T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA OVASI BORLU TOPRAKLARININ ISLAHINDA JİPSİN ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Hatice HOŞGÖR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Konya, 2006

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA OVASI BORLU TOPRAKLARININ ISLAHINDA JİPSİN ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Hatice HOŞGÖR

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

2005, 47 Sayfa

Jüri : Prof. Dr. Mehmet KARA

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

Bu çalışma, Konya Ovası'ndaki borlu toprakların ıslahında jipsin etkisini belirlemek amacıyla arazi şartlarında, Konya – Çumra İlçesi Dedemoğlu Köyü'nde yürütülmüştür.

Üç tekerrürlü olarak yürütülen denemede kimyasal ıslah maddesi olarak Akdeniz Gübre Sanayinde atık materyal olarak üretilen % 85 saflıktaki jips kullanılmıştır. Deneme konuları kontrol, 1 ton/da ve 3 ton/da jips uygulanması olarak seçilmiştir. Sulamalar araştırma alanı yakınında bulunan kuyudan alınan su ile yapılmıştır. Sulama ile yıkamalarda 30'ar cm'lik dozlar halinde toplam 180 cm su

uygulanmıştır. Başlangıçta ve her yıkamadan sonra 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm'lik derinliklerden toprak örnekleri alınarak analiz edilmiştir.

Araştırmada, yıkamalar sonucunda kontrol parselinde topraktaki borun %30'unun giderilmesi için toprak derinliğinin 0,37 katı, % 90'ının giderilmesi için toprak derinliğinin 3,89 katı, jipsin birinci dozunun uygulandığı parsellerde yıkamalar sonucunda, topraktaki borun % 30'unun giderilmesi için toprak derinliğinin 0,41 katı, % 90'ının giderilmesi için toprak derinliğinin 4,18 katı, jipsin ikinci dozunun uygulandığı parsellerde ise yıkamalar sonucunda, topraktaki borun %30'unun giderilmesi için toprak derinliğinin 0,39 katı, % 90'ının giderilmesi için toprak derinliğinin 4,78 katı su verilmesi gerektiği tespit edilmiştir. 1 m'lik toprak profilinde borun yıkanması için gerekli yıkama suyu miktarını veren bor yıkama eşitlik ve eğrileri üç farklı konu için de ayrı ayrı elde edilmiştir.

Araştırma sonunda jips uygulamasının bor yıkanmasına olumlu bir etki yapmadığı aksine daha fazla yıkama suyu kullanılmasını gerektirdiği belirlenmiş, Jips miktarı arttıkça yıkama suyu miktarının da arttığı tespit edilmiştir.

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effect of gypsium for improvement of boron affected soils in Konya – Çumra Dedemoğlu village under field conditions.

The chemical reclamation matter was obtained from Akdeniz Fertilizer Industry wastes with 85 % purified gypsium.The study was conducted with three replications. The gypsium application levels were control (0 ton/da), 1 ton/da, 3 ton/da. The leaching water was taken from well nearby research area. Total leaching water was 180 cm applied as 30 cm water depth increaments. Soil samples were taken from 0-30, 30-60, 60-90, and 90-120 cm soil profile in initial and after the leaching and analyzied.

To remove the 30 % and 90 % of boron from control parcels, the depth of the leaching water was calculated 0,37 and 3,89 times greater than soil depth respectively.In first gypsium applied parcels, to remove the 30 % and 90 % of boron, leaching water was 0,41 and 4,18 times greater than soil depth respectively.In second gypsium applied parcels, these were found as 0,39 and 4,78 times greater than soil depth respectively.The curves that show the leaching requirement of boron in 1m soil profile and boron leaching equations were obtained separety for 3 different treatments.

In this study, in addition to leaching of boron affected soils, the effect of gypsium that is chemical improvement matter was also inrestigated. The results showed that gypsium application did not affect boron leaching positively. However, higher leaching requirements were resulted from gypsium application. As the gypsium amount increased, leaching water also increased.Boron leaching equations and curves were developed for similar areas.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve bu araştırmanın yüksek lisans tezi olarak planlanıp, yürütülmesi, sonuçlarının değerlendirilmesi safhasında daimi yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ'a, bölüm hocalarım Prof. Dr. Mehmet KARA'ya ve Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca arazi ve laboratuar çalışmalarında benden yardımlarını esirgemeyen değerli hocam, Dr. Mehmet ŞAHİN'e ve bu çalışmanın başından sonuna kadar maddi ve manevi desteğini gördüğüm eşim Abdullah ERİK'e de desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Bazı Kültür Bitkilerinin Bora Dayanıklılıkları ……..	7
Çizelge 3.1. Çumra İlçesine Ait Bazı Meteorolojik Veriler ……...	15
Çizelge 4.1. Deneme Öncesinde Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri …	26
Çizelge 4.2. Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Kimyasal Analiz Sonuçları	30
Çizelge 4.3. Farklı Yıkama Suyu Dozlarının Deneme Alanı Topraklarındaki Bor Miktarının Değişimine Etkisi……..	32
Çizelge 4.4. Farklı Yıkama Suyu Dozlarında Başlangıca Göre Kalan Bor Yüzdeleri…….……	32
Çizelge 5.1. İlk 30 cm'deki Kalan Bor Miktarı İle Bitkiler Arasındaki İlişki……	40
Çizelge 5.2. İlk 60 cm'deki Kalan Bor Miktarı İle Bitkiler Arasındaki İlişki……	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Deneme alanının konumu ……...	13
Şekil 3.2. Deneme deseni planı…….……...	18
Şekil 3.3. Jipsin parsellere uygulanması……..……...	20
Şekil 3.4. Deneme parseline suyun verilişi……..……..	21
Şekil 4.1. Deneme öncesinde KDK ve DSY değerlerinin toprak derinliğine göre değişimi ……..	27
Şekil 4.2.a. Profil 1'de derinliğe göre anyonların durumu…….……..	28
Şekil 4.2.b. Profil 1'de derinliğe göre katyonların durumu……..……...	28
Şekil 4.2.c. Profil 2'de derinliğe göre anyonların durumu……..……..	29
Şekil 4.2.d. Profil 2'de derinliğe göre katyonların durumu…….……	29
Şekil 4.3. Farklı toprak derinliklerinde bor değerleri ……	35
Şekil 4.4. Kontrol parselinde başlangıca göre kalan bor yüzdesi ile yıkama suyunun toprak derinliğine oranı arasındaki ilişki …….	36
Şekil 4.5. Jipsin birinci dozu (1t/da) uygulanan parsellerde başlangıca göre kalan bor yüzdesi ile yıkama suyunun toprak derinliğine oranı arasındaki ilişki ……..	37
Şekil 4.6. Jipsin ikinci dozu (3t/da) uygulanan parsellerde başlangıca göre kalan bor yüzdesi ile yıkama suyunun toprak derinliğine oranı arasındaki ilişki ……..	37

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ……..……....	i
ABSTRACT……..……....	iii
TEŞEKKÜR……..……....	iv
ÇİZELGELER LİSTESİ …….....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ …….....	vi
1. GİRİŞ……	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ……	4
2.1. Topraktaki Eriyebilir Tuzların Kaynakları ve Çorak Toprakların Sınıflandırması...	4
2.2. Borlu Toprakların Özellikleri……	6
2.3. Borlu Toprakların Islahı İle İlgili Çalışmalar……	9
3. MATERYAL VE METOD……..……	12
3.1. Materyal……	12
3.1.1. Araştırma alanının konumu……	12
3.1.2. Arazi ve toprak özellikleri……..	14
3.1.3. İklim……	15
3.1.4. Su kaynakları……..	16
3.1.5. Tarımsal yapı ve üretim…….	16
3.2. Metod…….	17
3.2.1 Arazi çalışmalarında uygulanan metodlar……....	17
3.2.1.1. Deneme metodu……...……	17
3.2.1.2. Deneme konuları…….	18
3.2.1.3. Deneme yerinin hazırlanması……..	19
3.2.1.4. Islah maddesi jipsin parsellere uygulanması……...	19
3.2.1.5. Yıkamaların yapılması ……	20
3.2.1.6. Toprak örneklerinin alınması……...	21
3.2.1.7. İnfiltrasyon ve buharlaşma değerlerinin ölçülmesi……..	22
3.2.2. Laboratuvarda uygulanan toprak ve su analiz metodları……	22
3.2.3. Büro çalışmalarında kullanılan metodlar……	23

3.2.3.1. Yıkamalar sonucu elde edilen borun belirlenmesinde kullanılan metod …	23
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA…….....	25
4.1. Araştırma Alanı Toprak ve Yıkama Suyu Özellikleri……...	25
4.1.1. Deneme öncesi toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları…..……	25
4.1.2. Denemede kullanılan yıkama suyunun özellikleri……..	30
4.2. Deneme Sonrası Toprakların Bor Değişimi……..	31
5. SONUÇ VE ÖNERİLER……...……..	39
6. KAYNAKLAR…….....	44

1. GİRİŞ

Günümüzde 270 milyon ha olarak belirlenen dünya sulu tarım alanının 80 milyon ha'ı tuzluluk ve taban suyu problemiyle 20 milyon ha'ı da sulamadan kaynaklanan tuzluluk problemleri ile karşı karşıyadır (Yılmaz, 2001).

Tarım topraklarında tuz birikmesi, kurak şartlarda daha fazla ortaya çıkar. Bu nedenle kurak ve yarı kurak iklim şartlarının egemen olduğu bölgelerde yaygın olarak bulunurlar. Kurak ve yarı kurak bölgeler dünyadaki toplam alanın yaklaşık %46'sını kaplar. Bu iklim bölgelerinde sulanan alanların yaklaşık % 50'sinde ise değişik düzeylerde tuzluluk problemi vardır (Çiftçi ve ark., 2004).

Topraklarda bulunan eriyebilir tuzlar toprağın tabii bileşikleri olup, bir çok bitkiler için önemli olan besin maddeleridir. Fakat bu tuzların yüksek konsantrasyonda birikmesi halinde, gerek bitkilere yaptıkları toksik tesirler ve gerekse toprağın fiziksel ve kimyasal yapısında meydana getirdikleri değişiklikler sebebiyle kültür bitkilerinin yetiştirilmesini engelleyen koşullar ortaya çıkmaktadır (Beyazgül, 1995).

Kurak ve yarı kurak bölge topraklarında tuzluluk ve sodyumluluk sorunu yanısıra çoğu zaman bor fazlalığı da görülebilmektedir. Özellikle allüviyal topraklardan oluşmuş ovalarda azda olsa daima bulunan borlu minerallerin çözünmesiyle bir miktar bor taban suyuna karışmakta ve oluşabilecek taban suyu yükselmeleri, buharlaşma ve yıkanabilme koşullarına bağlı olarak toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kesimlerde değişen miktarlarda birikim gerçekleşebilmektedir (Anapalı, 1991). Topraktaki diğer bir bor kaynağı bitki ve hayvan artıklarıdır. Ayrıca borun birçok tuzu da suda çözünebilir özelliktedir. Bu yüzden sulama sularıyla tarım arazilerine kolayca taşınabilirler (Sönmez,2003).

Bitkilerin fazla tuz miktarına karşı gösterdikleri tepkinin yanında, bazı bitkiler gerek toprak çözeltisi ve gerekse sulama suyunda bulunabilecek bazı iyonlara karşı da büyük duyarlılık göstermektedir. Bu etkilenmeye *spesifik iyon* etkisi denilmektedir. Bu konuda spesifik iyon etkisi yapan iyonların başında bor gelmektedir (Bayraklı, 1995). Bitkisel üretimde bor, noksanlığı ile bir takım

olumsuzluklara neden olurken fazlalığıyla da zehir etkisi yapabilen bir elementtir. Borun eksik oluşu, genel olarak bitkide çeşitli dokuların meydana gelişini engeller ve bitkinin su düzeni bozulur. Ayrıca karbonat iletimi zorlaşır (Goldberg ve ark., 1992).

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

Başarılı sulama projelerinin geliştirilmesi ve uygulanması yalnızca sulama suyu sağlanarak tarlalara getirilmesi değil, bunun yanında toprakta eriyebilir tuzların birikmesi sonucu meydana gelen tuzluluk ve sodyumluluk gibi tehlikelere karşı gerekli önlemlerin alınması ve tuz kontrolü ile mümkündür (Beyazgül, 1995).

Tuzlu ve borlu toprakların ıslahında sadece yıkamanın yapılması yeterli olmaktadır. Ancak bor, toprakta tuzların yıkanmasından daha yavaş yıkandığından çok daha fazla yıkama suyuna ihtiyaç duyulur. Yıkama işlemindeki başarı, sorunun boyutu ve alandaki dağılımının iyi bilinmesiyle yakından ilişkilidir (Anapalı ve Gemalmaz, 1992). Yıkama suyu toprağa göllendirme metodları ve yağmurlama yöntemiyle uygulanmaktadır. Genellikle yıkama etkinliği fazla olan aralıklı göllendirme metodu kullanılmaktadır (Sönmez, 2003). Tuzlu-sodyumlu ve sodyumlu toprakların ıslahında ise yıkama suyu yanında, toprakta kolloidleri tarafından fazla miktarda tutulmuş olan Na^{+}'un yerine geçecek olan Ca^{++}'u toprağa ilave etmek amacıyla kimyasal ıslah maddelerinden biri uygulanmalı ve daha sonra yıkama yapılmadır. Kullanılacak ıslah maddesinin cinsi ve miktarı genellikle toprağın özelliklerine, arzu edilen ıslah hızına ve ekonomik değerlere bağlı olarak değişmektedir (Beyazgül, 1995). Bu şartlar dikkate alındığında en çok kullanılan ıslah maddesi jipstir. Jipsin bu topraklardaki ıslah reaksiyonu ise aşağıdaki gibidir:

$$2NaX+CaSO_4 \rightarrow CaX_2+Na_2SO_4 \qquad \text{yıkanır}$$

Islah maddelerinin 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 (Yılmaz, 2001).

Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Etüdlerinde kullanılan tuzluluk ve sodyumluluk kriterlerine göre Türkiye'de 1.518.722 ha alanda tuzluluk ve sodyumluluk sorunu tespit edilmiştir. Bu verilere göre tuzlu ve sodyumlu araziler ülkemiz yüzölçümünün %2'sine, 8.5 milyon hektarlık ekonomik sulanabilir arazilerin % 17'sine eşdeğer büyüklüktedir. Bu toprakların büyük bir bölümünü tuzlu topraklar oluşturmaktadır (Sönmez, 2003).

Konya kapalı havzasının 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'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).

Araştırma, Konya İlinin Çumra ilçesine bağlı Dedemoğlu köyündeki tuzlu ve borlu tarım arazilerinde yürütülmüştür. Islah materyali olarak Akdeniz Gübre Sanayii'nin atık maddesi olan % 85 saflıktaki jips malzemesi kullanılmıştır. Bu ıslah materyalinin kullanılmasında amaç; ülkemizdeki gübre fabrikalarının atık malzemesi olarak kolay ve ücretsiz temin edebilme imkanının bulunması, sodyumlu, tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında yoğun kullanılmasından dolayı bor ıslahında da jipsin etkisinin olup olmadığını araştırmaktır.

