



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LABORATUVAR KOŞULLARINDA FARKLI TOPRAK TEKSTÜRLERİNDE, DEĞİŞİK TUZLULUKLARDA OLUŞTURULAN TABAN SUYUNDAN KAPİLLAR TUZ TAŞINIMI

Müslüme Sevba YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Mayıs-2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

LABORATUVAR KOŞULLARINDA FARKLI TOPRAK TEKSTÜRLERİNDE, DEĞİŞİK TUZLULUKLARDA OLUŞTURULAN TABAN SUYUNDAN KAPİLLAR TUZ TAŞINIMI

Müslüme Sevba YILMAZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
2014, 81 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü laboratuvarında 3 farklı tekstürde, 4 farklı tuz konsantrasyonunda oluşturulan taban sularından toprak profilinde aşağıdan yukarı doğru kapillar tuz taşınımının tespiti amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla; 2 m derinlikte, EC=0,339 dS/m, EC=1 dS/m, EC=2 dS/m ve EC=5 dS/m tuz konsantrasyonuna sahip yapay taban suları oluşturulmuştur. Taban sularından 4 ay sonra meydana gelen kapillar tuz taşınımı araştırılmıştır.

Araştırma süresi sonunda, 3 farklı toprak tekstüründe (A:kumlu-tın, B:killi-tın ve C:tın) 2 m'lik kolonlarda aşağıdan yukarıya doğru; 0-40, 40-80, 80-120, 120-160 ve 160-200 cm derinliklerden toprak örnekleri alınarak; % nem, EC, pH, anyon ve katyon analizleri yapılmıştır. Deneme sonunda; A (kumlu-tın) toprak tekstüründe % nem değerleri, taban suyundan yukarıya doğru % 27,79-0,99 arasında, B (killi-tın) toprak tekstüründe % 35,02-0,96 ve C (tın) toprak tekstüründe % 28,13-14,15 arasında değişmiştir. Deneme öncesi A (kumlu-tın) toprağın saturasyon ekstraktındaki EC değeri 1,114 dS/m iken, deneme sonunda en fazla 2,695 dS/m'ye yükselmiştir. Deneme öncesi B (killi-tın) toprağın saturasyon ekstratındaki EC değeri 1,165 dS/m iken, deneme sonunda en fazla 3,970 dS/m'ye yükselmiştir. Deneme öncesi C (tın) toprağın saturasyon ekstratındaki EC değeri 0,356 dS/m iken, deneme sonunda en fazla 4,057 dS/m'ye yükselmiştir. A (kumlu-tın) toprak tekstürü uygulamasında, en fazla tuz hareketi 120-160 cm'de, B (killi-tın) toprak tekstürü uygulamasında 80-120 cm ve son uygulama olan C (tın) uygulamasında 160-200 cm katmanında görülmüştür. Tüm uygulamalardaki tuz taşınımları dikkate alındığında; taban suyundan yukarıya doğru en fazla tuzun biriktiği tekstür; tın > killi-tın > kumlu-tın sıralaması şeklindedir. Tüm uygulamalarda; KDK değerleri karşılaştırıldığında; killi-tın > tın > kumlu-tın sıralaması elde edilmiştir. Sonuç olarak; tekstürler arasındaki farklılık kendini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kapillarite, tuz taşınımı, % nem, taban suyu, tekstür

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

SALT MOVEMENT FROM DIFFERENT SALT AFFECTED WATER TABLES IN DIFFERENT SOIL TEXTURES UNDER LABORATORY CONDITIONS

Müslüme Sevba YILMAZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FARM BUILDINGS AND IRRIGATION

Advisor: Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
2014, 81 Pages

Jury
Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ
Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK
Asst. Prof. Dr. Ahmet Melih YILMAZ

This study was carried out to determine the capillary salt movements from the four different water tables through three different soil textures at laboratory conditions of Department of Farm Buildings and Irrigation, Faculty of Agriculture, University of Selçuk. For this purpose, as salt concentrations, artificial water tables having EC=0,339 dS/m, EC=1 dS/m, EC=2 dS/m and EC=5 dS/m in the 2 m depth were used. After 4 months, salt movements from those water tables were researched.

At the end of the experimental period, soil samples within 2 m plastic column were taken from 0-40 cm, 40-80 cm, 80-120 cm, 120-160 cm and 160-200 cm in 3 different soil textures (**A**: Sandy-Loam, **B**: Clay-Loam and **C**: Loam). In those samples, moisture as %, EC, anion and cation analysis were performed. The results showed that moistures as % from water table datum to upward directions were found as 27.79 % - 0.99 %, 35.02 % - 0.96 % and 28.13 % - 14.15 % for **A**, **B**, and **C** soil textures, respectively. EC values of soil texture **A** in saturation extraction were 1,114 dS/m and 2,695 dS/m for initial and at the end of the research, respectively. EC values of soil texture **B** in saturation extraction were 1,165 dS/m and 3,970 dS/m for initial and at the end of the research, respectively. EC values of soil texture **C** in saturation extraction were 0,356 dS/m and 4,057 dS/m for initial and at the end of the research, respectively. The highest salt movements were observed in 120-160 cm, 80-120 cm and 160-200 cm for soil textures **A** (Sandy-Loam), **B** (Clay-Loam) and **C** (Loam), respectively. In examine the salt movement for all treatments, the texture having the highest salt movements from the water table were as follows: Loam > Clay-Loam > Sandy-Loam. In comparison to the Cation Exchange Capacity (CEC) for all treatments, the texture having the highest CEC was as follows: Clay-Loam > Loam > Sandy-Loam. In result, differences were obtained between the soil textures.

Keywords: Capillary, moisture %, salt movement, texture, water table

ÖNSÖZ

Konya bölgesi kapalı havza olması nedeniyle, tarım alanında drenaj ve toprak tuzluluğu sorunları yoğun bir şekilde görülmektedir. Bölgenin tarım yapılabilir arazi varlığının 1,6 milyon ha olduğu düşünüldüğünde, arazilerin % 30'una yakın bir kısmında tuzluluk, sodyumluluk ve drenaj sorunları görülmektedir. Tarım arazilerinde tarla içi drenaj uygulamalarının yetersiz olması, bölge tarım arazilerini risk altına sokmaktadır. Planlanan bu araştırmayla elde edilecek veriler tarla içi drenaj projelerinde minimum dren derinliklerinin ne olacağı konusunda proje planlayıcılarına önemli katkı sağlayacaktır. Bu proje sonuçları itibariyle bölge tarımına, araştırmacılara önemli katkı sağlayacaktır.

Yüksek lisans eğitimim süresince ve bu çalışmanın her aşamasında bilgi, tecrübe ve desteğiyle beni yönlendiren, her zaman ilgisini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ'ye verdiği emek ve içtenlikten dolayı saygılarımı sunar, teşekkür ederim.

Tez projemin yürütülmesinde katkı ve desteğini esirgemeyen bölüm hocalarımdan başta Yrd. Doç. Dr. Ahmet Melih YILMAZ'a, Yrd. Doç. Dr. İlknur Kutlar YAYLALI'ya, Dr. Duran YAVUZ ve Araş. Gör. Nurcan YAVUZ'a ve bütün Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyelerine en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca; laboratuvar analiz kısmında bütün olanakları sunan Toprak ve Bitki Besleme Bölümü Araş. Gör. Fatma GÖKMEN YILMAZ'a, Toprak-Gübre-Bitki Besleme Araştırma Laboratuvarı çalışanlarının hepsine ve yüksek lisans öğrencilerine teşekkür ederim.

Bu tez çalışmamın bitmesinde en büyük desteği sağlayan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü hocalarımın hepsine ayrı ayrı teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmalarımın yürütülmesi için maddi destek sağlayan S.Ü. BAP'a, en büyük destekçim babacığım Ali YILMAZ'a, anneciğim Fatma YILMAZ'a, ablam ve kardeşime teşekkür ederim.

Müslüme Sevba YILMAZ
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

2.1. Taban suyu – Toprak Tekstürü İlişkisi 5
2.2.Taban suyu - Tuzluluk İlişkisi 10
2.3.Taban suyu Tuzluluğunun Bitki Gelişimine Etkisi 15
2.4. Taban Suyu Tuzluluğunda Islahın Önemi 19

3. MATERYAL VE YÖNTEM **23**

3.1. Materyal 23
3.1.1. Deneme yeri 23
3.1.2. Coğrafik konum 23
3.1.3. İklim yapısı 24
3.1.4. Arazi ve toprak özellikleri 24
3.1.5. Konya Ovası su kaynakları ve su kullanımı 26
3.1.6. Tarımsal yapı ve üretim 27
3.2. Metod 28
3.2.1. Deneme deseni 28
3.2.2. Araştırmada kullanılan toprak ve taban suyu özellikleri 33
3.2.3. Toprak örneklerinde uygulanan analiz metodları 36

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **37**

4.1. A (Kumlu-tın) Toprak Tekstüründe, Taban Suyundan Yukarıya Doğru Olan Derinliklerde Meydana Gelen % Nem Değişiklikleri 37
4.2. B (Killi-tın) Toprak Tekstüründe, Taban Suyundan Yukarıya Doğru Olan Derinliklerde Meydana gelen % Nem Değişiklikleri 39
4.3. C (Tınlı) Toprak Tekstüründe, Taban suyundan Yukarıya Doğru Olan Derinliklerde Meydana Gelen % Nem Değişiklikleri 40
4.4. A (Kumlu-tın) Toprak Tekstüründe Taban Suyundan Kapillarite ile Tuz Taşınımı 44
4.5. B (Killi-tın) Toprak Tekstüründe, Taban Suyundan Kapillarite ile Tuz Taşınımı 46
4.6. C (Tınlı) Toprak Tekstüründe, Taban Suyundan Kapillarite ile Tuz Taşınımı 48
4.7. Üç Farklı Toprak Tekstüründe Kapillarite ile Meydana Gelen Tuz Taşınımı 49

4.8. A (Kumlu-tın) Toprak Tekstüründe, Taban Suyu Seviyesinden Kapillarite ile İyon Taşınımı 51
4.8. B (Killi-tın)Toprak Tekstüründe, Taban Suyu Seviyesinden Kapillarite ile İyon Taşınımı 58
4.9. C (Tınlı) Toprak Tekstüründe Taban Suyu Seviyesinden Kapillarite ile İyon Taşınımı 64

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 69

5.1. Sonuçlar 69
5.2. Öneriler 72

KAYNAKLAR 74

ÖZGEÇMİŞ 81

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

$AgNO_3$	: Gümüş Nitrat
B	: Bor
$BaSO_4$	: Baryum Sülfat
Ca^{++}	: Kalsiyum
$CaCO_3$	: Kalsiyum Karbonat
$CaCl_2$	: Kalsiyum Klorür
$CaSO_4$	: Kalsiyum Sülfat
Cl^-	: Klor
$CO_3^=$	: Karbonat
DSY	: Değişebilir Sodyum Yüzdesi
EC	: Elektriksel İletkenlik
HCO_3^-	: Bikarbonat
H_2SO_4	: Sülfürik Asit
k	: Hidrolik iletkenlik
K	: Potasyum
KCl	: Potasyum Klorür
KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
LF	: Yıkanma fraksiyonu
Mg^{++}	: Magnezyum
$MgCl_2$	: Magnezyum Klorür
$MgSO_4$	: Magnezyum Sülfat
N	: Azot
Na^+	: Sodyum
$NaHCO_3$	: Sodyum Bikarbonat
NaCl	: Sodyum Klorür
Na_2SO_4	: Sodyum Sülfat
P	: Fosfor
pH	: Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Negatif Logaritması
SAR	: Sodyum Adsorbsiyon Oranı
$SO_4^=$	: Sülfat

Kısaltmalar

DSİ	: Devlet Su İşleri
KOP	: Konya Ovaları Projesi
S.N	: Solma Noktası
T.K	: Tarla Kapasitesi

1. GİRİŞ

Pek çok ülkede en önemli su tüketim alanını tarım oluşturmaktadır. Suyun insanlar için başlıca üç kullanım alanı vardır. Bunlar; evsel tüketim (içme suyu dâhil), tarım ve endüstridir. Dünya genelinde tüketilen suyun yaklaşık olarak; % 70'i tarımda, % 20'si endüstride ve % 10'nu içme-kullanmada tüketilmektedir (Çiftçi, 2010).

Nüfusun hızla artışı ve buna paralel olarak artan tarımsal, içme, kullanma ve sanayi suyu ihtiyaçları nedeniyle su kaynaklarına duyulan talep giderek artmaktadır. Talebin hızla artışına rağmen toprak ve su kaynakları kalite olarak giderek daha çok kısıtlanmaktadır. Ancak tarım alanlarının tümünün kullanılması ve tarıma açılacak uygun alanların sınırlı olması nedeniyle birim alandan alınan verim miktarının arttırılması gerekmektedir. Bu nedenle suyun etkin kullanılarak tasarruf edilmesi ve kalitesinin korunması zorunlu olmaktadır (Çakmak ve Kendirli, 2001).

Tuzluluk dünya topraklarının önemli sorunlarından biridir. Dünyada her yıl 10 milyon ha arazinin tuzluluk etkisiyle elden çıkması sorunun ciddi boyutlara geldiğini göstermektedir (Kwiatowski, 1998). Bütün iklim kuşaklarında oluşabilen tuzluluk, kurak koşullarda daha fazla ve çabuk bir şekilde ortaya çıkar. Bu nedenle kurak ve yarı kurak iklim koşullarının egemen olduğu bölgelerde yaygın olarak bulunurlar. Tuzların kimyasal yapılarının farklı olmasına bağlı olarak, değişik çevresel koşullarda değişik tuzlu topraklar oluşur (Sönmez, 2011).

Türkiye'nin yüz ölçümü 78 milyon hektar olup, bu alanın yaklaşık üçte birini oluşturan 28,05 milyon hektarı tarım yapılan arazidir. 25,75 milyon hektar alan sulanabilir alanı ifade etmektedir. 7,25 milyon hektar ise; kuru tarım alanını da ifade etmektedir. Yapılan etütlere göre; mevcut su potansiyeli ile teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek arazi miktarı 8,50 milyon hektar olarak hesaplanmıştır. Bu alan içerisinde 5,50 milyon hektarı sulamaya açılmıştır (Anonim, 2014).

Ülkemiz gibi çoğunlukla kurak ve yarı kurak iklim kuşağında bulunan yörelerde, sulama projelerinin işletmeye açılmasından sonra, sulama suyunun kontrolsüz ve bilgisiz olarak araziye verilmesi, drenajın yetersiz olması ve su kayıplarının yüksek olması gibi etmenler nedeniyle verimli olan arazilerde drenaj sorunlarıyla birlikte tuzluluk ve sodyumluluk sorunları ortaya çıkmıştır. Özellikle ilk sulamaya açılan Konya, Niğde ve Adana gibi illerimizde sorunlu toprakların daha yoğun olduğu görülmektedir (Öztürk, 2004).

Türkiye'de çorak araziler, yüzölçümünün % 2'sine, toplam işlenen tarım arazilerinin % 5,48'ine, ekonomik olarak sulanabilen 8,5 milyon hektar arazinin % 17'sine eşittir. Türkiye'deki sorunlu toprakların dağılımı Çizelge 1.1'de verilmiştir. Çizelge 1.1 incelendiğinde; Türkiye'deki sorunlu toprakların % 74'ü tuzlu, % 25,5'i tuzlu-alkali ve % 0,5'i ise alkali topraklardan oluştuğu görülmektedir.

Çizelge 1.1. Türkiye'de sorunlu toprakların dağılımı (Sönmez, 2004)

Tuzluluk derecesi	Alan (ha)	Sorunlu Alanlara Göre %
Hafif Tuzlu	614 617	41
Tuzlu	504 603	33
Alkali	8 641	0,5
Hafif Tuzlu Alkali	125 863	8
Tuzlu Alkali	264 958	17,5
Toplam	1 518 722	100

Tarımsal üretimde temel amaç, birim alandan elde edilen verimi maksimum kılmaktır. Bunun için uygulanan teknolojik işlemlerin başında da sulama gelir. ***Sulama;*** doğal yağışlarla karşılanamayan kültür bitkileri su ihtiyacının istenilen zaman, miktar ve kalitede, kontrollü bir şekilde bitki kök bölgesinde depolanmasını sağlamaktır (Kara, 2005). Kurak ve yarı kurak alanlarda tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli faktör sulama suyunun yetersiz olmasıdır.

Doğada bulunan su hiçbir zaman kimyaca saf değildir. Çözünmüş halde birçok tuzları bünyesinde bulundurur. Doğadaki suyun en safı yağmur suyu olup, ancak havadan aldığı az miktarda oksijen, azot ve karbondioksit gazlarını bulundurur (Ayyıldız, 1983). Yani en saf olan yağmur suyu bile az miktarda da olsa bünyesinde tuzları barındırır.

Toprağa düşen yağmur ve kar suları hidrolojik devreye uygun olarak bir kısmı buharlaşır, bir kısmı yüzey akışı haline geçer, bir kısmı da toprağa nüfuz ederek geçirimsiz tabaka üzerinde toplanarak yer altı suyunu oluştururlar. Bunlar tekrar kaynak ve kuyu suyu olarak meydana çıkarlar. Geçtikleri toprağın cinsine göre, su çeşitli tuzları bulundurur. Özellikle aşağıdaki tuzlar en önemlileridir (Ayyıldız, 1983).

Sodyum klorür (NaCl),

Sodyum sülfat (Na_2SO_4),

Magnezyum sülfat ($MgSO_4$),

Kalsiyum sülfat ($CaSO_4$).

Bitki kök bölgesinde tuzların birikerek kısmen veya tamamen ürün kayıplarına neden olması yaygın olarak görülen bir olaydır. Daha çok kurak ve yarı kurak

bölgelerde görülen bu olaya yer yer nemli bölgelerde de rastlanabilmektedir (Bahçeci, 2009).

Ergene (1982); Kwiatowsky (1998), Kara (2002)' ya göre ***tuzluluk;*** özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak taban suyuna karışan çözünebilir tuzların, kapillarite ile birlikte yükselerek toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu tuzun, toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesidir.

Tuzlulaşma, yani kök bölgesinin tuzluluk düzeyinin verim ve kaliteyi olumsuz etkileyecek kadar artması, çeşitli etkenler sonucunda, toprağın verimlilik potansiyelini doğrudan yönlendirici bir unsur olmaktadır. Kök bölgesine çeşitli nedenlerle iletilen tuzlar, burada biriktirilirlerse, zaman boyutunda bitki verimi ve kalitesi, gittikçe artan oranda etkilenecektir. Bu etkinin düzeyi ise iklim öğeleri, sulama suyu kalitesi, toprak özellikleri, bitki çeşidi, tarım şekli, sulama yöntemi, drenajın yeterliliği, sulama ve drenajın yönetimi gibi etmenlerin kontrolündedir (Gökoğlu, 2005).

