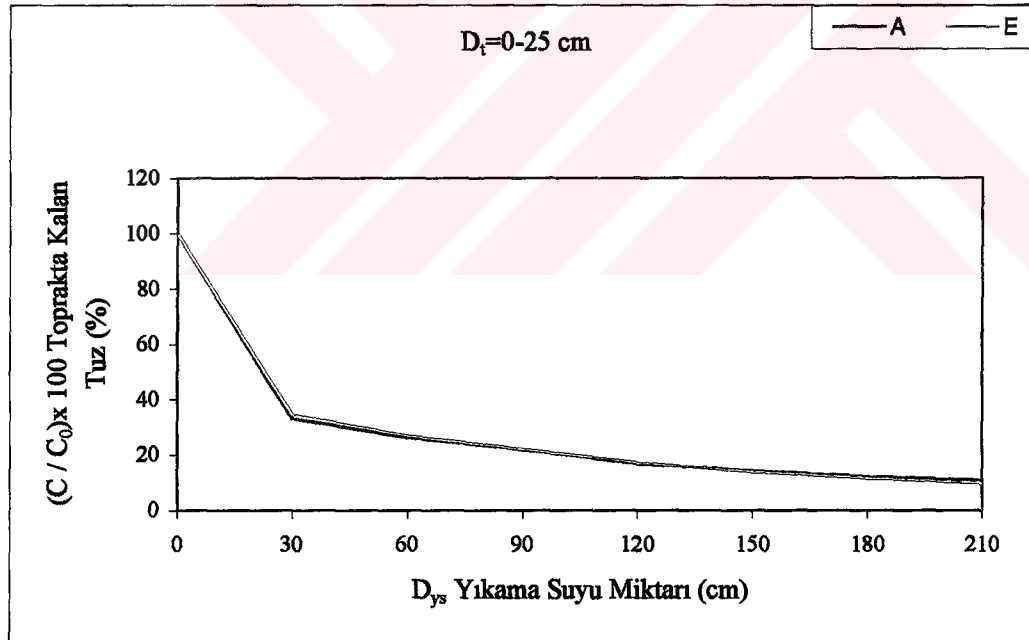
25–50 cm toprak katmanı için, çizelge 4.4 ve şekil 4.5b incelendiğinde, yıkama etkinliğinin başlangıç katmanı olan 0–25 cm kadar etkili olmadığı görülmektedir. Bunun sebebini ise üst katmandan yıkanarak gelen tuzların bir kısmının bu katmanda birikmesidir. Zira tuzluluk ıslahında yıkamalar sonunda üst katmandaki tuzlar yıkama sonucu alt katmanlara taşınarak birikmektedir. (Van Der Molen 1973). Bu katmanda ilk 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasında A kontrol parselinde eriyebilir tuzların %40,62'si E kontrol parselinde ise %38,55'i yıkanmıştır. 120 cm yıkama suyu uygulandığında ise bu değerler sırasıyla %68,37 ve %72,09 olmuştur.

Çizelge 4.3. Değişik Yıkama Suyu Dozlarının Deneme Alanı Topraklarındaki Tuz Durumuna Etkisi

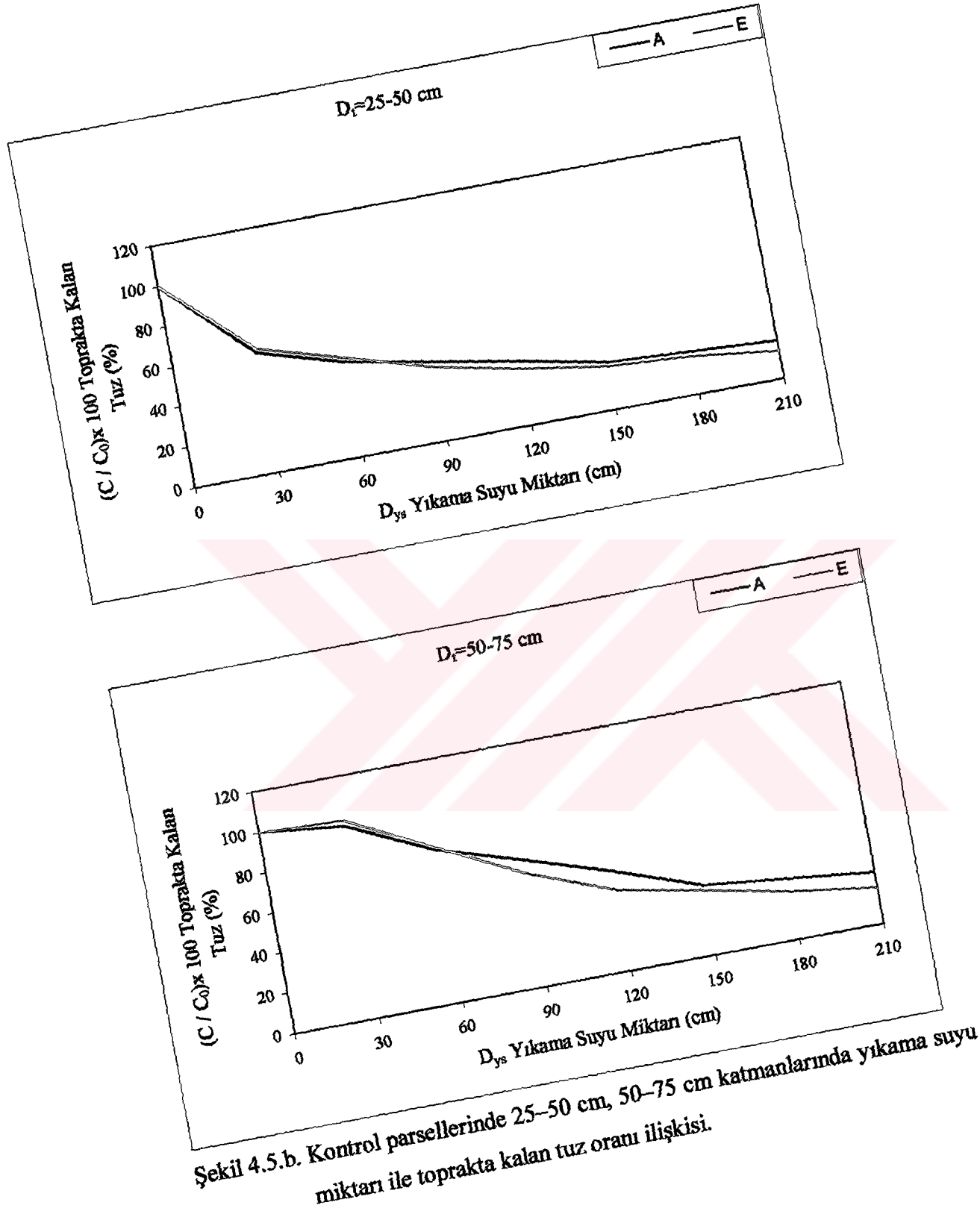
Konular	Toprak Derinliği (cm)	EC $\times 10^3$ (25 °C)							
		Yıkama Suyu Miktarı (cm)							
		0	30	60	90	120	150	180	210
A Kontrol (S ₀)	0-25	20,30	6,72	5,30	4,41	3,40	2,88	2,46	2,16
	25-50	16,25	9,65	7,62	6,37	5,14	3,79	3,43	3,06
	50-75	12,87	12,27	9,77	8,09	6,38	4,44	3,86	3,26
	75-100	11,38	13,57	11,08	9,62	7,72	5,29	4,24	3,57
B 0,25 t/da Kükürt (S ₁)	0-25	27,25	6,22	5,27	4,67	4,08	3,42	3,01	2,46
	25-50	26,13	7,97	6,59	5,78	4,88	3,85	3,26	2,79
	50-75	21,63	10,72	8,77	7,63	6,54	4,43	3,63	3,00
	75-100	17,31	13,39	10,53	9,18	7,55	5,11	4,08	3,17
C 0,50 t/da Kükürt (S ₂)	0-25	27,65	5,88	4,68	3,94	3,26	2,81	2,58	2,13
	25-50	23,77	6,75	5,56	4,65	3,68	3,25	2,95	2,32
	50-75	20,37	8,42	7,04	6,10	5,31	4,00	3,33	2,70
	75-100	15,73	11,72	9,28	7,80	6,21	4,51	3,66	3,09
D 1 t/da Kükürt (S ₃)	0-25	29,45	6,41	5,34	4,61	3,77	3,25	2,82	2,27
	25-50	25,25	8,16	5,97	5,56	4,28	3,57	3,20	2,44
	50-75	20,02	9,74	7,61	6,57	5,16	4,15	3,56	2,72
	75-100	16,73	11,88	9,48	8,03	6,34	4,56	3,82	3,08
E Kontrol (J ₀)	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
F 1 t/da Jips (J ₁)	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
G 3 t/da Jips (J ₂)	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

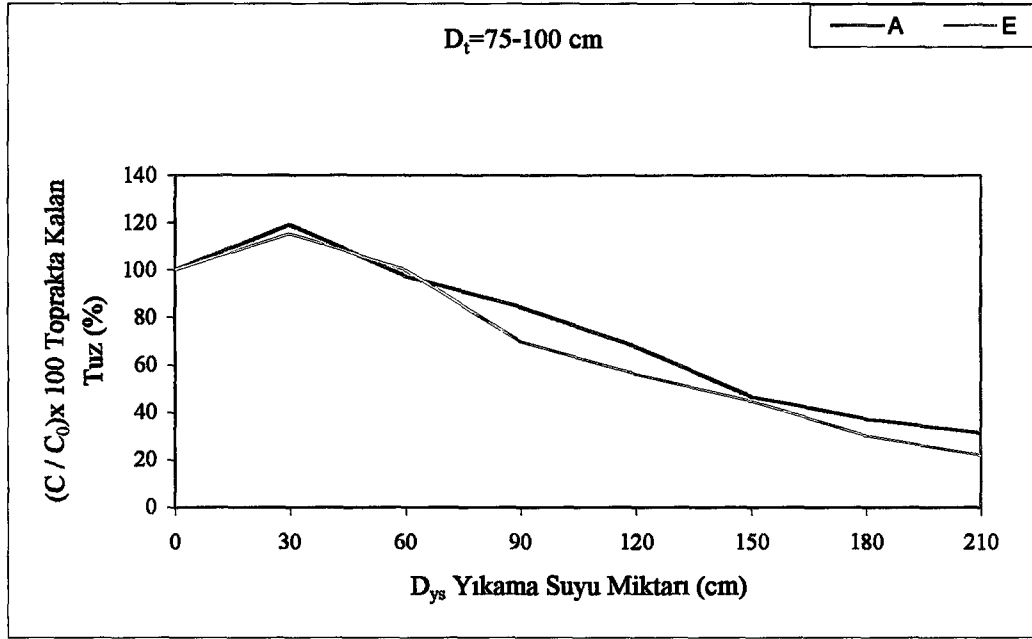
Çizelge 4.4. Kontrol Parsellerinde Herbir Yıkama Sonunda Başlangıca Göre Kalan Tuzun Yüzdeleri

Konu	Toprak Derinliği (cm)	Yıkamalar Sonunda, Başlangıca Göre Toprakta Kalan Tuzun %'si ($\frac{C}{C_0} \times 100$)							
		Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
		0	30	60	90	120	150	180	210
A	0-25	100	33,10	26,11	21,72	16,75	14,19	12,12	10,64
	25-50	100	59,38	46,89	39,20	31,63	23,32	21,11	18,83
	50-75	100	95,34	75,91	62,86	49,57	34,50	29,99	25,33
	75-100	100	119,24	97,36	84,53	67,84	46,49	37,26	31,37
E	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



Şekil 4.5.a. Kontrol parsellerinde 0-25 cm katmanında yıkama suyu miktarı ile toprakta kalan tuz oranı ilişkisi.





Şekil 4.5.c. Kontrol parsellerinde 75–100 cm katmanında yıkama suyu miktarı ile toprakta kalan tuz oranı ilişkisi.

120 cm yıkama suyu uygulamasından sonraki yıkamalarda etkinlik daha az olmuştur. 210 cm yıkama sonunda eriyebilir tuzların A kontrol parselinde %81,17'si, E kontrol parselinde ise, %86,51'i yıkanmıştır.

50 – 75 cm toprak katmanında ise, eriyebilir tuzların yıkanması üst katmanlara göre daha az olmuştur. Hatta ilk 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasında kontrol parsellerindeki eriyebilir tuzların yıkanma oranı oldukça düşüktür. 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasında A kontrol parselinde eriyebilir tuzların yıkanma oranı %4,66, E kontrol parselinde ise %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 A kontrol parselinde eriyebilir tuzların %50,43'ü, E kontrol parselinde %60,29'u yıkanmışken 210 cm yıkama suyunda bu değerler %74,67 ile %82,16'dır. Yıkanmanın başlangıç dozlarında düşük olmasının sebebi ise yine üst katmanlardan yıkanma sonucu tuzların bu katmanda birikmesidir.

75 – 100 cm toprak katmanı için çizelge 4.4 ve şekil 4.5c incelendiğinde ilk 30 cm'lik yıkama suyu uygulaması sonucunda kontrol parsellerindeki eriyebilir tuz miktarı yıkama öncesine göre bir artış göstererek A kontrol parselinde %119,24,

E kontrol parselinde %115,36 olmuştur. 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 artırmıştır. 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 itibariyle en az yıkanan katman bu katman olmuştur. Zira 210 cm yıkama sonunda A kontrol parselinde eriyebilir tuzların %68,63, E kontrol parselinde ise %78,21'i yıkanmıştır.

Topraktaki eriyebilir tuzların yıkanması için yapılan yıkama işlemlerinin sonucunda, kontrol parsellerinde 1 m'lik toprak profil katmanındaki tuzluluk değerlerinin yıkanma sonucu ne miktarda azaldığını, topraklardaki tuzluluk sınır değeri olan 4 mmhos/cm baz alınarak incelenecek olursa, başlangıçta kontrol parsellerinin 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 (her iki kontrol parseli için) %50'sinin, 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.