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

2.LİTERATÜR ÖZETİ

Araştırma konusu ile ilgili çalışmalar; topraktaki eriyebilir tuzların kaynakları ve çorak toprakların sınıflandırılması, borlu toprakların özellikleri ve borlu toprakların ıslahı ile ilgili çalışmalar olarak alt başlıklar altında toplanmıştır.

2.1. Topraktaki Eriyebilir Tuzların Kaynakları ve Çorak Toprakların Sınıflandırılması

Toprağın ve topraktaki bütün tuzların ana kaynağı yer kabuğundaki primer minerallerdir. Topraktaki çözünebilir tuzlar büyük oranda Ca^{+2}, Mg^{+2} ve Na^{+2} katyonlarının, Cl^{-} ve SO^{-2} tuzlarıdır. Potasyum katyonuyla NO_3^{-}, CO_3^{-2} anyonlarının topraktaki miktarları çok azdır (Sezen, 1995).

Topraktaki fazla tuzun 3 temel kaynağı vardır. Bunlar; topraktaki minerallerin ayrışıp parçalanmaları ile ortaya çıkan tuzlar, yağışlarla atmosferden toprağa intikal eden tuzlar ve tuzlu deniz, göl ve benzeri yerlerle eskiden kalma fosil kökenli tuz yataklarından toprağa geçen tuzlardır. Diğer taraftan önemli miktarda tuz, tarımsal ve endüstriyel faaliyetler sonucunda da toprağa geçmektedir. Özellikle kalitesiz sulama suyunun kullanıldığı sulama faaliyetleri neticesinde topraklarda önemli miktarlarda tuz birikmesi meydana gelmektedir. Bitkinin ihtiyacından fazla verilen sular, yağışlar sonucu çukur bölgelerde biriken suların sızması, taban suyunu yükseltmektedir. Yükselen taban suyu kapilarite olayı ile toprak yüzeyine doğru ilerlemektedir. Yükselen sular, bitki kök bölgesi ve toprak yüzeyinde buharlaşarak, bünyesinde bulundurduğu tuzları bitki kök bölgesi veya toprak yüzeyine bırakırlar. Buralarda sürekli olarak biriken tuzlar topraklarda tuzlulaşmayı meydana getirmektedir.

Ayrıca drenaj koşulları yetersiz, topografyası düzgün olmayan arazilerde de uygulanan aşırı sulama suyu, suyun kalitesine bağlı olarak o bölge topraklarının tuzlulaşmasına ve bazı hallerde hem tuzlulaşmasına ve hem de sodyumlaşmasına sebep olmaktadır.

Çorak topraklara kurak ve yarı kurak bölgelerde rastlanır. Yağışlı bölgelerde topraktaki çözünebilir tuzlar, yağışlarla toprak içerisinde aşağıya doğru hareket ederek yer altı sularına ve daha sonra akarsularla denizlere taşınırlar. Bu nedenle tuzlulaşma olayına genellikle yağışlı bölgelerde rastlanmaz ise de bu bölgelerde tuzlanmaya deniz kıyısındaki ırmak deltalarında ve denize yakın alçak arazilerde yer alan topraklarda rastlanır (Sönmez, 2003).

Çorak toprakları, tuzlu topraklar, sodyumlu topraklar ve tuzlu-sodyumlu topraklar olarak ayırmak mümkündür (Ayyıldız, 1976). Ayrıca bitkilerin gelişimine olumlu yönde etkisi olan borun fazlalığında da topraklarda oldukça önemli problemler oluşturduğu bilinmektedir.

Tuzlu topraklar; bitkilerin normal koşullarda gelişmesine engel olacak düzeyde tuz içeren, ancak toprak özelliklerini olumsuz yönde etkileyecek kadar sodyum içermeyen topraklardır. Bu topraklar, ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflamasına göre, saturasyon eriyiğinin 25 ^{o}C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmhos/cm'den büyük, değişebilir sodyum yüzdesi 15'in altında, pH değeri genellikle 8,5'ten küçük topraklardır. Bu topraklar Hilgard'ın "Beyaz Alkali" ve Rus bilginlerinin "Solonchacks" olarak isimlendirdikleri topraklardır (Ayyıldız, 1976).

Sodyumlu topraklar, kimi bitkinin gelişmesine mani olacak ölçüde değişebilir sodyum içeren, ancak önemli ölçüde tuz içermeyen topraklardır. Sodyumlu topraklar, ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflandırmasına göre, saturasyon eriyiğinin 25 ^{o}C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmhos/cm'den az, değişebilir sodyum yüzdesi 15'tan fazla ve pH değeri genellikle 8,5-10 arasında, ancak kireç içermeyen topraklarda ise 6'ya kadar düşebilen topraklardır (Ayyıldız, 1976). Bu topraklara Hilgard "Siyah Alkali", Rus bilginleri ise "Solonetz" adını vermişlerdir.

Tuzlu-Sodyumlu topraklar, bitkilerin büyüme ve gelişmelerini önleyecek miktarlarda hem tuz hem de sodyum içeren topraklardır. Bu topraklar, ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflandırmasına göre, elektriksel iletkenlik değeri 4 mmhos/cm'den büyük (25 ^{o}C'de), değişebilir sodyum yüzdesi 15'ten yüksek olan topraklardır. Bu topraklarda pH ender olarak 8,5'i geçer (Ayyıldız, 1976).

Borlu topraklar ise; kültür bitkilerinin gelişmesini önleyecek miktarda, tuz ve sodyumun yanı sıra bor da içeren topraklardır. Bor, bitkilerin normal büyümesi için gerekli miktarı ile fazlalığından dolayı zehir tesir etme miktarı arasında birbirine çok

yakın sınırlar oluşturan elementtir. Bor, bitki bünyesinde karbonhidrat ve protein metabolizmasında, doku farklılaşması, oksin ve fenol metabolizmasında, zar geçirgenliğinde, polen çimlenmesinde ve polen tüpü büyümesinde önemli roller üstlenmektedir (Marschner, 1995). Ayrıca borun diğer bitki besin elementleriyle etkileşimleri de önemlidir. Örneğin; Shukla (1983), elverişli S ve B'u yetersiz olan kumlu-tın tekstüre sahip allüviyal bir toprakta yürütülen tarla denemesinde 20 kg S+ 1 kg B/ha karışımının uygulanmasından maksimum (1600 kg) hardal tohumunun elde edildiği, söz konusu tohumlarda da yağ içeriğinin % 40,3'den % 44,1'e protein içeriğinin % 19,1'den % 21,6'ya çıktığını belirlemiştir. Hamurcu ve ark. (2005) kontrollü sera şartlarında makarnalık buğday ile yürüttükleri bir çalışmada yedi farklı bor dozu (0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16 ppm) ve dört farklı demir (0, 6, 12, 24 ppm) dozunu uygulamışlardır. Bitkiye uygulanan bor dozu arttıkça bitki bor bikri bor konsantrasyonunun arttığını, demir miktarı arttıkça demir konsantrasyonunun belli bir noktaya kadar artış gösterdiğini, belli bir seviyeden sonra düştüğünü belirlemişlerdir. Uygulanan bor miktarının bitkinin demir alımı üzerine bir etkisinin olmadığını, buna karşılık demir miktarının artışına bağlı olarak bitkinin bor alımını azalttığını belirlemişlerdir.

Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinin topraklarında, çorak topraklarda, bor elementinin miktarı yüksek düzeydedir. Bu bölgelerde, özellikle sulama suyunun bor kapsamı önemlidir. Bor, bitkilerin beslenmesinde esas element olmasına rağmen, sulama sularında 0,5 mg/l'den fazla konsantrasyonları bazı bitkilere zararlı olabilir. Bor konsantrasyonu 4 mg/l'den fazla olan sulama suları bütün bitkilere toksik etki yapar. Genellikle 1 ppm'den az bor içeren topraklar optimum bitki gelişmesi için uygundur (Sönmez, 2003).

2.2. Borlu Toprakların Özellikleri

Borlu topraklar genellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde oluşmaktadır. Türkiye topraklarında bor dağılımı önemli değişiklik gösterir. Toprağın oluşumunda rol oynayan kireç taşı, kumtaşı ve buzul molozları bor içerirler. Bunun yanında volkanik bölgelerin sediment depozitlerinde de bor kaynaklarından biri olan borik asit

toplanabilir. Topraktaki diğer bor kaynağı bitki ve hayvan artıklarıdır. Deniz suyu, toplam tuzlarının % 0,1'i kadar bora silikat kapsar.

Topraklarda bor 4 değişik şekilde bulunur (Kaçar ve Katkat, 1992). Bunlar;

1. Kayalar ve mineraller şeklinde,
2. Killerin ve demir ile alüminyumun sulu oksitlerinin yüzeylerinde adsorbe edilmiş şekilde,
3. Organik maddeye bağlanmış olarak,
4. Toprak çözeltisinde bağımsız iyonize olmamış borik asit (H_3PO_3) ve $B(OH)_4^-$ iyonları şeklindedir.

Borun toprakta adsorpsiyonuna bir çok faktör etki yapmaktadır; Ağır bünyeli topraklar, hafif bünyeli topraklardan, kil gruplarından illit, kaolinit ve montmorillonitten daha fazla bor adsorbe etmektedir (Goldberg ve Glaubig, 1986). Toprağın pH değeri alkalin değişim aralığında olması durumunda bor adsorpsiyonu artmaktadır. Periyodik ıslanma ve kuruma durumlarında daha fazla bor adsorbe edilmektedir. Dolayısıyla toprak nemi ve sıcaklık bor elverişliliği veya adsorpsiyonunu etkilemektedir. Toprağın kuruması bor adsorpsiyonuna özellikle olumlu etki yapmaktadır (Fleming, 1980).

En önemli bor içeren mineral turmalindir. Bir borosilikat olan ve dağılıp parçalanmaya çok dayanıklı bulunan turmalin değişik oranlarda demir, alüminyum, magnezyum, mangan, kalsiyum, lityum, sodyum ve potasyum içerir. Turmalin, asitli sularda iyonize halde borik asit (H_3BO_3) olarak bulunurken, pH'sı 9,2'den yüksek olan sularda hem borik asit, hem de tetraborat iyon (BO_4) halinde bulunur. Sudaki metaborat (BO_7) formu daha çok pH'nın 9,2'den yüksek olduğu sodyumlu ortamlarda oluşur. Borun bir çok tuzu suda çözünebilir özelliktedir. Bu yüzden sulama suları ile tarım arazilerine kolayca taşınabilirler. Borlu toprakların belirgin bir özellikleri yoktur. Onun için gözle tanınmaları olanaksızdır. Ancak çok küçük miktarlarda bor içeren topraklarda bile, bora duyarlı bitkiler zehirlenme belirtileri gösterebilirler (Sönmez, 2003).

Borun bitkiler üzerindeki zehir etkisi öncelikle yaşlı yapraklarda sararma, beneklenme ve yaprak ucundan kenarlara doğru kurumalarla ortaya çıkar. Bitkinin yaprak uçlarında ve yaprak kenarlarında yanıklar başlar ve daha sonra yaprakların orta damarlarına doğru yayılır. Yapraklar kavrulmuş, yanmış bir görünüm alır ve

olgunlaşmadan zamansız bir şekilde dökülür. Bir çok bitkide zehirlenme belirtileri yaprak ayasında bor konsantrasyonu 250-300 ppm'den sonra ortaya çıkar. Ancak duyarlı bitkilerin hepsi yapraklarında bor biriktirmez. Bitkilerin bor elementine karşı gösterdikleri direnç bitki türüne göre değişim gösterir. Bazı kültür bitkilerinin bora dayanıklılıkları Tablo 2.1'de gösterilmiştir (Sezen, 1995).

Çizelge 2.1. Bazı Kültür Bitkilerinin Bora Dayanıklılıkları (Sezen, 1995).

Bora hassas 1,0 mg/l'den az	bora dayanıklılığı orta 1.0-2.0 mg/l	bora dayanıklılığı 2.0-4.0 mg/l
Ceviz, enginar, fasulye, erik, Armut, elma, üzüm, incir, kiraz, Trabzon hurması, şeftali, kayısı, böğürtlen, greyfurt, limon, karaağaç v.b.	Ayçiçeği, patates, pamuk, domates, bezelye, turp, zeytin, arpa, buğday, mısır, sorgum, yulaf, bal kabağı, biber, lima fasulyesi, tatlı patates v.b.	kuşkonmaz, şeker pancarı, hayvan pancarı, yonca, bakla, soğan, şalgam, lahana, marul, havuç v.b.

Borlu toprakların ıslahı için yıkama suyu uygulaması yapmak gerekir.Yıkama yaparak topraktaki zararlı bor, normal düzeye düşürülür. Yıkama suyu toprağa genellikle 3 yöntemle uygulanır (Çiftçi ve ark., 2004).

a. Devamlı göllendirme
b. Aralıklı göllendirme
c. Yağmurlama yöntemi

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 kuruması infiltrasyon hızını da arttırmaktadır. Yıkama tercihen toprak neminin düşük ve taban suyunun derinde olduğu zaman yapılır (Çiftçi ve ark., 2004).

Borlu toprakların iyileştirilmesinde, tuzlu toprakların yıkanmasında kullanılan su miktarından 2 veya 3 misli daha fazla suya gerek olduğu yapılan araştırmalarla saptanmıştır. İnce bünyeli topraklarda borun yıkanması kaba bünyeli topraklara göre çok daha zordur. Sodyumlu topraklardan bor yıkanmasının güç olması da toprak pH'sının yükselmesiyle artan bor adsorbsiyonun bir sonucudur. Asit ya da asit karakterdeki maddelerin, sodyumlu ve borlu toprakların pH değerlerini etkili bir

şekilde düşürmesi nedeniyle, yıkama ile borun topraktan daha fazla ve çabuk uzaklaşmasının sağlandığını göstermiştir (Sönmez, 2003).

Toprak profilindeki borun yıkanışı da tuz yıkanmasında olduğu gibi Reeve ve arkadaşlarının yıkama denklemine göre değerlendirilmektedir(Ayyıldız,1976). Toprakta başlangıca göre kalan borun yüzdesi (B/Bo x 100) x eksenine, yıkama suyu derinliğinin (Dys) toprak derinliğine (Dt) oranı (Dys/Dt) y eksenine göre işaretlendiğinde birim suyun birim toprak derinliğinden aynı yıkamayı yaptığı saptanır.

Deneme alanında hesaplanan bor yıkama denklemi yardımı ile araştırma alanında benzer topraklarda borun istenen düzeye düşürülebilmesi için gerekli yıkama suyu miktarı hesaplanabilir.

2.3. Borlu Toprakların Islahı İle İlgili Çalışmalar

Yılmaz (1980), Konya Ovası tuzlu ve 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. Bir önceki uygulamada verilen suyun toprak yüzeyinden kaybolması ile bir sonraki uygulama arasında yaklaşık 48 saat aralık verilmiştir. Deneme sonunda topraktaki toplam çözünebilir tuzların ve borun %80'ini yıkamak için gerekli (Dyt/Dt) oranlarının sırası ile 2,5 ve 5,0 olarak bulmuş, bor tuzlarının diğer çözünebilir tuzlara göre çok daha zor yıkandığını tespit etmiştir.

Bahçeci (1984), Aksaray ovası tuzlu, sodyumlu toprakların ıslahında kullanılacak yıkama suyu miktarı ve jips ihtiyaçlarını ve yıkama sürelerini belirlemek amacıyla yaptığı araştırmada; toplam suda çözünebilir tuzların ve borun 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 sodyum fazlalığının giderilmesinin uygulanan jips dozları arttıkça arttığını tespit etmiştir.