Konya bölgesi, Türkiye'nin en büyük yüzölçümüne sahip aynı zamanda en az yağış alan ilidir (Kutlar ve Çiftçi, 2007). Ülkemizin kalkınması için önemli bölgesel projelerden biri Konya Ovaları Projesidir (KOP). Türkiye yüzölçümünün %8'ini kapsayan proje, aynı zamanda sulanabilir tarım arazilerinin de %13'ünü içinde bulundurmaktadır. KOP kapsamında özellikle Konya ve Karaman Ovalarının sulanması hedeflenmektedir. Ayrıca proje bünyesinde Konya, Karaman ve Aksaray şehir merkezlerinin içme, kullanma, sanayi suyu ihtiyaçlarının karşılanması ve hidroelektrik enerji üretimi de bulunmaktadır. Türkiye'nin ilk sulama projesinin gerçekleştirildiği bu havzaya GAP'tan sonra en büyük sulama yatırımı yapılmaktadır. KOP, 14 adedi sulama, 1 adedi hizmet ve 1 adedi de enerji projesi olmak üzere toplam 16 projeden meydana gelmektedir (Anonim, 2014a).

Konya Ovası su kaynakları yönünden oldukça yetersiz bir bölgedir. Su kaynakları gerek iklimsel faktörlerden ve gerekse tarımda aşırı su kullanımından dolayı giderek azalmaktadır. Ovada, sulamada kullanılan suların çok büyük bir bölümünü yer altı su kaynakları oluşturmaktadır. Suyun kontrolsüz kullanımı mevcut su sıkıntısının daha da artmasına, drenaj probleminin ortaya çıkmasına ve dolayısıyla toprak tuzluluğuna neden olmaktadır (Çelebi ve ark., 2010).

Taban suyu, suyun yüzeye yakın geçirimsiz tabaka üzerinde birikmesiyle oluşmaktadır. Taban suyu tuzun depolayıcısıdır. Buharlaşma artınca taban suyu kapillarite ile yükselerek toprak yüzeyine kadar çıkabilir. ***Kapillarite,*** toprak profilinde

suyun yerçekimine zıt yönde yükselmesine denir. Toprak yüzeyine yükselen taban suyu buharlaşırken beraberinde taşıdığı tuz yapıcı iyonları toprak yüzeyine bırakır. Özellikle buharlaşmanın yoğun olduğu dönemlerde bu taşınma çok fazladır. Toprak profilinde taban suyundan üst katlara tuz taşınmasının minimum olduğu derinliğe ***kritik taban suyu derinliği*** denir.

Kritik taban suyu derinliğinin dikkate alınmasını gerektiren temel faktör taban suyu tuz konsantrasyonudur. Taban suyunun tuzlulaşmaya sebep olduğu tuz konsantrasyonuna ***kritik taban suyu tuzluluğu*** denir. Tuzluluk sınırı değerleri;

-Kurak bölgelerde 2-4 g/l,

-Yarı kurak bölgelerde 5-6 g/l,

-Yağışlı bölgelerde < 10 g/l‘dir (Yılmaz, 2010).

Sulama şebekelerinin drenaj sistemleriyle donatılmaması, yetersiz veya hatalı drenaj sistemlerinin tasarımı ve uygulanması, tuzlu ve sodyumlu toprakların oluşumunun en önemli nedenlerinden birisi olarak gösterilmektedir (Aras, 2010).

Planlanan bu çalışma ile laboratuvar koşullarında oluşturulan farklı sulama suyu kalite ve seviyelerindeki taban suyundan, üç farklı toprak tekstüründe yukarı doğru toprak profilinde kapillarite ile tuz taşınımının araştırılması hedeflenmiştir. Kapillarite ile tuz taşınmasının durduğu kritik taban suyu seviyesi ve kritik taban suyu tuz taşınımının ne ölçüde olduğu araştırılmıştır. Elde edilen bilgilerden bölgede minimum taban suyu derinliğinin ne olacağı da belirlenerek tarla içi dren derinliği ve drenler arası mesafeler hesaplanabilecektir. Sonuçları da uygulamaya aktarılabilecek bir çalışma olmuştur. Araştırma sonucunda elde edilecek verilerden, öncelikle Konya Ovası arazilerinde yararlanılacağı düşünülerek tez çalışmasında bölge ile ilgili temel bilgilere de yer verilmiştir.

Araştırma beş bölümde toplanmış olup, giriş bölümünde konunun önemi ve araştırma amacından bahsedilmiş, ikinci bölümde konu ile ilgili bilgiler ve literatür özetleri, üçüncü bölümde araştırmada kullanılan materyal ve metot açıklanmış, dördüncü bölümde araştırma sonuçları ve tartışması yapılmış, beşinci bölümde sonuçlar ve öneriler verilmiş olup, son olarak da kaynaklar kısmı yer almaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Taban suyu – Toprak Tekstürü İlişkisi

Yağış veya sulamalar sonucu tarım alanlarının yüzeyinde toplanan veya kök bölgesinde oluşarak bitkiye zarar verebilecek fazla suların zamanında ve denetimli bir şekilde uzaklaştırılması işlemine ***drenaj*** adı verilmektedir. Çağdaş sulu tarım uygulamalarında tarımsal drenaj, sulamanın ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir. Tarımsal drenajın amacı; toprak yüzeyinde veya bitki kök bölgesinde bulunan fazla suyun uzaklaştırılarak, bitkilere daha uygun bir gelişme ortamı sağlamaktır (Oğuzer, 1990).

Sulama ve drenaj uygulamaları hangi iklim kuşağında olursa olsun üretimde sürekliliği sağlayan ve diğer faktörlerin değerlendirilmesine imkân tanıyan temel önlemlerdir. Nemli bölgelerde, bitki kök bölgesinde elverişli bir toprak-su-hava dengesini sağlamayı öngören drenaj uygulamalarının, sulama yapılan kurak ve yarı kurak alanlardaki amacı ise; ayrıca toprakta uygun bir tuz dengesini sağlayarak tarım arazilerinin çoraklaşmasını önlemektir (Çiftçi ve ark. ,1995).

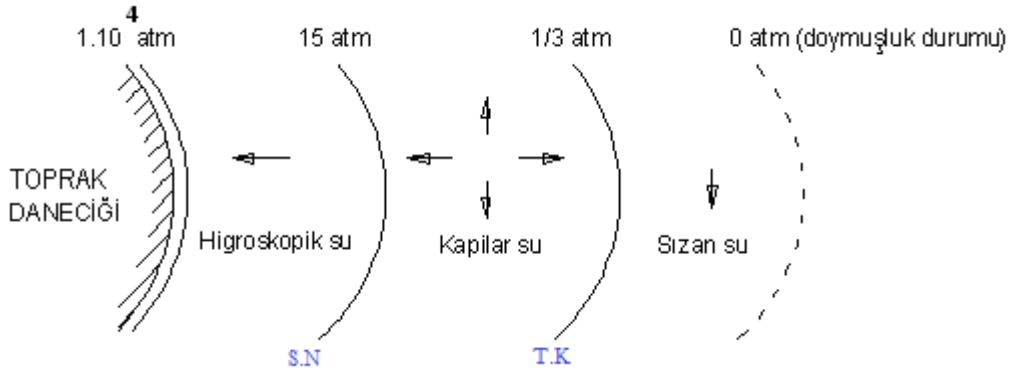
Eğer alanda drenaj yetersiz ise, sulama ile gelen ve kök bölgesinden sızarak uzaklaşması gereken su hacmi, kök bölgesinde kalarak taban suyunun yükselmesine ve suyun kapillarite ile kök bölgesi içerisine doğru yükselmesine neden olarak, buharlaşma kayıplarının artmasına neden olacaktır. Taban suyu akışının olduğu vadilerde, sulama kanalları boyunca ve sulanan alanların altında kalan alanlarda ve daha pek çok koşulda yanal sızma ile taban suyunun beslenmesi oldukça yaygın görülen bir durumdur (Anonim, 2014b).

Sulama, süreklilik gösteren bir eylem olduğundan suyun içerisinde çok az miktarda dahi tuz olsa, drenaj sisteminin olmadığı koşullarda, toprak devamlı suyla birlikte tuzla da beslenecektir. Oluşacak birikim sonucunda toprakta bitki yetişmesi olanaksız hale gelecektir (Taş ve ark., 2013).

Bitkiler topraktaki suyu istedikleri zaman istedikleri kadar kullanamazlar. Bitkinin kullandığı su miktarına, bitki cinsi ve iklim koşullarının etkisi tartışılmazdır. Ancak toprak özellikleri de bunu etkileyen bir faktördür. Toprağın, gerek suyu tutarak depoladığı su miktarı, gerekse depolanan sudan bitkilerin kullanabildiği miktar; toprak bünyesi (tekstür), toprak yapısı (strüktür), hacim ağırlığı, özgül ağırlık, boşluk hacmi

oranı (porozite), su geçirgenliği, su alma hızı (infiltrasyon) gibi fiziksel özellikler ile değişebilir sodyum oranı ve buna bağlı olarak toprak reaksiyonu (pH) etkisi altındadır (Kara, 2005).

Topraktaki gözeneklerin oranı ve bu gözeneklerin kendi içerisindeki çap dağılımı, toprakta tutulacak ve drene olacak su miktarını belirler. Bunlar göz önünde bulundurulduğunda, toprakta bağlanma kuvvetine göre tutulan sular; higroskopik su, kapillar su ve sızan su olmak üzere üç çeşittir. Şekil 2.1'de görüldüğü üzere, 15 atm ve üzerindeki adhezyon kuvveti ile tutulan su miktarı ***higroskopik su***, 15 atm ile 1/3 atm arasındaki adhezyon kuvvetiyle tutulan suya ***kapillar su***, toprak içinde herhangi bir kuvvet tarafından tutulmayıp yerçekimine tabi olarak hareket eden su ***sızan suyu*** ifade etmektedir. Diğer yandan toprakta 1/3 atmosfer çekim kuvvetiyle tutulan su miktarını ***tarla kapasitesi,*** 15 atm kuvvetle tutulan nem miktarı ***solma noktasını*** ifade etmektedir (Kara, 2005).



Şekil 2.1. Bağlanış kuvvetine göre toprak suyu çeşitlerinin şematik görünüşü (Kara, 2005)

Toprakta tuzluluk ve alkaliliğin değerlendirilmesinde, üzerinde durulması gerekli faktörlerin başında tekstür gelmektedir. Tekstür, toprağın permeabilitesi, infiltrasyon, yarayışlı su kapasitesi, KDK gibi özellikleri ile yakından ilişkilidir (Yakupoğlu ve Özdemir, 2007).

Tekstür, toprağı oluşturan tanelerin büyüklük dağılışıdır. Toprağı oluşturan mineral taneler büyüdükçe taneler arasındaki gözenekler de büyür. Toprağın hava ve suya karşı geçirgenliği artar. Aynı zamanda toprağın dağılışı için de daha uygun bir ortam oluşur.

Kumlu topraklar "kaba bünyeli" (hafif) topraklardır. Hava ve suya karşı geçirgenliği yüksektir. Bu topraklar aynı zamanda bitki köklerinin yayılışı için de uygun ortam oluştururlar.

Killi topraklar ise “ince bünyeli” (ağır) topraklardır. Gözenek hacimleri küçük olduğu için hava ve suya karşı geçirgenlikleri düşüktür. Bu topraklarda bitki köklerinin yayılması da güçtür. Sulama uygulamaları drenaj sistemleriyle desteklenmediği taktirde, bu tip topraklarda drenaj ve tuzluluk sorunları ile havasızlıktan kaynaklanan zararlanmalar ortaya çıkabilir.

Siltli topraklar “orta bünyeli” topraklardır. Hava ve suya karşı geçirgenlikleri yüksek ve kök yayılışına uygunluk bakımından da diğer iki grup toprak arasında bulunur (Çevik, 2002).

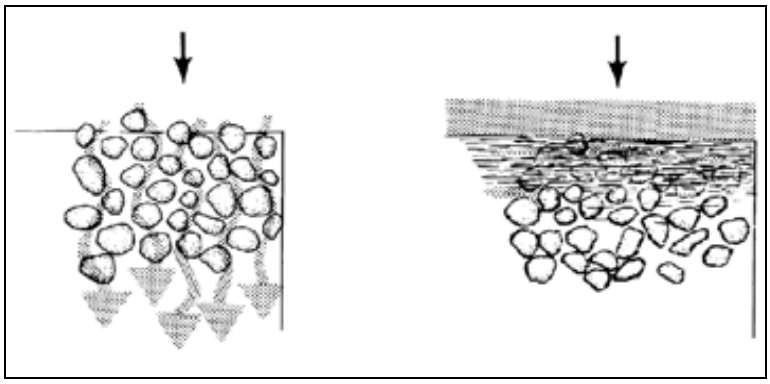
Gözenekler büyüdükçe suyun toprak taneleri tarafından kapillar kuvvet ile tutulması azalır ve su yerçekiminin etkisi altında serbestçe hareket eder. Küçük gözenekler kapillar olduğu için suyu yerçekimine karşı tutarlar. Toprak porozitesi (herhangi bir toprak örneğindeki toplam gözenek hacminin tüm örnek hacmine oranı) genellikle ince bünyeli topraklarda % 50-65, orta ve kaba bünyelilerde ise % 20-45 sınırları arasında değişir (Çevik, 2002). Bitkisel verimlilik ve uygun bir toprak amenajmanı için sıvı ve gaz fazının uygun oranda olması istenir. Eğer bu gözeneklerde fazla su tutulursa, toprak-su-hava dengesi bozularak drenaj sorunu ortaya çıkar (Çiftçi ve Kara, 2010).

Killi topraklar yapısal özellikleri nedeniyle diğer bünye sınıfında yer alan topraklara oranla daha yüksek su tutma kapasitesine ve yavaş drene olma özelliğine sahiptirler. Buna karşın kumlu topraklar daha az su tutmakta ve daha hızlı drene olmaktadırlar. Bu nedenle kumlu topraklar daha yüksek tuzluluk seviyesindeki sularla yapılan sulamalara direnebilmektedirler. Çünkü söz konusu tuzlar, kumlu toprakların ince bünyeli topraklara göre yüksek yıkanma fraksiyonu (LF: Leaching fraction) değerine sahip olması nedeniyle, bu topraklarda kök bölgesinin aşağısına yıkanabilmektedir. Toprak tekstürünün bir diğer önemli yönü katyonların tutulması ve değişimi ile ilişkilidir. Killer, küçük parçacık çapları nedeniyle geniş yüzey alanına ve buna bağlı olarak diğer fraksiyonlara oranla daha büyük değişim yüzeyine sahiptirler. Sonuç olarak killi topraklar, aşırı miktarda Na^+ iyonu bağlama kapasitesine sahip oldukları için dispersiyon riskiyle karşı karşıyadırlar. Kumlar daha büyük partikül büyüklükleri nedeniyle daha az toplam yüzey alanına sahiptirler ve bu nedenle değişim yüzeyleri daha azdır. Bu açıdan siltler, kil ve kum fraksiyonları arasında bir özellik taşımaktadırlar. Sulama suyunda kalsiyumun belirli bir konsantrasyonun üzerinde

olması toprağın hava ve su geçirgenliğini artırırken sodyum konsantrasyonunun yüksek olması tersi bir durumu ortaya çıkarmaktadır (Ekmekçi ve ark., 2005).

Killer, dispersiyona silt ve kumdan daha eğilimlidirler. Bu nedenle Na^+ iyonu dahil birçok tuz, kumlu toprakların tersine, nispeten düşük LF ve yüksek yüzey alanı değerlerine sahip olan killi topraklarda birikmektedirler. Killi topraklar, özellikle dispers olmaya başladıklarında, diğer bünye sınıfında yer alan topraklara göre daha zor çalışılır duruma gelmekte, daha zor işlenmekte, mekanik özellikleri, yıkanma durumları, drenajları daha da kötüleşmektedir (Yakupoğlu ve Özdemir, 2007).

Su içerisinde bulunan bileşikler topraktaki organik ve inorganik komplekslerle fiziksel ve kimyasal tepkimeye girerler. Bunun sonunda istenen veya istenmeyen bazı toprak özellikleri ortaya çıkar. Örneğin; suda kalsiyumun olması, toprağın hava su geçirgenliğini artırırken, sodyumun olması bunun tersi bir durum ortaya çıkarır. Toprakta adsorbe edilen katyon dağılımı toprak suyu ile denge halindedir. Sulama ve gübreleme ile toprakta tutulan iyonların dağılımı değişir. Kalsiyum, magnezyum ve alüminyum gibi iki ve üç değerli katyonlar, sodyum ve potasyum gibi bir değerli katyonlara kıyasla kil zerreleri yüzeyinde daha kuvvetle tutulurlar. Bu nedenle bu katyonlar kil zerrelerinin daha büyük ve stabil agregatlar halinde bir araya toplanmasını ve dolayısıyla daha iyi yapıdaki tarım topraklarının meydana gelmesini sağlarlar. Böylece ortama kalsiyumun hakim olması sonucu, granüle bir yapı oluşur. Toprak kolayca işlenen, geçirgen bir özellik kazanır. Düşük tuz konsantrasyonuna sahip topraklarda aralarında sodyumun da yer aldığı değişebilir katyonların hakim duruma geçmesi toprak yapısının bozulmasına neden olur (Şekil 2.2). Sodyumsuz durumda su kolaylıkla infiltre olurken, sodyumlu durumda bu mümkün olmaz ve su toprak üzerinde birikir (Ekmekçi ve ark., 2005).



Sodyumsuz Sodyumlu

Şekil 2.2. Toprak geçirgenliğine sodyumun etkisi (Ekmekçi ve ark., 2005)

Tuz birikimi toprağın hidrolik iletkenliğiyle de yakından ilişkilidir. ***Hidrolik iletkenlik,*** suyun doymuş koşullardaki toprak içerisinde belirli bir hidrolik yük altında ve birim zaman içerisindeki hızı olarak (K) tanımlanır ve cm/saat, m/gün şeklinde ifade edilebilir. Toprağın hidrolik iletkenliği drenlere taşınacak su miktarına etki eder ve dren aralıklarının hesaplanmasında kullanılan en önemli parametrelerden birisidir (Çiftçi ve Kara, 2010).

Killi, ağır bünyeli bir toprağın tuzlulaşma tehlikesi, kumlu hafif bünyeli bir topraktan daha fazladır. Yüksek düzeyde sodyum içeren (SAR>10) sulama suyunun düşük hidrolik iletkenlikteki bir toprakta uygulanması geçirgenlikte ileri ölçüde bir azalmaya neden olabilir (Henderson, 1958).

Yapılan çalışmalarla kapillar hareketin sonucunda taban suyunun çıkabileceği yüksekliğin toprak tekstürü ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Killi-siltli toprakta taban suyundan olan kapillar yükselme 2.5 ile 3.0 metre, kumlu bir toprakta ise 0.5-0.6 metre olarak saptanmıştır (Franzen, 2003). Knuteson ve ark., 1989 'da teorik olarak killi yada tınlı topraklarda kapillar yükselmenin 4.5-5.0 metreye kadar çıkabileceğini belirtmişlerdir.

Madramootoo ve ark., (1995) soya bitkisi için su tablası yönetim stratejilerini belirlemek amacıyla yaptıkları tarla denemelerinde, model çalışmaları yürütmüşlerdir. Tınlı tekstüre sahip olan topraklarda dört sabit seviyede su tablası derinliği (40, 60, 80 ve 100 cm) oluşturmuşlardır. Verim de dâhil olmak üzere birçok bitki parametreleri dikkate almış ve model olarak Drainmod kullanılmıştır. 20 yıllık verilere dayanarak en optimum verimi 60 cm su tablası derinliğinde elde etmişlerdir.