Yıkama eğrilerini toprak derinliğinden bağımsız kılabilmek için toprakta başlangıca göre kalan tuzun yüzdeleri, yıkama suyu miktarının toprak derinliğine oranının (D_{ys} / D_t) 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 çizelge 4.5'te verilmiştir. Burada kontrol parselleri ayrı ayrı verilmeyip her ikisinin ortalaması alınmıştır. Yine denemede yıkamaların etkinliğini daha iyi belirtmek için çizelge 4.5'teki değerlerden faydalanarak, başlangıca göre her bir yıkamadan sonra tuz yüzdeleri ise çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Şahit 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 ($EC \times 10^3$) (25 °C)							
0-25	25,44	8,64	6,76	5,57	4,34	3,55	2,97	2,56
0-50	23,01	10,56	8,35	6,65	5,19	4,06	3,51	2,89
0-75	21,01	12,55	9,91	7,76	5,92	4,57	3,81	3,10
0-100	19,42	13,69	11,06	8,59	6,67	5,09	4,07	3,26

Çizelge 4.6. Şahit Parselde Yıkama İle Toprakta Kalan Tuz Oranı Değişimi

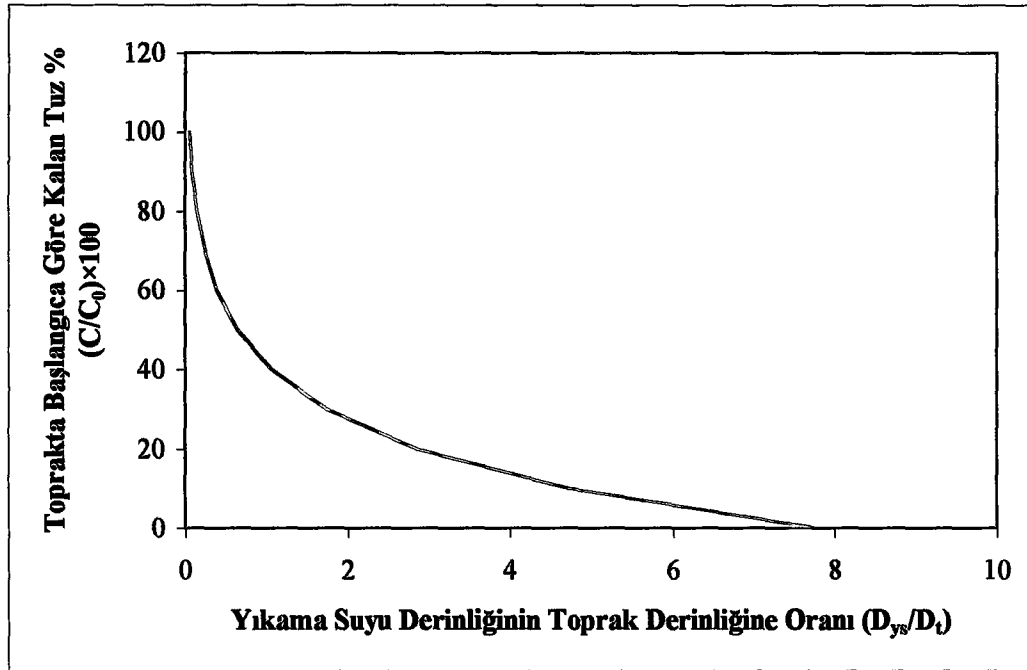
Toprak Derinliği (cm)	Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
	0	30	60	90	120	150	180	210
	Başlangıca Göre Toprakta Kalan Tuz'un Yüzdesi (%)							
0-25	100	33,96	26,57	21,89	17,06	13,95	11,67	10,06
0-50	100	45,89	36,29	28,90	22,56	17,64	15,25	12,56
0-75	100	59,73	47,17	36,93	28,18	21,75	18,13	14,75
0-100	100	70,49	56,95	44,23	34,35	26,21	20,96	16,79

Başlangıca göre toprakta kalan tuzun yüzdeleri ($C / C_0 \times 100$) ile yıkama suyu miktarının toprak derinliğine oranı (D_{ys} / D_t) arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla grafiksel çizim yapılmış ve bu ilişkinin matematiksel eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$\frac{D_{ys}}{D_t} = 7.76 e^{-0.0497 \frac{C}{C_0} \times 100}$$

$$r = -0,94^{**}$$

Denklemin korelasyon katsayısının yüksek oluşu ($r = -0.94^{**}$) istatistiksel olarak kuvvetli bir ilişkiyi göstermektedir. Bu eşitlikten yararlanarak şekil 4.6'da 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 Dielaman (1973), Beyce (1977), Bahçeci (1989), Beyazgül (1995) ve bu konuda araştırma yapmış olan bir çok araştırmacı tarafından elde edilen tuz yıkama eğrilerine benzemektedir.



Şekil 4.6. Başlangıça göre toprakta kalan tuz yüzdesi ile yıkama suyunun toprak derinliğine oranı arasındaki ilişki.

Elde edilen yıkama eşitlik ve eğrisine göre deneme alanı ile benzer özellik gösteren tuzlu ve alkali topraklarda, başlangıçta mevcut toplam çözünebilir tuzların %59'unun giderilmesi için toprak derinliğinin 1 katı, %73'ünün giderilmesi için toprak derinliğinin iki katı, %81'inin giderilmesi için toprak derinliğinin 3 katı yıkama suyu verilmelidir. Ancak, tuz yıkanma eşitlik veya eğrisinden hesaplanan yıkama suyu miktarları net yıkama suyu miktarları olduğu için, bu miktarlara yıkanma süresince buharlaşan toplam su miktarını da ilave etmek gereklidir.

4.3. Deneme Sonrası Toprakların Sodyumluluk Değişimi

Deneme alanı topraklarının, değişik ıslah maddesi ve bu ıslah maddelerinin farklı dozlarında sodyumluluk probleminin giderilmesi imkanlarını belirlemek ve ıslah 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 gr) ve yıkama öncesi alınan toprak örneklerindeki katyon değişim kapasitesi sonuçları çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı İslah Maddeleri Uygulamasında Yıkama İle Değişebilir Sodyum Miktarlarının Değişimi

Konular	Toprak Derinliği (cm)	KDK me/100 gr	Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
			0	30	60	90	120	150	180	210
			Değişebilir Sodyum Miktarları (me/100 gr)							
A Kontrol (S ₀)	0-25	11,76	3,88	3,69	3,50	3,16	2,81	2,46	2,04	1,71
	25-50	12,10	3,75	3,79	3,55	3,30	3,00	2,59	2,39	2,20
	50-75	12,50	3,80	3,82	3,70	3,50	3,15	2,95	2,50	2,20
	75-100	12,70	3,65	3,96	3,73	3,54	3,30	3,10	2,77	2,30
B 0,25 t/da kükürt (S ₁)	0-25	12,35	4,35	3,80	3,16	2,32	2,11	1,62	1,35	1,12
	25-50	13,09	4,17	4,41	4,51	4,12	3,76	3,20	2,64	2,12
	50-75	13,70	4,03	4,29	4,40	4,01	3,91	3,30	2,91	2,33
	75-100	14,10	4,29	4,30	4,20	3,99	3,80	3,10	2,70	2,39
C 0,5 t/da kükürt (S ₂)	0-25	12,45	4,01	3,35	2,77	2,01	1,71	1,47	1,27	1,00
	25-50	13,05	3,76	4,17	3,95	3,21	2,73	2,16	1,82	1,32
	50-75	12,87	3,90	4,08	3,89	3,42	2,90	2,19	1,80	1,30
	75-100	13,55	3,70	3,82	3,50	3,28	2,69	2,51	2,20	1,63
D 1 t/da kükürt (S ₃)	0-25	10,75	3,97	3,02	2,51	1,80	1,31	1,13	0,90	0,71
	25-50	11,80	3,76	3,49	3,16	2,75	2,16	1,80	1,20	0,95
	50-75	12,10	3,71	3,57	3,27	2,93	2,40	1,99	1,35	1,18
	75-100	12,36	3,55	3,60	3,30	3,05	2,69	2,19	1,61	1,27
E Kontrol (J ₀)	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
F 1 t/da jips (J ₁)	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
G 3 t/da jips (J ₂)	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

Deneme alanındaki toprakların sodyumluluk problemini daha iyi gözlemlemek ve ıslah materyallerinin değişik dozlarında ve hangi yıkama suyunda değişebilir sodyumun ne kadar azaldığını belirleyebilmek için çizelge 4.7'deki verilerden yararlanarak, deneme alanı topraklarının değişebilir sodyum yüzdeleri (DSY) çizelge 4.8'de verilmiştir.

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 maddelerinin ve yıkama suyunun etkinliğini gözlemlemek amacıyla, her bir yıkamadan sonra başlangıca göre toprakta kalan değişebilir sodyum miktarları ($q / q_0 \times 100$) Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 4.8'dan yararlanarak yıkama öncesi ve toplam olarak 30 cm, 120 cm, 210 cm yıkama suyu uygulamaları sonunda toprak derinliği itibarıyla toprağın değişebilir sodyum yüzdeleri (DSY), kükürt ve jips için ayrı ayrı Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

Kükürt'ün (S) deneme alanı topraklarında değişebilir sodyum'un giderilmesindeki etkisini inceleyecek olursak; ıslah maddesi verilmeyen kontrol parselinin (A), 0–25 cm üst toprak katmanında %33,0 olan değişebilir sodyum yüzdesinin toplam 210 cm yıkama suyu uygulamasından sonra %14,5'e indiği, alt katman olan 75 – 100 cm'de ise bu değer başlangıçta %28,7 iken, 210 cm yıkama suyundan sonra %18,1'e indiği görülmektedir. Üst katman hariç diğer katmanlarda özellikle ilk iki yıkama suyu dozunda değişebilir sodyum yüzdeleri başlangıca göre artış göstermiş, bundan sonraki yıkama suyu dozlarında düşme göstermiştir. Bunun sebebi de üst katmanlardan yıkanarak gelen sodyumun bu katmanlarda birikmesidir. Kontrol parselinde yıkama sonucu değişebilir sodyum değerleri düşme göstermekle beraber son yıkamada 0–25 cm katman hariç değişebilir sodyum yüzdesi sınır değer olan %15'in altına düşürülemediği.

(B) konusu olan 0,25 t/da kükürt uygulanan parsellerde ise; üst katmanda (0–25 cm) %35,2 olan değişebilir sodyum yüzdesi son yıkama dozundan sonra %74,23'lük bir yıkanma ile %9,1'e inmiştir. Bu değer son katman olan 75–100 cm ise başlangıçta %30,42 iken, toplam 210 cm yıkama suyu dozunda başlangıca göre %44,29'u yıkanarak %17,0'ye indiği görülmektedir.

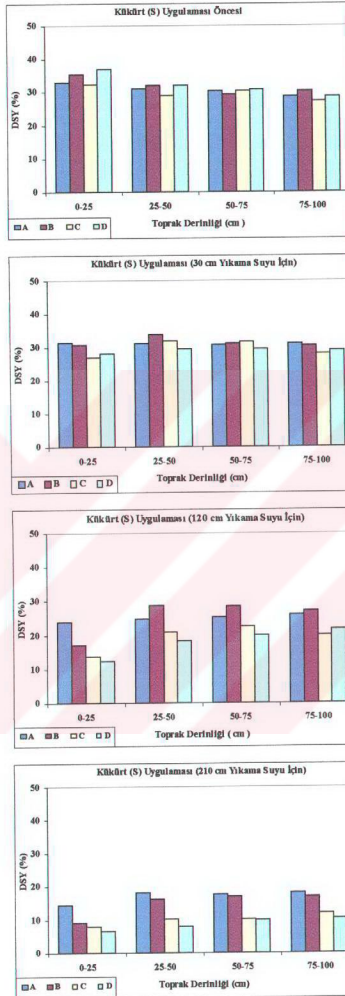
Üst katman hariç diğer katmanlarda toplam olarak 30 ve 60 cm yıkama suyu uygulamalarından sonra üst katmandan yıkanarak gelen sodyum birikme göstererek başlangıca göre artış göstermiştir. Bu durum çizelge 4.8 ile 4.9'da ve şekil 4.7'de de görülmektedir. Kükürt'ün bu dozunun da tüm yıkamalar sonunda üst toprak katmanı hariç değişebilir sodyumun istenilen düzeyine indiremediğini, ancak kontrol parseline göre daha etkin bir yıkanmanın olduğunu söylemek mümkündür.