Erbaa ovası tuzlu, sodyumlu ve tuzlu-sodyumlu topraklarında toprak profilindeki tuzluluğu, sodyumluluğu ve boru güvenilir düzeylere düşürebilmek için gerekli jips ve Samsun Azot Sanayi artığı (alçı şlamı) ile yıkama suyu miktarı ve yıkama süresinin saptanması amacıyla yapılan bir araştırmada, 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).

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 (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 olduğunu, 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 4mmhos/cm'nin altına inmiştir. 490 cm yıkama suyu uygulaması sonucunda, 0-60 cm toprak değinliğinde başlangıçta mevcut borun % 94,87'si yıkanmıştır. Jips uygulaması deneme parsel topraklarının infiltrasyon hızını arttırırken jips dozlarındaki artışa bağlı olarak ıslah süresi azalmıştır.

Beyazgül (1995), Salihli Ovası tuzlu ve alkali topraklarının ıslahında Keçiborlu kükürt işletmesinin flotasyon artıklarını kullanma olanakları üzerine yapmış olduğu çalışmada; 160 cm yıkama suyundan sonra tüm deneme konularında (kontrol, 2, 4, 6, 8 t/da flotasyon artığı) 100 cm'lik toprak profilinin tuzluluğu 4 mmhos/cm'in altına düştüğünü, 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 toprağa, mevcut borun %80'inin giderilmesi için kontrol konusunda toprak derinliğinin 8 katı yıkama suyu verilmesi gerekirken, bu oran flotasyon artığı uygulamaları ile azalma göstererek, 8 ton/da uygulamasında 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 yüzdesi 15'in altına düşerken daha alt toprak

derinliklerinde ise başlangıca 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 borun yıkama denklemlerini, tuz yıkaması için;

$D_{ys}/D_t=23,355\ e^{-0,0361(C/Cox100)}$

bor yıkaması için; $D_{ys}/D_t=17,142\ e^{-0,0249(B/Box100)}$ olarak bulmuşlar, 0-100 cm toprak derinliğindeki tuzların % 70'inin yıkanabilmesi için toprak derinliğinin 7,9 katı su uygulamasını, yine aynı toprak katmanı için mevcut borun % 70'inin yıkanabilmesi için toprak derinliğinin 8,2 katı su verilmesi gerektiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca şahit parsele sadece 240 cm yıkama suyu uygulamasıyla 100 cm'lik toprak profili itibariyle yaklaşık 4 ton/da jipse eşdeğer bir ıslah gerçekleşirken, bu miktar 2,5 ton/da jips uygulamasıyla hızlı bir artış göstererek 9 ton/da jipse eşdeğer düzeye çıkmıştır.

Diler (2001), Iğdır Ovası ana tahliye kanalının bor dağılımı üzerine etkisi konusunda yapmış olduğu çalışmasında; Doğu Anadolu'da büyük bir öneme sahip olan Iğdır Ovası topraklarının yaklaşık 1/3'ünde tuzluluk, sodyumluluk ve bor sorunu bulunduğunu tespit etmiştir. Bor birikiminin ve açılan kanal vasıtasıyla gerçekleşen doğal yıkanmanın belirlenmesi için ana tahliye kanalı çevresi araştırma alanı olarak seçilmiştir. Bor sorunun özellikle ana tahliye kanalına olan uzaklığa göre dağılımı jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Sonuç olarak açılan kanalın yeterli olmamakla birlikte doğal koşullar altında bor yıkanmasına olumlu etkisinin olduğunu, kanaldan uzaklaştıkça bu etkinin azaldığını belirlemiştir.

Yılmaz ve ark. (2001), Konya-Çumra İlçesi Erler Köyü'ndeki borlu topraklarda ıslah için gerekli yıkama suyu miktarını belirlemek amacıyla arazi şartlarında yaptıkları bir çalışmada; 30 cm dozlar halinde toplam 210 cm yıkama suyu uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; topraktaki borun % 31'inin yıkanması için yıkanan toprak derinliğinin 1 katı, % 68'inin yıkanması için 3 katı ve % 85'inin yıkanması için 5 katı yıkama suyu verilmesi gerektiğini belirlemiş, 1 m'lik toprak profilindeki borun yıkanması için gerekli yıkama suyunu veren yıkama eğrisi ve eşitliğini elde etmişlerdir.

3.MATERYAL VE METOD

3.1 . Materyal

Araştırma, Konya ili Çumra ilçesinin Dedemoğlu köyünde yürütülmüştür.

3.1.1. Araştırma alanının konumu

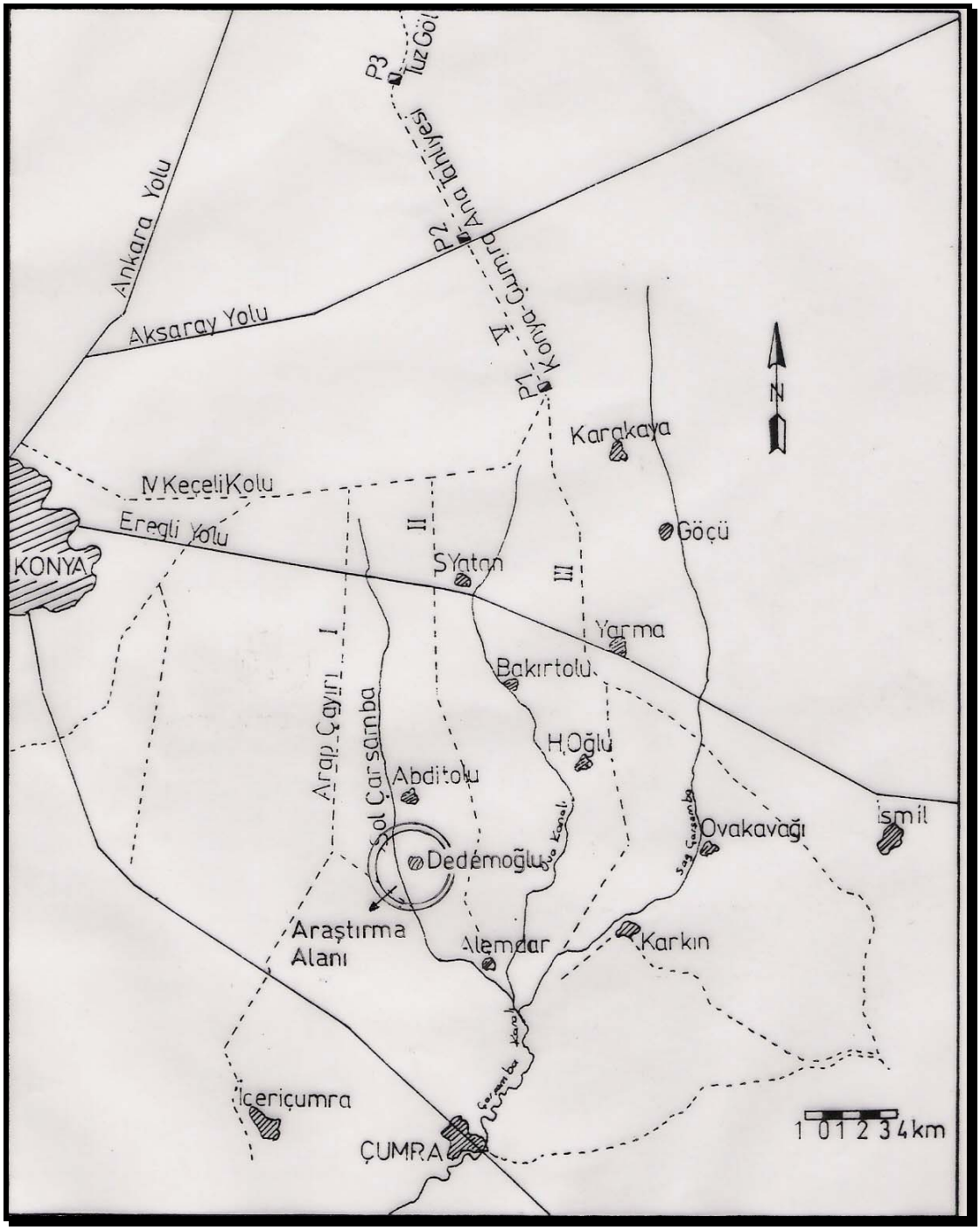
Konya, coğrafi olarak 36^{o} 41′ ve 39^{o} 16′ kuzey enlemleri ile 31^{o} 14′ ve 34^{o} 26′ doğu boylamları arasında yer alır. Ortalama yükseltisi 1016 m'dir. İdari yönden, kuzeyden Ankara, batıdan Isparta, Afyonkarahisar, Eskişehir, güneyden İçel, Karaman, Antalya, doğudan Niğde, Aksaray illeri ile 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'ını ise yerleşim yerleri, su yüzeyi ve diğer araziler oluşturmaktadır (Anonymous 1992). Havza topraklarının 509.382 ha'ında tuzluluk ve sodyumluluk, 623.466 ha'ında ise drenaj problemi mevcuttur (Anonymous, 1978).

Konya ili Çumra ilçesi, 37-38^{o} doğu boylamları ile 33-34^{o} kuzey enlemleri arasında yer almakta olup, doğusunda Karapınar ve Karaman, batısında Akören ve Bozkır, güneyinde Güneysınır, kuzeyinde ise Konya şehir merkezi bulunmaktadır. Çumra'nin deniz seviyesinden yüksekliği 1013 m'dir (Anonymous, 2004).

Çumra ilçesinde 114.000 hektarlık alan tarım faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Bunun yaklaşık % 80'inde yani 80.000 hektarında sulu tarım yapılmaktadır (Anonymous, 2004).

Araştırma alanı olan Konya-Çumra-Dedemoğlu Köyü, Konya şehir merkezine yaklaşık 40 km mesafede ve şehrin güneydoğusundadır. Çumra ilce merkezine yaklaşık 10-12 km mesafede ve ilçe merkezinin kuzeyindedir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1.Deneme alanının konumu.

3.1.2. Arazi ve toprak özellikleri

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

Konya ovalarında; yağış rejimi, sıcaklık, bitki örtüsü, ana kaya 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 topraklar da 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 topografya bakımından tekdüze bir karakter arz eder. Genel eğim güneyden kuzeye doğru olup, % 0-0,5 ve bazı yerlerde % 0-1 arasında değişmektedir. Ovada sulanan alanlarda, taban suyunun yüksek olması ve bilgisiz sulamalar sonucu tuzlu ve sodyumlu alanlar teşekkül etmiştir. Ova topraklarının pH'sı 7,5-8,5 arasında değişmektedir (Anonymous, 1978).

Çumra ilçesi toprakları ise killi ve killi-tınlıdır. Kireç yönünden zengin topraklar da vardır. Ayrıca bilgisiz sulamalar ve yüksek taban suyu nedeniyle çorak topraklar günden güne daha da artmaktadır (Anonymous, 2004).

Araştırma alanı olan Dedemoğlu köyü toprakları genel olarak; ağır bünyeli killi toprak özelliğinde, tuzluluk değerleri ($ECx10^3$) 4 mmhos/cm'den, Değişebilir Sodyum Yüzdesi (DSY) değerleri % 15'den yüksek tuzlu-sodyumlu toprak niteliğindedir.

3.1.3. İklim

Konya ilinde bulunduğu coğrafyanın özelliklerinden dolayı karasal iklim şartları hüküm sürmektedir. 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 ^{o}C'dir. Temmuz ayında ortalama sıcaklık 23 ^{o}C, Ocak ayında ortalama sıcaklık 0 ^{o}C civarındadır. Maksimum sıcaklık 40 ^{o}C, minimum sıcaklık -28,2 ^{o}C'dir (Anonymous, 1998).

Çumra ilçesi iklimi İçanadolu Bölgesinde görülen karasal iklimin genel bir kopyası şeklindedir. Yani yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. İlçe, bitki örtüsü bakımından fakirdir. Yetiştiriciliği yapılan ürünler ile kanal boylarındaki söğütler ve kavaklar hakim bitki örtüsüdür. Ekim ayı sonlarında sonbahar ilk donları, Nisan ayı sonlarında ise ilkbahar son donları görülmektedir. Nispi nem; Temmuz-Ağustos aylarında % 40-41, diğer aylarda daha yüksek olup, kış ayları % 80-84'tür. Buharlaşma; Temmuz-Ağustos aylarında en yüksek seviyede olup, 275-300 mm'dir. Hakim rüzgarlar kuzey ve güney rüzgarlarıdır. Yıllık yağış toplamı 250-300 mm civarında olup, yağışın çoğunluğu kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir (Anonymous, 2004). Araştırma bölgesine ait bazı iklim verileri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çumra İlçesine Ait Bazı Meteorolojik Veriler (Anonymous, 2004).

İklim Değerleri	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Max. Sıc. (^{o}C) *	4,36	6,27	11,52	17,84	22,30	26,31	29,69	29,59	26,08	20,10	12,44	6,20
Min. Sıc. (^{o}C) *	-4,34	-3,52	-0,16	4,72	8,35	11,94	14,16	13,85	9,50	5,41	0,94	-2,40
Ort. Sıc. (^{o}C) *	-0,16	1,10	5,14	10,95	15,43	19,27	22,22	21,55	17,05	11,88	5,95	1,89
Nispi Nem (%) *	79,63	75,16	69,06	61,77	58,71	54,97	50,86	51,74	56,88	65,22	73,50	79,74
Buharlaşma (PİS) *	-	-	-	-	4,21	5,15	6,11	5,81	5,12	3,33	2,85	-
Toplam Yağış (mm) *	33,73	28,99	30,86	32,89	33,87	20,21	6,55	4,29	9,92	28,62	30,85	44,62
Max. Rüz. Hızı (m\s) *	6,09	6,95	6,97	10,13	8,65	5,28	4,92	4,20	4,70	4,31	5,95	5,96
Ort. Sıc. (^{o}C) (2003)	5,00	-1,00	1,90	9,80	17,30	20,50	22,80	22,80	17,30	13,80	6,80	2,20
Yağış Ort. (mm) (2003)	18,80	74,80	58,90	105,00	14,70	6,70	-	-	13,90	14,70	21,60	57,20

* 1955-1999 yılları arası ortalama iklim değerleri.

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 etütlere göre $200x10^6$ m^3/yıllık rezerv tahmin edilmiştir. Kapalı havzanın diğer ovaları da yeraltı su rezervleri bakımından oldukça zengindir (Anonymous, 1998).

Çumra topraklarında verimliliği en çok kısıtlayan faktör su problemidir. Yaz aylarındaki yüksek sıcaklıklardan dolayı yıllık yağışın büyük bir kısmı buharlaşarak atmosfere geri dönmektedir. Nem yetersizliğinden dolayı bitkilerin su ihtiyaçları sulama suyu seklinde verilerek giderilmeye çalışılmaktadır. Çumra ovasının tek su kaynağı Türkiye'nin ilk sulama kanalı olarak inşa edilen Çarşamba kanalıdır. Bu kanal, Çumra Ovası'na batıdan gelerek Beyşehir-Suğla Havzası ve Bozkır çevresinin sularını Çumra Ovası'na ulaştırmaktadır (Anonymous, 2004).