Kara ve Arslan (2004); Bafra Ovası'nda yapmış oldukları taban suyu ve tuzluluk çalışmaları ile, kapillar hareketin etkisiyle suyun çıkabileceği yüksekliğin toprak tanecik çapı (tekstür) ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Killi-siltli toprakta taban suyundan olan kapillar yükselme 2.5 ile 3.0 m, kumlu bir toprakta ise 0.5-0.6 m olarak saptanmıştır. Teorik olarak killi ya da tınlı topraklarda kapillar yükselmenin 4.5-5.0 m'ye kadar çıkabileceği belirtilmiştir.

Konukçu ve Akbuğa, (2006); yapmış olduğu bir simülasyon çalışması ile Konya-Çumra sulama sahasında, sulama programı yüzeysel ve tuzlu taban suyu dikkate alınarak yeniden oluşturmaya çalışmıştır. Taban suyundan kapillarite ile su kaybı büyükten küçüğe doğru sırasıyla tınlı, killi ve kumlu topraklardan olmuştur. Kumlu, tınlı ve killi bünyeli topraklar için tuzlulaşma riski açısından kritik taban suyu

derinlikleri (toprak profilinde taban suyundan üst katlara tuz taşınmasının minimum olduğu derinlik) sırasıyla 1.0 m, 2.5 m ve 3.0 m olmuştur. Seçilen ekim nöbeti sistemi için üç aylık nadas toprak profilinde önemli oranda tuz birikmiştir. Yeni sulama programı ile % 10 su tasarrufu sağlanırken, sürdürülebilir bir sistem de önerilmiş olmaktadır.

2.2.Taban suyu - Tuzluluk İlişkisi

Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yer altı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Ergene, 1982; Kwiatowsky, 1998; Kara, 2002).

Topraklardaki tuzların üç temel kaynağı bulunmaktadır. Bunlar topraktaki 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 topraklarının tuzlulaşmasına ve bazı hallerde hem tuzlulaşmasına hem de sodyumlulaşmasına sebep olmaktadır.

Minerallerin fiziksel ve kimyasal yollarla ayrışıp parçalanmaları neticesinde topraklara çok önemli miktarda 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 yarı kurak bölgelerde minerallerden toprağa intikal eden tuzların yetersiz yıkanma, uygun olmayan topoğrafya, yüksek derecede buharlaşma gibi nedenlerle topraktan uzaklaşmasına imkân yoktur. Böylece tuzların toprakta birikmesi söz konusu olmaktadır (Yılmaz, 2010).

Tuzlu toprakların artmasının en önemli sebebi sağlıklı bir drenajın bulunmadığı alanlarda yapılan uzun yıllar sulama uygulamalarıdır. Toprak ve iklim özellikleri bir

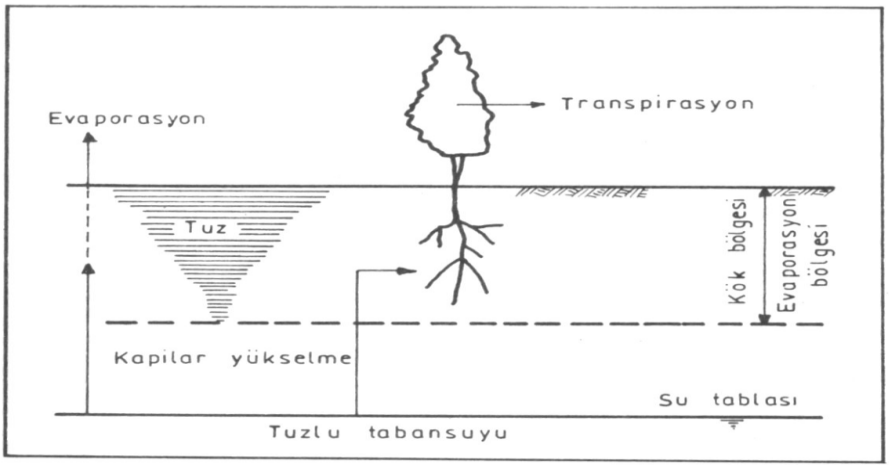
arazide tuz birikimine uygunsa, tuzun hareketini yani zamana bağlı değişimini etkileyen en önemli faktörler; taban suyu derinliği, taban suyu tuzluluğu ve arazi yüzeyinin rölyefidir.

Arazi yüzeyinin rölyefi: arazi yüzeyinin üzerindeki yükseklik farkları 50-100 cm üzerinde ise, yüksek kısımlarda tuz birikmesi daha az görülür. Yükseklik farkları 50 cm'den az ise tuz birikmesi yüksek kısımlarda daha fazla görülür (Yılmaz, 2010).

Toprakta tuz hareketini etkileyen faktörler; topraktaki nem miktarı, toprak bünyesi, yıkama suyunun akış hızı, topraktaki tuz çeşidi, toprak değişim komplekslerince adsorbe edilen katyonların çeşidi, toprakta az çözünen tuzların etkisi, sıcaklık ve toprak strüktürü olarak sıralanabilir (Biggar ve Nielsen, 1962).

Toprakların tuzlanmasında tehlikeli olan doğal tuzlanma (primer tuzluluk) değildir. Tehlike arz eden sonradan yapılan hatalı sulama ve gübreleme uygulamaları sonucu oluşan tuzlanmadır (sekonder tuzluluk). Topoğrafik koşullar, toprak özellikleri ve bitkinin su isteği dikkate alınmadan yapılan düzensiz sulamalar, yarı kurak iklimlerde toprak tuzluluğunun oluşmasında en önemli kaynaklardandır (Taş ve ark., 2013).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünebilir tuzlar uzaklara taşınamamakta, özellikle sıcak ve yağışsız olan dönemlerde, tuzlu taban suları kapillar yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabilmektedir. Evaporasyonun yüksek oluşu nedeni ile sular, toprak yüzeyinden kaybolurken beraberinde taşıdıkları tuzları toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kısımlarda biriktirmektedirler. Diğer bir deyişle, kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların yetersiz, buna karşılık evaporasyonun yüksek olmasıdır (Kanber ve Ünlü 2008; Saruhan ve ark., 2008). Taban suyundan kapillar yükselme ile toprakların tuzlulaşmasının şematik olarak gösterimi şekil 2.3'de gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Taban suyundan kapillar yükselme ile toprakların tuzlulaşması (Öztürk ve Çakmak, 1996)

Sulama suyu her zaman belirli bir miktarda tuz içerdiğinden zamanla toprakta tuz birikimi artacaktır. Bu tuz birikimini azaltmak için sulama ihtiyacından fazla miktarda su, kök bölgesindeki tuzu yıkamak için uygulanmalıdır. Bu ise, çoğu zaman ikinci bir soruna, yükselen taban suyu nedeniyle göllenmeye neden olmaktadır. Genellikle, bu taban suyu da tuzlu olmaktadır. Bu nedenle taban suyu, kök bölgesinde tuz birikimini önleyecek kadar çok, ancak göllenmeyi sınırlayacak kadar da az olmalıdır. Göllenme ile ilgili problemler de, yine yeterli bir drenaj sisteminin kurulması ile azaltılabilmektedir (Özkaldı ve ark., 2004).

Başarılı ve ekonomik bir sulama ve drenaj projesi, büyük oranda kullanılan suyun kontrolüne ve arazide biriken fazla suyun nedenlerinin doğru tanısına bağlıdır. Drenaj sorunlarının temel nedeni ise, aşırı ve kontrolsüz yapılan sulamalar sonucunda taban suyunda meydana gelen yükselmelerdir. Bu nedenle sulamaya açılan alanlarda taban suyu düzeyi ve niteliğinin sürekli izlenmesine, projelerde öngörülen taban suyu derinliğinin denetim altında tutulmasına özen gösterilmelidir (Korukçu ve ark., 2004).

Drenaj sorununun çözümü için, taban suyunun çok iyi etüt edilmesi gerekir. Taban suyu ile ilgili çalışmalar sonunda elde edilen bilgiler, drenaj sorununun çözümünde kullanılır. Özellikle taban suyu derinliğinin ve tuz kapsamının zamansal ve mekansal değişimleri; tuzluluğun kökeni, kaynağı gibi bilgiler, tarımsal işlevlerin başarısı için gereklidir. Bu amaçla birçok sulama sisteminde periyodik olarak, taban suyu gözlemleri yapılmaktadır (Kanber ve Ünlü, 2008).

Toprak profilinde tuzluluk, hidrolojik yönden, yüzey akımlarının az veya hiç olmadığı bölgelerde ve ayrıca taban suyu dengesinin terleme ve buharlaşma ile sağlandığı alanlarda ortaya çıkmaktadır. Taban suyu, yüzeye yaklaştıkça buharlaşma

kayıpları artmaktadır. Bunun sonucu olarak, toprakta ve taban suyunda tuz konsantrasyonu yükselmektedir. Kurak bölgelerde 2-3 m derinlikteki taban suyu düzeylerinde bile buharlaşma kayıpları artmaktadır. Zaten tuzluluk yönünden yüzey suları ile taban suyu nitelikleri benzer etkiye sahip olmaktadırlar. Ülkemizde taban suları bikarbonat (HCO_3), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) bakımından zengindir. Buharlaşma arttıkça tuz birikimi de artmakta ve ortama sodyum hakim olmaktadır. Buharlaşmanın çok yüksek ve drenajın kötü olduğu yerlerde tuz konsantrasyonu bazen deniz suyunun 5-10 katı olabilmektedir. Bazı yörelerde çok yüksek tuz konsantrasyonlarına sahip taban sularının görülmesi bu nedenden kaynaklanmaktadır (Kanber ve ark., 2005).

Konya Ereğli Ovasında yapılan bir çalışmada yer altı suyunun yüksek derecede tuzlu olduğu ve sulamada kullanılmasının sakıncalı olacağı belirtilmiştir (Yıldırım, 1992). Toprakların tuzlulaşmasında ve yer yer sodyumlulaşmasındaki asıl sebep yüksek taban suyudur (Çiftçi, 1987). Konya bölgesinde taban suyu seviyesinin en yüksek olduğu aylar Ağustos ve Mayıs, en düşük olduğu aylar ise Ekim ve Ocak aylarıdır (Kara ve ark., 1990). Konya Ovasında taban suyu seviyesi yıllık değişimi 106-192 cm arasındadır, taban suyu tuz kalitesi ise T_3S_1'dir (Kara ve ark., 1991).

Çiftçi ve ark., (1995), Konya ovasında sulama suyu olarak drenaj şebekesi suyunun kullanıldığı arazilerde tuzluluk ve sodyumluluk sorunlarının belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmada 12 farklı noktadan toprakta kapillarite ile tuz birikiminin en yoğun olabileceği düşünülen Ağustos ayında örnekler alınmıştır. Alınan örneklerde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Çalışmanın sonunda, toprak fiziksel özellikleri benzer olan arazilerden, şebeke suyu ile sulanan toprakların tamamına yakınında tuzluluk ve sodyumluk sorunu belirlenemezken, drenaj kanalından alınan sulama suyu ile sulanan toprakların tamamına yakınında tuzluluk ve sodyumluluk sorunu saptanmıştır. Bölgede, taban suyu seviyesinin yüksek ve tuzlu olmasının yanında, tarla içi drenajı sisteminin tesis edilmemiş olması dikkate alındığında; drenaj kanalı suyu ile sulama yapılan bu alanlarda uygulamanın devam etmesi durumunda, tuzluluk ve sodyumluluk sorununun daha da artacağı ve sonuçta toprakların tarım dışı kalmasının kaçınılmaz olacağı vurgulanmaktadır.

Kelley (1960), topraktaki sodyum ve tuz birikimine neden olan bir kaç faktörden en önemlisinin, topraktaki kapillarite varlığı olduğunu dile getirmektedir. Aynı kaynakta, tuzlu sulama suyunun kullanıldığı yerler dışında, tuzların birikmesinin daha çok tuzlu ve yüksek taban suyunun kapillarite ile yükselmesi ve buharlaşması sonucu

toprağın üst katlarına taşınması olduğu bildirilmektedir. Bir bölgede taban suyu tuz konsantrasyonunun yüksek olmasının yanında transpirasyon ve buharlaşmada yüksek ise tuzlanma hızı yüksek olur. Topraklardaki tuzlanmanın nedenleri birincil kaynaklı (toprak ana materyalinin tuz içermesi) ya da ikincil kaynaklı (tuzların sular, rüzgar vb. aracılarla taşınması) sebeplerden kaynaklanabilir.

Yurtseven ve ark., (2001); tınlı topraklarda, farklı tuzluluktaki sulama sularının toprak profil tuzluluğuna etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, toprak profil tuzluluğu değişimlerini 0-90 cm katman için incelemişlerdir. Deneme yılları boyunca tuzluluğun arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca toprak tuzluluğundaki artışların 0-30 cm profilde daha yüksek düzeylerde iken; buna karşın ilk yıl sonuçlarına göre, 60-90 cm profilde profil tuzluluğundaki değişimin oldukça az olduğunu belirtmişlerdir.

Çiftçi ve ark., (2004), başlangıçta tuzluluk problemi bulunmayan topraklarda elverişsiz sulama suyu kullanılması, uygun olmayan sulama sistemleri ve amenajman işlemleri ya da yetersiz drenaj gibi faktörler nedeniyle kısa bir süre sonra çorak topraklar halini alabileceğini belirtmişlerdir.

Arslan (2005), yapmış olduğu çalışma ile aşırı ve dengesiz sulama suyu kullanımının toprakta taban suyu yüksekliğinin artışına neden olduğunu; taban suyu yüksekliğinin ise tuzluluk, drenaj, sodyumlaşma, çoraklaşma, verim azalması gibi birçok sorunu beraberinde ortaya çıkardığını vurgulamıştır.

Karakaş (2011), Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü laboratuvarında 3 farklı derinlikte, 4 farklı tuz konsantrasyonunda oluşturulan taban sularından toprak profilinde aşağıdan yukarı doğru kapillar tuz taşınımının tespiti amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Bu amaçla; 1, 1,5 ve 2 m derinlikte, EC=500 micromhos/cm, EC=1000 micromhos/cm, EC=2000 micromhos/cm ve EC=4000 micromhos/cm tuz konsatrasyonuna sahip yapay taban suları oluşturulmuştur. Taban sularından 8 ay sonra meydana gelen kapillar tuz taşınımı araştırılmıştır.

Araştırma süresi sonunda, 3 farklı taban suyu seviyesinin oluşturulduğu kolonlarda aşağıdan yukarı doğru 1 m olanlarda 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerden; 1,5 m olanlarda 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinliklerden; 2 m olanlarda ise 0-30, 30-60, 60-90,90-120 ve 170-200 cm derinliklerden toprak örnekleri alınarak; EC, pH, anyon ve katyon analizleri yapılmıştır. Deneme öncesi toprağın saturasyon ekstratındaki EC değeri 458 micromhos/cm iken, deneme sonunda toprak saturasyon ekstraktları; 1 m'lik taban suyunda 566-5625 micromhos/cm arasında

değişirken artış % 24-1128 arasında olmuş, 1,5 m'lik taban suyu seviyesinde EC değerleri 602-4900 micromhos/cm arasında değişirken artış % 31-970 arasında ve 2 m'lik taban suyunda EC değerleri 722-3000 micromhos/cm arasında değişirken artış % 58-555 arasında meydana gelmiştir. Topraklarda değişebilir sodyum oranları % 15'den az çıkmış olup sodyumluluk tehlikesi meydana gelmemiştir. Sonuç olarak; Dört farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban suyu uygulamalarında en fazla kapillar tuz birikimi (% 444-1128) 60-90 cm katmanlarında meydana gelmiştir.

2.3.Taban suyu Tuzluluğunun Bitki Gelişimine Etkisi

Herhangi bir kültür bitkisinin tuza dayanıklılığı tuzlu ortam içerisinde ürün verip vermemesi ile ölçülür. Tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkileri fiziksel, kimyasal ve dolaylı etkiler olmak üzere sınıflandırılabilir. Fiziksel etki, kök bölgesinde ozmotik basıncın yükselmesi sonucunda bitkinin su alımının düşmesi ve buna bağlı olarak besin maddesi alımının yavaşlaması ya da durması olarak tanımlanmaktadır. Kimyasal etki, birtakım tuzların bitki besin maddelerinin alımını zorlaştırması sonucunda metabolizmanın bozularak bitkinin zarar görmesi olarak tanımlanır. Buna toksik etki de denilmektedir. Dolaylı etkiler ise; tuzluluk veya sodyumluluğun toprak üzerinde meydana getirdiği değişikliklerin bitki gelişmesine etkisi olarak tanımlanır (Kanber ve ark.,1992; Hanson ve ark., 1993).

Normal koşullar altında bitki kök hücrelerindeki erimiş madde konsantrasyonu, toprak suyundakinden daha yüksektir. Bu farklılık suyun serbestçe bitki köküne doğru hareketine izin verir. Toprak suyunun tuzluluğu arttıkça, toprak suyundaki bileşenler ile kök hücresindeki bileşenlerin konsantrasyonu arasındaki farklılık, öncelikle toprak suyunun bitkiye yarayışlılığını azaltır. Toprak suyundaki tuzların bitki su alınımını azaltıcı etkisini önlemek için bitki, hücrelerinde ya tuz biriktirerek ya da şeker veya organik asit gibi organik bileşenleri sentezleyerek ozmotik düzenleme yapmak zorundadır. Söz konusu ozmotik düzenleme bitkinin enerji kullanmasını gerektirir ve bitki gelişimi için kullanılacak enerjinin bu amaçla kullanılmasına neden olur ki, bu da diğer tüm açılardan sağlıklı görünüşü olan fakat bodur bitkiler ortaya çıkarır (Grattan, 1993; Sen ve Mohammed, 1994).

Bitkilerin normal gelişmeleri için gerek duydukları suyun % 80'nini aldıkları derinlik ***"etkili bitki kök derinliği"*** olarak tanımlanmaktadır. Bu derinlik bitkiden bitkiye değişiklik göstermektedir. Örneğin; sebzelerde 30-60 cm, tarla bitkilerinde

60-90 cm ve meyve ağaçlarında 90-150 cm arasında değişebilmektedir. Bitkilerin çoğu, kök bölgesinin üst kısımlarından, alt kısımlarına oranla daha fazla su almaktadırlar. Bitki kök derinliği ekim ya da dikimden başlayarak artmakta ve olgunlaşma döneminde en yüksek değerine ulaşmaktadır. Bitki gelişiminin ilk dönemlerinde kök daha sığ olduğundan taban suyundan daha az etkilenmektedir (Öztürk ve Erözel, 1994).

Herhangi bir bitki için, farklı derinliklerde oluşan yüksek taban suyu düzeyleri, farklı verim değerlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yani kök bölgesinin farklı seviyelerinde bulunan taban suyu, bitki verimini farklı miktarlarda etkilemektedir. Bitkilerin en yüksek verimi, her bitki için araştırmalarla belirlenecek olan optimum taban suyu düzeyinde elde edilmektedir. Çeşitli bitkiler için optimum taban suyu düzeyleri Çizelge 2.1'de verilmiştir. Taban suyunun belirtilen bu optimum düzeyde kontrol altında tutulması ancak drenaj sistemleri ile mümkün olmaktadır (Güngör ve ark., 2011).