Çizelge 4.8. Farklı Islah Maddeleri Uygulamasında Yıkamanın Değişebilir Sodyum Oranlarına Etkisi

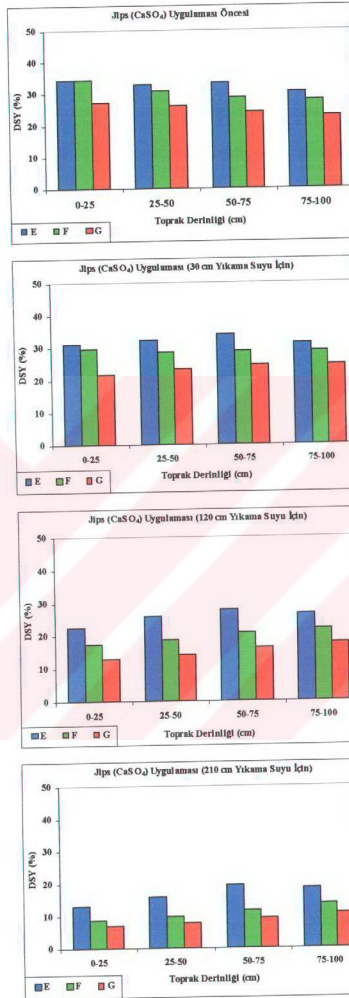
Konular	Toprak Derinliği (cm)	Yıkama Suyu Miktarları (cm)							
		0	30	60	90	120	150	180	210
		Değişebilir Sodyum Yüzdeleri (%)							
A Kontrol (S ₀)	0-25	33,0	31,4	29,8	26,9	23,9	20,9	17,3	14,5
	25-50	31,0	31,3	29,3	27,3	24,8	21,4	19,8	18,2
	50-75	30,4	30,6	29,6	28,0	25,2	23,6	20,0	17,6
	75-100	28,7	31,2	29,4	27,9	26,0	24,4	21,8	18,1
B 0,25 t/da Kükürt (S ₁)	0-25	35,2	30,8	25,6	18,8	17,1	13,1	10,9	9,1
	25-50	31,9	33,7	34,5	31,5	28,7	24,4	20,2	16,2
	50-75	29,4	31,3	32,1	29,3	28,5	24,1	21,2	17,0
	75-100	30,4	30,5	29,8	28,3	27,0	22,0	19,1	17,0
C 0,50 t/da Kükürt (S ₂)	0-25	32,2	26,9	22,2	16,1	13,7	11,8	10,2	8,0
	25-50	28,8	32,0	30,3	24,6	20,9	16,6	13,9	10,1
	50-75	30,3	31,7	30,2	26,6	22,5	17,0	14,0	10,1
	75-100	27,3	28,2	25,8	24,2	19,9	18,5	16,2	12,0
D 1 t/da Kükürt (S ₃)	0-25	36,9	28,1	23,3	16,7	12,2	10,5	8,4	6,6
	25-50	31,9	29,6	26,8	23,3	18,3	15,3	10,2	8,0
	50-75	30,7	29,5	27,0	24,2	19,8	16,4	11,2	9,8
	75-100	28,7	29,1	26,7	24,7	21,8	17,7	13,0	10,3
E Kontrol (J ₀)	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
F 1 t/da Jips (J ₁)	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
G 3 t/da Jips (J ₂)	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

Çizelge 4.9. Değişik Islah Maddelerinin Farklı 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 ⁺ ın Başlangıca Göre Toprakta Kalan Yüzdesi $\frac{q}{q_0} \times 100$							
A Kontrol (S ₀)	0-25	100	95,10	90,21	81,44	72,42	63,40	52,58	44,07
	25-50	100	101,07	94,67	88,00	80,00	69,07	63,73	58,67
	50-75	100	100,53	97,37	92,11	82,89	77,63	65,79	57,89
	75-100	100	108,49	102,19	96,99	90,41	84,93	75,89	63,01
B 0,25 t/da kükürt (S ₁)	0-25	100	87,36	72,64	53,33	48,51	37,24	31,03	25,75
	25-50	100	105,76	108,15	98,80	90,17	76,74	63,31	50,84
	50-75	100	106,45	109,18	99,50	97,02	81,89	72,21	57,82
	75-100	100	100,23	97,20	93,00	88,58	72,26	62,94	55,71
C 0,50 t/da kükürt (S ₂)	0-25	100	83,54	69,08	50,12	42,64	36,66	31,67	27,93
	25-50	100	110,90	105,05	85,37	72,61	57,45	48,40	35,11
	50-75	100	104,62	99,74	87,69	74,36	56,15	46,15	33,33
	75-100	100	103,24	94,59	88,65	72,70	67,84	59,49	44,05
D 1 t/da kükürt (S ₃)	0-25	100	76,07	63,22	45,34	33,00	28,46	22,67	17,88
	25-50	100	92,82	84,04	73,14	57,45	47,87	31,91	25,27
	50-75	100	96,23	88,14	78,98	64,69	53,64	36,39	31,81
	75-100	100	101,40	92,96	85,92	75,77	61,69	45,35	35,77
E Kontrol (J ₀)	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
F 1 t/da jips (J ₁)	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
G 3 t/da jips (J ₂)	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



Şekil 4.7. Kükürt uygulaması öncesi ve farklı kükürtlü materyal dozlarında 30, 120, 210 cm yıkama suyu uygulamalarından sonra toprakta kalan değişebilir sodyum yüzdeleri.



Şekil 4.8. Jips uygulaması öncesi ve farklı jipsli materyal dozlarında 30, 120, 210 cm yıkama suyu uygulamalarından sonra toprakta kalan değişebilir sodyum yüzdeleri.

(C) konusu olan 0,50 t/da kükürt uygulanan deneme parsellerinde ise; üst katmanda (0 – 25 cm) %32,2 olan değişebilir sodyum yüzdesi, 120 cm yıkama suyu uygulamasından sonra başlangıca göre %57,36'sı yikanarak %13,7'ye 210 cm yıkama suyundan sonra % 72,07'si yikanarak %8'e düşmüştür. Bu değer son katman olan 75–100 cm katmanında ise başlangıçta %27,30 olan değişebilir sodyum yüzdesi, 120 cm yıkama suyundan sonra başlangıca göre %27,30'u yikanarak %19,9'a, 210 cm yıkama suyunda ise bu değer başlangıca göre %55,95'i yikanarak %12'ye düşmüştür. Üst katman hariç diğer katmanlarda ilk yıkama dozunda, sodyumun yikanması sonucu birikme sebebiyle başlangıca göre artış göstermiş bundan sonraki yıkama suyu dozlarında azalma göstermiştir. Profil boyunca (1 m'lik) sodyumun yikanması ele alınacak olursa 120 cm'lik yıkama suyuna kadar profildeki değişebilir sodyum yüzdesi %15'in altına düşmediği bu yıkamadan sonra 180 cm yıkama suyu uygulamasına kadar profilin %25'inin, 180 cm yıkama suyu uygulamasından sonra profilin %75'inde ve 210 cm yıkama suyu uygulamasından sonra da profilin tamamında değişebilir sodyumun %15'in altına düştüğü görülmektedir.

(D) konusu olan 1,0 t/da kükürt uygulanan deneme parselleri için çizelge 4.8, 4.9 ve şekil 4.7 incelenecek olursa, üst katmanda %36,9 olan değişebilir sodyum yüzdesi, 120 cm yıkama suyundan sonra başlangıca göre %67'si yikanarak %12,2'ye, 210 cm yıkama suyundan sonra başlangıca göre %82,12'si yikanarak %6,6'ya düşmüştür. 75 – 100 cm katmanda ise başlangıçta %28,7 olan değişebilir sodyum yüzdesi, 120 cm yıkama suyundan sonra başlangıca göre %24,23'ü yikanarak %21,8'e, 210 cm yıkama suyundan sonra da başlangıca göre %64,23 yikanarak %10,3'e düşmüştür. Üst katman hariç ilk yıkama suyu dozundan sonra sodyumun yikanarak birikmesinden dolayı başlangıca göre değişebilir sodyumun arttığı gözlenmiştir. Profil katı (1 m'lik) olarak 180 cm yıkama suyundan sonra tüm katmanlarda değişebilir sodyumun %15'in altına düştüğü görülmektedir.

Jips'in deneme alanı topraklarındaki değişebilir sodyum'un giderilmesi üzerine etkisine bakacak olursak; Çizelge 4.8, 4.9 ve Şekil 4.8 de görüldüğü gibi (E) 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.

(F) 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 yikanarak %17,4’e 210 cm yıkama suyundan sonra %74,68’i yikanarak %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 yikanarak %22,1’e, 210 cm yıkama suyundan sonra da %51,50’i yikanarak %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.

(G) konusu olan 3 t/da jips uygulanan deneme parseli için çizelge 4.8, 4.9 ve şekil 4.8’i inceleyecek olursak; üst katman için başlangıçta %27,2 olan değişebilir sodyum yüzdesi; 120 cm yıkama suyundan sonra %52,35’i yikanarak %13,0’e, 210 cm yıkama suyu uygulamasında sonra da %73,82’si yikanarak %7,12’ye düşmüştür. İlk yıkama suyu dozu olan 30 cm’lik uygulamadan sonra özellikle alt katmanlarda yıkanma 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 yikanarak %17,7’ye, 210 cm yıkama suyundan sonra %54,10’u yikanarak %10,6’ya düşmüştür. Profil katmanı (1 m’lik) dikkate alındığında 150 cm 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.

Deneme alanı topraklarının değişebilir sodyum yüzdesinin %15’inin altına indirilmesinde gerek kükürt ıslah maddesinin gerekse jips ıslah maddesinin artan dozlarının ıslahı hızlandırıcı etki yaptığı görülmektedir. Zira 0,5 t/da S uygulanan parsellerde 210 cm yıkama suyu uygulamasında sonra tüm katmanlarda DSY %15’in altına düşmüşken, 1 t/da S uygulanan parsellerde, 180 cm yıkama suyu uygulandıktan sonra tüm katmanlarda DSY %15’in altına düşmüştür. Jips içinde aynı durum söz konusu olup, 1 t/da uygulanan parselde 210 cm yıkama suyu uygulandıktan sonra tüm katmanlarda DSY %15’in altına indiği halde, bu durum 3 t/da jips uygulamasında 180 cm

yıkama suyu uygulamasıyla sağlanmıştır. Bu durum Dorsan (1988), Sönmez (1988) ve Beyazgül (1995) gibi birçok araştırmacıların yaptığı çalışmalarda tespit edilen bir durumdur.

Kontrol parsellerinde değişebilir sodyum değerlerinin istenilen düzeye düşmemekle beraber, nispeten azalma göstermesi, deneme alanının topraklarında ıslah öncesi yapılan analizlerde (Çizelge 4.1) suda eriyebilir Ca^{++} 'un yüksek olmasının yıkama esnasında toprak kolliodlerinde bağlı bulunan Na^+ iyonu ile yer değiştirerek Na^+ 'un yıkanmasından ileri geldiği, ayrıca yıkamanın ve drenaj etkinliğinin de söz konusu olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum bazı araştırmacıların da (Sevgilioğlu 1987, Dorsan 1988, Beyazgül 1995) yaptığı çalışmalarda tespit ettikleri bir durumdur.

Deneme alanı topraklarının değişebilir sodyum yüzdelerini (DSY) %15'in altına indirmek için uygulanan ıslah maddelerinden kükürt ve jips ile bunların değişik dozlarının etkisi daha önce de belirtildiği gibi artan dozlarda etkinlikleri artmıştır. Ayrıca başlangıca göre toprakta kalan değişebilir sodyum yüzdelere bakılacak olursa, (Çizelge 4.9) kükürt'ün yüksek dozunda jips'in yüksek dozuna göre daha fazla oranda sodyum'un ıslah edildiğini ve kükürt'te nispeten jips'e göre daha etkin bir ıslah sağladığını söylemek mümkündür.

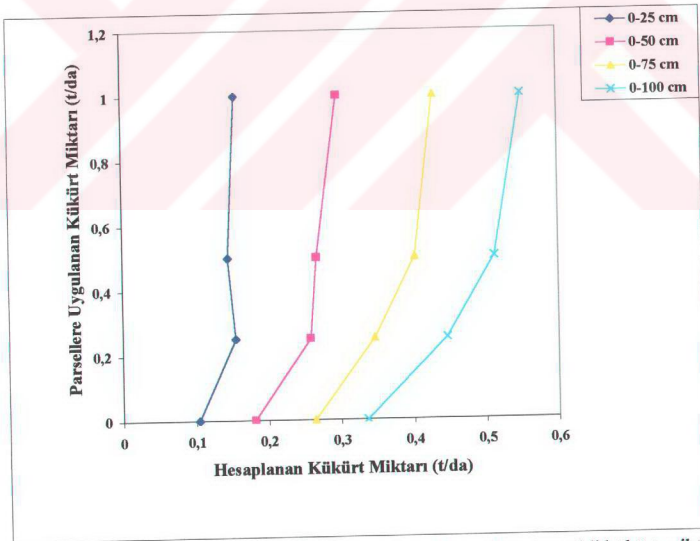
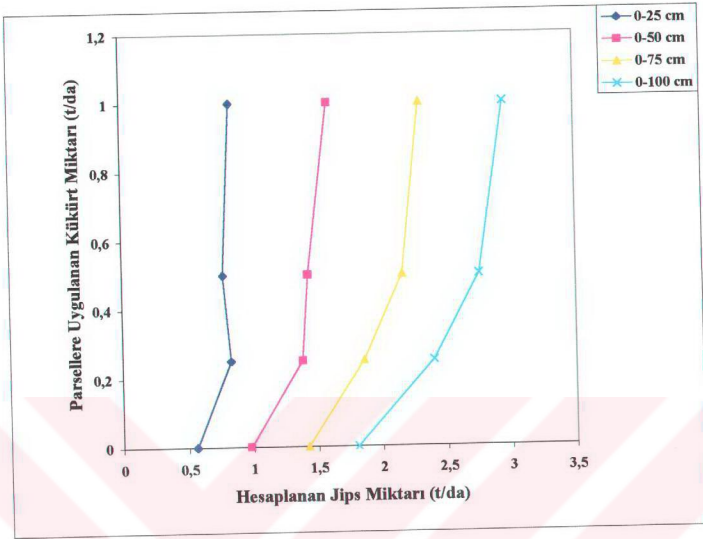
Farklı jips ve kükürt materyali konularında, 0-25, 25-50, 50-75, 75-100 cm toprak derinlikleri itibarıyla yıkamalar sonunda kalan DSY değerleri ile başlangıçtaki DSY değerleri ve deneme alanı topraklarının hacim ağırlığı, KDK değerlerinden faydalanarak Kovda denklemi ile hesaplanan jips ve kükürt eşdeğeri miktarlarıyla 0-25, 0-50, 0-75, 0-100 cm toprak derinliklerindeki toplam jips ve kükürt eşdeğeri miktarları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Deneme alanı topraklarında mevcut değişebilir sodyum değerlerini bitki gelişmesine uygun bir düzeye indirebilmek, gerekli jips ve kükürt maddesi miktarının kolayca hesaplayabilmek amacıyla Çizelge 4.10'daki 0-25, 0-50, 0-75, 0-100 cm toprak derinliklerindeki toplam olarak hesaplanan jips ve kükürt eşdeğeri miktarlarına karşılık parsellere uygulanan kükürt miktarları (A, B, C, D konuları) grafiklendirilmek suretiyle elde edilen eğriler Şekil 4.9'da, Çizelge 4.10'daki 0-25, 0-50, 0-75, 0-100 cm toprak derinliklerindeki toplam olarak hesaplanan jips ve kükürt eşdeğeri miktarlarına karşılık parsellere uygulanan jips miktarla-

rını (E, F, G konuları) grafiklendirilmek suretiyle elde edilen eğriler ise Şekil 4.10'da verilmiştir. Bu eğriler yardımıyla da deneme alanı ile benzer özelliğe sahip arazilerin ıslahı için kükürt ve jips ile benzer özelliğe sahip arazilerin ıslahı için kükürt ve jips ihtiyaçlarını kuramsal olarak hesaplandıktan sonra, uygulanması gerekli ihtiyaçlarını kuramsal olarak hesaplandıktan sonra, uygulanması, gerekli ihtiyaçlarını kuramsal olarak hesaplandıktan sonra, uygulanması gerekli jips ve kükürt ıslah maddesi miktarını kolaylıkla belirlemek mümkün olacaktır.