Çumra ilçe sınırları içerisinde 3 adet sulama birliği vardır. Bunlar; Çumra Sulama Birliği, Ova Sulama Birliği ve Dinek Pompaj Sulama Birliğidir. Çumra Sulama Birliği sahasına giren 34.782 hektarlık alanda resmi olarak sulama yapılarak ürün çeşitliliği sağlanmaktadır. Ova Sulama Birliğinde resmi kayıtlara göre 14.884 hektarlık alanda, Dinek Pompaj Sulama Birliğinde ise 1.600 hektarlık alanda sulama yapılabilmektedir (Anonymous, 2004).

3.1.5. Tarımsal yapı ve üretim

Konya ili 4.169.400 ha'lık yüzölçümüyle yurdumuzun en geniş alanına sahip illerden birisidir. İlin arazi dağılımı ise; işlenen arazi 2.659.890 ha (% 64), orman alanı 506.426 ha (% 12), çayır mera alanı 709.894 ha (% 17), diğer alanlar 293.190 ha (% 7)'dır. 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 üretim bakımından ülke genelinde önemli bir yere sahiptir. Ülke genelinde yaklaşık; buğday ekiliş alanının % 10'u üretiminin %10,4'ü; arpa ekiliş alanının % 18'i üretiminin % 20'si; şeker pancarı ekiliş alanının %20'si üretiminin % 24'ü Konya ilindedir. Bunların dışında diğer bazı hububat (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 (Anonymous, 1998).

Çumra Ovası'nda yaklaşık 114.000 hektarlık alanda tarım yapılmaktadır. Bu alanın yaklaşık 80.000 hektarlık kısmında sulu tarım yapılmakta olup, geri kalan kısmında ise kuru tarım yapılmaktadır (Anonymous, 2004).

Çumra da en çok buğday, arpa, şekerpancarı, kuru fasulye, nohut yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ayrıca 2004 yılı içinde dane ve silajlık mısır yetiştiriciliği yaygınlaşmakta olup 25-30 bin dekar civarında mısır ekimi yapılmıştır (Anonymous, 2004).

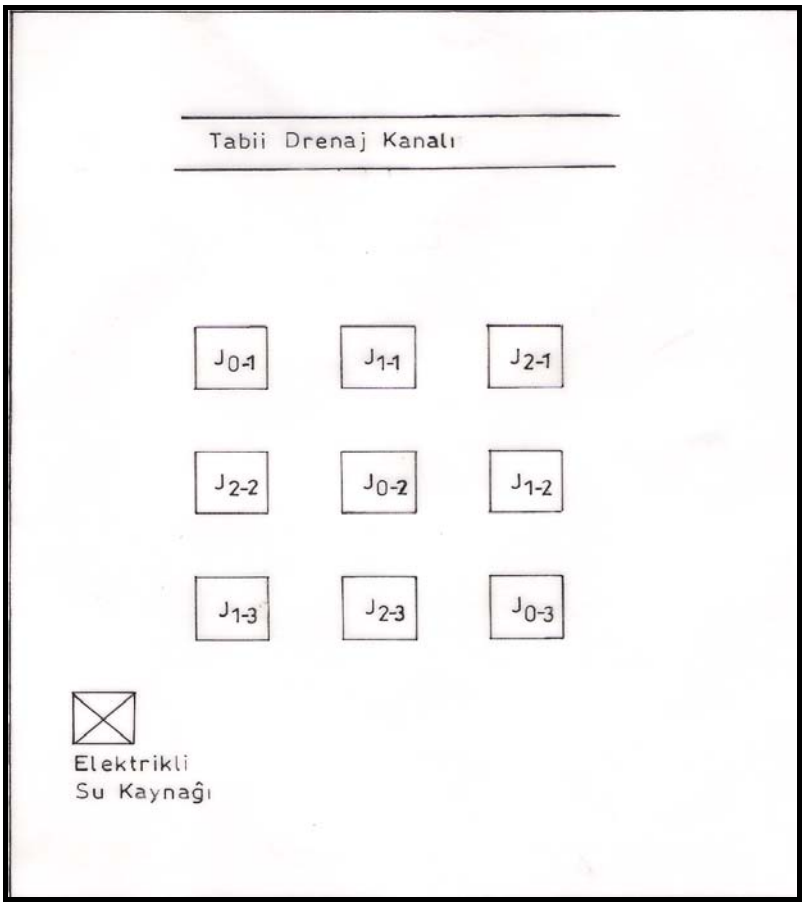
3.2. Metod

Bu bölümde arazi ve laboratuvarda 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 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede, parseller arasındaki toprak özelliği farklarını azaltmak amacıyla parseller mümkün olduğu kadar küçük tutulmuştur. Parsel iç genişlikleri 3,20x3,15 m (yaklaşık 10 m^2) alınmıştır. Deneme deseni planı Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2.Deneme deseni planı.

3.2.1.2. Deneme konuları

Deneme alanındaki bor ıslahında jipsin etkinliğinin belirlenmesi için kullanılacak jips konuları, aynı bölgedeki mevcut değişebilir sodyum yüzdeleri dikkate alınarak, Kovda (1967) tarafından geliştirilen aşağıdaki denklem yardımıyla tahmini olarak hesaplanmıştır.

$Ji=(860x10^{-6})x(\gamma_t x D_t x A)x[(DSY_b–DSY_s)/100]x\ KDK$

Bu denklemde;

Ji= Jips ihtiyacı (ton/dekar)

$860x10^{-6}$= 1 me $CaSO_4$/100 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/100 gr toprak)

3.2.1.3. Deneme yerinin hazırlanması

Deneme öncesi parsellerin hazırlanacağı arazi tesviye edilip sürülmüştür. Arazi tesviyesinin sağlanmasından sonra parselasyona başlanmış, parsel köşeleri 3,20x3,15 (10 m^2) olacak şekilde kazıklarla işaretlenmiştir. Parsel kenarlarında deneme alanının dışından alınan topraklarla 0,4-0,5 m yüksekliğinde, 0,5-1,0 m genişliğinde seddeler oluşturulmuştur. Seddeler, suyun sızmasını önlemek amacıyla kürekle iyice sıkıştırılmıştır. Parseller arasına 3 m olacak şekilde aralık verilmiştir. Deneme alanında daha önceden kapalı drenaj yapıldığından drenaj hendekleri kazılmamış, yıkamalar sonrası drene olan su, kapalı drenaj borularıyla deneme alanının yakınında bulunan tabii drenaj kanalına çıkış ağzı ile boşaltılmıştır.

3.2.1.4. Islah maddesi jipsin parsellere uygulanması

Şahit parsellerin dışında diğer parsellere verilecek jips; tartılarak, parsel içlerine homojen bir biçimde elle serpilmiştir. İki farklı dozda jips uygulanmış, 1 ton/da ve 3 ton/da olarak toprağa verilmiştir.Daha önce yapılan çalışmaların da ortaya koyduğu üzere jipsin etkinliğinin arttırılması için toprağa atılan jipsin 10-15 cm toprak derinliğine karışmasını sağlamak için parsel yüzeyi tırmıkla düzeltilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Jipsin parsellere uygulanması.

3.2.1.5. Yıkamaların yapılması

Denemede yıkamalar, deneme alanının yakınında bulunan yeraltı su kuyusundan pompajla, yağmurlama sulama borularıyla deneme alanına getirilmek suretiyle yapılmıştır. Yıkamada aralıklı göllendirme metodu uygulanmıştır (Şekil 3.4.).

Deneme süresince parsellere su 30 cm'lik yükseklikler halinde verilmiştir. İki yıkama arasındaki sürenin belirlenmesinde toprağın tarla kapasitesine gelmesi esas alınmıştır. Toplam 180 cm yıkama suyu uygulanmış, bu miktarın belirlenmesinde Reeve formülü esas alınmıştır.



Şekil 3.4.Deneme parseline suyun verilişi.

3.2.1.6. Toprak örneklerinin alınması

Araştırma alanından deneme öncesi ön etüd amacıyla profiller açılarak her profilden 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 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 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 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 jips dozları deneme desenine göre parsellere verilerek yıkama işlemine geçilmiştir. Her bir yıkamadan 4 gün sonra yine burgu ile 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmış, oluşan boşluklar bu sefer parsel içinden alınan topraklarla doldurulup yerleri tahta çubuklarla işaretlenmiştir. Bu işlem yıkama tamamlanıncaya kadar devam etmiştir. Toprak örnekleri naylon

poşetler içinde numaralandırılıp muhafaza edilerek analizler için laboratuvara getirilmiştir.

3.2.1.7. İnfiltrasyon ve buharlaşma değerlerinin ölçülmesi

Suyun toprağa giriş hızı olarak tanımlanan infiltrasyon değerinin saptanmasında havuz metodu uygulanmıştır (Dorsan, 1988, Yılmaz, 2001). Deneme parsellerine her 30 cm su verilmesinin başladığı ve aynı suyun toprak yüzeyinden kaybolduğu anların tarih, saat ve dakikaları önceden hazırlanan cetvellere işlenmiştir.

Denemede infiltre olan net yıkama suyunun belirlenebilmesi için yağış ve su yüzeyinden buharlaşma değerlerini ölçmek amacıyla deneme parsellerinin yanına Class A tipi buharlaşma kabı yerleştirilmiştir.

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 (Richards 1954).

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

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

Suda çözünebilir iyonlar: Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+} ve K^{+} miktarları ICP okumalarından elde edilmiş, $CO_3^{=}$, HCO_3^{-} miktarları H_2SO_4 ile titre edilerek, Cl^{-},

$AgNO_3$ ile titrasyon suretiyle ve $SO_4^{=}$ ise spektrofotometrik yöntemle tayin edilmiştir (Richards 1954).

Katyon 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 ekstrakta Na iyonunun flame fotometrede ölçümü ile tayın edilmiştir (Richards 1954).

Bor: Saturasyon ekstratında ICP aletinde okuma yapılarak elde edilmiştir.

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

3.2.3. Büro çalışmalarında kullanılan metodlar

Araştırmadan elde edilen sonuçların bor yönünden değerlendirilmesinde kullanılan metod aşağıda verilmiştir.

3.2.3.1. Yıkamalar sonucu elde edilen borun belirlenmesinde kullanılan metod

Deneme parsellerinde yıkamadan önce ve yıkama uygulamalarından sonra 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm derinliklerinden alınan toprak örneklerinin bor değerleri tayin edilmiştir. Elde edilen bu değerlere göre topraktaki başlangıca göre kalan bor yüzdeleri ($B/B_o x100$) bulunmuştur. Burada; B; belirtilen yıkama seviyelerinde toprakta mevcut bor miktarını (ppm), B_o; toprağın başlangıçtaki bor miktarını (ppm) ifade etmektedir.

Bor yıkama eğrisini toprak derinliğinden bağımsız kılmak için Reeve ve arkadaşlarının önerdikleri şekilde, toprakta başlangıca göre kalan borun yüzdesi ($B/B_o x100$), yıkama suyu derinliğinin toprak derinliğine oranının (Dys/Dt) fonksiyonu olarak değerlendirilmiştir (Beyazgül, 1995).

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

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, yıkama ve kimyasal madde uygulamazdan önce, deneme alanında açılan toprak profillerinden üçer tekerrürlü olmak üzere, 0-30, 30-60, 60-90, 90-120 cm derinliklerinden alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. incelendiğinde deneme alanı topraklarının üst katmanlarında bünye killi-tın (CL) iken alt katmanlarda kil oranı artarak bünye kile (C) dönüşmüştür. Hacim ağırlıkları, 1,29-1,54 g/cm^3, özgül ağırlıkları 2,58-2,81 g/cm^3 arasında olup, üst katmanlardan alt katmanlara doğru bir azalma göstermektedir. Hacim esasına göre tarla kapasiteleri (TK) % 32,70-37,88, solma noktaları % 21,60-24,90 arasında değişmekte, değerler alt katmanlara doğru azalma göstermektedir. Toprakların toplam gözenek yüzdeleri (porozite) % 44,76-50,96 arasında değişmekte olup, saturasyon yüzdeleri de % 65,13-80,80 arasındadır. Porozite alt katmanlara doğru azalırken, saturasyon yüzdeleri alt katmanlara doğru artmaktadır. Bunun sebebi olarak alt katmanlarda kil oranının artış göstermiş olduğu söylenebilir.

Deneme alanı topraklarının tuzluluk değerleri, tuzluluk sınırı olan 4 mmhos/cm'den yüksek olup, 10,00-19,95 mmhos/cm arasında değişmektedir. Çizelge 4.1 incelendiğinde üst katmanlarda tuz oranının yüksek olduğu görülmektedir. Yaz aylarında kapilarite ile yükselen taban suyunun buharlaşma ile tuzlarını üst katmanlara bırakması bunun nedeni olarak açıklanabilir.

Deneme alanı toprak örneklerinin değişebilir sodyum yüzdeleri (DSY), sınır değer olan % 15'ten yüksek olup % 26,60-28,83 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.).

Deneme alanı topraklarının bor değerleri ise 7,58-8,14 ppm arasında, pH değerleri ise 7,60-8,20 arasında değişmekte olduğundan deneme alanı topraklarının, bitki yetiştiriciliği açısından tuzlu-sodyumlu ve borlu toprak özelliğine sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Araştırma alanı topraklarının oldukça kireçli olduğu, kireç miktarlarının % 48,90-58,10 arasında değiştiği, katyon değişim kapasitesi (KDK) değerlerinin ise 9,55-12,45 me/100g arasında oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi kireç miktarlarının fazla olması ve kirecin tekstür analizinde çap dağılımı olarak kil fraksiyonununda görülebileceği şeklinde açıklanabilir.

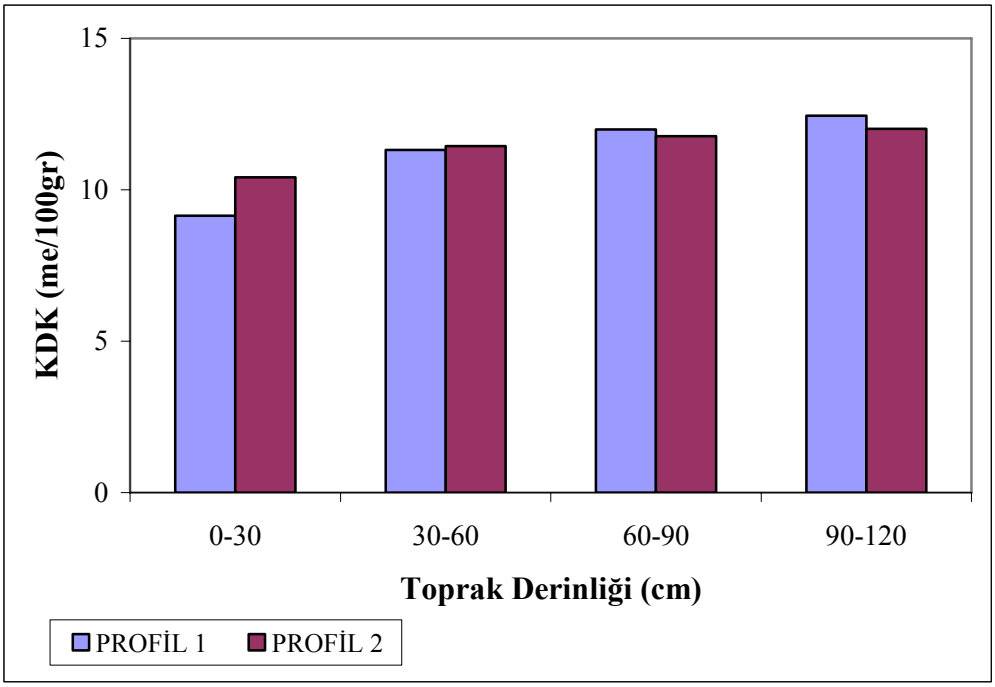
Toprakların KDK ve DSY değerlerinin derinliğe göre değişimi şekil 4.1'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde KDK değerlerinin profil1'de alt katmanlara doğru arttığı profil2'de ise fazla artış göstermediği, DSY değerleri ise her iki profilde birbirine yakın değerler aldığı, genelde üst katmanda fazla çıktığı söylenebilir.