Çizelge 2.1. Farklı bitki türleri için optimum taban suyu düzeyleri

Tarla Bitkileri		Sebzeler	
Bitki Çeşidi	Taban suyu düzeyi (cm)	Bitki Çeşidi	Taban suyu düzeyi (cm)
Buğday	140	Bezelye	90
Arpa	100	Domates	75
Mısır	90	Biber	80
Pamuk	90	Soğan	80
Ş.Pancarı	80	Kabak	80
Patates	100	Havuç	80
Fasülye	120	Lahana	50
Soya	80		
Yonca	100		

Öztürk (1994), taban suyu derinliği ve sulama suyu kalitesinin biber verimine, bitkinin bazı özelliklerine ve toprak tuzluluğuna olan etkilerini araştırmak amacıyla serada oluşturulan kolonlar halindeki lizimetrelerden yararlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; taban suyu derinliğinin azalmasıyla, biber verimi, kök derinliği ve bitki boyu değerleri önemli ölçüde azalmış, buna karşılık toprak tuzluluğu değerleri artmış ve taban suyu bulunan kolonlarda su tüketimi daha yüksek bulunmuştur. Sulama suyu tuzluluğunun artmasıyla, biber verimi, su tüketimi, meyve boyu ve bitki boyu değerleri önemli ölçüde azalmasına karşılık, toprak tuzluluğu, meyvedeki kuru madde miktarı, meyve, yaprak ve dallardaki toplam kül miktarlarının önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir.

Güneş ve ark., (1996); tuz stresi uyguladıkları biber bitkilerinde tuzluluğun kuru madde ağırlığında azalmaya neden olduğunu, büyüme ve gelişmenin engellendiğini bildirmişlerdir.

Öztürk (1997), sulama suyu tuzluluğunun ve taban suyu derinliğinin havuç üzerine olan etkilerini incelemek üzere yapmış olduğu çalışma sonucunda, yüzeye yaklaşan taban suyu seviyesi bitkinin köklerinin aşağıya doğru ilerlemesine engel olduğu için yüksek taban suyu bulunan alanlarda havuç boylarının kısaldığını ve çaplarının da küçüldüğünü tespit etmiştir. Sulama suyu tuzluluğunun ise havuç meyvelerinin çaplarının küçülmesine neden olduğu ve havuç çaplarının tuzluluğun artışı ile azalma gösterdiğini bildirmiştir.

Yurtseven ve ark., (1999); turp bitkisinde farklı sulama suyu tuzluluğu uygulamalarının verim parametrelerine etkisi isimli çalışmalarında yumru ve gövde verimlerinin her ikisinin de tuzluluk artışı ile azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. Tuzluluğun yumru çapı üzerine etkisinin 1.5 dS/m düzeyinden itibaren, yumru boyu üzerine etkisinin 2.5 dS/m düzeyinden itibaren başladığını görmüşlerdir.

Ayars ve ark., (2000); yaptıkları çalışmada pamuk ve domates bitkilerinin olduğu çalışma alanlarında damla sulama yönteminin taban suyuna, tuzluluğa, ürün gelişimine etkilerini incelemişlerdir. Başarılı ve doğru şekilde uygulanan damla sulama yöntemi ile her iki üründe de verim artışı gözlenmiş, uzun dönem tuzluluğun ortadan kalktığı belirlenmiş ve bitkilerin su ihtiyaçlarında azalma olduğundan, taban suyunun sulama suyu olarak kullanımında da azalma olduğu görülmüştür.

Steppuhn ve ark., (2001); farklı tuz konsantrasyonlarında (1.2, 11.2 ve 24.9 dSm-1) kanola, kuru fasulye, bezelye ve buğday bitkilerini kullanarak tuzluluğun bu bitkiler üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Artan tuz konsantrasyonlarının tüm bitkilerde çimlenme oranını azalttığını, ilk gelişme döneminde bezelyede bitki ölümlerinin gerçekleştiğini, biomas ağırlığının azalttığını ve verimde % 40 oranında azalmalar olduğunu, bu bitkiler arasında buğdayın tuzluluğa bezelye ve fasulyeden daha toleranslı olduğunu bildirmişlerdir.

Yurtseven ve ark., (2002); tuzlu şartlarda farklı azot uygulamalarının fasulye üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, artan tuzlulukla birlikte verimin önemli oranda azaldığını belirlemişlerdir. Sulamalarda 0.25, 1.50 ve 3.0 dS m-1 düzeylerinde tuzlu sular uygulanmış ve sırasıyla 192.9, 162.5 ve 101.5 g saksı-1 verim almışlardır. Söz konusu araştırmada kontrol konusuna göre 1.5 ve 3.0 dS m-1 tuzlu sulama suları için verim sırasıyla % 15.6 ve % 47.3 oranında azalma göstermiştir. Bu

araştırmada meyvelerde P ve Na birikiminin tuzluluktan etkilenmediği, N ve K birikimin artan tuzlulukla azalma gösterdiği, buna karşın Ca birikiminin arttığı bildirilmiştir. Aynı denemeden alınan yaprak örneklerinde Kesmez ve ark., (2007); tarafından yapılan analizler sonucunda ise yaprak K, Mg, Na, P ve Ca birikiminin tuzluluktan etkilenmediği, N alımının artan tuzlulukla azaldığı belirlenmiştir.

Öztürk ve Erözel (1994), Taban suyu derinliği ve sulama suyu kalitesini biberin su tüketimine etkisi yönünden incelemişlerdir. Araştırma, taban suyu derinliğinin 30, 45, 60 cm ve taban suyunun olmadığı 90 cm toprak derinliği bulunan konular ve sulama suyunun tuzluluğunun sırayla 0.25, 1.0, 2.0 ve 3.0 mmhos/cm olduğu konulardan oluşmaktadır. Araştırmada taban suyu bulunan konularda bitki su tüketimi taban suyu bulunmayan konuya göre daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen bitki su tüketimi değerleri, taban suyu derinliği açısından taban suyu derinliği arttıkça artış göstermiş, sulama suyu açısından da tuzluluk artıkça bitki su tüketimi düşmüştür. Taban suyu bulunan konularda taban suyu derinliği artıkça bitki su tüketiminin artmasının nedeni şu şekilde açıklanmıştır; taban suyu derinliğinin artması bitki köklerinin daha iyi gelişmesine imkân vermekte, dolaylısıyla iyi gelişen köklerde yüksek olmaktadır.

Saied ve ark., (2005); Elsanta ve Korana çilek çeşitleri ile yapmış oldukları çalışmada 0,3 dS/m, 2,6 dS/m ve 5,1 dS/m elektrik iletkenliğine sahip tuz çözeltileri ile bitkileri sulamışlar ve etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, tuz çözeltisinin uygulanmasının Koronada % 44'e ve Elsantada % 90'a kadar bitki gelişimini azalttığı belirlenmiştir.

Kutlar ve Çiftçi (2007); domateste farklı tuz konsantrasyonlarına sahip sulama suyu uygulamalarının meyvede bazı verim parametrelerine etkisini görmeyi amaçlamışlardır. Deneme, Konya'da sera şartlarında 8354 F1 çeşit domates yetiştiriciliğinde altı farklı tuz konsantrasyonuna sahip sulama suyunun (EC=500 µmhos/cm kontrol, 750, 1000, 1500, 2000 ve 2500 µmhos/cm) bitki su ihtiyacının %100 ve %75'i karşılandığı koşullarda 2 alt konuda 3 tekerrürlü olarak toplam 36 deneme saksısında tesadüf parselleri faktöriyel deneme deseninde 2005 ve 2006 yıllarında iki ayrı dönem olarak yürütülmüştür. Araştırma sonucunda sulama suyunda tuzluluk artışı ile birlikte meyve sayısı ve ağırlığında, dolayısı ile verimde %41'e varan azalmalar görülmüş ve meyve çapları küçülmüştür. Tuz oranı yüksek sulama suyu kullanımında bitki sulama suyu ihtiyacında kısıtlamaya gidilmesinin, domates bitkisinin verimine olumsuz etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

Boem ve ark., (2008) toprak tuzluluk düzeyindeki artışın kolzanın çimlenmesi, filizi, kök gelişimi ve hasat kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucuna göre; toprakların EC değeri 6 dS/m'den yüksek seviyeye çıktığında, kolzaların kök gelişiminin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca araştırıcılar; yaprak ve ilk görünebilir boğumda bir gecikme olduğunu gözlemlemişlerdir.

Ünlükara ve ark., (2008); yaptıkları bir araştırmada her sulamayla birlikte ve farklı oranlarda yıkama yapılması durumunda toprak tuzluluğunda ve mineral madde içeriğinde oluşacak değişimleri incelemişler ve farklı yıkama oranlarının fasulye verimine ve çeşitli organlarındaki mineral madde birikimine etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülen denemede, saksılarda yetiştirilen fasulyeler 4 farklı yıkama oranı (LF1=0, LF2=0.15, LF3=0.30 ve LF4= 0.50) dikkate alınarak sulanmıştır. Sulamalar, 2.5 dS m-1 düzeyinde $CaCl^2$ ve NaCl tuzlarıyla hazırlanmış olan tuzlu suyla gerçekleştirilmiştir. Toprak tuzluluğu artan yıkama oranıyla birlikte azalma gösterirken, verim de artan yıkamayla birlikte artmış ve LF=0.30'un üzerindeki yıkamalar için azalma eğilimi göstermiştir. LF1, LF2, LF3 ve LF4 uygulamaları sonucu sırasıyla 78.0, 114.9, 141.6 ve 127.0 g saksı-1 kadar verim alınmıştır. Toprak tuzluluğu sulama suyu tuzluluğuna göre LF1, LF2, LF3 ve LF4 için sırayla 3.4, 2.0, 1.7 ve 1.2 kat artış göstermiştir. Toprak saturasyon çözeltisinde Mg/Ca oranı artan yıkamayla birlikte azalmıştır. Artan yıkama oranı sürgün ve meyvede P içeriğinin artmasına, sürgünlerde Ca ve Mg içeriğinin, sürgün ve meyvede N içeriğinin düşmesine neden olmuştur.

2.4. Taban Suyu Tuzluluğunda Islahın Önemi

ABD tuzluluk laboratuvarı sınıflamasına göre; saturasyon çözeltisinin 25 °C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmhos/cm'den büyük, değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) 15'in altında, pH değeri genellikle 8,5'ten küçük topraklar ***tuzlu topraklardır.*** Saturasyon çözeltisi elektriksel iletkenliği (25 °C'de) 4 mmhos/cm'den az, DSY 15'ten fazla ve pH değeri genellikle 8,5-10,0 arasında, ancak kireç içermeyen topraklarda ise 6'ya kadar düşebilen topraklar ***sodyumlu topraklardır***. Elektriksel iletkenlik değeri 4 mmhos/cm büyük (25 °C'de), DSY 15'ten yüksek ve pH değeri ender olarak 8,5'i geçen topraklar ise ***tuzlu sodyumlu topraklardır*** (Güngör ve Erözel, 1994).

Tuzlu toprakların ıslahı yıkamayla mümkündür. Islah çalışmaları oldukça pahalı ve zaman alıcı çalışmalardır. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda yıkanacak toprakların

özelliklerinin iyi bilinmesi, yıkama suyu ile yıkanacak iyonların akım yönü ve miktarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bunun için tuzlu ve alkali toprakların ıslah çalışmalarında, yıkama denemeleri oldukça önemlidir. Laboratuvarda yürütülen çalışma sonuçları, arazide seçilen pilot bölgede yapılacak denemelerle desteklenerek en iyi sonuca ulaşılabilmektedir. Laboratuvar çalışmaları, arazi denemelerinin yerini almasa da, laboratuvar denemeleri, arazi çalışmalarının doğru yönlendirilmesini ve doğru sonuçların alınmasına yardımcı olmaktadır (Amemiya ve Robinson, 1958).

Kullanılacak toprak alanlarının kısıtlı olması ve ondan en verimli şekilde yararlanabilmek için sulama en önemli faktördür. En iyi sulama suyu kullanılsa da toprakta belli süre sonunda tuzluluk kaçınılmaz bir son olacaktır. Yıkama ise değişmez bir ıslah yöntemidir. Tuzlu toprakların ıslahına yönelik çalışmalara yön verebilmek amacıyla pek çok araştırma yapılmıştır (Akyol, 2002).

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.

Beyce (1977), Salihli ovası tuzlu-sodyumlu topraklarında yürütmüş olduğu çalışmasında dekara 4,8 ton jips uygulamasıyla birlikte 280 cm yıkama suyunun uygulanmasının DSY'ni % 27,6'dan % 10,3'e düşürdüğünü bildirmektedir.

Sönmez ve ark., (1980); Konya-Çumra sulama şebekesindeki tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahına yönelik yaptıkları çalışmada, hektara 10 ve 20 ton jips uygulanan parsellerden en iyi sonuçları almışlardır. Toplamda 1600 mm yıkama suyu uygulamasından sonra toprakların tarıma uygun hale geldiğini saptamışlardır.

Meiri ve Plaut (1985); tuzlu koşullar altında verim azalmasını en aza indirmek, kök bölgesi tuzluluğunun kontrolü ve ürüne gelebilecek hasarın azaltılması gibi üç konu üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada kök bölgesinin tuzluluk kontrolü için sık aralıklarla yıkanmasının, sulama ile seyrek yıkanmaya göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Toprak veya sulama suyu tuzluluğu çok yüksek olduğunda, tarla düzeyinde ürünün tamamen kurtarılmasının tuza çok dayanıklı bir bitki seçimiyle mümkün olabileceğini belirtmişler, ayrıca bitkilerin tuz toleransının farklı işletmecilik şartlarıyla belli miktarlarda değiştirilebileceğini vurgulamışlardır.

Laboratuvar çalışmaları (Nielsen ve Biggar, 1961) ve arazi çalışmaları (Biggar ve Nielsen, 1962), doymamış koşullarda, topraktan yıkanan tuz miktarının daha fazla

olacağını belirtmiş ve arazilerde yıkamaların, aralıklı göllendirme ya da yağmurlama sistemleriyle yapılmasının başarıyı artıracağını belirtmişlerdir.

Tuzlu toprakların ıslahında toprakta birikmiş olan tuzları istenilen profil derinliğine indirebilmek ve drenaj sisteminin yardımıyla bitki kök bölgesini etkilemeyecek duruma getirmek ıslahın amacıdır. Tuzlu toprakların ıslahında uygulanan belli başlı ıslah metotları şunlardır; ***mekanik ıslah*** (tuzlu üst tabakasının sıyrılarak araziden uzaklaştırılması), ***biyolojik ıslah*** (tuzu seven bitkileri yetiştirip olgunlaşma dönemlerinde bunların araziden hasat edilerek uzaklaştırılması) ve ***hidroteknik ıslah*** (su ile yıkama yapılması)'dır (Bayraklı, 1996).

Yıkama çalışmaları, toprakların yıkanmasında yeterli bir drenaj sisteminin önemini ortaya çıkarmıştır. Drenaj, projelenmesi ve uygulanması oldukça pahalı bir kültürel tedbirdir. Araştırmalara göre, dren aralıklarındaki (8-20 m dren aralıklarında) 1 m'lik bir değişim, %10'luk bir maliyet farkı meydana getirmektedir. Oysa daha uygun bir dren aralığının saptanması için yapılacak toprak araştırmaları, maliyeti ancak % 0.5 kadar etkilemektedir.

Yapılan çeşitli araştırmalarda topraktaki tuzların yıkanması için gerekli su miktarları saptanmıştır. Yılmaz (1978); Yazıköy-Burdur tuzlu sodyumlu ve borlu topraklarının ıslahı için yaptığı çalışmada gerekli tuz yıkama süresi denklemini çıkarmış, toprak derinliğinin 3 katı su verilerek profildeki tuzun % 55'inin yıkanabileceğini, Yıldırım (1980), Afyon ovası tuzlu-sodyumlu topraklardaki, tuz ve bor'un % 70'inin yıkanması için toprak derinliğinin 8 katı yıkama suyu verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Yine, Yılmaz (1980); Konya ovası tuzlu ve borlu alüviyal topraklarında, çözünebilir tuz ve borun % 80'ini yıkayabilmek için sırasıyla toprak derinliğinin 2,5 ve 5 katı yıkama suyu verilmesi gerektiğini bulmuştur.

Mavi (1981); Bafra Ovasındaki tuzlu toprakların ıslahı için gerekli yıkama suyu miktarı ve yıkama süresinin tespiti için yapmış olduğu çalışmada, toprağın tüm katlarında tuz yıkanmasının sağlandığı, bu değerin 100 cm'lik toprak profilinde 90 cm yıkama suyu uygulamasına kadar muntazam olduğunu, 90-120 cm'lik yıkama suyu uygulamalarında toplam çözülebilir tuzların yıkanmasında duraklamalar olduğunu ve daha sonraki yıkamalarda ise tuzların yıkanmasında önemli bir artış olmadığını belirtmiştir.

Kara ve ark., (1990); Konya-Çumra-Çandır Mevkii arazilerinde yaptıkları bir çalışmada, taban suyu seviyesinin yıllık değişiminin, taban suyu seviye sınıfı yönünden "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.

Öztürk (2000), yürüttüğü çalışmada, farklı akış hızlarının iyon hareketi üzerine etkilerini, kumlu killi tın ve killi tın toprak kullanılarak, büyük toprak kolonlarında incelemiştir. Yıkamalarda Na, Ca, Mg ve B yıkanmasının yavaş, K ve Cl yıkanmasının çok kolay olduğu belirlenmiştir. HCO_3 ve SO_4'ın ise orta derecede yıkandığı belirlenmiştir. Yine, kumlu killi tın topraktan iyon yıkanması, killi tın toprağa göre daha kolay olmuştur. Araştırmada, tüm uygulamalarda yavaş akış hızlarında yüksek yıkama randımanı belirlenmiş, yalnız bor taşınması üzerine akış hızının herhangi bir etkisinin varlığı belirlenmiştir.

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 YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Bu amaçla Üniversite kampüs alanından, Sarıcalar Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden ve Selçuklu Belediyesi'nden temin edilen tarım toprakları laboratuvara getirilerek havada kurutulduktan sonra, 4 mm'lik elekten geçirilip, özel amaçla 12 cm çapında, 2 m uzunluğundaki 36 adet plastik silindirik borulara doldurularak, boru tabanlarından çeşitli tuzluluk seviyesinde devamlı oluşturulan taban suyundan kapillar tuz taşınımı 4 aylık sürede takip edilmiştir.

3.1.2. Coğrafik konum

Konya, 39.000 km^2'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin en geniş ili olan ve Orta Anadolu yaylası üzerinde Ankara, Aksaray, Niğde, Mersin, Karaman, Antalya, Isparta, Afyon ve Eskişehir illeri ile komşu olan Konya, 36° 22' ve 39° 08' kuzey paralelleri ile 31° 14' ve 34° 05' doğu meridyenleri arasında yer alır (Anonim, 2014c). Şekil 3.1'de Konya bölgesine ait harita verilmiştir.