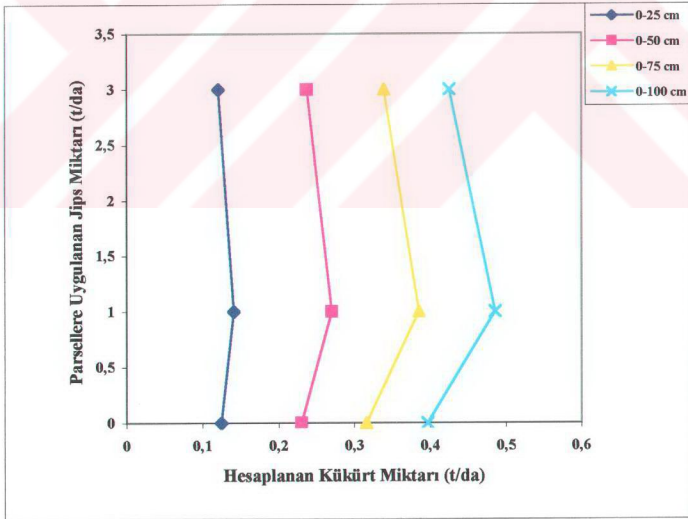
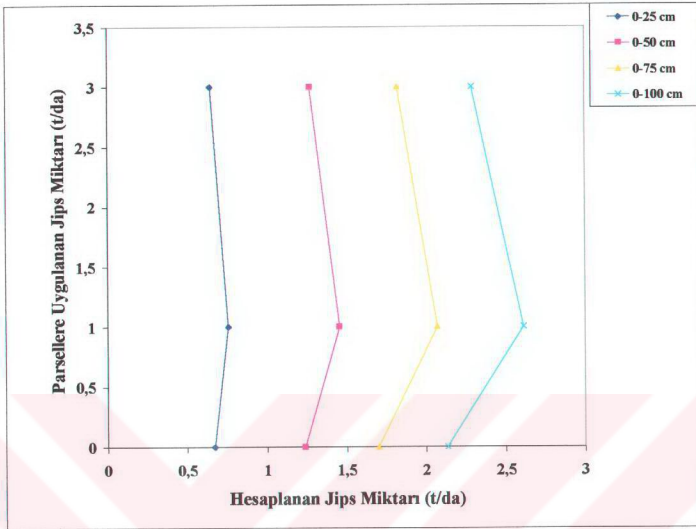


Çizelge 4.10. Deneme Sonunda Azaltılan Değişebilir Sodyuma Eşdeğer Jips ve Kükürt Miktarları

Konular	Toprak Derinliği (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	KDK (me/100 g)	DSY ₆	DSY ₅	Jips Eşdeğeri (t/da)	Kükürt eşdeğeri (t/da)	Toprak Derinliği (cm)	Toplam Jips Eşdeğeri (t/da)	Toplam Kükürt Eşdeğeri (t/da)
A Kontrol S ₀	0-25	1,20	11,76	33,0	14,5	0,561	0,104	0-25	0,561	0,104
	25-50	1,25	12,10	31,0	18,2	0,416	0,077	0-50	0,977	0,181
	50-75	1,30	12,50	30,4	17,6	0,447	0,083	0-75	1,424	0,264
	75-100	1,33	12,70	28,7	18,1	0,385	0,072	0-100	1,809	0,336
B 0,25 t/da Kükürt S ₁	0-25	1,20	12,35	35,2	9,1	0,832	0,155	0-25	0,832	0,155
	25-50	1,25	13,09	31,9	16,2	0,552	0,103	0-50	1,384	0,258
	50-75	1,30	13,70	29,4	17,0	0,475	0,088	0-75	1,859	0,346
	75-100	1,33	14,10	30,4	17,0	0,540	0,100	0-100	2,399	0,446
C 0,50 t/da Kükürt S ₂	0-25	1,20	12,45	32,2	8,0	0,777	0,145	0-25	0,777	0,145
	25-50	1,25	13,05	28,8	10,1	0,656	0,122	0-50	1,433	0,267
	50-75	1,30	12,87	30,3	10,1	0,727	0,135	0-75	2,160	0,402
	75-100	1,33	13,55	27,3	12,0	0,593	0,110	0-100	2,753	0,512
D 1 t/da Kükürt S ₃	0-25	1,20	10,75	36,9	6,6	0,840	0,156	0-25	0,840	0,156
	25-50	1,25	11,80	31,9	8,0	0,758	0,141	0-50	1,598	0,297
	50-75	1,30	12,10	30,7	9,8	0,707	0,132	0-75	2,305	0,429
	75-100	1,33	12,36	28,7	10,3	0,650	0,121	0-100	2,955	0,550
E Kontrol J ₀	0-25	1,20	12,25	34,4	13,1	0,673	0,125	0-25	0,673	0,125
	25-50	1,25	12,30	32,8	15,7	0,565	0,105	0-50	1,238	0,230
	50-75	1,30	11,86	33,3	19,3	0,464	0,086	0-75	1,702	0,316
	75-100	1,33	12,79	30,3	18,4	0,435	0,081	0-100	2,137	0,397
F 1 t/da Jips J ₁	0-25	1,20	11,50	34,3	8,7	0,760	0,141	0-25	0,760	0,141
	25-50	1,25	12,29	30,8	9,8	0,694	0,129	0-50	1,454	0,270
	50-75	1,30	12,90	28,7	11,6	0,617	0,115	0-75	2,071	0,385
	75-100	1,33	13,17	27,9	13,5	0,542	0,101	0-100	2,613	0,486
G 3 t/da jips J ₂	0-25	1,20	12,50	27,2	7,1	0,648	0,121	0-25	0,648	0,121
	25-50	1,25	12,75	26,0	7,8	0,624	0,116	0-50	1,272	0,237
	50-75	1,30	13,09	24,2	9,2	0,549	0,102	0-75	1,821	0,339
	75-100	1,33	13,26	23,0	10,6	0,470	0,087	0-100	2,291	0,426



Şekil 4.9. Hesaplanan gips ve kükürt ihtiyacına karşılık verilmesi gerekli kükürt miktarı.



Şekil 4.10. Hesaplanan jips ve kükürt ihtiyacına karşılık verilmesi gerekli jips miktarı.

4.4. İstatistiki Analiz Sonuçları ve Yorumu

Araştırmada kullanılan ıslah materyallerinden jips ve kükürt'ün problemlili toprakların ıslahında önemli faktör olan EC (milimhos/cm) ve DSY (%) üzerine etkilerinde hangisinin istatistiki açıdan önemli olduğunu belirlemek amacıyla yapılan student t (t testi) (Zar 1999) sonuçları çizelge 4.11 ve çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Tuzların ($EC \times 10^3$) Yıkanmasında Jips ve Kükürt Muameleleri Ortalamalarında Yapılan Student t Testi Sonuçları.

YIKAMALAR	TOPRAK DERİNLİĞİ (cm)	KÜKÜRT (S)	JİPS (J)
0	0-25	26,16±1,14	28,86±0,622
	25-50	22,85±1,24	24,10±0,581
	50-75	18,72±1,09	20,853±0,439
	75-100	15,288±0,794	17,069±0,298
1	0-25	6,307±0,165*	7,723±0,730
	25-50	8,132±0,344*	10,96±1,11
	50-75	10,288±0,532**	14,70±1,57
	75-100	12,64±0,438**	16,52±1,17
2	0-25	5,148±0,151*	6,252±5,11
	25-50	6,435±0,283*	8,75±0,899
	50-75	8,302±0,378*	11,43±1,23
	75-100	10,092±0,357**	13,51±1,18
3	0-25	4,407±0,118**	5,377±0,358
	25-50	5,59±0,224*	6,943±0,561
	50-75	7,097±0,312*	8,90±0,77
	75-100	8,658±0,336**	10,583±0,556
4	0-25	3,628±0,139**	4,357±0,244
	25-50	4,497±0,204*	5,50±0,383
	50-75	5,847±0,257	6,557±0,472
	75-100	6,955±0,273	7,813±0,574
5	0-25	3,09±0,111*	3,533±0,182
	25-50	3,615±0,116**	4,36±0,251
	50-75	4,255±0,137**	5,297±0,374
	75-100	4,867±0,17**	6,247±0,448
6	0-25	2,717±0,107	2,973±0,13
	25-50	3,21±0,0906*	3,81±0,219
	50-75	3,595±0,124*	4,217±0,205
	75-100	3,95±0,106**	4,74±0,204
7	0-25	2,255±0,0607*	2,517±0,112
	25-50	2,6525±0,0999	2,903±0,118
	50-75	2,92±0,0939	3,25±0,136
	75-100	3,2275±0,0963*	3,543±0,102

* $p < 0.05$ seviyesinde önemli.

** $p < 0.01$ seviyesinde önemli.

Çizelge 4.12. DSY (%)’nin Düşürülmesinde Jips ve Kükürt Muameleleri Ortalamalarında Yapılan Student t Testi Sonuçları.

YIKAMALAR	TOPRAK DERİNLİĞİ (cm)	KÜKÜRT (S)	JİPS (J)
0	0-25	34,325±0,63	31,97±1,24
	25-50	30,90±0,444	29,87±1,05
	50-75	30,20±0,321	28,73±1,34
	75-100	28,775±0,439	27,07±1,1
1	0-25	29,3±0,636	27,43±1,51
	25-50	31,65±0,578	28,0±1,36*
	50-75	30,775±0,419	29,17±1,48
	75-100	29,75±0,489	28,23±1,04
2	0-25	25,225±0,935	24,27±1,88
	25-50	30,225±0,895	25,3±1,81*
	50-75	29,725±0,634	27,03±1,89
	75-100	27,925±0,64	26,73±1,4
3	0-25	19,62±1,34	20,37±1,72
	25-50	26,67±1,0	22,43±1,85*
	50-75	27,025±0,632	24,3±1,98
	75-100	26,275±0,622	24,37±1,42
4	0-25	16,73±1,38	17,6±1,39
	25-50	23,17±1,23	19,47±1,75
	50-75	24,0±1,01	21,63±1,71
	75-100	23,675±0,925	22,1±1,3
5	0-25	14,07±1,23	15,2±1,28
	25-50	19,42±1,13	16,69±1,5
	50-75	20,27±1,1	18,9±1,53
	75-100	20,65±0,848	19,4±1,21
6	0-25	11,7±1,03	12,1±1,13
	25-50	16,02±1,28	13,7±1,33
	50-75	16,6±1,27	15,67±1,58
	75-100	17,52±1,01	16,47±1,26
7	0-25	9,55±0,911	9,633±0,909
	25-50	13,12±1,28	11,1±1,19
	50-75	13,62±1,13	13,37±1,53
	75-100	14,35±0,998	14,17±1,15

* p < 0.05 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.11’in incelenmesinden görüleceği gibi 4. yıkamada 50-75 cm ile 75-100 cm, 6. yıkamada 0-25 cm derinlikte ve 7. yıkamada 25-50 ve 50-75 cm derinlikleri hariç diğer bütün yıkamalarda toprak derinliği itibariyle tuzların yıkanmasında kükürt’ün etkinliğinin jips’e göre istatistiki açıdan ($p < 0.01$ ve $p < 0.05$) önemli olduğu diğerlerinde, ıslah materyalleri arasında fark olmadığı ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.12'nin incelenmesinde ise; değişebilir sodyum yüzdelerinin azalmasında gerek kükürt'ün (S), gerekse jips'in (CaSO_4) etkisinin olduğunu ancak istatistiki açıdan her iki ıslah materyalinin de genel olarak ıslaha etkisinde birbirine göre farklı olmadığı ortaya çıkmıştır. Sadece 1., 2., 3. yıkamaların 25–50 cm toprak derinliklerinde jips'in, kükürt'e göre değişebilir sodyumun azalmasında istatistiki açıdan $p < 0.05$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11'e göre genel olarak ve istatistiki açıdan da kükürt ıslah materyali jips ıslah materyaline göre tuzların yıkanmasında daha etkili olmasına rağmen bu ıslah materyallerinin her ikisinin de ayrı ayrı hangi dozlarda tuz ve DSY miktarlarını daha iyi azalttığını istatistiki açıdan gösteren analizler de yapılmıştır.

Toprak derinlikleri esas alındığında, değişik kükürt ve jips seviyelerinin her bir yıkamadan sonra tuzların giderilmesindeki önem seviyelerinin belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi (Zar 1999) sonuçları çizelge 4.13 ve çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.13'ü incelenirse; genel olarak artan kükürt seviyelerinde tuzların azaldığı görülmektedir. Ancak bu durum istatistiki açıdan değerlendirildiğinde; 1., 2., 3., 4. ve 7. yıkamanın, 25–50 cm derinliğinde yine 1., 2., yıkamanın 50–75 cm derinliğindeki tuzların yıkanmasında kükürt seviyelerinden 0,5 t/da S'ün etkinliğinin diğerlerine göre daha fazla ($p < 0.01$ ve $p < 0.05$) olduğu diğer katman ve yıkamalarda tuzların azalmasında kükürt seviyeleri arasında istatistiki açıdan bir fark olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.14 incelenirse, toprak derinliği itibari ile tüm yıkamalarda ve tüm jips seviyelerinde tuzların yıkanmasında etkinlik istatistiki açıdan ($p < 0.01$) önemli seviyede çıkmıştır. 1., 2., 3., 4., 5. yıkamalar dikkate alındığında genel olarak 1 t/da jips seviyesi istatistiki açıdan daha önemli ($p < 0.01$) çıkarken, 6., 7. yıkamalar sonunda 75–100 cm toprak katmanlarından 3 t/da jips uygulaması istatistiki açıdan $p < 0.01$ seviyesinde önemli çıkmıştır. Diğerlerinde ise 1 t/da jips ile 3 t/da jips arasında istatistiki açıdan bir fark olmadığı görülmektedir. Genel olarak bu çizelgeden 1 t/da jips'in tuzların giderilmesinde istatistiki açıdan daha önemli olduğunu söylemek mümkündür.