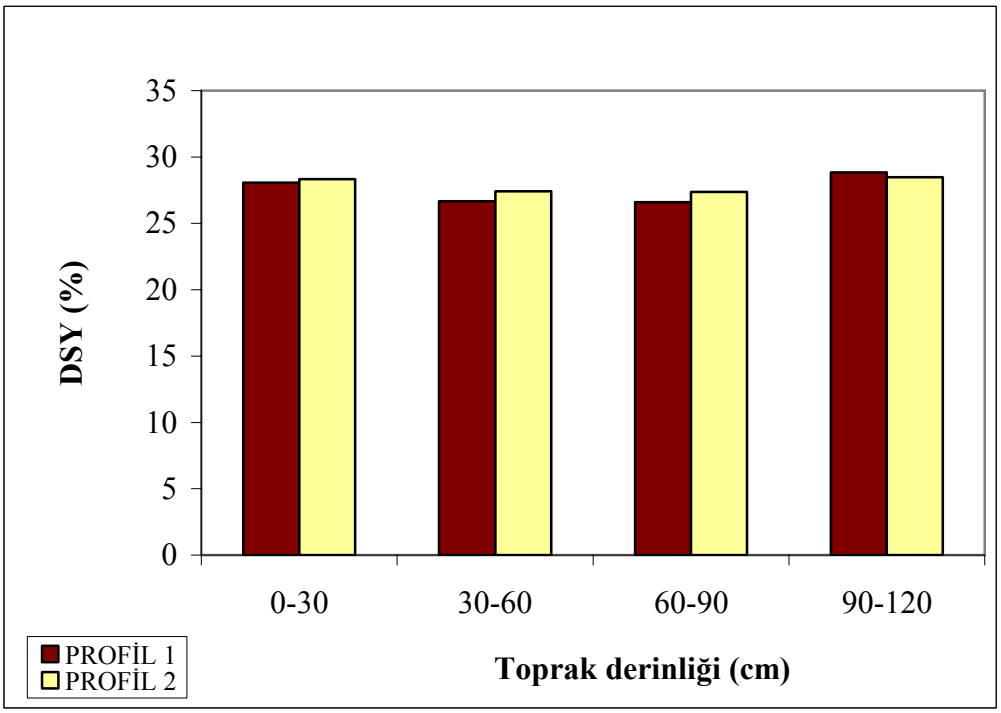
Çizelge 4.1. Deneme Öncesinde Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak örneğinin alındığı		Hacim ağırlığı (g/cm3)	Özgül ağırlığı (g/cm3)	Saturasyon (%'si)	Tarla kap. (Hacim %)	Solma nok. (Hacim %)	Porozite (%)	Toprak bünyesi				Saturasyon ekst.		Bor (ppm)
Yer	Derinlik (cm)							Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye	EC mmhos/cm (25°C)	pH	
P-1	0-30	1,32	2,58	70,40	33,60	23,10	48,84	25,88	35,38	38,74	CL	15,20	7,60	8,14
	30-60	1,29	2,63	71,43	34,41	23,75	50,96	26,80	41,15	32,05	C	14,70	7,75	8,01
	60-90	1,38	2,75	75,66	36,36	24,20	49,82	20,74	50,10	29,16	C	12,90	8,20	7,75
	90-120	1,53	2,77	80,80	37,88	24,90	44,76	18,45	51,50	30,05	C	10,00	8,05	7,69
P-2	0-30	1,33	2,60	65,13	32,70	21,60	48,85	25,65	30,40	43,95	CL	18,40	7,95	7,99
	30-60	1,41	2,65	65,85	33,90	22,40	46,79	21,88	37,74	40,98	CL	19,95	8,08	7,80
	60-90	1,49	2,73	74,40	35,80	22,85	45,42	20,71	42,85	36,44	C	16,87	7,96	7,70
	90-120	1,54	2,81	77,60	36,90	23,65	45,16	20,15	46,23	33,62	C	13,55	8,17	7,58

Çizelge 4.1.'in devamı

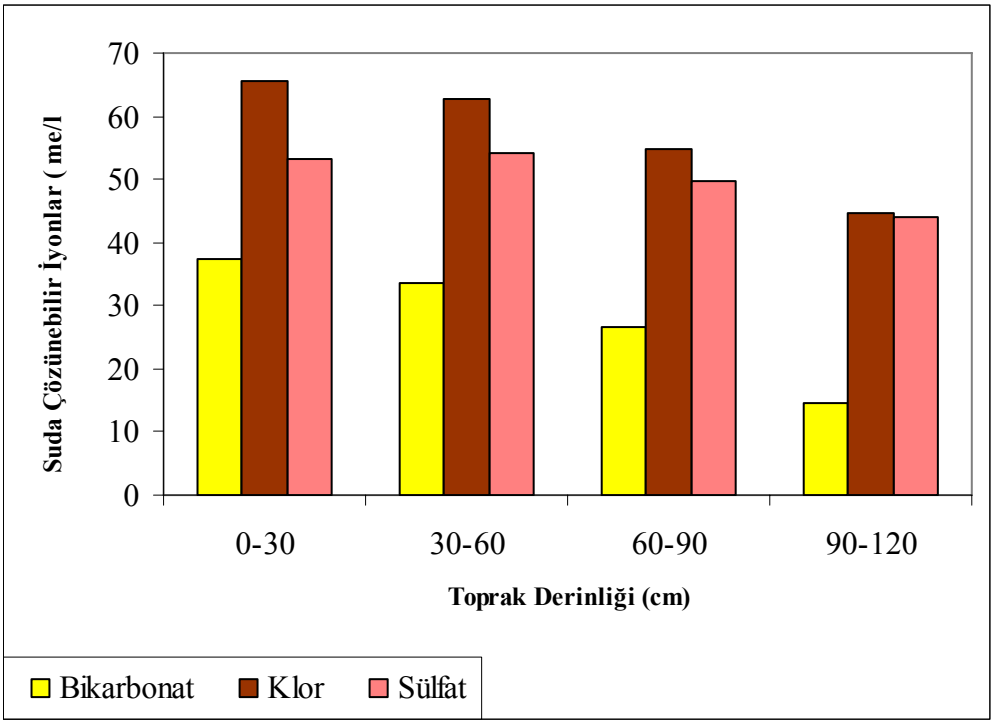
Toprak örneğinin alındığı		SUDA ÇÖZÜNEBİLİR İYONLAR										KDK (me/100g)	Değişebilir katyonlar (me/100g)			DSY (%)	Sodyumluluk ve tuzluluk durumu	Organik madde (%)	Kireç (%)
		ANYONLAR (me/l)					KATYONLAR (me/l)												
Yer	Derinlik	$CO^{=}_3$	HCO^{-}_3	Cl^{-}	$SO^{=}_4$	Toplam	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Toplam		Na^{+}	K^{+}	$Ca^{++}+Mg^{++}$				
P-1	0-30		37,40	65,44	53,16	156,00	41,16	17,95	58,47	35,41	152,99	9,55	2,68	1,05	5,52	28,06	T-S	2,15	58,10
	30-60		33,54	62,74	54,18	150,46	44,96	19,07	53,19	30,74	147,96	11,32	3,02	1,29	6,70	26,67	T-S	1,68	56,25
	60-90		26,55	54,64	49,81	131,00	39,19	21,11	47,26	23,10	130,66	11,99	3,19	1,38	7,01	26,60	T-S	1,45	54,10
	90-120		14,55	44,51	43,97	103,03	29,14	17,46	33,99	21,88	102,47	12,45	3,59	1,29	7,12	28,83	T-S	1,01	55,60
P-2	0-30		45,00	88,43	56,04	189,47	50,41	18,62	74,96	41,17	185,16	10,41	2,95	1,04	6,26	28,34	T-S	1,79	53,20
	30-60		56,02	90,47	62,98	209,47	52,73	25,60	82,14	43,97	204,44	11,45	3,14	1,25	6,80	27,42	T-S	1,51	50,10
	60-90		31,79	72,10	73,47	177,36	50,14	13,81	70,96	42,19	177,10	11,77	3,22	1,27	7,17	27,36	T-S	1,35	48,90
	90-120		22,22	51,53	66,25	140,00	40,01	15,17	58,18	31,85	137,63	12,01	3,42	1,30	7,23	28,48	T-S	0,91	50,20



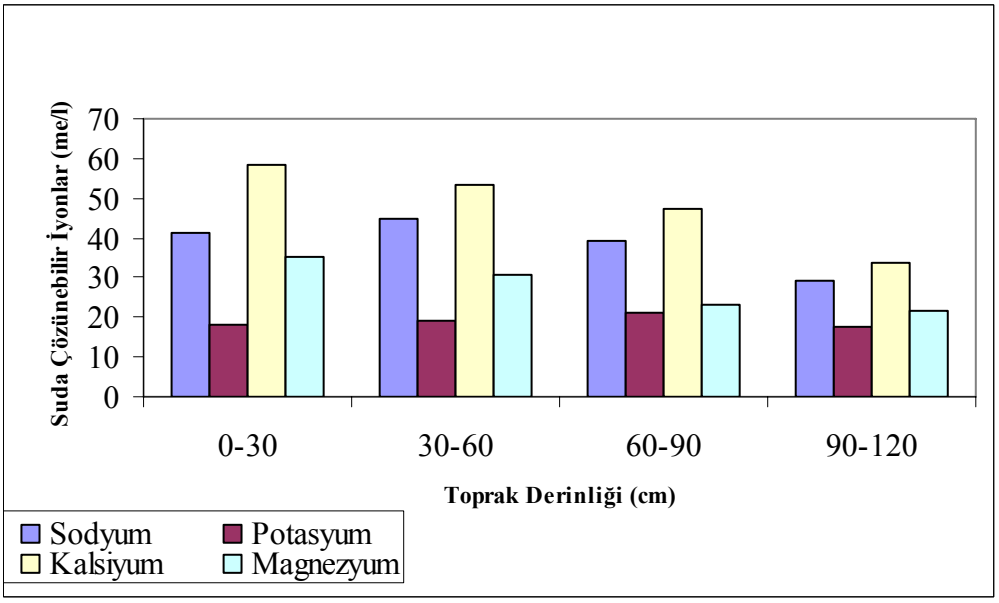


Şekil 4.1. Deneme öncesinde KDK ve DSY değerlerinin toprak derinliğine göre değişimi

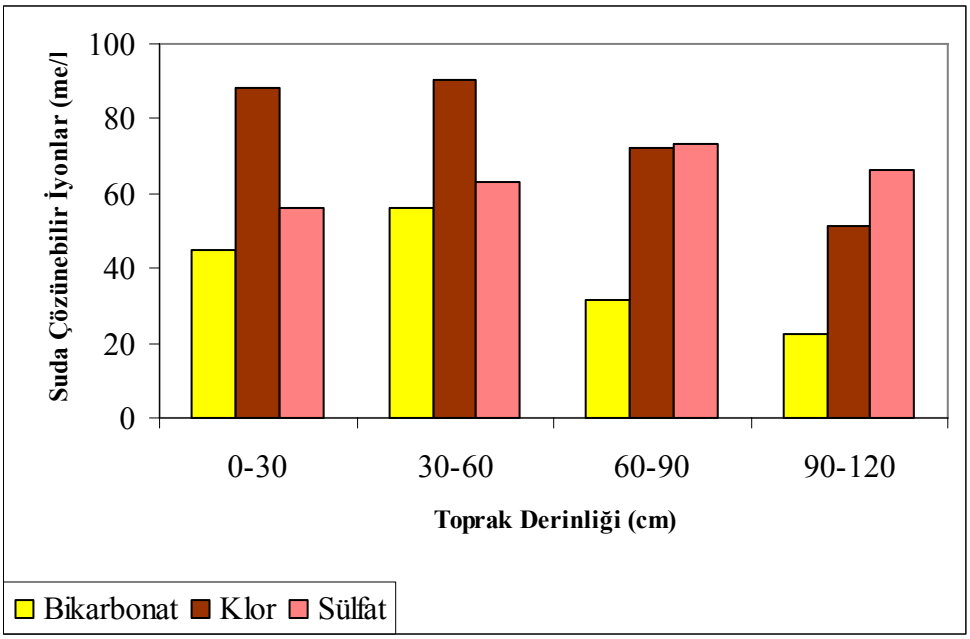
Deneme alanı topraklarının suda çözünebilir anyon ve katyonlarının dağılımı profil 1 ve profil 2 için şekil 4.2.a,b,c,d'de verilmiştir. Şekil 4.2.a,b,c,d'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi çözünebilir katyonlardan Ca^{++}'un, anyonlardan ise Cl^{-}'ün hakim olduğu, bunların da toprakların üst katmanlarda daha yoğun olduğu görülmektedir (Şekil 4.2.a,b,c,d).



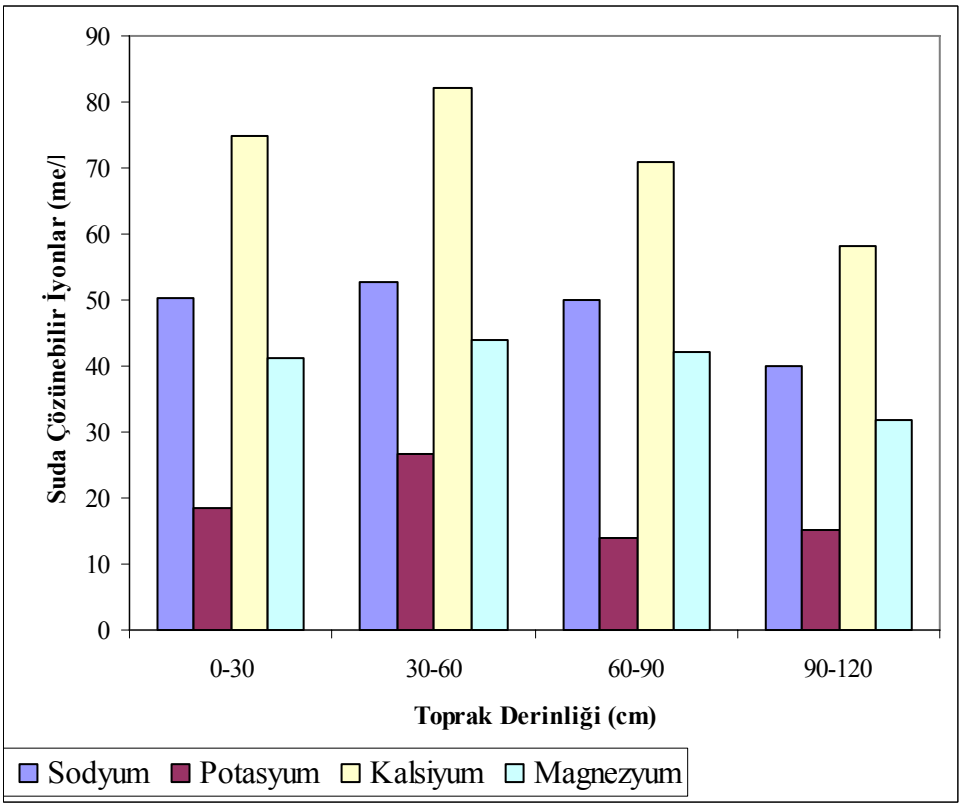
Şekil 4.2.a.Profil 1'de derinliğe göre anyonların durumu.