Şekil 3.1. Konya ili bölge haritası

3.1.3. İklim yapısı

İç Anadolu bölgesinin güney kısmında yer alan Konya'da kışlar sert, soğuk ve kar yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 11,5°C'dir. Rastlanan en yüksek sıcaklık 40°C, en düşük ise -28,2°C'dir. Yılın ortalama 10 gününde sıcaklık -10°C'den düşüktür. Don olayı görülen gün sayısı 100'dür. Don 14 Eylül ile 15 Mayıs arasında görülebilir. Ortalama nisbî nem 60'tır. Konya'da yaklaşık 23 gün sisli geçer ve Türkiye'de bu konuda başta gelir. Bunda şehrin bir çanak içinde kurulmuş olmasının da büyük rolü vardır (Anonim, 2014d).

Konya'da yıllık ortalama yağış miktarı 326 mm olup, 47,0 mm yağış miktarı ile Mayıs ayı başta gelmektedir. Yağışlı gün sayısı ise; 82'dir (Anonim, 2014e). Konya bölgesinin meteorolojik değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

3.1.4. Arazi ve toprak özellikleri

Konya Ovalarında, yağış rejimi sıcaklık, bitki örtüsü, anakaya ve yağış miktarı gibi şartların etkisi ile çeşitli toprak tipleri ortaya çıkmıştır. Kahverengi ve kestane rengi topraklar yaygındır. Karapınar Karacadağ çevresinde çoğunlukla volkan tüfleri üzerinde oluşmuş kumlu topraklar yaygındır. Konya havzasında vertisol topraklar bulunur. Çöküntü sahalarında kireçli topraklar yer alır. Ayrıca Konya havzasında Ereğli, Akgöl, Aslım, Alakova, Tersakan, Hotamış bataklığı çevresinde çorak topraklar ile Konya ovalarında alüviyal topraklar görülür (Çaçık, 2008).

Konya sahası toprakları alkali özelliğindedir (pH=7.5-8.5). Kireç oranları % 75-80 civarındadır. Analizlerde bulunan ortalama jips miktarı 6-12 me/100 g'dır. Kapalı havza niteliğinde olması eriyen tuzların bitki kök bölgesinde birikerek problem oluşturmasına neden olmaktadır. Proje sahası içinde toprakların tuzluluğu % 0.1-0.6 arasındadır. Değişebilir sodyum yüzdesinin 15'ten fazla olduğu alanlar önemli yer kaplamaktadır Topraklar organik madde içeriği bakımından fakirdirler (% 0.5-2.0 dolayında). Bor içeriği bakımından da bir tehlike yoktur (Akbuğa, 2006).

Konya Ovası sulu tarım alanlarında, sulama suyunun bilgisiz kullanılması sonucunda ova topraklarında tuzluluk, sodyumluluk ve drenaj sorunları oluşmuştur. Ovada taban suyu seviyesi de yükselmiştir (Çiftçi, 1987; Kara ve ark., 1992).

Çizelge 3.1. Konya bölgesi meteorolojik değerler (Anonim, 2014e)

İklim Değerleri	Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Maksimum Sıcaklık (°C)	42 yıl	17,6	21,6	28,9	30	34,4	36,7	40,6	37,8	36,1	31,6	25,2	21,8
Minimum Sıcaklık (°C)	42 yıl	-25,8	-26,5	-15,8	-8,6	-1,2	3,2	6	6,6	0,4	-7,6	-20	-22,4
Ortalama Sıcaklık (°C)	42 yıl	-0,3	1,2	5,6	11	45,6	2	23,4	22,9	18,3	12,3	6	1,6
Toplam Yağış (mm)	42 yıl	34,4	24,1	26,3	39,9	42,7	21,5	7,7	5,4	10,3	33,4	36,6	40,1
Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	42 yıl	1,9	2,1	2,4	2,3	2,1	23	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,8
Maksimum Sıcaklık (°C)	2013	15.8	17.	23.8	27.1	30.6	35.0	33.5	34.1	33.9	29.0	21.2	13.7
Minimum Sıcaklık (°C)	2013	-12.9	-6.0	-7.1	2.9	7.3	8.6	13.9	13.5	4.9	-1.6	-4.8	-13.5
Ortalama Sıcaklık (°C)	2013	1.6	4.9	7.7	11.9	18.4	21.6	23.3	23.5	18.6	10.8	8.0	-2.2
Maksimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C)	2013	6.2	10.7	14.0	17.8	25.2	28.4	29.5	30.0	25.2	17.9	14.8	1.8
Minimum Sıcaklık Ortalaması (°C)	2013	-1.9	-0.7	1.2	5.8	11.4	14.4	17.3	17.1	11.2	4.2	1.8	-5.4
Toplam Yağış (mm)	2013	30.9	27.9	14.0	39.7	47.0	8.8	0.8	0.1	3.0	12.1	15.0	10.3
Ortalama Nisbi Nem (%)	2013	80.6	70.6	55.4	58.1	45.9	36.3	34.0	32.3	37.8	45.0	63.4	79.8
Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	2013	1.7	1.4	1.7	1.7	1.5	1.9	2.4	2.2	1.6	1.6	0.9	1.1

3.1.5. Konya Ovası su kaynakları ve su kullanımı

Ovada sulama suyu kaynakları yer altı ve yer üstü sularıdır. Yer altı suları DSİ, Sulama Kooperatifleri ve çiftçi imkânları ile açılan yer altı suyu kuyularından temin edilmektedir. Yer üstü su kaynakları ise Beyşehir Gölü ve Çarşamba Çayıdır (Çiftçi ve Yılmaz, 1995).

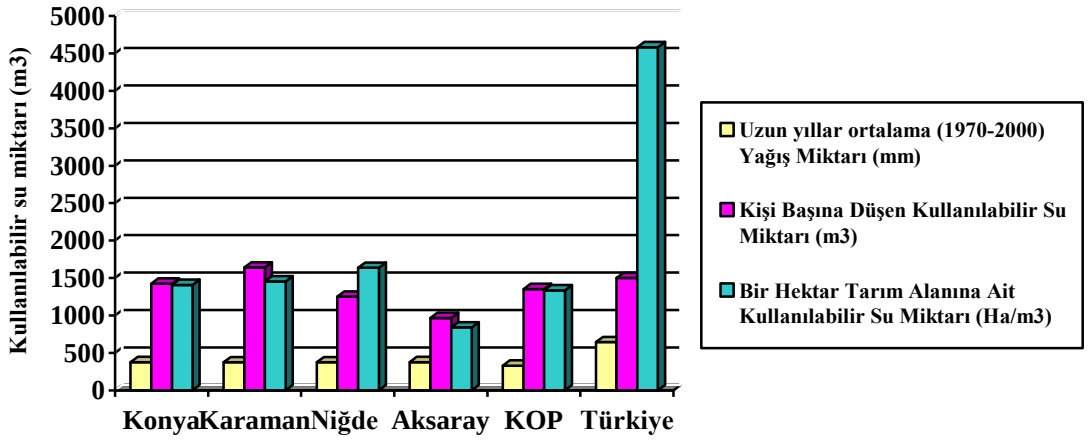
KOP Bölgesi yaklaşık 4 milyar m^3 yıllık kullanılabilir su miktarı ile Türkiye'nin % 3,6'sını oluşturmakta ve 835000 ha sulanan tarım alanı ile Türkiye tarım alanlarının % 15,4'ünü bünyesinde barındırmaktadır (Çizelge 3.2). Konya Bölgesinin, KOP Bölgesi içerisindeki miktarı Çizelge 3.2'de yer almaktadır (Babaoğlu ve Ayan, 2012).

Çizelge 3.2. KOP Bölgesi Kullanılabilir Su Kaynakları Potansiyeli ve Sulanan Arazi Miktarı

	Konya	Karaman	Niğde	Aksaray	KOP	Türkiye	KOP/TR(%)
Kullanılabilir su miktarı (hm^3/yıl)	**2.848**	390	439	357	4.034	112.000	3.6
Sulanan alan (ha)	**532.564**	76.091	108.156	118.281	835.092	5.420.000	15.4

Kaynak: www.dsi.gov.tr

Günümüzde bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için yılda ortalama kişi başına 10.000 m^3 su potansiyeline sahip olması gerektiği kabul edilmektedir (Çiftçi ve Kara, 2010). Türkiye kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.499 m^3 iken, KOP bölgesinde 1350 m^3'dür. Hektar başına düşen su miktarı Türkiye ortalaması 4.583 m^3 iken KOP bölgesi ortalaması 1.335 m^3'dür (Şekil 3.2) (Babaoğlu ve Ayan, 2012). Türkiye kişi başına düşen su varlığı bakımından diğer bazı ülkeler ile karşılaştırıldığında su stresi çeken ülkeler arasında yer aldığı görülür, yani ülke sınırlı miktarda su varlığına sahiptir (Çiftçi ve Kara, 2010).



Şekil 3.2. Hektar ve Kişi Başına Düşen Kullanılabilir Su Miktarı

2008 Nisan ayı itibariyle Konya'da 59 311 adet kuyunun 18 240 adedi ruhsatlı, 41 071 adedi ruhsatsızdır. KOP Bölgesi'ndeki tüm kuyuların %63'ü Konya İli sınırları içindedir. İl'deki ruhsatsız kuyuların Bölge'deki toplam kuyular içindeki oranı ise %43,7'dir. Bu durum ilde sulamaya olan yüksek talebi açıkça ortaya koymaktadır (Anonim, 2014f). Yeraltından çekilen miktarı her geçen yıl artmakta, yeraltı su seviyesi yılda ortalama 3 metre düşüş göstermektedir. Bölge su kaynakları bakımından Türkiye'nin en kritik bölgesi konumunda bulunmaktadır (Babaoğlu, ve Ayan, 2012).

Konya ili için tüm hayaller KOP'un kamuoyunda bilinen önemli bir parçası olan Mavi Tünel (414 milyon m^3/yıl) üzerine kurulmuş gibi gözükmektedir. Bu Konya'da yanılgıya yol açmaktadır. Konya su kaynakları ve sulama sorunlarına yönelik kamuoyunda ciddi bilgi eksiklikleri mevcuttur. Çünkü Konya'nın su açığının 8,2 milyar m^3/yıl olduğu ve sulanabilir arazilerinin de 1.644.000 ha olduğu da dikkate alındığında bu miktar çok az kalmaktadır. Bölgenin mevcut bitki deseni dikkate alındığında Mavi Tünel'den temin edilecek bu su ile ancak 50-70 bin ha alan sulamaya açılabilecektir (Çiftçi, 2010).

3.1.6. Tarımsal yapı ve üretim

Türkiye'de toplam 24.435.985 ha işlenen arazi bulunmakta iken, Konya bölgesinde 2.076.921 ha işlenen arazi bulunmaktadır. Bölge tarım arazisinin % 61'ini tarla arazisi, % 35'ini nadas, % 3'ünü meyve, % 1'ini sebze alanları oluşturmaktadır. Tarla ziraatında kuru fasulye, şeker pancarı, çavdar, kimyon, patates ve nohut meyve yetiştiriciliğinde elma, sebze yetiştiriciliğinde havuç ve lahana öne çıkan bitkilerdir. Bölge Türkiye havuç üretiminin % 66,6'sını, lahana üretiminin % 13,7'sini karşılamaktadır. Konya ili havuç üretiminde önde yer almaktadır (Babaoğlu ve Ayan, 2012). Çizelge 3.3'de Konya bölgesinin, 2010 yılında üretimde öne çıkan bitkileri verilmiştir.

Çizelge 3.3. KOP Bölgesinde 2010 Yılı Üretiminde Öne Çıkan Bitkiler (Anonim, 2014f)

Üretim(Ton)	**Konya**	Karaman	Niğde	Aksaray	Türkiye
Havuç	**353.020**	1.826	0	340	533.253
Fasülye(Kuru)	**69.446**	28.740	9.756	6.241	212.758
Şeker pancarı	**4.935.320**	576.188	124.645	972.861	17.942.112
Çavdar	**48.275**	4.965	38.117	30.013	365.560
Kimyon	**4.152**	27	0	0	12.587
Patates	**321.482**	11.638	728.564	246.184	4.548.383
Elma	**67.227**	165.040	311.820	14.252	2.600.000
Vişne	**27.570**	1.531	1.079	270	194.989
Lahana	**2.767**	14.521	76.320	1.057	693.002
Nohut	**28.843**	15.490	5.181	16.102	530.634

KOP Bölgesi 670.649 sığır varlığı ile Türkiye sığır varlığının % 5,9'unu oluşturmakta, 2.186.166 koyun varlığı ile Türkiye koyun varlığının % 9,5'ini, 203.296 keçi varlığı ile Türkiye keçi varlığının % 3,3'ünü bünyesinde barındırmaktadır (Çizelge 3.4). Bölge Türkiye Tavuk varlığının % 4,9'una sahiptir. Konya, yaklaşık 1,9 milyar yumurta üretimiyle Türkiye birincisidir (Babaoğlu ve Ayan, 2012).

Çizelge 3.4. Kop Bölgesi 2010 yılı hayvan sayıları(Anonim, 2014f)

Hayvan sayısı	**Konya**	Karaman	Niğde	Aksaray	Türkiye
Sığır	**460.814**	38.314	66.719	104.802	11.369.800
Koyun	**1.349.248**	274.701	248.325	313.892	23.089.691
Keçi	**112.004**	39.208	40.845	11.239	6.140.627
Tavuk	**9.463.752**	1.082.281	696.891	251.452	234.918.385
Arıcılık(Kovan)	**80.745**	42.721	23.068	19.909	5.602.669

3.2. Metod

3.2.1. Deneme deseni

Deneme, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü laboratuvarında 16.11.2013-19.03.2014 tarihleri arasında yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende 3 tekerrürlü olarak 4 farklı tuzluluk seviyesinde (EC; 0,339 dS/m (çeşme suyu), 1 dS/m, 2 dS/m, 5 dS/m), 3 farklı tekstür ve 2m derinlikte olmak üzere toplam 36 adet silindirik kolonda yürütülmüştür. Şekil 3.3'de deneme deseni planı verilmiştir.

EC (dS/m)	Taban suyu derinliği (m)	Tekerrür		
		I	II	III
T_1 Kontrol (Çeşme Suyu) EC=0,339	2m	T_1A	T_1A	T_1A
		T_1B	T_1B	T_1B
		T_1C	T_1C	T_1C
T_2 EC=1	2m	T_2A	T_2A	T_2A
		T_2B	T_2B	T_2B
		T_2C	T_2C	T_2C
T_3 EC=2	2m	T_3A	T_3A	T_3A
		T_3B	T_3B_1	T_3B
		T_3C	T_3C	T_3C
T_4 EC=5	2m	T_4A	T_4A	T_4A
		T_4B	T_4B	T_4B
		T_4C	T_4C	T_4C

Şekil 3.3. Deneme deseni planı

Konya'nın çeşitli bölgelerinden alınan toprak örnekleri ve tekstür analizleri doğrultusunda, 3 farklı tekstürde topraklar temin edilmiş ve topraklar laboratuvara getirilmiştir. Her toprak örneğimizden yaklaşık olarak 500 kg olmak üzere toplamda 1500 kg toprak kullanılmıştır. Getirilen topraklar 4 mm'lik elekten elendikten sonra kovalar yardımıyla, laboratuvar içerisine taşınmış ve havada kurutulmaya bırakılmıştır (Şekil 3.4). Topraklar ve borular temin edildikten sonra, boruların alt kapakları suların hareketini sağlaması için, elle delinerek (Şekil 3.6), borular ve kapaklar hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Elendikten sonra laboratuvara taşınan topraklar



Şekil 3.5. Hazırlanan kapakların borulara yerleştirilmesi



Şekil 3.6. Kapakların delinerek hazırlanması

Topraklar, tekstürleri ve hacim ağırlıkları doğrultusundaki hesaplamalar sonucu, her bir borunun içerisine 32 kg olacak şekilde doldurulmuştur. Kolonlar hazırlandıktan sonra kullanılacak olan tuzlu sular hazırlanmıştır. Tuzlu suların hazırlanması için özel yapım 55 litrelik 4 adet bidon yaptırılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tuzlu suların hazırlandığı bidonlar

Taban sularını kolonlara vermek amacıyla, 36 adet geniş tabanlı 5 litrelik su şişesi temin edilmiş ve üst kısımları kesilerek, içine kolonların yerleştirilmesi sağlanmıştır. Kolonlar yerleştirilmeden önce toprakların delikli kapaklardan su alımını sağlaması için; her bir su şişesinin içerisine küp tahtalar yerleştirilmiş (3 adet) ve borular bunların üzerine oturtulmuştur. Daha sonra özel olarak yaptırılan tahta engellerin içerisine, borular şişelerle birlikte yerleştirilmiş ve metal tellerle çeşitli şekilde sağlamlaştırılmıştır. Bu işlemler de tamamlandıktan sonra, suların hazırlanmasıyla 16.11.2013 tarihinde ilk sular verilmiştir. Her bir şişeye 3 litre deneme konusu tuzlu taban sularından verilmiştir. Buharlaşmanın engellenmesi için plastik şişeler streçle sıkıca sarılmıştır (Şekil 3.8). Boruların üst kısmı açık bırakılmıştır. Buharlaşma bu açık kısımdan gerçekleşmiştir.



Şekil 3.8. Sistemin son hazırlık aşaması

İlk 3 hafta 2 günde bir, daha sonra haftada bir sular kontrol edilmiş ve eksilen kısımlar tekrardan 3 litreye gelecek şekilde tamamlanmış, verilen sular kaydedilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Eksilen suların tamamlanması

3.2.2. Araştırmada kullanılan toprak ve taban suyu özellikleri

3.2.2.1. Toprak özellikleri

Araştırmada 3 farklı tekstürde toprak kullanılmıştır. Kullanılan topraklar Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampüsü çevresi, S.Ü.Ziraat Fakültesi Sarıcalar Araştırma ve Uygulama Çiftliği ve Konya-Selçuklu Belediyesi'nin yardımlarıyla Konya'nın Sille mevkisi tarafından temin edilmiştir. Her birinden 500 kg olmak üzere toplamda yaklaşık olarak 1500 kg toprak elenmiştir. Toprakların hacim ağırlıkları bozulmamış örneklerde, bazı fiziksel özellikleri de 2 mm'lik elekten elendikten sonra bozulmuş örneklerde analiz edilmiştir. Laboratuvara getirilen topraklar havada kurutulduktan sonra 4 mm'lik elekten geçirilmiş, daha sonra kolonların içerisine doldurulmuştur. Boruların içerisinde toprak yüksekliklerinin aynı seviyede olması için borular düşey doğrultuda 20 cm yükseklikten 15 kez serbest düşmeye bırakılmıştır. Deneme öncesi topraklara ait bazı analiz sonuçları çizelge 3.5'de verilmiştir.