Çizelge 4.13. Değişik Kükürt Seviyelerinin, Her Bir Yıkamadan Sonra Tuzların ($EC \times 10^3$) Yıkamasındaki Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.

Toprak Derinliği (cm)	Seviye (t/da)	Tuz Miktarı (mmhos/cm) Ortalama ve Standart Hataları ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)							
		Yıkama Öncesi	1. Yıkama	2. Yıkama	3. Yıkama	4. Yıkama	5. Yıkama	6. Yıkama	7. Yıkama
0-25	0	20,3 $\pm$ 1,25	6,72 $\pm$ 0,382	5,30 $\pm$ 0,208	4,41 $\pm$ 0,168	3,40 $\pm$ 0,164	2,88 $\pm$ 0,197	2,46 $\pm$ 0,197	2,16 $\pm$ 0,100
	0,25	27,25 $\pm$ 0,68	6,22 $\pm$ 0,31	5,27 $\pm$ 0,194	4,67 $\pm$ 0,129	4,08 $\pm$ 0,0862	3,42 $\pm$ 0,185	3,01 $\pm$ 0,133	2,46 $\pm$ 0,112
	0,50	27,65 $\pm$ 1,13	5,88 $\pm$ 0,32	4,68 $\pm$ 0,465	3,94 $\pm$ 0,256	3,26 $\pm$ 0,387	2,81 $\pm$ 0,238	2,58 $\pm$ 0,289	2,13 $\pm$ 0,129
	1,00	29,45 $\pm$ 1,01	6,41 $\pm$ 0,257	5,34 $\pm$ 0,233	4,61 $\pm$ 0,173	3,77 $\pm$ 0,191	3,25 $\pm$ 0,110	2,82 $\pm$ 0,149	2,27 $\pm$ 0,0929
25-50	0	16,25 $\pm$ 0,79	(p<0,01) 9,65 $\pm$ 0,301A	(p<0,01) 7,62 $\pm$ 0,257	(p<0,05) 6,37 $\pm$ 0,233A	(p<0,05) 5,147 $\pm$ 0,374A		3,43 $\pm$ 0,134	(p<0,01) 3,06 $\pm$ 0,0755A
	0,25	26,13 $\pm$ 0,8	7,97 $\pm$ 0,317B	6,59 $\pm$ 0,210AB	5,78 $\pm$ 0,221A	4,88 $\pm$ 0,255A	3,85 $\pm$ 0,157	3,26 $\pm$ 0,163	2,79 $\pm$ 0,133AB
	0,50	23,77 $\pm$ 0,99	6,75 $\pm$ 0,45C	5,56 $\pm$ 0,64B	4,65 $\pm$ 0,420B	3,68 $\pm$ 0,232B	3,25 $\pm$ 0,302	2,95 $\pm$ 0,255	2,32 $\pm$ 0,143C
	1,00	25,25 $\pm$ 0,93	8,16 $\pm$ 0,288B	5,97 $\pm$ 0,205B	5,56 $\pm$ 0,235AB	4,28 $\pm$ 0,118AB	3,57 $\pm$ 0,155	3,20 $\pm$ 0,108	2,44 $\pm$ 0,0723BC
50-75	0	12,87 $\pm$ 0,77	(p<0,05) 12,27 $\pm$ 1,08A	(p<0,01) 9,79 $\pm$ 0,513A	8,09 $\pm$ 0,595	6,38 $\pm$ 0,159	4,44 $\pm$ 0,316	3,86 $\pm$ 0,24	3,26 $\pm$ 0,121
	0,25	21,63 $\pm$ 0,76	10,72 $\pm$ 0,692AB	8,77 $\pm$ 0,278AB	7,63 $\pm$ 0,330	6,54 $\pm$ 0,210	4,43 $\pm$ 0,180	3,63 $\pm$ 0,282	3,00 $\pm$ 0,144
	0,50	20,37 $\pm$ 0,95	8,42 $\pm$ 0,684B	7,04 $\pm$ 0,710C	6,100 $\pm$ 0,629	5,31 $\pm$ 0,782	4,00 $\pm$ 0,450	3,33 $\pm$ 0,347	2,70 $\pm$ 0,218
	1,00	20,02 $\pm$ 0,76	9,74 $\pm$ 0,398AB	7,61 $\pm$ 0,208BC	6,57 $\pm$ 0,137	5,16 $\pm$ 0,115	4,15 $\pm$ 0,0889	3,56 $\pm$ 0,108	2,72 $\pm$ 0,0737
75-100	0	11,38 $\pm$ 1,18	13,57 $\pm$ 0,870	11,08 $\pm$ 0,511	9,62 $\pm$ 0,494	7,72 $\pm$ 0,419	5,29 $\pm$ 0,345	4,24 $\pm$ 0,223	3,57 $\pm$ 0,205
	0,25	17,31 $\pm$ 0,83	1339 $\pm$ 0,949	10,53 $\pm$ 0,622	9,18 $\pm$ 0,586	7,55 $\pm$ 0,354	5,11 $\pm$ 0,164	4,08 $\pm$ 0,125	3,17 $\pm$ 0,197
	0,50	15,73 $\pm$ 0,87	11,72 $\pm$ 1,03	9,28 $\pm$ 1,00	7,80 $\pm$ 0,844	6,21 $\pm$ 0,629	4,51 $\pm$ 0,491	3,66 $\pm$ 0,261	3,09 $\pm$ 0,201
	1,00	16,73 $\pm$ 0,48	11,88 $\pm$ 0,291	9,48 $\pm$ 0,225	8,03 $\pm$ 0,151	6,34 $\pm$ 0,115	4,56 $\pm$ 0,149	3,82 $\pm$ 0,108	3,08 $\pm$ 0,0473

Not: Herbir toprak derinliği için aynı sütunda bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Değişik Jips Seviyelerinin, Her Bir Yıkamadan Sonra Tuzların ($EC \times 10^3$) Yıkamasındaki Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.

Toprak Derinliği (cm)	Seviye (t/da)	Tuz Miktarı (mmhos/cm) Ortalama ve Standart Hataları ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)								
		Yıkama Öncesi	1. Yıkama	2. Yıkama	3. Yıkama	4. Yıkama	5. Yıkama	6. Yıkama	7. Yıkama	
0-25	0	30,58±0,942	10,55±0,375A	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)
	1	28,83±0,197	6,63±0,271B	8,21±0,367A	6,73±0,186A	5,27±0,111A	4,22±0,107A	3,47±0,06A	2,95±0,0321A	
	3	27,17±0,907	5,99±0,304B	5,327±0,217B	4,63±0,24B	3,8±0,165B	3,12±0,081B	2,7±0,096B	2,3±0,0764B	
25-50	0	24,9±0,534	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)	(p<0,01)
	1	25,27±0,323	15,3±0,478A	12,28±0,261A	9,07±0,296A	6,95±0,199A	5,32±0,099A	4,66±0,0777A	3,36±0,0557A	
	3	22,13±0,850	9,4±0,20B	7,36±0,275B	6,2±0,372B	5,07±0,160B	4,03±0,142B	3,3±0,104B	2,65±0,05B	
50-75	0	21,13±0,509	20,77±0,359A	16,25±0,254A	11,89±0,241A	8,39±0,18A	6,75±0,199A	4,98±0,161A	3,77±0,0656A	
	1	21,73±0,347	10,36±0,279C	8,23±0,163C	7,03±0,378B	5,53±0,177B	4,57±0,095B	4,01±0,085B	3,03±0,085B	
	3	19,7±0,922	12,97±0,329B	9,8±0,282B	7,78±0,259B	5,75±0,273B	4,57±0,212B	3,66±0,0651B	2,95±0,0764B	
75-100	0	17,9±0,532	20,65±0,374A	17,92±0,278A	12,5±0,197A	10,07±0,178A	7,99±0,156A	5,4±0,142A	3,9±0,0503A	
	1	16,737±0,387	12,7±0,377C	9,97±0,345C	8,74±0,196C	6,74±0,206B	5,57±0,085B	4,78±0,0961B	3,49±0,0737B	
	3	16,57±0,332	16,22±0,401B	12,65±0,26B	10,51±0,310B	6,63±0,251B	5,18±0,237B	4,04±0,0833C	3,24±0,0833C	

Not: Herbir toprak derinliği için aynı sütunda bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir.

Toprak derinliği esas alındığında, değişik kükürt ve jips seviyelerinin yıkamalar sonunda değişebilir sodyum yüzdelerinin (DSY) azaltılmasındaki etkilerini istatistiki açıdan belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da çizelge 4.15 ve 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.15’te görüldüğü gibi yine yıkamalar sonunda toprak derinliği itibariyle kükürt seviyelerinin 1. yıkamanın 25–50, 50–75, 75–100 cm toprak derinlikleri hariç diğer derinlik ve yıkamalarda istatistiki açıdan $p<0.01$ ve $p<0.05$ seviyelerinde DSY değerlerinin düşürülmesinde önemli çıkmıştır. Çizelgeye bakıldığında 2. yıkama sonrası 0–25, 75–100 cm toprak katmanında, 3. yıkama sonrası 0–25 toprak katmanında, 0.5 t/da kükürt seviyesi istatistiki açıdan önemli çıkarken diğerlerinde 1 t/da kükürt seviyesi istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$ ve $p<0.05$) çıkmıştır. Buradan da artan kükürt seviyelerinde etkinliğinin istatistiki açıdan da önemli olduğunu söylemek mümkündür.

Çizelge 4.16’nın incelenmesinde ise, yıkamalar sonunda toprak derinliği itibari ile jips seviyelerinin yıkamalar sonrası DSY (%) değerlerinin düşmesindeki etkileri istatistiki açıdan $p<0.01$ seviyesinde önemli çıkmıştır. Hemen hemen tüm toprak katmanlarında yıkamalar sonunda 3 t/da jips seviyesinin DSY (%) değerinin düşürülmesinde istatistiki açıdan $p<0.01$ seviyesinde diğer seviyelere göre daha etkili olduğu söylemek mümkündür. Burada artan jips dozlarının ıslahta etkili olduğu istatistiki açıdan da teyit edilmektedir.

Çizelge 4.15. Değişik Kükürt Seviyelerinin, Her Bir Yıkamadan Sonra DSY (%)’nin Düşürülmesindeki Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.

Toprak Derinliği (cm)	Seviye (t/da)	DSY Miktarı (%) Ortalama ve Standart Hataları ($\bar{X} \pm S\bar{X}$)							
		Yıkama Öncesi	1. Yıkama	2. Yıkama	3. Yıkama	4. Yıkama	5. Yıkama	6. Yıkama	7. Yıkama
0-25	0	33,00±0,70	(p<0,01) 31,40±0,513A	(p<0,01) 29,80±0,833A	(p<0,01) 26,90±0,971A	(p<0,01) 23,90±0,961A	(p<0,01) 20,90±0,611A	(p<0,01) 17,30±0,458A	(p<0,01) 14,50±0,306A
	0,25	35,20±0,839	30,80±0,681A	25,60±0,643B	18,80±0,569B	17,10±0,361B	13,10±0,306B	10,90±0,306B	9,10±0,208B
	0,50	32,20±0,306	26,90±0,819B	22,20±0,709C	16,10±0,404C	13,70±0,503C	11,80±0,404BC	10,20±0,306B	8,00±0,306C
	1,00	36,90±0,777	28,10±0,764B	23,30±0,819BC	16,70±0,700BC	12,20±0,321C	10,50±0,306C	8,40±0,404C	6,60±0,351D
25-50	0	31,00±0,473	31,30±0,603	(P<0,01) 29,30±0,700B	(P<0,01) 27,30±0,794B	(P<0,01) 24,80±0,819B	(P<0,01) 21,40±0,611B	(P<0,01) 19,80±0,569A	(P<0,01) 18,20±0,458A
	0,25	31,90±0,666	33,70±0,723	34,50±0,520A	31,50±0,917A	28,70±0,874A	24,40±0,361A	20,20±0,416A	16,20±0,379B
	0,50	28,80±0,173	32,00±1,17	30,30±0,755B	24,60±0,611C	20,90±0,709C	16,60±0,656C	13,90±0,611B	10,10±0,611C
	1,00	31,90±0,656	29,60±0,874	26,80±0,929C	23,30±0,700C	18,30±0,473D	15,30±0,513C	10,20±0,306C	8,00±0,265D
50-75	0	30,40±0,361	30,60±0,666	(P<0,01) 29,60±0,681A	(P<0,01) 28,00±0,493AB	(P<0,01) 25,20±0,624B	(P<0,01) 23,60±0,513A	(P<0,01) 20,00±0,611A	(P<0,01) 17,60±0,361A
	0,25	29,40±0,971	31,30±0,569	32,10±0,493A	29,30±0,709A	28,50±0,416A	24,10±0,557A	21,20±0,321A	17,00±0,416A
	0,50	30,30±0,643	31,70±1,01	30,20±0,802A	26,60±0,656B	22,50±0,709C	17,00±0,416B	14,00±0,611B	10,10±0,656B
	1,00	30,70±0,551	29,50±0,819	27,00±0,917B	24,20±0,681C	19,80±0,681D	16,40±0,557B	11,20±0,306C	9,80±0,361B
75-100	0	28,70±0,611	31,20±0,723	(P<0,05) 29,40±0,833AB	(P<0,01) 27,90±0,643A	(P<0,01) 26,00±0,681A	(P<0,01) 24,40±0,611A	(P<0,01) 21,80±0,513A	(P<0,01) 18,10±0,361A
	0,25	30,40±0,874	30,50±0,529	29,80±0,700A	28,30±0,611A	27,00±0,569A	22,00±0,513B	19,10±0,458B	17,00±0,321B
	0,50	27,30±0,569	28,20±0,874	25,80±0,917C	24,20±0,603B	19,90±0,755B	18,50±0,557C	16,20±0,569C	12,00±0,361C
	1,00	28,70±0,603	29,10±0,971	26,70±1,07BC	24,70±0,777B	21,80±0,586B	17,70±0,513C	13,00±0,361D	10,30±0,208D

Not: Herbir toprak derinliği için aynı sütunda bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Değişik Jips Seviyelerinin, Her Bir Yıkamadan Sonra DSY (%)'nin Düşürülmesindeki Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.