Şekil 4.2.b. Profil 1'de derinliğe göre katyonların durumu.



Şekil 4.2.c.Profil 2'de derinliğe göre anyonların durumu.



Şekil 4.2.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 su kuyusundan elektrikli pompa ile sağlanmıştır. Su kuyusundan deneme süresinde periyodik olarak (her bir yıkama sonrası) alınan su örneklerinde yapılan analiz sonuçları çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde yıkama suyunun elektriksel iletkenliğinin 743-825 micromhos/cm arasında değiştiği, sodyum adsorpsiyon oranlarının (SAR), 1,35-1,50 arasında olduğu, bor miktarının 0,6-0,7 ppm arasında değiştiği, sulama suyu sınıfının ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre, C_3S_1 sulama suyu sınıfına girdiğini, tuz ve sodyum konsantrasyonlarının düşük olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca suda çözünebilir anyon ve katyonlar açısından bakıldığında; katyonlardan Ca^{++} iyonu, anyonlardan da Cl^- iyonu hakim durumdadır.

Çizelge 4.2. Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Kimyasal Analiz Sonuçları

örnek no*	pH	ECx10^6 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	7,54	798	-	1,33	3,91	2,88	8,12	2,41	0,66	3,01	2,13	8,21	-	1,50	29,35	C_3S_1	0,70
2	7,81	765	-	1,31	3,77	2,79	7,87	2,11	0,92	2,91	1,99	7,93	-	1,35	26,61	C_3S_1	0,70
3	7,63	743	-	1,37	3,66	2,58	7,61	2,20	0,78	2,88	1,91	7,77	-	1,42	28,31	C_2S_1	0,60
4	7,71	811	-	1,52	3,96	2,91	8,39	2,40	0,52	3,21	2,32	8,45	-	1,44	28,40	C_3S_1	0,60
5	7,69	825	-	1,47	4,00	2,93	8,40	2,28	0,58	3,29	2,36	8,51	-	1,35	26,79	C_3S_1	0,60
6	7,68	796	-	1,48	3,89	2,72	8,09	2,17	0,83	3,00	2,05	8,18	-	1,36	26,53	C_3S_1	0,70

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

4.2. Deneme Sonrası Toprakların Bor Değişimi

Deneme alanında yıkama suyunun ve jipsin değişik dozlarının topraktaki bor üzerine etkisinin tespiti ve bor seviyesini bitkiler için istenilen seviyeye indirilmesini belirlemek amacıyla her yıkamadan sonra periyodik olarak deneme parsellerinden alınan toprak örneklerinin saturasyon ekstratındaki bor değerleri çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde; toprakta, bitkiler için yüksek konsantrasyonlarda bor bulunduğu görülmektedir. Bitkilerin bora dayanma dereceleri dikkate alındığında birkaç yıkama sonrasında sadece bora dayanıklı bitkilerin (kuşkonmaz, şeker pancarı, yonca, bakla, soğan, şalgam, lahana, marul, havuç vb.) yetiştirilebileceği sınır değer olan 2,0-4,0 mg/l'ye ancak düşürüldüğü görülmektedir.150 ve 180 cm'lik yıkamalardan sonra ise; bor değeri daha da düşürülmüş bora orta dayanıklı(ayçiçeği, patates, turp, zeytin, arpa, buğday, mısır, yulaf, sorgum vb.) (1,0-2,0 mg/l bor) bitkilerin yetişmesine uygun şartlar sağlanmıştır. Bölgede şeker pancarı ve hububat tarımının yaygın olması dikkate alındığında yapılan yıkamalar sonucu deneme alanı topraklarındaki bor yıkanmasının amacına ulaştığını söylemek mümkündür.

Yıkama suyu miktarlarının toprakta borun giderilmesindeki etkilerini daha iyi belirlemek amacıyla belirtilen yıkamalar sonrasında toprağın değişik derinliklerindeki bor ve bor değerinin başlangıçtaki bor değerine göre yüzdesi alınarak (B/Bo x 100) elde edilen değerler çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde, 0-30 cm derinliğindeki toprak katmanında bulunan bor'un, yıkama suyunun başlangıç dozu olan 30 cm uygulandığında kontrol parselinde borun % 42,70'i, jipsin birinci dozunda borun % 41,26'sı, jipsin ikinci dozunda % 41,78'i yıkanmıştır. 90 cm yıkama suyu uygulandığında, kontrol parselinde borun % 68,11'i, jipsin birinci dozunda % 63,55'i jipsin ikinci dozunda % 63,44'ü yıkanmıştır.

Çizelge 4.3. Farklı Yıkama Suyu Dozlarının Deneme Alanı Topraklarındaki Bor Miktarının Değişimine Etkisi

Konular	Toprak derinliği (cm)	Bor (ppm)						
		Yıkama suyu miktarı (cm)						
		0	30	60	90	120	150	180
Kontrol (Jo)	0-30	7,87	4,51	3,25	2,51	1,96	1,41	1,22
	30-60	7,54	4,89	4,00	2,96	2,28	1,87	1,39
	60-90	7,69	5,71	4,93	3,43	2,84	2,12	1,42
	90-120	7,49	8,26	7,35	4,21	3,67	2,43	1,66
Jips (J_1) 1 ton/da	0-30	8,12	4,77	3,37	2,96	2,20	1,95	1,63
	30-60	8,06	5,12	4,21	3,21	2,71	2,09	1,65
	60-90	7,71	6,29	5,12	3,98	3,00	2,33	1,71
	90-120	7,67	8,09	7,77	4,71	3,54	2,53	1,73
Jips (J_2) 3 ton/da	0-30	8,45	4,92	3,32	3,09	2,39	2,01	1,82
	30-60	8,12	5,62	4,65	3,42	2,97	2,28	1,89
	60-90	7,87	7,01	5,39	4,26	3,34	2,51	1,96
	90-120	7,91	8,33	7,65	4,52	3,78	2,88	1,94

Çizelge 4.4. Farklı Yıkama Suyu Dozlarında Başlangıca Göre Kalan Bor Yüzdeleri

Konular	Toprak derinliği (cm)	Yıkama suyu miktarı (cm)						
		0	30	60	90	120	150	180
		Yıkamalar sonunda başlangıca göre kalan borun yüzdesi (B/B_o x 100)*						
Kontrol (Jo)	0-30	100,00	57,30	41,29	31,89	24,90	17,91	15,50
	30-60	100,00	64,85	53,05	39,26	30,24	24,80	18,44
	60-90	100,00	74,25	64,11	44,60	36,93	27,57	18,47
	90-120	100,00	110,28	98,13	56,21	49,00	32,44	22,16
Jips (J_1) 1 ton/da	0-30	100,00	58,74	41,50	36,45	27,09	24,01	20,07
	30-60	100,00	63,52	52,23	39,83	33,62	25,93	20,47
	60-90	100,00	81,58	66,41	51,62	38,91	30,22	22,18
	90-120	100,00	105,48	101,30	61,41	46,15	32,99	22,56
Jips (J_2) 3 ton/da	0-30	100,00	58,22	39,28	36,56	28,28	23,78	21,53
	30-60	100,00	69,21	57,27	42,12	36,58	28,08	23,28
	60-90	100,00	89,07	68,49	54,13	42,44	31,89	24,90
	90-120	100,00	105,31	96,71	57,14	47,79	36,41	24,53

* Bo: Başlangıçtaki bor miktarı
B: Yıkama sonrası bor miktarı

Daha sonraki yıkamalarda yıkamanın etkinliği daha az olmuştur. Zira; 180 cm yıkama suyu uygulandığında kontrol parselinde borun % 84,5'i, jipsin birinci dozunda borun % 79,93'ü, jipsin ikinci dozunda borun % 78,47'si yıkanmıştır. Bunun sebebi ise; başlangıçta, topraktaki bor konsantrasyonu ile yıkama suyu bor konsantrasyonu arasındaki farkın büyük olmasına karşılık daha sonraki yıkamalarda bu farkın giderek azalmasının yıkama etkinliğini etkilemesidir. Bu katmanda, yıkama sonunda jipsin bor yıkanmasına etkisi incelendiğinde, kontrol parselinde borun %84,50'si yıkanırken, buna karşılık jipsin birinci dozunda borun % 79,93'ü, ikinci dozunda ise % 78,47'si yıkanmıştır. Yani jips, bor yıkanmasında kontrol parseline göre artan dozlarında daha az bor yıkanmasına neden olmuştur. Bunun sebebi; jips ilavesiyle toprağa ilave kalsiyum verilmiş olup, bu kalsiyum topraktaki borla bileşik oluşturmasıdır (kalemanit, $Ca_2B_6O_{11}.5H_2O$). Uygulanan yıkama suyu borla birlikte oluşan tuzu da yıkayacağından, bor yıkama etkinliğinde azalma olmuştur.

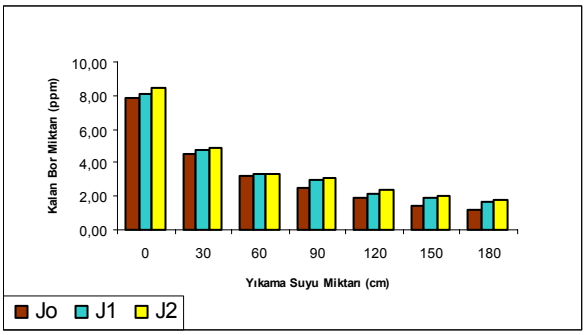
Bir alt katman olan 30-60 cm toprak katmanı için, çizelge 4.4 incelendiğinde, yıkama etkinliğinin başlangıç katmanı olan 0-30 cm kadar etkili olmadığı görülmektedir. Bunun sebebi ise üst katmandan yıkanarak gelen borun bir kısmının bu katmanda birikmesidir. Zira, bor ıslahında yıkamalar sonunda üst katmandaki bor yıkama sonucu alt katmanlara taşınarak birikmektedir. Bu katmanda ilk 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasından sonra üst katmandan yıkanarak gelen borun birikmesiyle bor miktarı artış göstererek başlangıca göre kalan bor yüzdeleri; kontrol parselinde % 64,85'e, jipsin birinci dozunda % 63,52'ye, ikinci dozunda ise % 9,21'e düşmüştür. 90 cm yıkama suyu uygulamasından sonra başlangıca göre kalan bor yüzdeleri ise; kontrol parselinde % 39,26'ya, jipsin birinci dozunda % 39,83'e ve jipsin ikinci dozunda ise % 42,12'ye düşmüştür.Yine; bu katmanda da jipsin bor yıkanmasına etkisine bakacak olursak, burada da kontrol parseline oranla jipsin artan dozlarında daha az oranda bor yıkanmıştır. Yine jips ilavesiyle kalemanit oluşması ve yıkama suyunun borla birlikte tuzu da yıkaması bor yıkama etkinliğini azaltmıştır.

Üçüncü katman olan 60-90 cm toprak katmanında ise, borun yıkanması üst katmana göre daha az olmuştur. İlk 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasının borun yıkanmasına etkisi her üç konumda da oldukça düşüktür. 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasından sonra başlangıca göre kalan bor oranları birikmeden dolayı bir üst katmana göre artış göstererek kontrol parselinde % 74,25'e, jipsin birinci dozunda %81,58'e jipsin ikinci dozunda ise % 89,07'ye çıkmıştır. Daha sonraki yıkamalarda yıkanmanın daha fazla olduğu 90 cm yıkama suyu uygulamasından sonra başlangıca

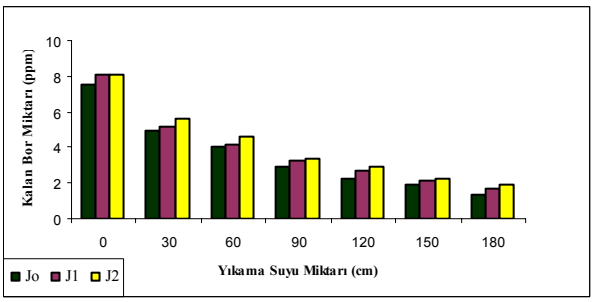
göre borun kontrol parselinde % 55,40'ı yıkanarak % 44,60'a, jipsin birinci dozunda % 48,38'i yıkanarak % 51,62'ye, jipsin ikinci dozunda ise % 45,87'si yıkanarak % 54,13'e düşmüştür. 180 cm yıkama suyunda bu değerler, kontrol parselinde % 22,16'ya, jipsin birinci dozunda % 22,18'e ve jipsin ikinci dozunda ise % 24,90'a düşmüştür.Yıkanmanın başlangıç dozlarında düşük olmasının sebebi ise yine üst katmanlardan yıkanma sonucu borun bu katmanda birikmesidir. Yine diğer katmanlarda olduğu gibi bu katmanda da jipsin bor yıkanmasına etkisine bakıldığında kontrol parseline oranla jipsin artan dozlarında daha az yıkanmanın olduğunu söylemek mümkündür.

Son katman olan 90-120 cm toprak katmanı için çizelge 4.4. incelendiğinde ilk 30 cm'lik yıkama suyu uygulaması sonucunda bor miktarı yıkama öncesine göre bir artış göstererek başlangıca göre kalan bor yüzdeleri kontrol parselinde % 110,28'e jipsin birinci dozunda % 105,48'e ve ikinci dozunda ise % 105,31'e ulaşmıştır. Bunun sebebi yine ilk 30 cm'lik yıkama suyu uygulamasından sonra üst katmanlardaki borun büyük bir kısmı yıkanma sonucunda bu katmanda birikerek bu katmanın bor konsantrasyonunu başlangıca göre arttırmasıdır. Sonraki yıkamalarda daha iyi bir yıkanma sağlanmış ancak yıkanma oranları itibariyle en az yıkanan katman bu katman olmuştur. Zira, 180 cm yıkama suyu uygulaması sonunda başlangıca göre kalan bor; kontrol parselinde % 22,16'ya jipsin birinci dozunda %22,56'ya jipsin ikinci dozunda ise % 24,53'e düşmüştür. Yine bu katmanda da kontrol parseline oranla jipsin artan dozlarındaki bor yıkanma oranı daha az gerçekleşmiştir. Yine şekil 4.3. incelendiğinde en fazla bor yıkanması kontrol parselinde, ikinci olarak jipsin birinci dozunun uygulandığı parsellerde, en son ise jipsin ikinci dozunun uygulandığı parsellerde görülmektedir.