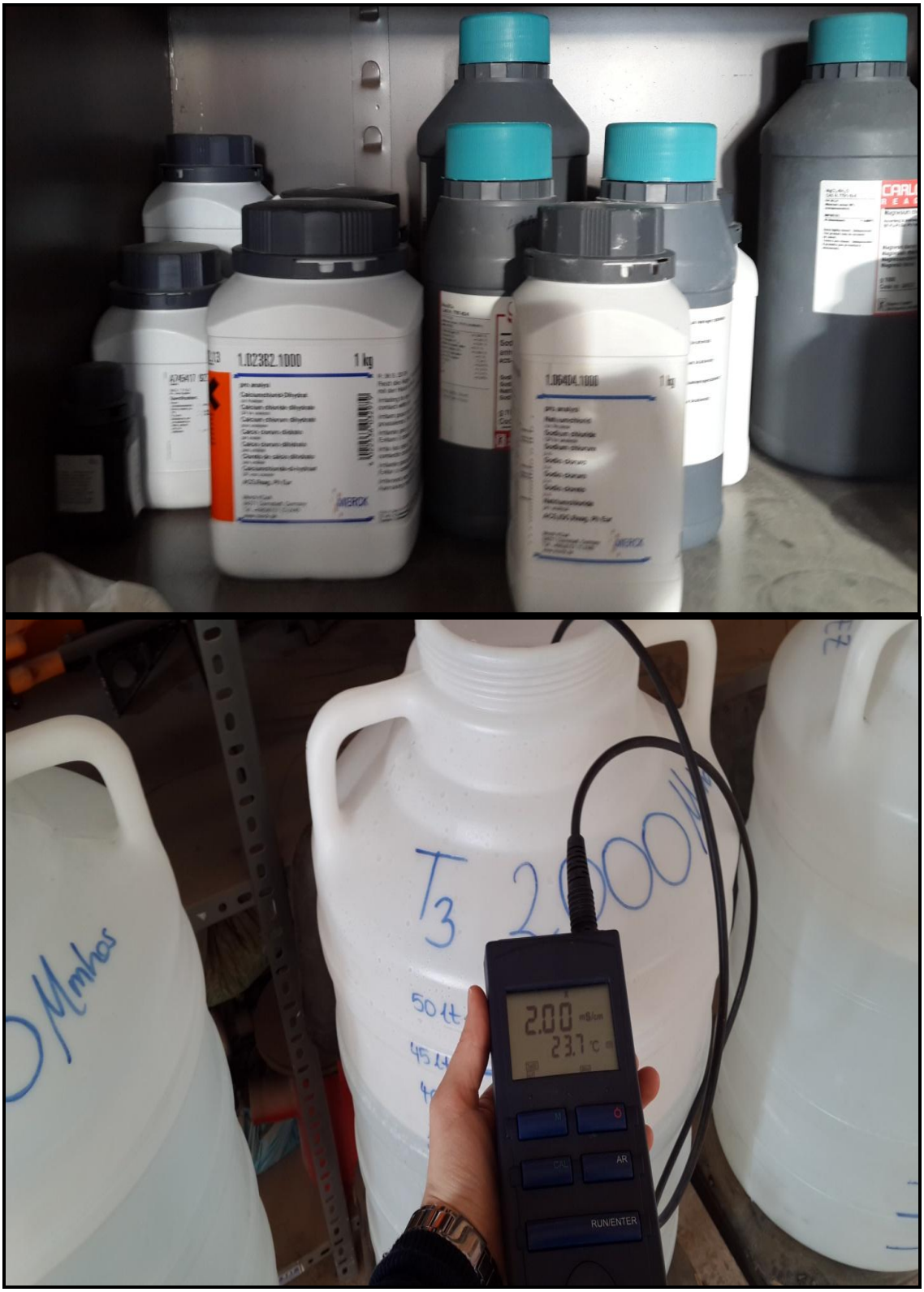
Araştırma 16.11.2013'de başlayıp 19.03.2014'de sona ermiştir. Aradan geçen 135 günlük zaman içerisinde kapillarite ile tuzlu taban sularından tuz taşınımı gerçekleşmiştir. Araştırma süresi sonunda, 4 farklı tuzluluk düzeyindeki taban suyunun oluşturduğu kolonlardan taban suyu seviyesi sıfır (0) kabul edilerek, aşağıdan yukarıya doğru; bütün kolonlardan 0-40, 40-80, 80-120, 120-160 ve 160-200 olmak üzere her kolondan 5 adet olmak üzere toplamda 180 adet toprak örnekleri alınarak; % nem değerlerine bakılmış ve EC, pH, anyon, katyon analizleri yapılmıştır.

3.2.2.2. Taban suyu özellikleri

Araştırmada 3 farklı tekstürde (A: kumlu-tın, B: killi-tın, C: tın) topraklar ve 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban suları kullanılmıştır. Bu sular; EC; 0,339 dS/m (T_1), 1 dS/m (T_2), 2 dS/m (T_3) ve 5 dS/m (T_4) olan taban sularıdır.

Taban sularının hazırlanmasında NaCl, $NaHCO_3$, Na_2SO_4, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$ ve KCl olmak üzere 7 adet tuz kullanılmasına karar verilmiş ve bu tuzlar satın alınmıştır. Çizelge 3.6'da kullanılan tuzlar ve taban sularının hazırlanmasında hesaplanan miktarları yer almaktadır.

Hesaplamalar yapılıp tuzlu sular hazırlandıktan sonra EC metre ile okumaları yapılıp istenilen tuzluluğu bulup bulmadığı kontrol edilmiştir (Şekil 3.10). Gerektiği durumlarda gerekli düzeltmeler yapılmıştır.



Şekil 3.10. Taban sularının oluşturulmasında kullanılan tuzlar ve EC metreyle tuzlu suların kontrolü

Çizelge 3.5. Deneme öncesi topraklarına ait bazı özellikler

Sınıf	%Kil	%Kum	%Silt	Bünye	pH	EC (dS/m)	Hacim ağırlığı (g/cm^3)	Kireç (%)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)
A	29,6	55	15,4	Kumlu-tın	7,33	1,114	1,49	42,4	21,16	10,21
B	49,6	27	23,4	Killi-tın	7,34	1,165	1,23	15,7	31,95	16,08
C	31,6	37	31,4	Tın	7,60	0,356	1,40	20,4	26,97	7,73

X: Tarla Kapasitesi ve Solma Noktası değerleri üç değerin ortalaması olarak verilmiştir.

Çizelge 3.6. Taban sularının hazırlanmasında kullanılan tuzlar ve miktarları

Tuz Çeşidi	Ekivalan Ağırlık (me/l)	1 dS/m T2 Grubu			2 dS/m T3 Grubu			5 dS/m T4 Grubu		
		Katsayı (me/l)	Tuz Miktarı (mg/l)	Tuz Miktarı (mg/ 50 l)	Katsayı (me/l)	Tuz Miktarı (mg/l)	Tuz Miktarı (mg/ 50 l)	Katsayı (me/l)	Tuz Miktarı (mg/l)	Tuz Miktarı (mg/ 50 l)
NaCl	58,46	2	0,06	2,92	4	0,18	8,7	8	0,42	21,05
$NaHCO_3$	84,01	2	0,08	4,20	3	0,18	9,45	8	0,60	30,24
Na_2SO_4	94,03	2	0,09	4,70	3	0,21	10,58	8	0,68	33,85
$CaCl_2$	90,96	1	0,04	2,27	3	0,20	10,23	7	0,57	28,65
$MgCl_2$	83,08	1	0,04	2,08	2	0,12	6,23	7	0,52	26,15
$MgSO_4$	60,19	1	0,03	1,50	2	0,09	4,51	6	0,33	16,25
KCl	74,56	1	0,03	1,86	3	0,17	8,38	6	0,40	20,13

3.2.3. Toprak örneklerinde uygulanan analiz metodları

Tekstür Analizi: Bouyoucos tarafından geliştirilen hidrometre yöntemine göre yapılmıştır.

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

Hacim ağırlığı: Bozulmamış toprak örneklerinde ABD tuzluluk laboratuarı 38 nolu metoda göre yapılmıştır (Richards, 1954).

Tarla Kapasitesi: Suyla doldurulmuş toprağın 1/3 atm basınç altında yerçekimi etkisi ile uzaklaştıktan sonra kalan kısmının gravimetrik olarak hesaplanması ile belirlenmiştir.

Solma Noktası: Suyla doldurulmuş toprağın 15 atm basınç altında yerçekimi etkisi ile uzaklaştıktan sonra kalan kısmının gravimetrik olarak hesaplanması ile belirlenmiştir.

% Nem: Toprak örneği sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduğunda, kuru ağırlığının %'si olarak ifade edilmiştir (Richards, 1954).

pH: Cam elektrotlu dijital göstergeli pH metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

EC: Saturasyon ekstratının elektriksel iletkenliği olarak ABD tuzluluk laboratuarı metod 4a'ya göre yapılmıştır (Richards 1954).

KDK: Toprağın sodyumla doyurulmasından sonra amonyum asetat ile ekstrate edilebilir sodyum miktarının ICP aletinde belirlenmesi suretiyle tayin edilmiştir.

Değişebilir Sodyum: Toprağın belirli pH derecesinden (pH:7) amonyum asetat ile doyurulması sonucu elde edilen ekstratta sodyum iyonunun ICP aletinde ölçümü ile tayin edilmiştir.

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

Suda çözünebilir iyonlar: Suda çözünebilir katyonlar saturasyon ekstratında ICP aletinde okuma ile belirlenmiştir. Suda çözünebilir anyonlar ise ABD tuzluluk laboratuarınca belirtilen esaslara göre olmak üzere $CO_3^{=}$, 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 (Richards, 1954).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Üç farklı tekstür ve dört farklı tuz konsantrasyonunda oluşturulan taban sularından toprak profilinde aşağıdan yukarıya doğru kapillar tuz taşınımının tesbiti amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar 3 tekerrür ortalaması olarak verilmiş ve farklı tekstürdeki toprak durumuna göre ayrı ayrı incelenmiştir.

4.1. A (Kumlu-tın) Toprak Tekstüründe, Taban Suyundan Yukarıya Doğru Olan Derinliklerde Meydana Gelen % Nem Değişiklikleri

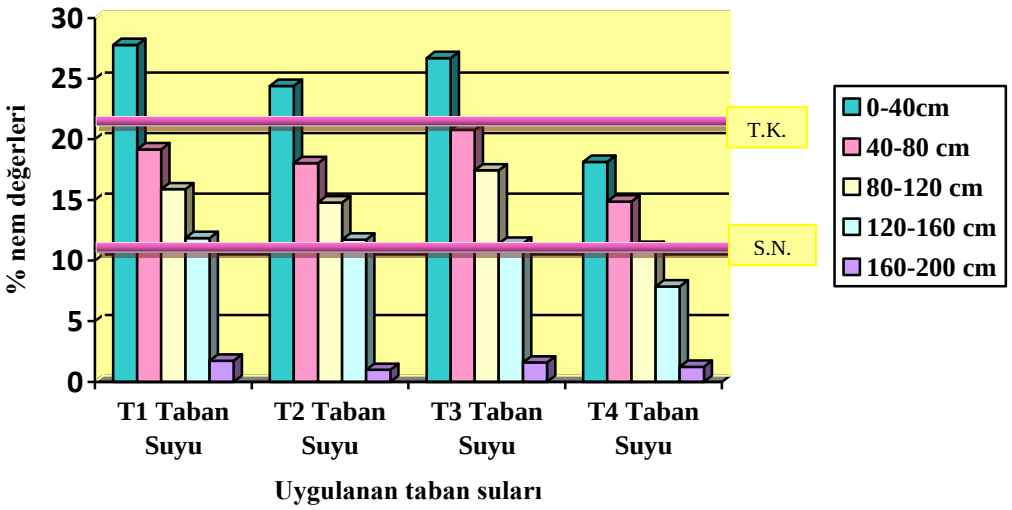
2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından, deneme sonunda, toprak profilinde aşağıdan yukarıya doğru meydana gelen % nem değişiklikleri farklı toprak derinlikleri dikkate alınarak Çizelge 4.1 ‘de verilmiştir.

Çizelge 4.1. A (Kumlu-tın) tekstüründe 2 m derinlikte meydana gelen % nem değişiklikleri

TABAN SUYU KALİTESİ	Taban Suyundan Yukarıya Doğru Toprak Katı (cm)	% Nem	Deneme Öncesi T.K.	Deneme Öncesi S.N.
T1 EC=0,339 dS/m	0-40	27,79	21,16	10,21
	40-80	19,17		
	80-120	15,89		
	120-160	11,86		
	160-200	1,74		
T_2 EC=1 dS/m	0-40	24,41	21,16	10,21
	40-80	18,04		
	80-120	14,79		
	120-160	11,73		
	160-200	0,99		
T_3 EC=2 dS/m	0-40	26,70	21,16	10,21
	40-80	20,77		
	80-120	17,45		
	120-160	11,40		
	160-200	1,59		
T_4 EC=5 dS/m	0-40	18,15	21,16	10,21
	40-80	14,87		
	80-120	11,04		
	120-160	7,87		
	160-200	1,24		

Çizelge 4.1’den görüleceği gibi A sınıfı yani kumlu-tın toprak tekstüründe, % nem değerleri % 27,79-% 0,99 arasında değişmektedir. Taban suları ile temasından dolayı en fazla nemin tesbit edildiği katman, bütün taban sularında 0-40 cm aralığı olmuştur. 0-40 cm aralığında nem % 27,79-% 18,15 arasında değişiklik göstermiştir. 40-80 cm aralığında % 20,77-% 14,87; 80-120 cm aralığında % 17,45-% 11,04;

120-160 cm aralığında % 11,86-% 7,87 ve son katman olan 160-200 cm aralığında ise % nem % 1,74- % 0,99 aralığında değişmiştir. Taban suyu tuz konsantrasyonu arttıkça (T_1'den T_4'e doğru), A (kumlu-tın) tekstüründe taban suyundan yukarıya doğru su taşınımı azalmaktadır. Bu durum şekil 4.1'de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1. A (kumlu-tın) toprak tekstüründe meydana gelen % nem değişiklikleri

Şekil 4.1'de görüleceği gibi, kapillarite ile taşınan nem aşağıdan yukarıya doğru azalmaktadır. Bunun nedeni ise; alt katmanların taban suyuna daha yakın olmasıdır. Ayrıca, toprak tekstürünün kumlu-tın olması, su tutma ve su iletim kapasitesinin de düşük olacağı anlamına gelmektedir. Zira, üst katmanlara doğru % nem miktarının giderek azalması bunun bir sonucudur.

Deneme, tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende yapıldığından dolayı, taban suyu kalitesi ile toprak derinlikleri arasında meydana gelen % nem değişikliklerinin istatistiksel olarak da değerlendirmesi yapılmış; göre taban suyu kaliteleri arasındaki % nem farkı ile toprak derinlikleri arasındaki % nem farkı 0,01'e göre önemli bulunmuştur. Hangi iki grup ortalaması arasında fark olup olmadığı Duncan testiyle Minitab programıyla belirlenmiştir. Toprak derinlikleri*taban suyu kalitesi arasındaki interaksiyon ise; önemsiz çıkmıştır. Çizelge 4.2'de A (kumlu-tın) toprak tekstüründeki % nem önem seviyeleri ve gruplandırmaları gösterilmektedir.

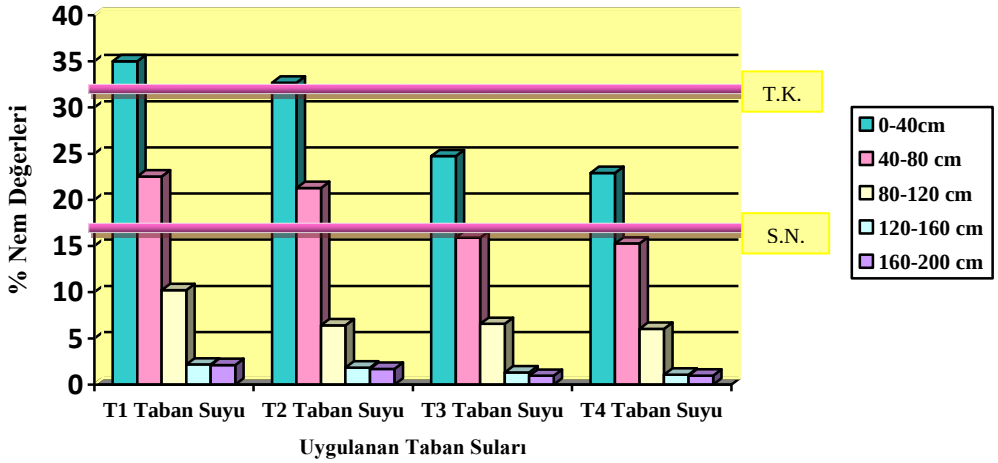
4.2. B (Killi-tın) Toprak Tekstüründe, Taban Suyundan Yukarıya Doğru Olan Derinliklerde Meydana gelen % Nem Değişiklikleri

2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından toprak profilinde aşağıdan yukarıya doğru meydana gelen % nem değişiklikleri farklı toprak derinlikleri dikkate alınarak Çizelge 4.3 ‘de verilmiştir.

Çizelge 4.3. B (killi-tın) tekstüründe 2 m derinlikte meydana gelen % nem değişiklikleri

TABAN SUYU KALİTESİ	Taban Suyundan Yukarıya Doğru Toprak Katı (cm)	% Nem	Deneme Öncesi T.K.	Deneme Öncesi S.N.
T1 EC=0,339 dS/m	0-40	35,02	31,95	16,08
	40-80	22,52		
	80-120	10,22		
	120-160	2,17		
	160-200	2,13		
T_2 EC=1 dS/m	0-40	32,69	31,95	16,08
	40-80	21,28		
	80-120	6,42		
	120-160	1,83		
	160-200	1,71		
T_3 EC=2 dS/m	0-40	24,73	31,95	16,08
	40-80	15,90		
	80-120	6,57		
	120-160	1,33		
	160-200	0,96		
T_4 EC=5 dS/m	0-40	22,92	31,95	16,08
	40-80	15,27		
	80-120	6,02		
	120-160	1,08		
	160-200	0,98		

Çizelge 4.3’den görüleceği gibi B sınıfı yani killi tın toprak tekstüründe, % nem değerleri % 35,02-% 0,96 arasında değişmektedir. Taban suları ile temasından dolayı en fazla nemin tesbit edildiği katman, bütün taban sularında 0-40 cm aralığı olmuştur 0-40 cm aralığında nem % 35,02-% 22,92 arasında değişiklik göstermiştir. 40-80 cm aralığında % 22,52-% 15,27; 80-120 cm aralığında % 10,22-6,02; 120-160 cm aralığında % 2,17- % 1,08 ve son katman olan 160-200 cm aralığında ise % nem % 2,13-% 0,96 aralığında değişmiştir. Şekil 4.2’de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.2. B (killi-tın) tekstüründe meydana gelen % nem değişiklikleri

Şekil 4.2'de görüleceği gibi, kapillarite ile taşınan nem, aşağıdan yukarıya doğru azalmaktadır. Bunun nedeni yine alt katmanların taban suyuna daha yakın olmasıdır. Ayrıca; % nem değerleri incelendiğinde, bu katmanda tutulan nem değerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Zira bunun sebebi; toprak tekstüründe kil oranının artmış olması ve kilin yapısal özelliklerinden dolayı daha fazla su tutmasıdır. 4 farklı uygulamada da taban suyu tuz konsantrasyonu arttıkça profilde aşağıdan yukarıya doğru nem taşınımı da azalmıştır. En az nem taşınımı T_4 uygulamasında olmuştur.

Aynı şekilde B (killi-tın) toprak tekstürü içinde varyans analizi yapılmış; taban suyu kaliteleri arasındaki % nem farkı ile toprak derinlikleri arasındaki % nem farkı 0,01'e göre önemli bulunmuştur. Hangi iki grup ortalaması arasında fark olup olmadığı Duncan testiyle belirlenmiş ve gruplandırılmıştır. Toprak derinlikleri*taban suyu kalitesi arasındaki interaksiyon ise; önemsiz çıkmıştır. Çizelge 4.4'de B (killi-tın) toprak tekstüründeki % nem önem seviyeleri ve gruplandırmaları gösterilmiştir.