Toprak Derinliği (cm)	Seviye (t/da)	DSY Miktarı (%) Ortalama ve Standart Hataları ($\bar{x} \pm \bar{Sx}$)												
		Yıkama Öncesi	1. Yıkama	2. Yıkama	3. Yıkama	4. Yıkama	5. Yıkama	6. Yıkama	7. Yıkama					
0-25	0	34,40±0,833	(P<0,01) 31,10±0,985A	(P<0,01) 29,80±1,07A	(P<0,01) 26,10±0,611A	(P<0,01) 22,40±0,513A	(P<0,01) 19,70±0,603A	(P<0,01) 16,30±0,404A	(P<0,01) 13,10±0,361A					
	1	34,30±0,404	29,50±0,306A	25,70±0,569B	20,50±0,755B	17,40±0,611B	14,80±0,709B	11,30±0,361B	8,70±0,265B					
	3	27,20±0,666	21,70±0,917B	17,30±0,493C	14,50±0,862C	13,00±0,557C	11,10±0,361C	8,70±0,306C	7,10±0,265C					
25-50	0	32,80±0,700	(P<0,01) 32,20±1,03A	(P<0,01) 31,00±1,08A	(P<0,01) 28,50±0,656A	(P<0,01) 25,80±0,819A	(P<0,01) 22,00±0,557A	(P<0,01) 18,70±0,503A	(P<0,01) 15,70±0,265A					
	1	30,80±0,513	28,60±0,321B	26,00±0,586B	22,90±0,709B	18,60±0,709B	16,267±0,601B	12,60±0,458B	9,80±0,306B					
	3	26,00±0,611	23,20±0,709C	18,90±0,907C	15,90±0,709C	14,00±0,458C	11,80±0,416C	9,80±0,306C	7,80±0,208C					
50-75	0	33,30±0,436	(P<0,01) 34,10±1,33A	(P<0,01) 33,70±0,833A	(P<0,01) 31,70±0,557A	(P<0,01) 27,80±0,611A	(P<0,01) 24,70±0,458A	(P<0,01) 21,50±0,361A	(P<0,01) 19,30±0,265A					
	1	28,70±0,503	29,00±0,462B	26,40±0,666B	22,80±0,700B	20,90±0,709B	17,50±0,513B	17,70±0,656B	11,60±0,306B					
	3	24,20±0,569	24,40±0,819C	21,00±0,985C	18,40±0,666C	16,20±0,513C	14,50±0,513C	10,80±0,265C	9,20±0,208C					
75-100	0	30,30±0,379	(P<0,01) 31,20±0,819A	(P<0,01) 31,30±0,764A	(P<0,01) 29,70±0,656A	(P<0,01) 26,50±0,557A	(P<0,01) 23,90±0,709A	(P<0,01) 21,20±0,265A	(P<0,01) 18,40±0,265A					
	1	27,90±0,557	28,90±0,416A	26,80±0,808B	22,80±0,709B	22,10±0,666B	18,30±0,611B	15,40±0,557B	13,50±0,265B					
	3	23,00±0,473	24,60±1,01B	22,10±1,11C	20,60±0,862B	17,70±0,513C	16,00±0,513C	12,80±0,361C	10,60±0,252C					

Not: Herbir toprak derinliği için aynı sütunda bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir.

4.5. Yıkama Süresinin Belirlenmesi

Deneme parsellerine uygulanan eklemeli yıkama suyu miktarları (I_c , cm), eklemeli infiltrasyon suyu miktarları, eklemeli süre (T_c – saat) ve ortalama su alma hızları (cm/saat) hesaplanarak, deneme konuları itibarı ile çizelge 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23’de verilmiştir.

Çizelgelerin incelenmesinden görüleceği üzere uygulanan ıslah materyallerinin (kükürt ve jips) miktarlarına bağlı olarak, miktar arttıkça toprakların geçirgenliği artmakta ve yıkanma süreleri kısalmaktadır. Deneme parsellerinin ortalama su alma hızları, 210 cm yıkama suyundan sonra sırasıyla kontrol parsellerinde 2,00 – 1,99 cm/h, iken 0,25 t/da күкүртте 2,16 cm/h, 0,5 t/da күкүртте 2,21 cm/h, 1 t/da күкүртте ise 2,25 cm/h’e yükselmiştir. Bu değerlerin 1 t/da jips’te 2,14 cm/h, 3 t/da jips’te 2,24 cm/h’e yükseldiği görülmektedir.

Deneme konuları için eklemeli yıkama suyu ile eklemeli zaman değerleri arasındaki matematiksel ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda elde edilen matematiksel eşitlikler çizelge 4.24’de grafikler ise Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.24’deki eşitlikler ve Şekil 4.11’deki eğriler yardımıyla araştırma alanı toprakları ile benzer özellik gösteren tarım alanlarında uygulanacak jips ve күкүрт ıslah maddelerinin değişik konularında, istenilen yıkama suyu miktarına karşılık yıkanma sürelerinin tespit edilmesi mümkün olacaktır. Ayrıca; bu eşitlik ve eğriler bize gösteriyor ki jips ve күкүрт ıslah maddelerinin dozları arttıkça yıkanma sürelerinde nispeten bir azalam olmuştur. Zira; 210 cm yıkama suyu uygulaması sonunda, kontrol parsellerinde yıkanma süreleri 101.50–102.25 saat iken, 0,25 t/da күкүртте 94.00 saat’e, 0,5 t/da күкүртте 92.25 saat’e, 1 t/da күкүртте ise 90,25 saat’e düşmüştür. Aynı durum 1 t/da jipste 95,25 saat, 3 t/da jipste ise 90,75 saat olarak belirlenmiştir. Bu durum, birçok araştırmacının tespit ettiği bir sonuçtur (Dorsan 1988, Beyazgül 1995).

Çizelge 4.24’de verilen eşitlikler yardımıyla, uygulanacak eklemeli yıkama suyunun (I_c) infiltrasyon süresi (T_c)’nin hesaplanması ile ıslah süresi bulunabilir. Ancak; elde edilen bu eşitlikler de, uygulanacak birim yıkama suyu arasında bırakılması gerekli aralıklar dikkate alınmadığından ıslah projelerinde yıkamalar arasında bırakı-

lan sürelerin, eşitliklerle elde edilen süreye eklenmesi gerekmektedir (Dorsan 1988, Beyazgül 1995). Bunun için aralıklardan doğan uzayacak ıslah süresi ($\frac{D_{ys}}{\Delta D_{ys}} \times \Delta T$)

olacaktır. Burada;

D_{ys} : İstenilen ıslahı sağlayacak yıkama suyu miktarı (cm)

ΔT : Yıkamalar arasında bırakılan süre (96 saat)

ΔD_{ys} : Her bir yıkamada verilecek su miktarı (cm) olarak belirtilmiştir.

Çizelge 4.17. Deneme Boyunca Şahit Parsele (S_0) Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri

Verilen Yıkama Suyu (cm)	İnfiltre Olan Net Su (cm)	Eklemeli İnfiltrasyon Suyu (cm)	Süre (Saat)	Eklemeli Süre (Saat)	Ortalama Su Alma Hızı (cm/saat)
30	28,7	28,70	12,50	12,50	2,30
60	28,9	57,60	14,00	26,50	2,17
90	29,1	86,70	16,25	42,75	2,03
120	29,2	115,90	16,50	59,25	1,96
150	29,0	144,90	15,25	74,50	1,94
180	29,3	174,20	14,25	88,75	1,96
210	29,3	203,50	12,75	101,50	2,00

Çizelge 4.18. 0,25 t/da Kükürt (S_1) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri

Verilen Yıkama Suyu (cm)	İnfiltre Olan Net Su (cm)	Eklemeli İnfiltrasyon Suyu (cm)	Süre (Saat)	Eklemeli Süre (Saat)	Ortalama Su Alma Hızı (cm/saat)
30	28,8	28,80	12,25	12,25	2,35
60	28,6	57,40	14,25	26,50	2,17
90	29,0	86,40	15,75	42,25	2,04
120	29,1	115,50	15,00	57,25	2,02
150	29,0	144,50	13,25	70,50	2,05
180	29,2	173,70	12,00	82,50	2,11
210	28,9	202,60	11,50	94,00	2,16

Çizelge 4.19. 0,5 t/da Kükürt (S_2) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri

Verilen Yıkama Suyu (cm)	İnfiltre Olan Net Su (cm)	Eklemeli İnfiltrasyon Suyu (cm)	Süre (Saat)	Eklemeli Süre (Saat)	Ortalama Su Alma Hızı (cm/saat)
30	29,1	29,10	12,25	12,25	2,38
60	29,0	58,10	13,75	26,00	2,23
90	29,0	87,10	15,25	41,25	2,11
120	29,3	116,40	14,50	55,75	2,09
150	29,2	145,60	13,25	69,00	2,11
180	29,1	174,70	12,25	81,25	2,15
210	29,3	204,00	11,00	92,25	2,21

Çizelge 4.20. 1 t/da Kükürt (S_3) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri

Verilen Yıkama Suyu (cm)	İnfiltre Olan Net Su (cm)	Eklemeli İnfiltrasyon Suyu (cm)	Süre (Saat)	Eklemeli Süre (Saat)	Ortalama Su Alma Hızı (cm/saat)
30	29,0	29,00	12,00	12,00	2,42
60	29,2	58,20	14,25	26,25	2,22
90	28,9	87,10	15,75	42,00	2,07
120	29,0	116,10	14,25	56,25	2,06
150	29,2	145,30	12,75	69,00	2,11
180	29,0	174,30	11,00	80,00	2,18
210	29,2	203,50	10,25	90,25	2,25

Çizelge 4.21. Deneme Boyunca Şahit Parsele (J_0) Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri

Verilen Yıkama Suyu (cm)	İnfiltre Olan Net Su (cm)	Eklemeli İnfiltrasyon Suyu (cm)	Süre (Saat)	Eklemeli Süre (Saat)	Ortalama Su Alma Hızı (cm/saat)
30	28,9	28,90	12,50	12,50	2,31
60	29,0	57,90	14,25	26,75	2,16
90	29,1	87,00	16,50	43,25	2,01
120	29,2	116,20	16,75	60,00	1,94
150	29,1	145,30	15,50	75,50	1,92
180	29,3	174,60	14,25	89,75	1,95
210	29,2	203,80	12,50	102,25	1,99

Çizelge 4.22. 1 t/da Jips (J_1) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri

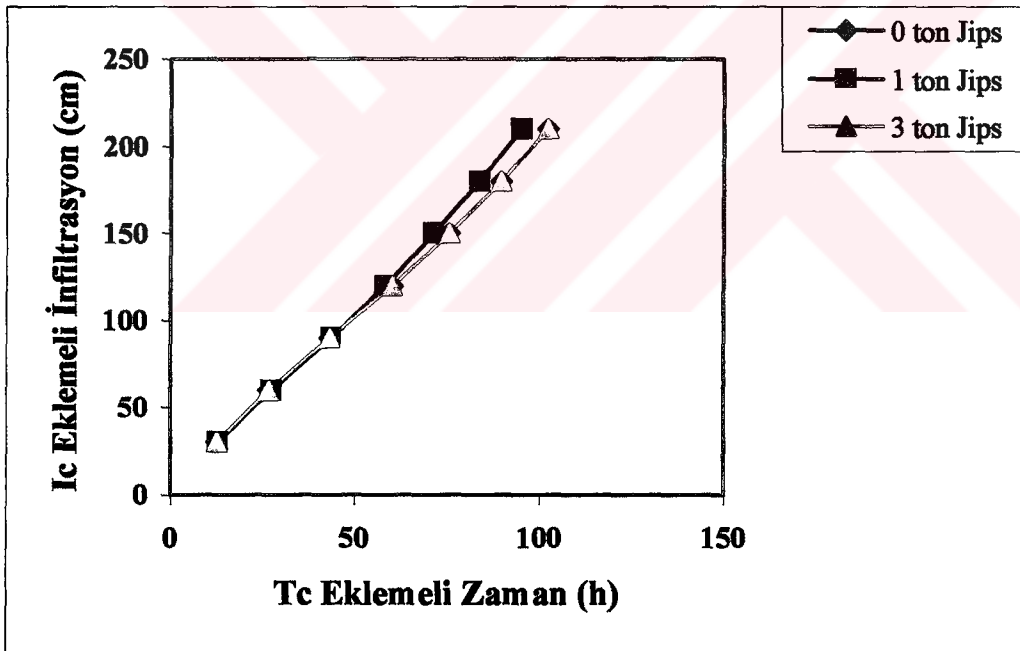
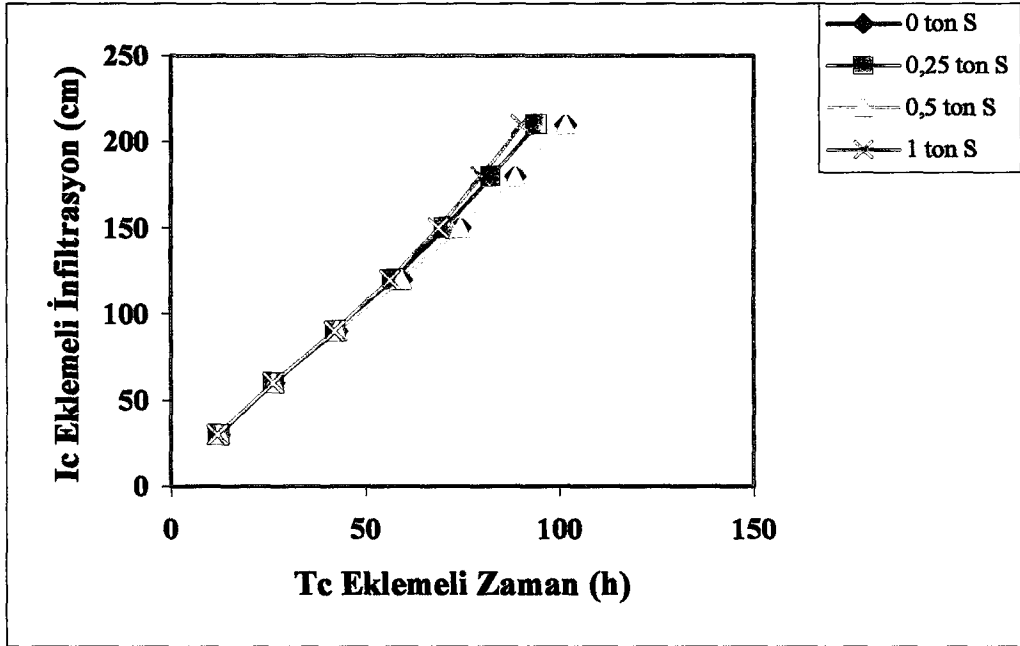
Verilen Yıkama Suyu (cm)	İnfiltre Olan Net Su (cm)	Eklemeli İnfiltrasyon Suyu (cm)	Süre (Saat)	Eklemeli Süre (Saat)	Ortalama Su Alma Hızı (cm/saat)
30	28,8	28,80	12,75	12,75	2,26
60	29,0	57,80	14,75	27,50	2,10
90	29,0	86,80	16,00	43,50	2,00
120	29,1	115,90	14,75	58,25	1,99
150	29,3	145,20	13,25	71,50	2,03
180	29,2	174,40	12,25	83,75	2,08
210	29,2	203,60	11,50	95,25	2,14