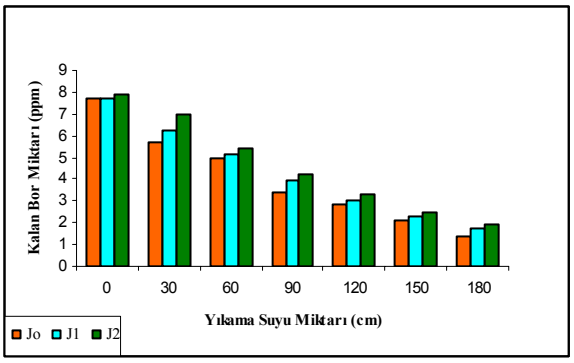
Sonuç olarak; deneme alanı topraklarında, başlangıçta bitkiler için yüksek konsantrasyonlarda olan (kontrol parselinde 7,49-7,87 ppm, jipsin birinci dozunda 7,67-8,12 ppm, jipsin ikinci dozunda 7,87-8,45 ppm) bor kapsamları, yıkamalar sonucunda kontrol parselinde 1,22-1,66 ppm'e, jipsin birinci dozunda 1,63-1,73 ppm'e, jipsin ikinci dozunda 1,82-1,96 ppm'e düşmüştür. Bu, bitkiler için emniyetli seviye olan 1 ppm'e yakındır. Ayrıca bu değer, bölge topraklarının ana bitkisi olan tahıllar için uygun değer olan 1-2 ppm'e de uygundur. Ancak daha önce değinildiği gibi araştırma amacı, jipsin bor yıkanmasına etkisi olduğundan jipsli parsellerde bor miktarı azalmış ancak, kontrol parseline oranla daha az yıkanma olmuştur.



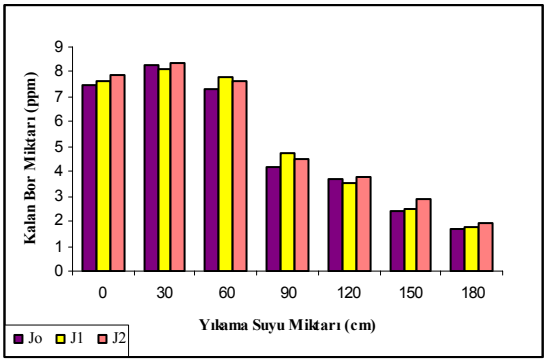
a. 0-30 cm toprak derinliğindeki bor değeri.



b. 30-60 cm toprak derinliğindeki bor değeri.



c. 6 0-90 cm toprak derinliğindeki bor değeri.



d. 90-120 cm toprak derinliğindeki bor değeri.

Şekil 4.3. Farklı toprak derinliklerinde bor değerleri.

Başlangıca göre toprakta kalan borun yüzdeleri ($B/B_o x100$) ile yıkama suyu miktarının toprak derinliğine oranı (Dys/Dt) arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla grafiksel çizim yapılmış ve bu ilişkinin matematiksel eşitliği aşağıda verilmiştir.

Kontrol parseli için;

$D_{ys}/D_t = 5.75x\ e^{-0.03917\ B/Bo\ x\ 100}$ r=-0,84

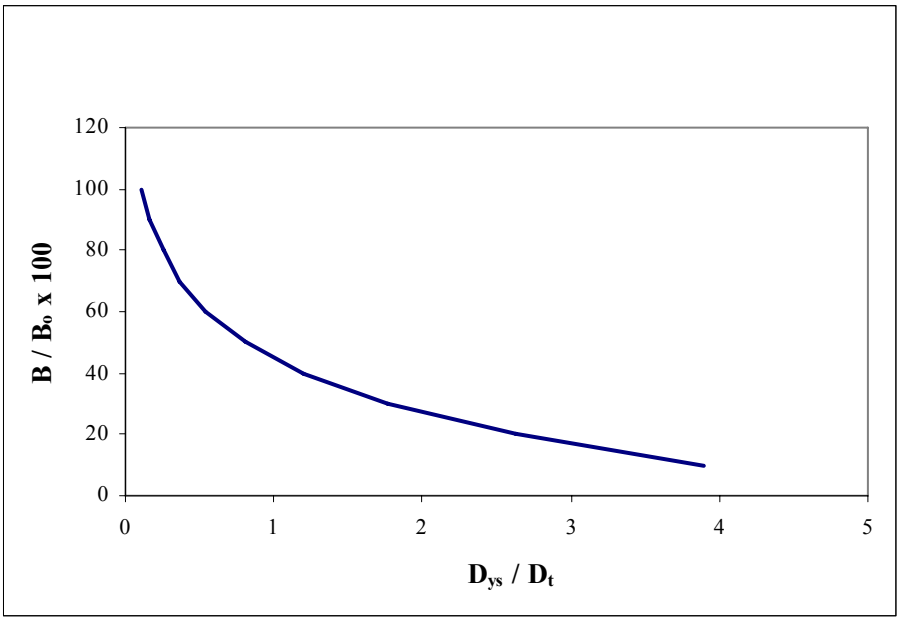
Jipsin birinci dozu için (1 ton/da)

$D_{ys}/D_t = 6.165x\ e^{-0.0387\ B/Bo\ x\ 100}$ r=-0,85

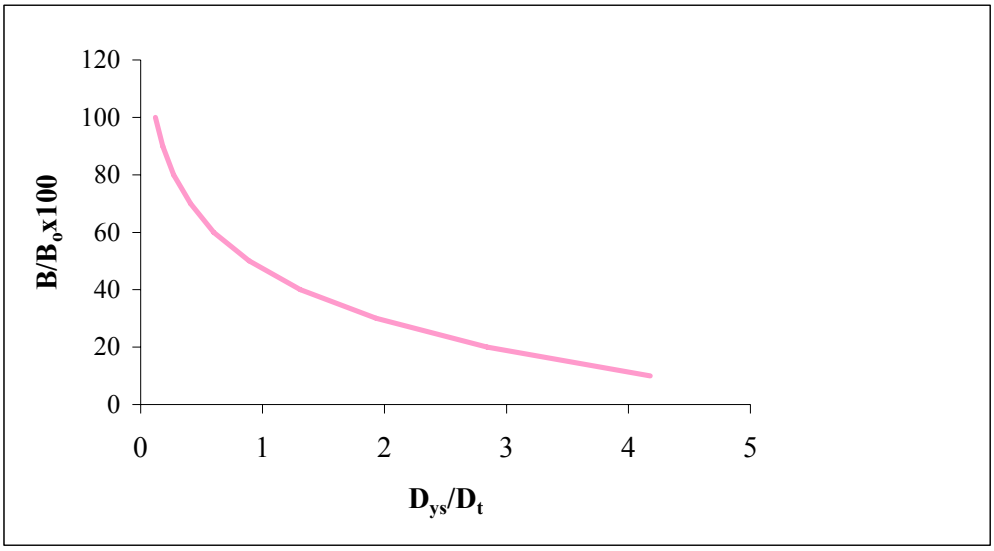
Jipsin ikinci dozu için (3 ton/da)

$D_{ys}/D_t = 7.33x\ e^{-0.04147\ B/Bo\ x\ 100}$ r=-0,79

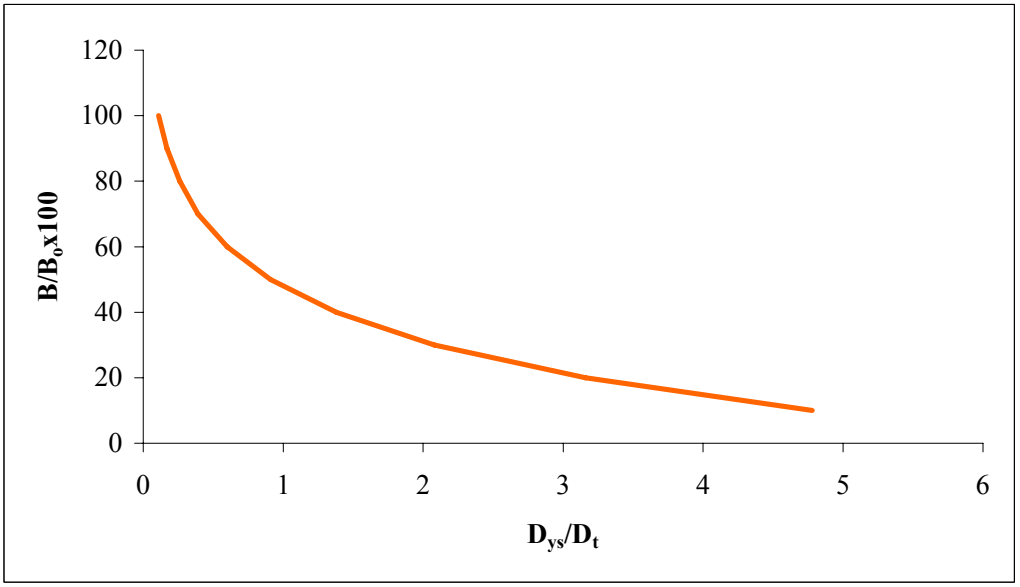
Eşitliklere ilişkin korelasyon katsayıları sırasıyla kontrol parselinde $r_=$ -0,84, jipsin birinci dozunda $r_=$-0,85 ve jipsin ikinci dozunda $r_=$-0,79'dir. Bu değerlerin bire (-1,+1) yakın oluşu istatistiksel olarak iyi bir ilişkiyi göstermektedir. Elde edilen bor yıkama eşitliklerinden faydalanılarak Şekil 4.4.a,b,c'de verilen bor yıkama eğrileri çizilmiştir. Söz konusu şekiller incelendiğinde, toprakta kalan bor miktarı azaldıkça, birim yıkama suyunun etkinliği de azaldığı anlaşılmakta olup, eğriler bu yönüyle bu konuda araştırma yapmış olan bir çok araştırmacı tarafından elde edilen bor yıkama eğrilerine benzemektedir.



Şekil 4.4.Kontrol parselinde başlangıca göre kalan bor yüzdesi ile yıkama suyunun toprak derinliğine oranı arasındaki ilişki



Şekil 4.5.Jipsin birinci dozu (1t/da) uygulanan parsellerde başlangıca göre kalan bor yüzdesi ile yıkama suyunun toprak derinliğine oranı arasındaki ilişki



Şekil 4.6.Jipsin ikinci dozu (3t/da) uygulanan parsellerde başlangıca göre kalan bor yüzdesi ile yıkama suyunun toprak derinliğine oranı arasındaki ilişki

Kontrol parseli için elde edilen bor yıkama eşitlik ve eğrisine göre deneme alanı ile benzer özellik gösteren borlu topraklarda, başlangıçta mevcut borun % 30'unun giderilmesi için kontrol parselinde toprak derinliğinin 0,37 katı, % 60'ının yıkanması için toprak derinliğinin 1,20 katı, % 90'ının giderilmesi için toprak derinliğinin 3,89 katı yıkama suyu verilmelidir.

Jipsin birinci dozu kullanıldığında elde edilen yıkama eşitlik ve eğrisine göre deneme alanı ile benzer özellik gösteren borlu topraklarda başlangıçta mevcut borun % 30'unun giderilmesi için toprak derinliğinin 0,41 katı, % 60'ının giderilmesi için toprak derinliğinin 1,31 katı, % 90'ının giderilmesi için toprak derinliğinin 4,18 katı su verilmelidir.

Jipsin ikinci dozunun kullanılması sonucu elde edilen yıkama eşitlik ve eğrisine göre deneme alanı ile benzer özellik gösteren borlu topraklarda, başlangıçta mevcut borun % 30'unun giderilmesi için toprak derinliğinin 0,39 katı,% 60'ının giderilmesi için toprak derinliğinin1,38 katı,% 90'ının giderilmesi için toprak derinliğinin 4,78katı yıkama suyu verilmelidir.Ancak, bor yıkama eşitlik veya eğrisinden hesaplanan yıkama suyu miktarları net yıkama suyu miktarları olduğu için, bu miktarlara yıkama süresince buharlaşan toplam su miktarını da ilave etmek gerekir.

Yapılan bu üç farklı çalışma karşılaştırıldığında jips uygulanan parsellerde sadece yıkama suyunun uygulandığı kontrol parseline göre daha fazla su kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Islah yapılan arazinin kalsiyum ve sülfatça zengin olması nedeniyle toprakta doğal jipsin bulunması, tekrar jips ilave edildiğinde kalsiyum miktarının artması nedeniyle, kullanılan yıkama suyu borun yanında kalsiyumu da yıkayacağından bor yıkama etkinliği azalmaktadır. Ayrıca; toprakta bor birikmesi ile kalsiyum arasında bir ilişkinin olduğu, özellikle Ca-Borat (kalemanit) halinde çökelen yani bileşik oluşturan borun yıkanmasının daha zor olması nedeniyle, jips uygulanan parsellerde bor yıkanması jipsin artan dozlarında daha az olmuştur. Bu nedenle bu araştırma jips kullanılmasının bor yıkanmasına etkisinin fazla olmadığını ve daha fazla yıkama suyunu gerektirdiğini ortaya koymaktadır.Yıkama etkinliği açısında sıralamak gerekirse;**Kontrol parseli > Jipsin birinci dozu > Jipsin ikinci dozu** olmaktadır. Bu tip arazilerde jips miktarının artması kullanılacak yıkama suyu miktarını da arttırmaktadır. Dolayısıyla yıkama etkinliği azalmaktadır. Islahın başarısı demek, birim su ile daha fazla bor yıkanması olduğundan jipsin bu tip arazilerde uygulanması uygun değildir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Konya Ovası borlu topraklarının ıslahında yıkama ile farklı dozlardaki jipsin ıslah maddesi olarak birlikte kullanılmasıyla yapılan arazi denemesinin sonuçları özetlenerek bu konudaki öneriler aşağıda verilmiştir.

1. Denemenin yürütüldüğü toprakların kireç içerikleri yüksek düzeyde olup, toprak bünyesi "killi-tın" ile "kil" arasında değişmektedir. Bu topraklarda bitkilerin gelişimini engelleyecek düzeyde bor bulunmaktadır.

Mevcut borun minimuma indirilmesi için bazı parsellerde sadece yıkama suyu uygulanırken, bazı parsellerde yıkama suyu yanında farklı dozlarda jips kullanılmıştır. Deneme sonunda, yıkama suyu miktarının (D_{ys}), yıkanan toprak derinliğine (D_t), oranı ile yıkama sonrası bor (B) ile başlangıçtaki bor (B_o) miktarının oranını veren aşağıdaki eşitlikler elde edilmiştir.

Kontrol parseli için;

$$D_{ys}/D_t = 5{,}75 \times e^{-0{,}03917B/Box100} \qquad (r=-0{,}84)$$

Jipsin birinci dozu için (1 ton/da);

$$D_{ys}/D_t = 6{,}165 \times e^{-0{,}0387B/Box100} \qquad (r=-0{,}85)$$

Jipsin ikinci dozu için (3 ton/da);

$$D_{ys}/D_t = 7{,}33 \times e^{-0{,}04147B/Box100} \qquad (r=-0{,}79)$$

Bu eşitlikler esas alındığında; toplam borun % 60'ının giderilmesi için kontrol parselinde toprak derinliğinin 1,20 katı, jipsin birinci dozunda toprak derinliğinin 1,31 katı, jipsin ikinci dozunda 1,38 katı su verilmesi gerekirken, toplam borun % 90'ının giderilmesi için toprak derinliğinin kontrol parselinde 3,89 katı, jipsin birinci dozunda 4,18 katı, jipsin ikinci dozunda 4,78 katı su verilmelidir. Hesaplamalardan da anlaşılacağı üzere borun yıkanmasında jips miktarı arttıkça kullanılacak yıkama suyu miktarı da artmaktadır. Yani, konuya sadece bor yıkanması açısından bakıldığında jipsin yararı değil, zararı olmaktadır.