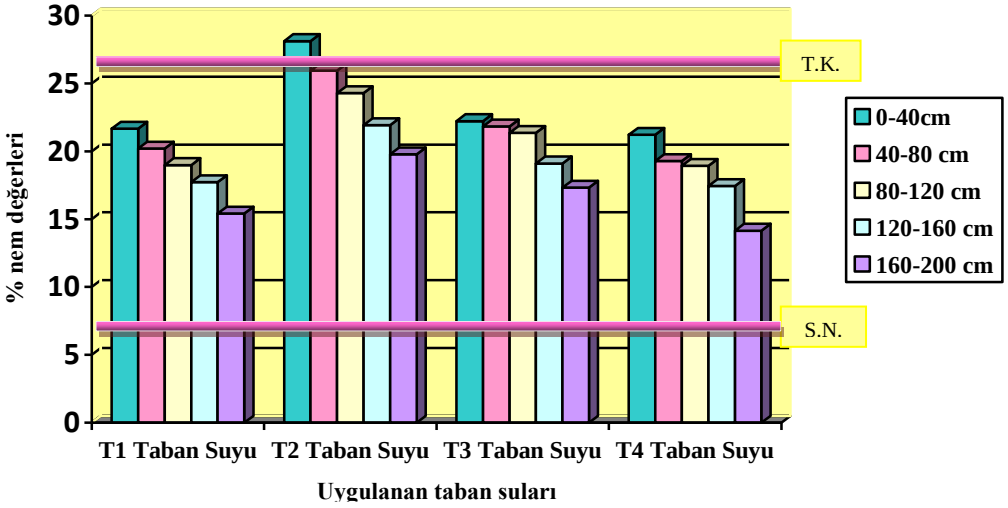
4.3. C (Tınlı) Toprak Tekstüründe, Taban suyundan Yukarıya Doğru Olan Derinliklerde Meydana Gelen % Nem Değişiklikleri

2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından toprak profilinde aşağıdan yukarıya doğru meydana gelen % nem değişiklikleri farklı toprak derinlikleri dikkate alınarak Çizelge 4.5 'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. C (tınlı) tekstüründe 2 m derinlikte meydana gelen % nem değişiklikleri

TABAN SUYU KALİTESİ	Taban Suyundan Yukarıya Doğru Toprak Katı (cm)	% Nem	Deneme Öncesi T.K.	Deneme Öncesi S.N.
T1 EC=0,339 dS/m	0-40	21,67	26,97	7,73
	40-80	20,21		
	80-120	18,99		
	120-160	17,73		
	160-200	15,42		
T_2 EC=1 dS/m	0-40	28,13	26,97	7,73
	40-80	25,94		
	80-120	24,29		
	120-160	21,93		
	160-200	19,78		
T_3 EC=2 dS/m	0-40	22,23	26,97	7,73
	40-80	21,83		
	80-120	21,36		
	120-160	19,11		
	160-200	17,33		
T_4 EC=5 dS/m	0-40	21,22	26,97	7,73
	40-80	19,29		
	80-120	18,93		
	120-160	17,45		
	160-200	14,15		

Çizelge 4.5'den görüleceği gibi C sınıfı yani tınlı toprak tekstüründe, % nem değerleri % 28,13-% 14,15 arasında değişmektedir. Taban suları ile temasından dolayı en fazla nemin tesbit edildiği katman, bütün taban sularında 0-40 cm aralığı olmuştur. 0-40 cm aralığında nem % 28,13-% 21,22 arasında değişiklik göstermiştir. 40-80 cm aralığında % 25,94-% 19,29; 80-120 cm aralığında % 24,29-% 18,93; 120-160 cm aralığında % 21,93-% 17,45 ve son katman olan 160-200 cm aralığında ise % nem % 19,78-% 14,15 aralığında değişmiştir. Bu toprak tekstüründe de 4 farklı taban suyu kalitesindeki uygulamalarda, tuz konsantrasyonu arttıkça (T_2'den T_4'e doğru), taban suyundan yukarıya doğru su taşınımı da azalmıştır.



Şekil 4.3. C (tın) tekstüründe meydana gelen % nem değişiklikleri

Şekil 4.3'de görüleceği gibi % nem değerleri aşağıdan yukarıya doğru nispeten azalmıştır. Ancak A ve B toprak tekstür şartlarına göre bu azalma en az olmuştur. Bunun sebebi ise; toprak tekstürünün tınlı olmasındandır. Zira, tınlı topraklar da su iletimi daha dengeli ve homojendir.

3 toprak tekstüründe % nem değerleri dikkate alındığında, bitki yetiştiriciliği açısından en ideal toprağın C konusundaki tınlı toprağın olduğunu söylemek mümkündür.

A ve B toprak tekstüründe olduğu gibi; C (tınlı) toprak tekstürü içinde istatistiksel analiz yapılmış ve taban suyu kaliteleri arasındaki % nem farkı ile toprak derinlikleri arasındaki % nem farkı 0,01'e göre önemli bulunmuştur. Hangi iki grup ortalaması arasında fark olup olmadığı Duncan testiyle belirlenmiş ve gruplandırılmıştır. Yapılan hesaplamalar çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.1, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.5'de görüldüğü üzere; tüm uygulamalarda, farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bunun sebebi olarak; farklı tekstürdeki deneme topraklarının kullanılması gösterilebilinir. Yapısal özelliklerinden dolayı; her bir tekstürün sahip olduğu % nem değerleri farklılık göstermiştir. İstatistiksel olarak; bütün uygulamalar için taban suyu kaliteleri*toprak derinlikleri arasındaki interaksiyon 0,01'e göre önemsiz çıkmıştır. Önemsiz çıktığı için de, interaksiyonlar arasındaki gruplandırılmaları yapılmamıştır.

Çizelge 4.2. A (kumlu-tın) toprak tekstüründeki % nem değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	27,790±0,913	19,170±0,508	15,890±0,538	11,863±0,581	1,737±0,203	15,29±2,334^{A}
T_2-1	24,413±0,664	18,037±1,094	14,787±0,533	11,727±0,811	0,993±0,158	13,99±2,140^{A}
T_3-2	26,703±0,987	20,773±0,137	17,450±0,755	11,397±0,336	1,590±0,250	15,58±2,334^{A}
T_4-5	18,153±0,448	14,873±0,593	11,043±0,047	7,870±0,345	1,243±0,172	10,64±1,586^{B}
GENEL	24,265±1,309^{A}	18,213±0,869^{B}	14,793±0,846^{C}	10,714±0,686^{D}	1,391±0,910^{E}	13,88±1,064

Çizelge 4.4. B (killi-tın) toprak tekstüründeki % nem değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

Muameleler Taban suyukalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	35,017±0,913	22,517±0,508	10,223±0,538	2,170±0,581	2,133±0,203	14,412±2,334^{A}
T_2-1	32,690±0,664	21,280±1,094	6,420±0,533	1,833±0,811	1,707±0,158	12,786±2,140^{AB}
T_3-2	24,727±0,987	15,903±0,137	6,573±0,755	1,333±0,336	0,963±0,250	9,900±2,334^{BC}
T_4-5	22,920±0,448	15,270±0,593	6,020±0,047	0,977±0,345	1,083±0,172	9,254±1,586^{C}
GENEL	28,838±2,164^{A}	18,743±1,175^{B}	7,309±0,885^{C}	1,578±0,206^{D}	1,472±0,208^{D}	11,588±1,480

Çizelge 4.6. C (tınlı) toprak tekstüründeki % nem değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

Muameleler Taban suyukalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	21,673±2,833	20,213±3,058	18,993±2,806	17,733±2,201	15,417±1,673	18,806±1,125^{B}
T_2-1	28,127±1,145	25,937±0,333	24,293±0,268	21,933±0,525	19,777±0,366	24,013±0,817^{A}
T_3-2	22,227±1,782	21,833±2,512	21,363±2,186	19,113±2,742	17,330±2,383	20,373±1,017^{B}
T_4-5	21,223±1,068	19,287±1,733	18,927±0,633	17,447±0,630	14,147±0,915	18,206±0,750^{B}
GENEL	23,313±1,155^{A}	21,817±1,201^{AB}	20,894±1,017^{AB}	19,057±0,938^{BC}	16,668±0,916^{C}	20,35±0,544

4.4. A (Kumlu-tın) Toprak Tekstüründe Taban Suyundan Kapillarite ile Tuz Taşınımı

2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından toprak profilinde aşağıdan yukarıya doğru meydana gelen tuz taşınımı ve pH değişiklikleri farklı toprak derinlikleri dikkate alınarak Çizelge 4.7'de verilmiştir.

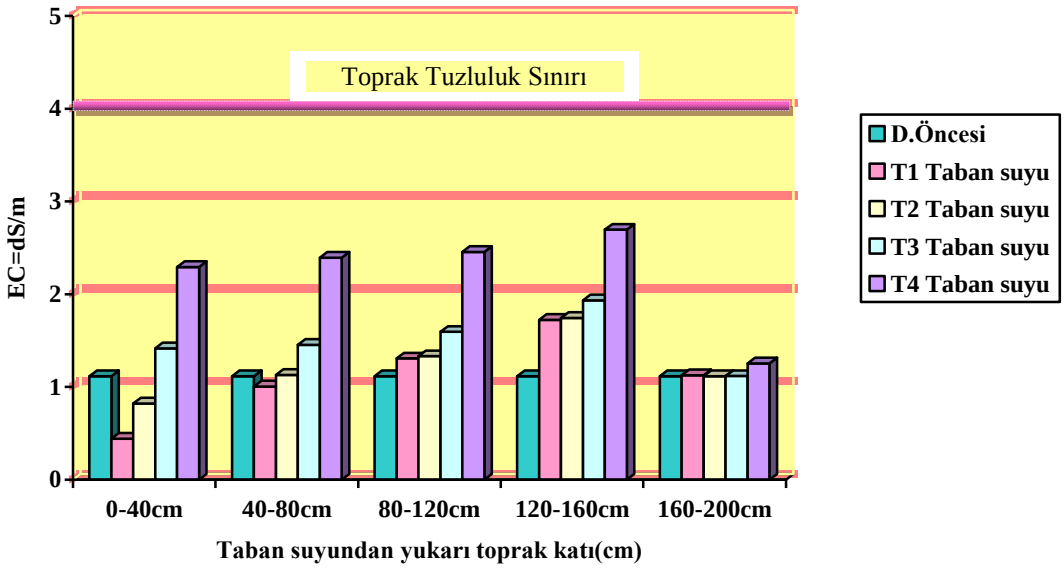
Çizelge 4.7. A (kumlu-tın) tekstüründeki taban suyu uygulamasında toprak tuz değişimleri

TABAN SUYU KALİTESİ	Taban Suyundan Yukarıya Doğru Toprak Katı (cm)	Saturasyon Ekstraktında pH	Saturasyon Ekstraktında EC dS/m	Deneme öncesine göre % Azalış	Deneme Öncesine Göre % Artış
T1 EC=0,339 dS/m	0-40	7,88	0,812	27	-
	40-80	7,80	1,004	10	-
	80-120	7,79	1,306	-	17
	120-160	7,81	1,723	-	55
	160-200	7,85	1,126	-	1
T2 EC=1 dS/m	0-40	7,98	1,080	3	-
	40-80	7,84	1,128	-	1
	80-120	7,75	1,331	-	19
	120-160	7,81	1,743	-	56
	160-200	7,87	1,114	-	-
T3 EC=2 dS/m	0-40	7,79	1,415	-	27
	40-80	7,70	1,454	-	30
	80-120	7,63	1,593	-	43
	120-160	7,70	1,934	-	74
	160-200	7,83	1,116	-	0,2
T4 EC=5 dS/m	0-40	7,81	2,294	-	106
	40-80	7,71	2,394	-	115
	80-120	7,66	2,456	-	120
	120-160	7,70	2,695	-	142
	160-200	7,80	1,252	-	12

X: Deneme öncesi toprakta; EC=1,114 dS/m, pH=7,33
XX: Çalışmada toprak derinlikleri taban suyundan yukarıya doğru alınmıştır.

2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı (T_1, T_2, T_3, T_4) tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından, T_1 ve T_2 uygulamalarında tuz konsantrasyonlarının 0-40 cm ve 40-80 cm aralığında azaldığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise; toprak tuzluluğunun uygulanan taban suyu tuz konsantrasyonundan büyük olmasından (1,114 dS/m > 0,339-1 dS/m) kaynaklanmaktadır. Genel olarak aşağıdan yukarıya doğru tuz artışı olmakla birlikte, bütün uygulamalarda en fazla tuz hareketi **120-160** cm aralığında gerçekleşmiştir. Üst katmanlara doğru tuz taşınımının fazla olmasının sebebi ise; kapillarite ile yükselen su ve içerisindeki erimiş tuzların, üst katmanlarda suyun buharlaşmasıyla tuzları toprağa bırakmasından kaynaklanmaktadır. Taban suyundan

yukarı doğru çıkıldıkça 0-40, 40-80, 80-120, 120-160 ve 160-200 cm katmanlarındaki tuz değişimlerinin deneme öncesine göre değişimleri Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4.A tekstürde oluşan kapillar tuz taşınımı

Şekil 4.4'de görüldüğü üzere; 2 m seviyede oluşturulan T_1, T_2, T_3, T_4 konsantrasyonlardaki taban sularından kapillarite ile tuz taşınımlarının en fazla olduğu derinlik 120-160 cm arasındaki katmandır. Bu katmanda toprağın tuz konsantrasyonu, tüm taban suyu sınıflarında 1,723-2,695 dS/m aralığında değişmiştir. 4 aylık deneme süresi sonunda, toprak tuzluluğumuz 1,114 dS/m'den 2,695 dS/m'ye yükselmiştir. Bu değerler dikkate alındığında toprak tuzluluk sınırı olan 4 dS/m tuz konsantrasyonundan az olması bu toprakların 4 aylık süreçte tuzlulaşmadığı ve bitki yetiştiriciliği açısından sıkıntı yaratmadığı, ancak taban suyunu uzun süreler bu tuzlulukta kalması sonucunda topraktaki tuzlulaşmanın artabileceği dikkate alınmalıdır.

Ayni şekilde; A (kumlu-tın) toprak tekstüründe meydana gelen EC değişimlerinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı Minitab paket programı ile belirlenmiştir. Taban suyu farklılıklarında meydana gelen EC değişimi ve toprak derinlikleri arasındaki farklılıklara göre meydana gelen EC değişimi 0,01'e göre önemli bulunmuştur. Yine aynı şekilde; taban suyu kalitesi*toprak derinlikleri arasındaki interaksiyon da, 0,01'e göre önemli bulunmuş ve Duncan testiyle gruplandırmaları yapılmıştır. Çizelge 4.8'de varyans analiz tablosu ve gruplandırmalar gösterilmiştir.

Çizelge 4.8'de görüldüğü üzere; taban suyu kaliteleri arasındaki farkın EC açısından önemli olmasından dolayı buradaki gruplandırma işlemi yapılmış ve T_4 uygulaması için A harfi verilerek en önemli taban suyu olduğu ifade edilmiştir. Daha

sonra aynı işlem; toprak derinlikleri arasındaki farkın EC değişimi açısından önemli olmasından dolayı buradaki gruplandırma yapılmış ve **120-160cm** katmanında meydana gelen değişikliğin önemini belirlemek için A harfi verilmiştir. Son olarak; toprak derinliği*taban suyu kaliteleri arasındaki farkın EC açısından önemli olduğu da belirlendikten sonra aynı buradaki gruplandırma işlemide yapılmıştır. Şekil 4.4'de de bu durum açıkça görülmektedir.

4.5. B (Killi-tın) Toprak Tekstüründe, Taban Suyundan Kapillarite ile Tuz Taşınımı

2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından toprak profilinde aşağıdan yukarıya doğru meydana gelen tuz taşınımı ve pH değişiklikleri farklı toprak derinlikleri dikkate alınarak Çizelge 4.9'de verilmiştir.

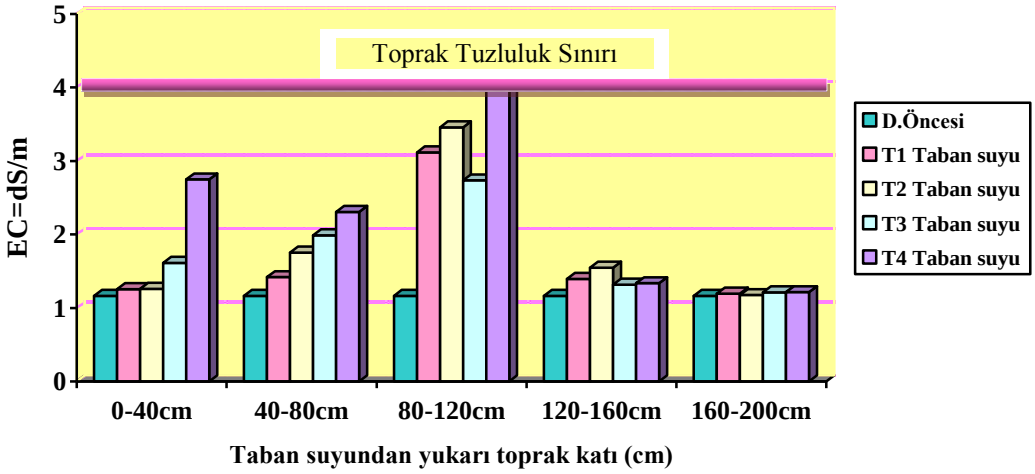
Çizelge 4.9. B (Killi-tın) tekstüründeki taban suyu uygulamasında toprak tuz değişimleri

TABAN SUYU KALİTESİ	Taban Suyundan Yukarıya Doğru Toprak Katı (cm)	Saturasyon Ekstraktında pH	Saturasyon Ekstraktında EC dS/m	Deneme Öncesine Göre %Artış
T1 EC=0,339 dS/m	0-40	7,63	1,256	8
	40-80	7,51	1,419	22
	80-120	7,59	3,116	167
	120-160	7,64	1,394	20
	160-200	7,61	1,196	3
T2 EC=1 dS/m	0-40	7,42	1,260	8
	40-80	7,60	1,754	51
	80-120	7,32	3,458	197
	120-160	7,44	1,547	33
	160-200	7,46	1,175	0,9
T3 EC=2 dS/m	0-40	7,54	1,612	38
	40-80	7,49	1,987	71
	80-120	7,40	2,736	135
	120-160	7,38	1,317	13
	160-200	7,59	1,211	4
T4 EC=5 dS/m	0-40	7,63	2,866	146
	40-80	7,53	2,426	108
	80-120	7,40	3,970	241
	120-160	7,55	1,336	15
	160-200	7,58	1,215	4

X: Deneme öncesi toprakta; EC=1,165 dS/m, pH=7,34
XX: Çalışmada toprak derinlikleri taban suyundan yukarıya doğru alınmıştır.