Çizelge 4.23. 3t/da Jips (J₂) Uygulanan Parsele Verilen Eklemeli Yıkama Suyu ve Eklemeli Süre Değerleri

Verilen Yıkama Suyu (cm)	İnfiltr Olan Net Su (cm)	Eklemeli İnfiltrasyon Suyu (cm)	Süre (Saat)	Eklemeli Süre (Saat)	Ortalama Su Alma Hızı (cm/saat)
30	29,0	29,00	12,50	12,50	2,32
60	28,9	57,90	14,50	27,00	2,14
90	29,0	86,90	15,75	42,75	2,03
120	29,1	116,00	14,00	56,75	2,04
150	29,1	145,10	12,75	69,50	2,09
180	29,2	174,30	11,25	80,75	2,16
210	29,3	203,60	10,00	90,75	2,24

Çizelge 4.24. Kükürt ve Jips Uygulamalarının Değişik Dozlarında Elde Edilen ve Yıkama Sürelerinin Hesaplanmasında Kullanılan Eklemeli İnfiltrasyon Eşitlikleri

Islah Materyali	Deneme Konuları	Eklemeli İnfiltrasyon Eşitlikleri	Korelasyon Katsayısı
Kükürt (S)	S ₀ Kontrol	$T_c = 0,333 \times I_c^{1,08}$	$r = 0,99$
	S ₁ 0,25 t/da	$T_c = 0,371 \times I_c^{1,05}$	$r = 0,99$
	S ₂ 0,50 t/da	$T_c = 0,370 \times I_c^{1,05}$	$r = 0,99$
	S ₃ 1,0 t/da	$T_c = 0,372 \times I_c^{1,04}$	$r = 0,99$
Jips (J)	J ₀ Kontrol	$T_c = 0,323 \times I_c^{1,09}$	$r = 0,99$
	J ₁ 1,0 t/da	$T_c = 0,410 \times I_c^{1,03}$	$r = 0,99$
	J ₂ 3,0 t/da	$T_c = 0,416 \times I_c^{1,03}$	$r = 0,99$



Şekil 4.11. Farklı dozlardaki kükürt ve jips uygulamalarında eklemeli infiltrasyon eğrileri.

5. ÖNERİLER

Akdeniz Gübre Sanayi'nin % 85'lik jipsli atık materyali ile piyasada satılan ve % 80 saflığa sahip kükürt materyalinin, Konya Ovası tuzlu alkali topraklarının ıslahında yıkama suyu ile birlikte kullanılma imkanlarının saptanması amacıyla yapılan tarla denemelerine dayalı yürütülen bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ışığı altında yapılması gerekli öneriler aşağıda verilmiştir.

1. Denemelerin yürütüldüğü topraklarda tuzluluk ve sodyumluluk problemi bir arada bulunmaktadır. Toprakların kireç içerikleri yüksek düzeyde olup, toprak bünyesi ise "killi-tın" ile "kil" arasında değişmektedir.

Deneme öncesi eriyebilir tuzların, toprağın üst katmanında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Deneme sonunda, yıkama suyu miktarına D_{ys} , yıkanan toprak derinliğine D_t , başlangıç tuzluluğuna C_0 ve yıkama sonrası tuzluluğa C denildiğinde deneme parsellerinde tuz yıkanması ile ilgili aşağıda verilen eşitlik elde edilmiştir.

$$D_{ys}/D_t = 7,76 e^{-0,0497 \frac{C}{C_0} \times 100} \quad (r^{**} = 0,94)$$

Bu eşitlik esas alındığında; toplam çözünebilir tuzların; % 59'unun giderilmesi için toprak derinliğinin 1 katı, % 73'ünün giderilmesi için toprak derinliğinin 2 katı, % 81'inin giderilmesi için toprak derinliğinin 3 katı yıkama suyu verilmelidir.

2. Değişebilir sodyumun giderilmesinde ıslah maddesi olarak uygulanan jips ve kükürt, özellikle üst toprakta etkili olmuş, toprak derinliği arttıkça etkinliği azalmıştır. Ayrıca ıslah materyallerinin dozları arttıkça yıkama etkinliği de artmıştır. Zira, gerek kükürt'ün en üst dozunda gerekse jips'in en üst dozunda, 180 cm yıkama suyu uygulamasından sonra tüm profil katmanlarında değişebilir sodyum yüzdesi % 15'in altına düşmüştür. Ancak; başlangıca göre toprakta kalan değişebilir sodyum yüzdelerine bakılacak olursa (Çizelge 4.9) kükürt'ün yüksek dozunda jipsin yüksek dozuna göre daha fazla oranda sodyum'un ıslah edildiğini ve kükürtün jips'e göre nispeten daha etkin bir ıslah sağladığı belirlenmiş olup, bu durum istatistiki açıdan da desteklenmiştir.

100 cm'lik toprak profilinde; kükürt uygulamasında, A kontrol parseli için 1809 kg Jips, 336 kg kükürt, B konusu (0,25t/da S) için 2399 kg jips, 446 kg kükürt, C konusu (0,5 t/da S) için 2753 kg jips, 512 kg kükürt ve D konusu (1 t/da S) için 2955 kg.

jips ve 550 kg. kükürt'e eşdeğer ıslah sağlanmıştır. Jips uygulamasında ise, E kontrol parseli için 2137 kg jips, 397 kg kükürt, F konusu (1t/da jips) için 2613 kg jips, 486 kg kükürt, G konusunda (3t/da jips) için ise 2291 kg jips, 426 kg kükürte eş değer ıslah sağlanmıştır.

Tuzluluk ve sodyumluluğun ıslahında jips ve kükürt'ün artan dozlarında nisbeten daha fazla ıslah sağlandığı yapılan istatistiki analizlerle de görülmüştür.

3. Islah materyalleri olan Jips ve kükürt uygulamaları, toprağın infiltrasyon hızını olumlu yönde etkileyerek ıslah süresinin azalmasına neden olmuştur. Deneme sonunda, A ve E kontrol parsellerinde infiltrasyon hızları sırasıyla 2.0 cm/h, 1,99 cm/h, 0,25 t/da kükürt konusunda (B), 2.16 cm/h, 0.5 t/da kükürt konusunda (C) 2,21 cm/h, ve 1 t/da kükürt konusunda (D) ise 2.25 cm/h ölçülmüştür. 1 t/da jips (f) ve 3 t/da jips (G) konusunda infiltrasyon hızları ise sırasıyla 2,14 cm/h ve 2,24 cm/h ölçülmüştür. Burada artan ıslah materyalleri dozlarında nisbeten infiltrasyon hızlarında artış görülmüştür. Islah süresinin belirlenmesinde ise; 1.0 t/da kükürt için toplam infiltrasyon süresi 90,25 saat'tir. Her bir yıkamadan sonra 4 gün ara verilmiştir. Bu durumda yıkanma süresi; $\frac{D_{ys}}{\Delta D_{ys}} \cdot \Delta t = \frac{210}{30} \times 96 = 672 \text{ saat} + 90,25 \text{ saat} = 762,25 \text{ saat} \approx 32 \text{ gün'dür}$. 3,0 t/da jips için ise, toplam infiltrasyon süresi 90,75 saattir. Yıkanma süresi ise ; $\frac{D_{ys}}{\Delta D_{ys}} \cdot \Delta t = \frac{210}{30} \times 96 = 672 \text{ saat} + 90,75 \text{ saat} = 762,75 \text{ saat} \approx 32 \text{ gün'dür}$.

4. Bölgede mevcut drenaj, tuzluluk ve sodyumluluk sorunlarının saptanabilmesi için mevcut toprak ve arazi etüdleri detaylandırılmalıdır. Ayrıca Konya Ovası'nın kapalı bir havza olması yani tabii yolla fazla suyunu uzaklaştıramaması, bölgede tuzlu ve sodyumlu alanların genellikle drenajı yetersiz alanlarda bulunması ve tuzluluk ve sodyumluluk probleminin de taban suyu seviyesi ve kalitesinden ileri gelmesi, bölgede mevcut tahliye kanallarının ıslah edilip, bakımlarının sürekli kılınmasını, ve özellikle drenajı yetersiz olan alanlarda yeni drenaj kanallarının projelendirilip uygulamaya geçirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca kapalı drenaj projelerinin de yaygınlaştırılması proje kriterlerinin de proje mühendisleri tarafından titizlikle tespit edilmesine ihtiyaç vardır.

5. Bölgede, sulama şebekelerinin geliştirilmesine (KOS projeleri gibi) ihtiyaç vardır. Zira bölgede sulama suyu kaynaklarının yetersiz olması, bölge çiftçisinin drenaj kanallarındaki sularla sulama yapmasına neden olmuştur. Bu da ıslah çalışmalarının geri dönüşü anlamına gelmektedir. Sulama şebekelerinin geliştirilip, yaygınlaştırılması, hem bitkisel üretim için sulama suyunu temin edecek, hem de ıslah çalışmalarında kaliteli yıkama suyu kaynağını teşkil edecektir.

6. 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 problemli diğer alanlarda deneme kurmaksızın ıslah kriterleri uygulanabilecektir. Ayrıca, kurulacak denemelerde yıkama suyunun aralıklı göllendirme metoduyla verilmesi, toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirdiği ve özellikle geçirgenliği arttırdığı için, denemede yıkamaların aralıklı göllendirme şeklinde verilmesi tavsiye edilmelidir.

7. Tuzlu-sodyumlu, sodyumlu toprakların ıslahında yoğun bir şekilde kullanılan jips ve kükürt, ıslah denemelerinde oldukça olumlu neticeler vermektedir. Ayrıca bu iki ıslah materyalinin de ülkemizdeki gübre fabrikalarında atık materyali olarak üretilmesi bu materyallerin ıslah maddesi olarak ekonomik bir şekilde temin edilebilmesine imkan vermektedir. Bu sebeple bu iki materyal de ıslahta ekonomik bir şekilde kullanılabilir.

8. Tuzlu, tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında, bölge çiftçilerinin de ıslah konusunda bilinçlendirilip, aydınlatılması gerekiyor. Zira bilinçli bir çiftçi, yapılacak ıslah çalışmalarından sonra ıslahın sürekli kılınmasında ne yapacağını ve ne yapmayacağını biliyor demektir. Bu sebeple, gerek yöredeki ilgili öğretim kurumlarının, gerekse tarım kuruluşlarındaki ilgili birimlerin yardımıyla yoğun bir şekilde çiftçi eğitim seminerlerinin düzenlenmesi sağlanmalıdır.

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

6. ÖZET

Bu çalışma, Konya Ovası'ndaki tuzlu, tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahı için gerekli yıkama suyu ile kimyasal ıslah maddesi miktarlarını ve ıslah sürelerini belirlemek amacıyla arazi şartlarında, Konya-Karatay İlçesi Erler Köyü'nde yürütülmüştür.

Tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen denemede, kimyasal ıslah maddeleri olarak, Akdeniz Gübre Sanayiinde atık materyal olarak üretilen ve % 85 saflıktaki jipsli materyal ile piyasada satılan ve % 80 saflıktaki sulu toz kükürt kullanılmıştır. Deneme konuları şahit, 0,25 t/da, 0.5 t/da, 1 t/da kükürt (S) ile, şahit, 1 t/da, 3 t/da jipsli materyal uygulanmıştır. Yıkamalar araştırma alanı yakınında bulunan artezyenik kaynaktan alınan su ile yapılmıştır. Yıkamalar 30'ar cm.lik dozlar halinde aralıklı olarak uygulanmıştır. Başlangıçta ve her yıkamadan sonra olmak üzere 0-25, 25-50, 50-75, 75-100 cm.lik derinliklerden toprak örnekleri alınarak laboratuvarında analiz edilmiştir.

Gerek arazide, gerekse laboratuvarında yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Araştırmada, yıkamalar sonucunda, toplam eriyebilir tuzların % 59'unun giderilmesi için toprak derinliğinin 1 katı, % 73'ünün giderilmesi için toprak derinliğinin 2 katı, % 81'inin giderilmesi için toprak derinliğinin 3 katı yıkama suyu verilmesi gerektiği belirlenmiş olup, 1 m'lik toprak profilinde tuzların yıkanması için gerekli yıkama suyu miktarını veren tuz yıkama eşitlik ve eğrisi elde edilmiştir.

2. Araştırmada, tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında yıkamaların yanında kimyasal ıslah materyalleri olan jips ve kükürt'ün şahit parselleri hariç, diğer dozlarında sodyumluluğun giderilmesi üzerine olumlu yönde etki yaptığı tespit edilmiştir. 0,5 t/da S ve 1 t/da jips uygulamasında 210 cm yıkama suyu uygulamasından sonra değişebilir sodyum yüzdesi % 15'in altına inerken, 1 t/da S ve 3 t/da jips uygulamasında 180 cm yıkama suyu uygulamasından sonra değişebilir sodyum yüzdesi % 15'in altına inmiştir. Ayrıca; ıslahta kükürt, jips'e göre nispeten daha etkin bir ıslah sağlamıştır. Bu durum istatistiki açıdan da desteklenmiştir.