2. Topraktaki mevcut borun yıkanmasında yıkama suyunun yanında ıslah materyali olarak jips de kullanılmıştır. Jipsin farklı dozları kullanılarak bor

yıkanmasına etkisi araştırılmıştır. Deneme yapılan topraklarda doğal jipsin bulunması, jips ilavesiyle Ca miktarının daha da artmasına neden olmuştur. Bu da yıkama ile daha fazla kalsiyumun uzaklaştırılmasını gerektirdiğinden bor yıkama etkinliğinde azalmaya neden olmuştur.Ayrıca; Borun kalsiyumlu bileşikler (kalemanit) oluşturması da yıkama etkinliğini azaltmıştır. Uygulanan jips miktarı arttıkça verilmesi gerekli yıkama suyu miktarı da artmaktadır.

3. Topraktaki mevcut bor (7,58-8,14 ppm) yıkamalarla bir miktar azaltılmış olup bitkiler için uygun ortam hazırlanmaya çalışılmıştır. Sığ köklü bitkiler dikkate alındıdığında, toprakların ilk 30 cm'lik derinliklerine bakılacak olunursa; kontrol parselinde, başlangıçta bor miktarı çok fazla iken, 60 cm'lik su uygulandığında ancak dayanıklı bitkiler için (şekerpancarı, yonca, soğan…) uygun ortam hazırlanmıştır. Kullanılan yıkama suyu miktarı arttıkça bor miktarı azaltılmış, 120 cm'lik yıkama suyu uygulanmasından sonra orta dayanıklı bitkiler için (arpa, buğday, mısır …) yeterli bor seviyesine ulaşılmıştır.180 cm'lik su uygulamasında bile hassas bitkiler için yeterli olan bor miktarına erişilememiştir. Jipsin birinci dozunun uygulandığı parselde de yine 60 cm su uygulamasından sonra dayanıklı bitkiler için, bor uygun seviyeye düşürülmüştür. Orta dayanıklı bitkiler için ise 150 cm'lik su uygulamasından sonra istenilen seviyeye erişilmiştir. Jipsin ikinci dozunun uygulandığı parsellerde de yine 60 cm'lik su uygulamasından sonra, bor miktarı dayanıklı bitkilerin yetişebileceği bor seviyesine düşürülmüş, bora orta dayanıklı bitkiler için istenilen seviyeye 180 cm yıkama suyu uygulamasından sonra erişilmiştir (Çizelge 5.1.).

Çizelge 5.1. İlk 30 cm'deki Kalan Bor Miktarları ile Bitkiler Arasındaki İlişki.

<table>
<tr><td rowspan="2">Konular</td><td colspan="7">Yıkama suyu miktarı (cm)</td></tr>
<tr><td>0</td><td>30</td><td>60</td><td>90</td><td>120</td><td>150</td><td>180</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="7">Bor miktarı (ppm)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Kontrol</td><td>7,87</td><td>4,51</td><td>3,25</td><td>2,51</td><td>1,96</td><td>1,41</td><td>1,22</td></tr>
<tr><td colspan="2">–</td><td colspan="2">Dayanıklı bitkiler (2-4 ppm) (yonca, soğan, marul…)</td><td colspan="3">Orta dayanıklı bitkiler (1-2 ppm) (arpa, buğday, mısır…)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Jips
1 ton\da</td><td>8,12</td><td>4,77</td><td>3,37</td><td>2,96</td><td>2,20</td><td>1,95</td><td>1,63</td></tr>
<tr><td colspan="2">–</td><td colspan="3">Dayanıklı bitkiler (2-4 ppm) (yonca, soğan, marul…)</td><td colspan="2">Orta dayanıklı bit. (1-2 ppm) (arpa, buğday, mısır…)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Jips
3 ton\da</td><td>8,45</td><td>4,92</td><td>3,32</td><td>3,09</td><td>2,39</td><td>2,01</td><td>1,82</td></tr>
<tr><td colspan="2">–</td><td colspan="5">Dayanıklı bitkiler (2-4 ppm) (yonca, soğan, marul…)</td><td>Orta dayanıklı bitkiler</td></tr>
</table>

Orta derin bitkiler dikkate alındığında; toprakların ilk 60 cm'lik derinliklerine bakılacak olunursa; kontrol parselinde, başlangıçta bor miktarı çok fazla iken, 60 cm'lik su uygulandığında ancak dayanıklı bitkiler için (şekerpancarı, yonca, soğan…) uygun ortam hazırlanmıştır. Kullanılan yıkama suyu miktarı arttıkça bor miktarı azaltılmış, 150 cm'lik yıkama suyu uygulanmasından sonra orta dayanıklı bitkiler için (arpa, buğday, mısır …) yeterli bor seviyesine ulaşılmıştır.180 cm'lik su uygulamasında bile hassas bitkiler için yeterli olan bor miktarına erişilememiştir. Jipsin birinci dozunun uygulandığı parselde de yine 60 cm su uygulamasından sonra dayanıklı bitkiler için, bor uygun seviyeye düşürülmüştür. Orta dayanıklı bitkiler için ise 180 cm'lik su uygulamasından sonra istenilen seviyeye erişilmiştir. Jipsin ikinci dozunun uygulandığı parsellerde de yine 60 cm'lik su uygulamasından sonra, bor miktarı dayanıklı bitkilerin yetişebileceği bor seviyesine düşürülmüş, bora orta dayanıklı bitkiler için istenilen seviyeye 180 cm yıkama suyu uygulamasından sonra erişilmiştir (Çizelge 5.2.).

Çizelge 5.2. İlk 60 cm'deki Kalan Bor Miktarları ile Bitkiler Arasındaki İlişki.

Konular	Yıkama suyu miktarı (cm)						
	0	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**
	Bor miktarı (ppm)						
Kontrol	7,70	4,70	3,62	2,73	2,12	1,64	1,30
	–		Dayanıklı bitkiler (2-4 ppm) (yonca, soğan, marul…)			Orta dayanıklı bitkiler (1-2 ppm) (arpa, buğday, mısır…)	
Jips 1 ton\da	8,09	4,94	3,79	3,08	2,45	2,02	1,64
	–		Dayanıklı bitkiler (2-4 ppm) (yonca, soğan, marul…)				Orta dayanıklı bitkiler
Jips 3 ton\da	8,28	5,27	3,98	3,25	2,68	2,14	1,85
	–		Dayanıklı bitkiler (2-4 ppm) (yonca, soğan, marul…)				Orta dayanıklı bitkiler

İlk 30 cm'lik derinlikteki ıslahla kültür bitkilerinin yetişme imkanları oluşacağından, sulamalarla da yıkamaya devam edileceğinden derin köklü bitkiler için de zamanla uygun ortamlar (bor toksitesi açısından) sağlanması mümkün olacaktır.

4. Bölgede mevcut drenaj ve bor sorunlarının saptanabilmesi için mevcut toprak ve arazi etüdleri detaylandırılmalıdır. Zira; Konya kapalı havzasının en son toprak etüdleri 1970'lerin sonlarında yapılmış olup daha sonra detaylı bir etüd yapılmamıştır. Ayrıca Konya Ovası'nın kapalı bir havza olması yani tabii yolla fazla suyunu uzaklaştırmaması, problemli toprakların genellikle drenajı yetersiz alanlarda bulunması 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 yaygınlaştırılması, drenaj proje kriterlerinin titizlikle tespit edilmesine ihtiyaç vardır.

5. Bölgede, bor probleminin görüldüğü alanlarda toprak özelliklerinin farklı olduğu yerler tespit edilip, benzer özellikteki alanlarda yapılacak ıslah çalışmalarından elde edilecek yıkama denklem ve eğrilerinden yola çıkarak benzer özellikteki problemli diğer alanlarda deneme yapmaksızın ıslah kriterleri uygulanabilecektir. Ayrıca, yapılan birçok araştırmada da tavsiye edildiği gibi (Dorsan, 1988, Beyazgül,1995, Yılmaz, 2001) kurulacak denemelerde yıkama suyunun aralıklı göllendirme metoduyla verilmesi, toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirdiği için, yıkama suyunun aralıklı göllendirme şeklinde verilmesi tavsiye edilmelidir.

6. Konya Ovaları Projesinin (KOP) hızlı bir şekilde tamamlanıp, bölgedeki mevcut düşük kalitedeki yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kullanılmasına engel olunmalıdır. Zira bölgedeki sulama suyu kaynaklarının yetersiz olması, bölge çiftçisinin drenaj kanallarındaki sularla sulama yapmasına neden olmuştur. Bu da ıslah çalışmalarının geri dönüşü demektir. Sulama şebekelerinin geliştirilip, yaygınlaştırılması, hem bitkisel üretim için sulama suyunu temin edecek, hem de ıslah çalışmalarında kaliteli yıkama suyu kaynağını teşkil edecektir.

7. Islah çalışmasının beklenilen sonucu vermesi için çiftçiler bilgilendirilmeli ve bilinçlendirilmelidir. Bunun için tarım sektörüne hizmet götüren kuruluşlar birlikte çalışmalı, fikir alışverişi yapmalı ve konuya hakim kişiler tarafından çiftçi seminerleri verilmelidir.

8. Tuzlu, sodyumlu ve borlu topraklardaki ıslah çalışmaları bir seferde yapılıp bitirilen çalışmalar değildir, sürekli kontrol altında tutulmalıdır. Bu nedenle ıslah yapılan bölgelerde fiziksel ve kültürel tedbirler alınmalıdır. Islah çalışmalarından

sonra bu bölgelerde bitki yetişeceğinden, toprağın organik madde muhteviyatı arttırılmalı ve uygun münavebe tedbirleri alınmalıdır. Özellikle ıslahtan sonraki ilk yıllarda bora dayanıklı bitkilerin tercih edilmesi ıslahın başarısını arttıracaktır.

9. Problemli arazilerde geniş çapta ıslah işlemlerine başlamadan önce, küçük çapta laboratuvar, sera ve tarla parselleri üzerinde yapılacak denemelerle en etkili ve ekonomik ıslah metodu bulunmalıdır.

6. KAYNAKLAR

Anapalı, Ö., 1991. Iğdır ovası tuzlu, sodyumlu ve borlu toprakların ıslahında kademeli jips uygulaması ile yıkama üzerine bir araştırma. Köy Hizmetleri Genel Müd. Köy Hizmetleri Erzurum Araştırma Enst. Müd. Genel Yayın No: 31, Erzurum.

Anapalı, Ö., E. Gemalmaz, 1992. Tuzlu-sodyumlu toprakların ıslahında kademeli ıslah yaklaşımı. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, 24-26 Haziran, Erzurum. 276-286.

Anonymous, 1978. Konya Kapalı Havzası Toprakları. Toprak Su 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, Konya.

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

Anonymous, 2004. Çiftçi El Kitabı. Çumra Ziraat Odası Başkanlığı , Çumra, Konya.

Ayyıldız, M., 1976. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 636, 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.

Bayraklı, F., 1995. Toprak Kimyası. Selçuk Ün. Ziraat Fak. Yayınları, Konya.

Bayraklı, F., 1996. Toprak Bilgisi. Selçuk Ün. Ziraat Fak. Yayınları, No: 21, Konya

Beyazgül, M., 1995. Salihli Ovası Tuzlu ve Alkali Toprakların Islahında Keçiborlu Kükürt İşletmesi Flotasyon Atıklarının Kullanma Olanakları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 207, Rapor Serisi: 135. Menemen, İzmir.

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 İlmi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 10, Ders Kitabı No: 2, Ankara.

Çiftçi, N., Topak, R., Yılmaz, A., M., Şahin, M., Süheri, S., 2004. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genele Müdürlüğü ve Kültür Teknik Derneği Yayınları, S:117-131, Ankara.

Delibacak, S., Tuncay, H., 1996. Aydın İli Germencik Ovası Topraklarındaki Tuzluluk, Alkalilik ve Bor Kirliliği. Ege Ün. Ziraat Fak. Dergisi Yayınları, Cilt: 33, Sayı: 2-3, S: 49-56, Bornova, İzmir.

Demiralay, İ., 1977. Toprak Fiziği Uygulaması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.

Diler, S., 2001. Iğdır Ovası Ana Tahliye Kanalının Bor Dağılımı Üzerine Etkisi. Atatürk Ün. Ziraat Fak. Dergisi Yayınları, Cilt: 32, Sayı: 4, S: 443-447, Erzurum.

Dorsan, F. 1988. Gediz Havzasında Tuzlu, Tuzlu-Alkali Toprakların Kültürteknik Önlemlerle Islahı Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kültürteknik Anabilim Dalı, İzmir.

Ertaş, M.,R., 1979. Konya Ovası Sulama Şebekesi Sulama Rehberi. Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 6, Konya.

Fleming, G. A., 1980. Essential Micronutrienst I: Boron and Molybdenum. In Applied Soil Trace Elements. B. E. Davies. John Wiley and Sons, New York pp. 155-197.

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.

Goldberg, S., R. A. Glaubig, 1986. Boron Adsorption and Silican Release by the Clay Minerals Kaolinite, Montmorillonite and Illite. Soil Sci. Soc. Am. J., 50: 1442-1448.

Goldberg, S., H. S. Forster, E. L. Heick, 1993. Temperature Effects on Boron Adsorption by Reference Minerals and Soils. Soil Sci., 156 (5): 316-321.

Hamurcu, M., 2005. Bitki Beslemede Besin Elementleri Arasındaki Etkileşimin Önemi ve Bor İle Diğer Besin Elementleri Arasındaki Etkileşimler. Doktora Tezi. Selçuk Üni. Ziraat Fak. Fen Bil. Enst., Konya.

Kara, M., Çiftçi, N., Şimşek, H., 1990. Konya–Çumra–Çandır Mevkii Arazilerinde Taban Suyu Hareketi ve Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: ZF 88/079, Konya.

Kovda, V.A., 1967. İnternational Source–book on Irrigation and Drainage of Arid Lands in Relation to Salinity and Alkalinity. FAO/UNESCO.

Marschner, h., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd Ed. Academic Pres, New York. Pp. 379-396.

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.

Richards, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Dept. of Agriculture, No: 60, U.S.A.

Sezen, Y., 1995. Toprak Kimyası. Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayınları, No: 322, Erzurum.

Shukla, M. P., 1980. Sulphur, Zinc and Boron Nutrition of Rai (Brassica juncea). J. Indian Soc. Soil Sci. 31, 517-520

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., 2003. Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayın No: 33, Ankara.

Yılmaz, A., M., 2001. Konya Ovası Tuzlu-Sodyumlu Toprakların Islahı Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. Selçuk Ün. Ziraat Fak. Fen Bil. Enst., Konya.

Yılmaz, A., M., Çiftçi, N., Şahin, M., Acar, B., 2001. Konya Ovası Borlu Toprakların Islahı İçin Gerekli Yıkama Suyunun Tespiti. I. Ulusal Sulama Kongresi. Kültür Teknik Derneği Yayınları, S: 191-195. Belek-Antalya.