3. Uygulayıcılara ıslah süresini hesaplama imkanı sağlayan eğri ve eşitlik elde edilmiştir.

4. Araştırma sonuçları, jipsli ve kükürtlü ıslah materyali uygulama dozları ile orantılı olarak toprağın infiltrasyon hızının arttığını göstermiştir.

7. KAYNAKLAR

- Aheer, H.I., Sharma, R.D. Bhargava, K., Sewa, Ram., Rao, KVGK, Agarwal, M.C., Singh, O.P., Oosterbaan, R.J., 1995. Reclamation and Management of Waterlogged Saline Soils. National Seminar Proceedings, 5–8 April, 85–106.5ref.
- Anapalı, Ö., 1993. Iğdır Ovası Topraklarında SAR–DSY İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 24 (1), 66–74. Erzurum.
- Anapalı, Ö., Tosunoğlu, V., 1996 (a). Sodyumlu Topraklarda Jipsin Toprağa Karıştırma Derinliğinin İnfiltrasyon Hızı Üzerine Etkisi. Erzurum.
- Anapalı, Ö., Hanay, A., Canpolat, M., 1996 (b) Tuzlu–Sodyumlu Toprakların İslahından Sonraki Dönemde Organik Atık Madde Uygulamasının Etkileri. Erzurum.
- Anapalı, Ö., Hanay, A., Tosunoğlu, V., 1996 (c). Sodyumlu Toprakların İslahında Kullanılan Jips'in Toprağa Değişik Oranlarda Karıştırma ve Toprak Yüzeyine Serpmenin İnfiltrasyon Hızı Üzerine Etkisi. Erzurum.
- Anonymous, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Agriculture Handbook 60. U.S. Dep.of Agr.
- Anonymous, 1978. Konya Kapalı Havzası Toprakları. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, No: 228, Ankara.
- Anonymous, 1992. Konya İli Arazi Varlığı, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları İl Rapor No: 42, Ankara.
- Anonymous, 1997. Konya Tarım İl Müdürlüğü Veri Raporları. Konya.
- Anonymous, 1998 (a). Cumhuriyetin 75. Yılında Konya. Konya İl Yıllığı, Konya Valiliği, Konya.
- Anonymous, 1998 (b). Konya Tarım İl Müdürlüğü Veri Raporları. Konya.
- Anonymous, 1999 (a). Köy Hizmetleri 2. Bölge Müdürlüğü Veri Raporları, Konya.
- Anonymous, 1999 (b). D.M.İ. Bölge Müdürlüğü Meteorolojik Veri Raporları. 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.

- Ayyıldız, M., 1976. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 636, Ankara.
- Ayyıldız, M., 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 876, Ders Kitabı 224, Ankara
- Ayyıldız, M., Güngör, Y., Erözel, Z., 1984. Tuzlu Topraklarda Yıkama Suyu Miktarının Toprağın Elektriksel İletkenliğine Etkisinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt: 33, Ankara.
- Bahçeci, İ., 1984. Aksaray Ovası Tuzlu, Sodyumlu, Borlu Toprakların Islahı İçin Gerekli Yıkama Suyu ve Islah Maddesi Miktarı İle Islah Süresi. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Konya Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 97, Rapor Seri No: 79, Konya.
- Bahçeci, İ., 1989. Burdur – Yarıköy Tuzlu, Sodyumlu, Borlu Topraklarının Islahı İçin Gerekli Kükürt Fabrikası Flotasyon Atığı, Yıkama Suyu Miktarı ve Islah Süresi. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Konya Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 132, Rapor Serisi No: 106, Konya.
- Bahçeci, İ., 1995. Tarla Fasülyesinde Tuz – Su ve Verim İlişkilerinin İrdelenmesi. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Balçın, M., Çelik, S., 1992. Amasya Suluova Tuzlu – Sodyumlu ve Borlu Topraklarının Islahı İçin Gerekli Yıkama Suyu ve Islah Maddesi Miktarı ile Yıkama Süresi. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No:120/70 Tokat.
- Bayraklı, F., 1993. Toprak Kimyası. S.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları 20, Konya.
- Becer, T., Soyupak, S., Yalçın, E., 1986, Toprak Islahında Jipsin Erime, Hareket ve İyon Değişimi Tahminde Kullanılan Modeller. II. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Cilt: 2, Sayfa:629–647, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Adana.
- Berstein, L., 1974. Crop Growth and Salinity. Drainage For Agriculture (Ed. Jan van Schilfgaarde). American Soc. Of Agron. Inc. Pub. Madison, USA.

- Beyazgöl, M., 1995. Salihli Ovası Tuzlu ve Alkali Topraklarının Islahında Keçiborlu Kükürt İşletmesi Flotasyon Atıklarını Kullanma Olanakları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 207, Rapor Serisi No: 135. Menemen, İzmir.
- Beyce, Ö., 1977. Türkiye'nin Bazı Developman Alanındaki Tuzlu ve Sodyumlu Topraklarda Yıkama Suyu ve Islah Maddesi Miktarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 44, Ankara.
- Bower, C.A., Reitemer, R.F., Fireman, M., 1952. Exchangeable Cation Analyses of Saline and Alkali Soils. Soil Sci. Vol, 73.
- Çağlar, K.Ö., 1958. Toprak İlimi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 10, Ders Kitabı No: 2, Ankara.
- Catlin, B.P., Hoffman, J.G., Mead, M.R., Johnson, S.R., 1993. Long – Term Response of Mature Plum Trees to Salinity. Irrigation Science, 13: 171–176, U.S.A.
- Çiftçi, N., 1987. Konya Tigem Arazisinde Taban Suyu Toprak Tuzluluğu İlişkileri Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Ankara.
- Çiftçi, N., Kara, M., Yılmaz, A.M., Uğurlu, N., 1995. Konya Ovası'nda Drenaj Suları ile Sulanan Arazilerde Tuzluluk ve Sodyumluk Sorunları. 5. Ulusal Kültür–teknik Kongresi Bildirileri, 30 Mart–2 Nisan, Sayfa No: 471 – 481, Kemer, Antalya.
- De Dapper, M., Goossens, R., 1996. Integrated Applications for Risk Assessment and Disaster Prevention for the Mediterranean. Remote, Sensing 96. Proceeding of the 16 th. Earsel Symposium, 20–23 May, Malta.
- Demiralay, İ., 1977. Toprak Fiziği Uygulaması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Dieleman, P.J., 1973. Irak'ta Tuz Etkisi Altındaki Toprakların Onarımı. (Çeviren İ. Berkman), Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 256, Erzurum.
- 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,

- Dorsan, F., Balcı, A., Baş, S., 1988. Bandırma Gübre Sanayi Artığı Jipsli Materyalin Menemen Ovası Tuzlu-Sodyumlu Topraklarının Islahında Kullanılma Olanakları. E.Ü. Ziraat Fakültesi 3. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri Cilt 1, Sayfa: 443 – 454, İzmir.
- Dubey, S. K., Mandal, R. C., 1993. Arid Soil Research and Rehabilitation. 7: 3, 219–231, 25 ref. India
- Ertaş, M.R., 1979. Konya Ovası Sulama Şebekesi Sulama Rehberi. Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 6, Konya.
- Girgin, A., Saatçılar, M., Beyazgül, M., 1995. Çivril Ovası Tuzlu-Sodyumlu ve Bor'lu Topraklarının Islahı İçin Gerekli Yıkama Suyu ve Islah Maddesi Miktarı ile Islah Süresi. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 211, Rapor Serisi No: 138, Menemen.
- Gupta, J.R., Abrol, P. I., 1990. Classification of Salt Affected Soils. Soil Degradation, Edited By R. Lal and B.A. Stewart Advance In Soil Science Vol. II, Springer – Verlag Page 224–279 New York, NY, U.S.A.
- Gupta, K.S., 1991. Leaching of Saline Soils. Better Farming in Salt Affected Soils. Central Soil Salinity Research Institute, Karnal–132001 (Haryana), New Delhi, India.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1341, Ders Kitabı No: 389, Ankara.
- Kara, M., 1971. Untersuchungen Über Die Auswaschung und Melioration Eines Magnesium reichen Salzbodens in Der Sibari Ebene (Italien). Dissertation, Üniv. Kiel.
- 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.
- Kara, M., Çiftçi, N., Şimşek, H., 1991. Selçuk Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Çomaklı Arazisinde Taban Suyu Karakteristikleri ve Tarla İçeri Drenaj Kriterleri Tesbiti Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No. ZF 89/124, Konya.

- Kırda, C., 1979. Aşağı Seyhan Sulama Projesi Alanında Bulunan Tuzlu ve Tuzlu – Sodyumlu Toprakların Yıkama Modeli Kullanılarak İyileştirilebilme Ölçütlerinin Saptanması. Doçentlik Tezi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Kültürteknik Bölümü, Adana.
- 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.
- Mishra, U.N., 1980. Use of Phosphogypsum in Reclamation of Sodic Soils in India Florida Institue of Phosphate Research.
- Miyamoto, S., Enriquez, C., 1989 Comparative Effects of Chemical Amendmentson 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.
- Özyurt, E., Çelik, S., 1986. Tokat Yöresinde Çorak Topraklar Üzerinde Yapılan Islah Çalışmaları. II. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Cilt 2, Sayfa: 648 – 670. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Adana.
- Reeve, R. C., Bower, C. A., 1960. Use of High – Salt Waters as a Flocculant and Source of Divalent Cations for Reclaiming Sodic Soils. Soil Sci. 90.
- Rengasamy, P., Olsson, A.K., 1993. Irrigation and Sodicity. J. Soil Res., Vol. 31, 821–837. Aust.
- Richards, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Dept. of Agriculture, No: 60, U.S.A.
- Roos, S.A.A., Awadallah, E.A., Halaf, M. A. K., 1976. Use of Gypsum and Water with High Salt Content in Reclamation of Sodic Soil. 2. Pflanzenernaechr. Bodenk. Heft: 6.
- Saatçılar, M. H., 1989. Salihli ve Söke Ovalarında Bandırma Gübre Sanayii Atığı Jipsli Materyalin Çorak Toprakların Islahında Kullanılma Olanakları. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 152/96 Menemen.

- Sağlam, T., 1978. Toprak Kimyası. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Uygulama Teksiri, Erzurum.
- Sevgilioğlu, M., 1987. Harran Ovası Tuzlu Sodyumlu Toprakların Islahı İçin Gerekli Jips, Yıkama Suyu Miktarı ve Süresi. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 31, Rapor Seri No: 22, Şanlıurfa.
- Sing, B., Narain, P., 1980. Effect of the Salinity of Irrigation Water on Wheat Yield and Soil Properties. India Journal of Agric. Sci. 50 (5): 422 – 427.
- Sohota, N. S., Bhumbra, D. R., 1969. Effect of Leaching Saline Alkali Soils Boron and Exchangeable Calcium and Sodium of Soils. Indian J. Agr. Sci. Vol: 40, No: 9.
- Sönmez, B., 1988. Kükürt Fabrikasyonu Flotasyon Atıklarının Sodyumlu Topraklarda Islah Maddesi Olarak Kullanılma İmkanlarının Belirlenmesi. Toprak Ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 158, Ankara.
- Sönmez, B., 1990. Aşağı Kızılırmak Havzası Tuzlu-Sodyumlu Topraklarının Islahı İçin Gerekli Islah Maddesi ve Yıkama Suyu Miktarı ile Yıkama Süresi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Rapor Seri No: R- 87, Ankara.
- Sönmez, B., 1991. Tuzlu ve Alkali Toprakların Islah Kriterlerinin Program Tekniği Kullanarak Belirlenmesi ve Tarla Denemeleriyle Kalibrasyonu. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel Yayın No: 176, Rapor Yayın No: R-96, Ankara.
- 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.
- Sönmez, N., Ayyıldız, M., Göngör, Y., Baumann, H., Erözel, Z., Kretschmar, R., 1984. Çumra Sulama Şebekesindeki Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı Üzerinde Bir Araştırma Türk Tarımının Gelişmesi Üzerinde Araştırmalar, s: 315–331, Göttingen.

- Uzunoglu, S., Açar, A., 1992. Tuzlu–Sodyumlu Topraklarda Kullanılan eşitli Islah Maddelerinin Toprağın Fiziksel zelliklerine Etkisi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No: 180, Rapor Seri No: 100, Ankara.
- Van Der Molen, W.H., 1973. Salt Balance and Leaching Requirement in Drainage Principles and Applications. Thecries of Field Drainage and Watershed Run off ILRI, Vol: 2, Wageningen.
- Verma, R. S., 1993. Bhartiya Krishi Anusandhan – Patrika. 8: 1, 59–65, 6 ref. India.
- Yıldırım, A.A., 1992. Ereğli – İvriz Sağ Sahil Sulama Alanında Yeraltı Suyu Kalitesi ve Sulamada Kullanılabilirliği zerinde Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Konya.
- Yılmaz, A. M., 1993. Konya Ovası Drenaj şebekesi Sularının Sulamada Kullanılması ve Ortaya ıkaracağı Sorunlar. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Yılmaz, T., 1978. Yazıköy – Burdur Tuzlu–Sodik ve Bor’lu Topraklarının Islahı İçin Gerekli Jips ve Yıkama Suyu Miktarı ile Yıkama Süresinin Saptanması. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 57, Rapor Seri No: 43, Konya.
- Yılmaz, T., 1980. Konya Ovası Tuzlu ve Bor’lu Alüviyal Topraklarının Islahı İçin Gerekli Yıkama Suyu Miktarı ve Yıkama Süresinin Saptanması. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Konya Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 63, Rapor Seri No: 49, Konya.
- Zar, J.H., 1999. Biostatistical Analysis. Forth Edition, Practice Hall, New Jersey, U.S.A.

ÖZGEÇMİŞ

1968 yılında Konya’da doğdum. İlk, orta, lise tahsilimi tamamladıktan sonra 1990 yılında S.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü’nden mezun oldum. 1991 yılında S.Ü. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladım. 1993 yılında S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimimi tamamladım. 1994 yılında Doktora öğrenimime başladım. Halen S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım.

Evli bir çocuk babasıyım.



Yazı: 1994/10/10
İmza: [İmza]