2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı (T_1, T_2, T_3, T_4) tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından, aşağıdan yukarıya doğru tuz artışı olmakla birlikte, bütün

uygulamalarda en fazla tuz hareketi **80-120** cm aralığında gerçekleşmiştir. Taban suyundan yukarı doğru çıkıldıkça 0-40, 40-80, 80-120, 120-160 ve 160-200 cm katmanlarındaki tuz değişimlerinin deneme öncesine göre değişimleri Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. B toprak tekstüründe kapillar tuz taşınımı

Şekil 4.5'de görüleceği gibi her 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban suyu uygulamalarında en yüksek artışlar **80-120** cm arasında görülmüştür. Bu katmanda T_4 uygulamasında toprak tuzluluğunun, 4 aylık süreçte tuzluluk sınırı olan 4 dS/m'ye yaklaştığı görülmektedir. Bu yüzden, bu katmanda uzun süreli etkilenme ile tuzluluğun oluşması mümkündür.

Çizelge 4.10'da Minitab paket programı doğrultusunda elde edilen veriler gösterilmiştir. B (killi-tın) toprak tekstürü uygulamasında, toprak derinlikleri arasındaki farklılıklara göre meydana gelen EC değişimi, taban suyu kaliteleri arasındaki farklılıklara göre meydana gelen EC değişimi ve toprak derinlikleri*taban suyu kalitesi arasındaki interaksiyon 0,01'e göre önemli çıkmıştır. Önemli çıkmasıyla birlikte; Duncan testi yapılmış ve gruplandırmaları oluşturulmuştur.

Şekil 4.5'de de açıkca görüldüğü gibi T_4 uygulaması olan 5 dS/m taban suyu uygulamasının 80-120 cm'lik katmanındaki EC değişimi en önemli bulunmuş olup, önem seviyesi A harfi ile harflendirilmiştir. Diğer uygulamalardaki gruplandırma ise; önem seviyelerine göre yapılmıştır.

4.6. C (Tınlı) Toprak Tekstüründe, Taban Suyundan Kapillarite ile Tuz Taşınımı

2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından toprak profilinde aşağıdan yukarıya doğru meydana gelen tuz taşınımı ve pH değişiklikleri farklı toprak derinlikleri dikkate alınarak Çizelge 4.11'da verilmiştir.

2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı (T_1, T_2, T_3, T_4) tuz konsantrasyonuna sahip taban suyundan aşağıdan yukarı doğru tuz hareketi en az 0-40 cm katmanında meydana gelirken en fazla (% 324-1040) **160-200** cm katmanında görülmüştür. Toprağın 0-40, 40-80, 80-120, 120-160 ve 160-200 cm katmanlarındaki tuz değişimleri Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

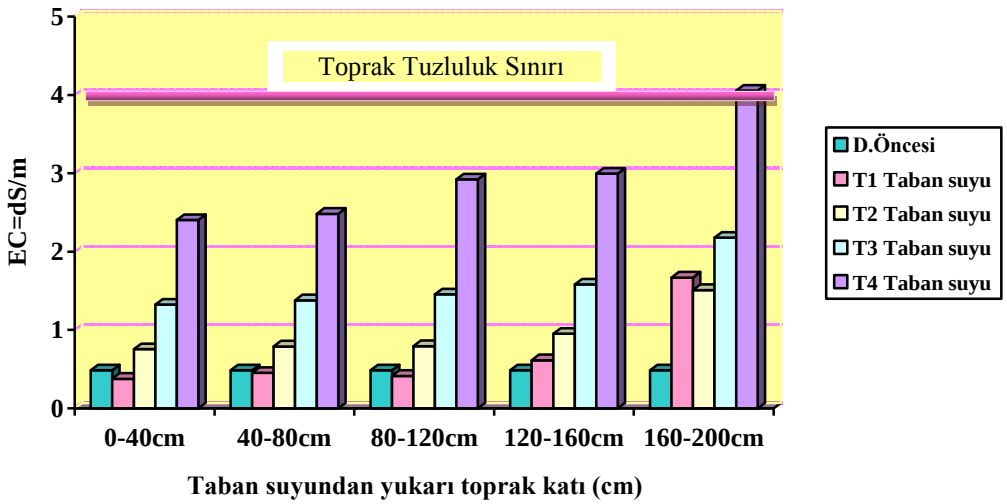
Çizelge 4.11. C (Tınlı) tekstüründeki taban suyu uygulamasında toprak tuz değişimleri

TABAN SUYU KALİTESİ	Taban Suyundan Yukarıya Doğru Toprak Katı (cm)	Saturasyon Ekstraktında pH	Saturasyon Ekstraktında EC dS/m	Deneme Öncesine Göre % artış
T1 EC=0,339 dS/m	0-40	7,58	0,378	6
	40-80	7,46	0,452	27
	80-120	7,52	0,414	16
	120-160	7,58	0,615	73
	160-200	7,52	1,670	369
T2 EC=1 dS/m	0-40	7,38	0,756	112
	40-80	7,54	0,790	122
	80-120	7,42	0,795	123
	120-160	7,47	0,952	167
	160-200	7,42	1,511	324
T3 EC=2 dS/m	0-40	7,44	1,325	272
	40-80	7,51	1,380	288
	80-120	7,47	1,456	309
	120-160	7,44	1,582	344
	160-200	7,65	2,180	512
T4 EC=5 dS/m	0-40	7,62	2,404	575
	40-80	7,49	2,484	598
	80-120	7,48	2,923	721
	120-160	7,53	2,997	742
	160-200	7,59	4,057	1040

X: Deneme öncesi toprakta; EC=0,356 dS/m, pH=7,60
XX: Çalışmada toprak derinlikleri taban suyundan yukarıya doğru alınmıştır.

Sonuç olarak; bu uygulamada 160-200 cm olan katmanlarda T_4 seviyesinde yani 5 dS/cm taban suyu uygulamasında, toprak tuzluluğu 4,057 dS/m olarak toprak tuzluluk sınırı olan 4 dS/m'nin üzerine çıkmıştır. Bu durumda; T_4 uygulamasında deneme öncesi 0,356 dS/m olan toprak tuzluluğu 4 aylık deneme sonunda tuzlu sınıfına girmiştir. C (tınlı) tekstürdeki topraklarda kapillar tuz taşınımı, diğer A (kumlu-tın) ve B (killi-tın)

tekstürdeki topraklara göre taban suyundan çok daha yukarı katmanlarda çıktığı söylenebilir.



Şekil 4.6. C (tın) toprak tekstüründe kapillar tuz taşınımı

A (kumlu-tın) ve B (killi-tın) toprak tekstüründe yapıldığı gibi; C (tınlı) toprak tekstürü uygulaması içinde, Minitab paket programı ile, meydana gelen EC değişimlerinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı belirlenmiştir. Taban suyu farklılıklarında meydana gelen EC değişimi ve toprak derinlikleri arasındaki farklılıklara göre meydana gelen EC değişimi 0,01'e göre önemli bulunmuş, fakat; taban suyu kalitesi*toprak derinlikleri arasındaki interaksiyon önemsiz bulunmuştur. Önemli bulunan faktörlerin gruplandırması Duncan testiyle yapılmıştır. Bu veriler çizelge 4.12'de yer almaktadır.

4.7. Üç Farklı Toprak Tekstüründe Kapillarite ile Meydana Gelen Tuz Taşınımı

Üç farklı toprak tekstüründe oluşturulan 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban suyu seviyelerinde, taban suyundan yukarı doğru en fazla tuz taşınımı, A (kumlu-tın) toprak tekstüründe 120-160 cm, B (killi-tın) toprak tekstüründe 80-120 cm ve C (tınlı) toprak tekstüründe 160-200 cm arasındaki katmanlarda görülmüştür. En az tuz artış oranı ise; A (kumlu-tın) uygulamasında 0-40cm ve 160-200 cm arasında, B (killi-tın) uygulamasında 160-200 cm ve C (tın) uygulamasında 0-40 cm katmanlarında meydana gelmiştir. Kapillar tuz taşınımının en fazla görüldüğü katmanlar tekstürleriyle birlikte şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 A (kumlu-tın) toprak tekstüründeki EC değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

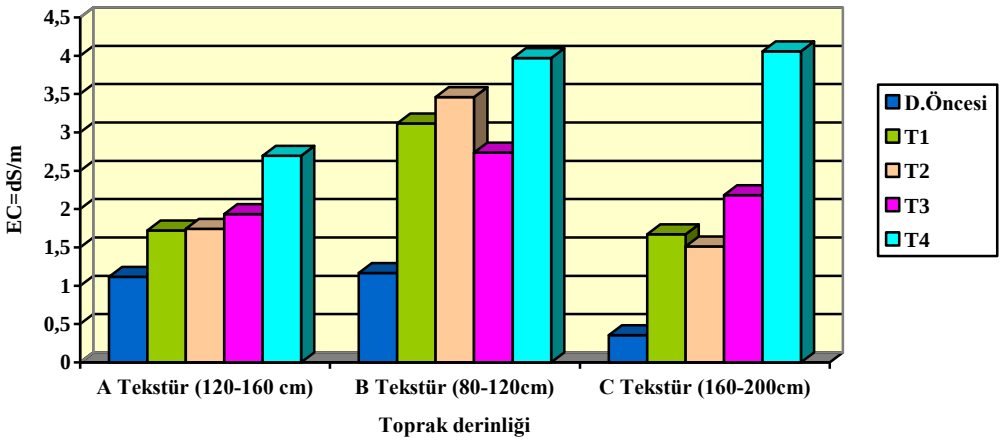
Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	812,4±1,080^{I}	1004,2±16,079^{HI}	1305,9±16,928^{FGH}	1723,1±25,935^{DE}	1125,7±0,329^{GHI}	1194,2±82,913^{C}
T_2-1	1079,6±1,611^{GHI}	1128,1±18,810^{GHI}	1331,0±24,872^{FGH}	1742,9±10,785^{DE}	1114,3±0,652^{GHI}	1279,2±66,520^{C}
T_3-2	1415,4±19,445^{EFG}	1453,7±10,381^{EFG}	1593,3±35,957^{DEF}	1933,6±19,792^{CD}	1115,6±1,080^{GHI}	1502,3±71,516^{B}
T_4-5	2293,7±49,646^{BC}	2393,6±11,541^{AB}	2455,9±9,757^{AB}	2695,0±260,096^{A}	1252,2±8,279^{FGH}	2218,1±141,132^{A}
GENEL	1400,3±168,721^{C}	1494,9±164,207^{C}	1671,5±141,073^{B}	2023,6±131,913^{A}	1151,9±17,592^{D}	1548±70,022

Çizelge 4.10. B (killi-tın) toprak tekstüründeki EC değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	1256,0±9,994^{GH}	1418,6±18,614^{FGH}	3115,7±11,865^{BC}	1394,1±3,048^{FGH}	1196,3±6,507^{H}	1676±193,696^{C}
T_2-1	1260,1±4,105^{GH}	1754,1±17,384^{EF}	3458,0±27,921^{B}	1546,8±18,504^{FGH}	1175,3±21,246^{G}	1839±223,391^{B}
T_3-2	1612,1±36,795^{EFG}	1987,3±219,803^{E}	2736,3±144,343^{CD}	1317,4±16,714^{GH}	1210,6±35,917^{H}	1773±154,354^{BC}
T_4-5	2866,0±25,657^{C}	2425,7±11,0,335^{D}	3969,7±14,440^{A}	1336,1±29,791^{GH}	1215,2±2,535^{H}	2363±272,911^{A}
GENEL	1400,3±199,590^{B}	1494,9±120,115^{B}	1671,5±140,409^{A}	2023,6±28,406^{C}	1151,9±10,170^{D}	1913±110,536

Çizelge 4.12. C toprak Tekstüründeki EC değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	377,7±9,994	451,9±18,614	414,4±11,865	615,4±3,048	1670,0±6,507	706±131,333^{D}
T_2-1	755,9±4,105	790,1±17,384	795,2±27,921	952,1±18,504	1511,2±21,246	961±75,776^{C}
T_3-2	1325,4±36,795	1380,0±219,803	1456,2±144,343	1581,8±16,714	2179,6±35,917	1585±83,329^{B}
T_4-5	2403,7±25,657	2483,7±11,0,335	2923,1±14,440	2996,6±29,791	4056,7±2,535	2973±187,416^{A}
GENEL	1216±230,836^{C}	1276±232,848^{BC}	1397±288,713^{BC}	1536±275,234^{B}	2354±330,969^{A}	1556±130,119



Şekil 4.7. Üç farklı tekstürde oluşan EC değişimleri

Şekil 4.7'de görüleceği gibi, tüm uygulamalarda toprak profilindeki tuz artışı deneme öncesine göre fazladır. Taban suyundaki tuz konsantrasyonu arttıkça taşınan tuz miktarları da artış göstermiştir. Bu artışlar taban suyu tuz konsantrasyonu artış oranına paralellik göstermemektedir. Şöyle ki; taban suyu tuz konsantrasyonu 0,339 dS/m'den (T_1) 5 dS/m'ye (T_4) çıkarken artış oranı yaklaşık 15 katı olmakla birlikte, kapillar tuz taşınımlarının artışları bu oranda olmamış hatta birbirlerine yakın düzeylerde çıkmıştır.

Tınlı toprakta kapillar tuz taşınımı taban suyundan en yüksek katmanda görülmüştür. Bu nedenle tınlı topraklarda dren derinlikleri, kumlu-tınlı ve killi-tınlı topraklara göre daha fazla alınmalıdır.

4.8. A (Kumlu-tın) Toprak Tekstüründe, Taban Suyu Seviyesinden Kapillarite ile İyon Taşınımı

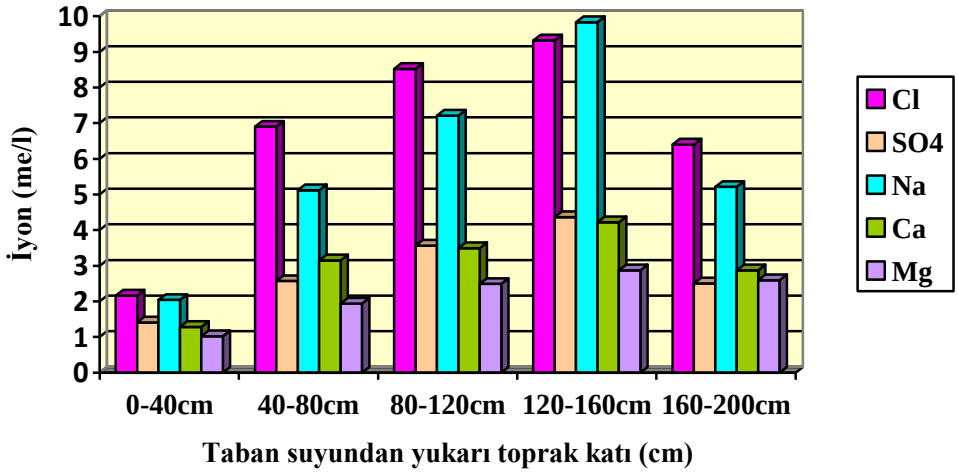
A toprak tekstüründe (kumlu tın), 2 m derinlikteki taban suyundan kapillar iyon taşınımının belirlenmesi amacıyla taban suyundan itibaren yukarı doğru 0-40, 40-80, 80-120, 120-160, 160-200 cm katmanlarından alınan toprak örneklerinin saturasyon ekstraklarındaki suda eriyebilir anyon-katyon analizleri ile değişebilir katyonlar, KDK ve DSY oranları çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. 2 m derinlikteki A tektüründeki toprakta taban suyu uygulamasındaki toprakların kimyasal özellikleri

Taban suyu kalitesi	Toprak katı (cm)	pH	EC dS/m	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR İYONLAR (Saturasyon Ekstratındaki)										Değişebilir Katyonlar (me/100g toprak)				KDK	DSY (%) (Na/KDK x100)
				Anyonlar (me/l)					Katyonlar (me/l)										
				$CO_3^=$	HCO_3^-	Cl^-	$SO_4^=$	Toplam	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Toplam	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}		
T_1 0,339 dS/m	0-40	7,88	0,812	-	0,77	2,16	1,41	4,34	2,04	0,07	1,28	1,02	4,41	0,92	0,48	7,85	2,83	12,08	7,60
	40-80	7,80	1,004	-	0,83	6,90	2,57	10,31	5,12	0,10	3,15	1,94	10,31	0,87	0,54	8,02	2,97	12,40	7,02
	80-120	7,79	1,306	-	1,21	8,52	3,56	13,29	7,21	0,10	3,49	2,49	13,29	1,24	0,49	8,04	2,97	12,75	9,73
	120-160	7,81	1,723	-	3,36	9,32	4,36	17,04	9,83	0,12	4,22	2,87	17,04	0,97	0,47	7,99	2,99	12,42	7,81
	160-200	7,85	1,126	-	1,86	6,40	2,50	10,76	5,21	0,09	2,87	2,59	10,76	1,28	0,57	8,08	3,00	12,93	9,89
T_2 1 dS/m	0-40	7,98	1,080	-	1,33	5,57	1,38	8,28	2,94	0,07	3,89	1,38	8,28	0,86	0,55	8,14	3,02	12,57	6,84
	40-80	7,84	1,128	-	1,39	7,81	2,25	11,22	5,82	0,07	3,42	2,14	11,45	0,83	0,53	8,11	2,99	12,46	6,66
	80-120	7,75	1,331	-	1,42	8,65	3,56	13,63	7,26	0,08	3,78	2,50	13,63	0,88	0,55	8,30	3,14	12,87	6,84
	120-160	7,81	1,743	-	2,59	10,86	4,38	17,83	10,29	0,10	4,43	3,01	17,83	0,96	0,53	8,06	3,06	12,62	7,61
	160-200	7,87	1,114	-	1,28	7,46	3,16	11,90	6,97	0,07	2,67	2,19	11,90	1,29	0,57	8,17	3,06	13,10	9,83
T_3 2 dS/m	0-40	7,79	1,415	-	1,45	10,66	1,48	13,59	6,98	0,12	4,36	2,13	13,59	0,67	0,68	8,07	3,02	12,44	5,38
	40-80	7,70	1,454	-	1,49	10,88	2,16	14,53	7,36	0,12	4,55	2,49	14,53	0,89	0,54	8,13	2,94	12,50	7,12
	80-120	7,63	1,593	-	1,85	11,71	2,88	16,44	8,93	0,10	4,67	2,75	16,44	0,63	0,57	8,28	3,07	12,55	5,02
	120-160	7,70	1,934	-	2,10	13,03	4,38	19,51	11,33	0,14	4,89	3,15	19,51	0,92	0,54	8,25	3,17	12,89	7,14
	160-200	7,83	1,116	-	0,99	8,05	2,93	11,96	6,73	0,09	3,03	2,11	11,96	0,94	0,62	8,43	3,22	13,21	7,11
T_4 5 dS/m	0-40	7,81	2,294	-	1,23	15,96	2,98	20,17	5,49	0,36	11,36	2,96	20,17	1,01	0,83	7,73	2,98	12,55	8,05
	40-80	7,71	2,394	-	1,22	16,87	3,83	21,92	7,32	0,13	11,56	2,91	21,92	1,27	0,50	8,21	3,07	13,05	9,73
	80-120	7,66	2,456	-	1,25	18,82	4,01	24,08	8,34	0,14	12,03	3,57	24,08	1,10	0,47	7,66	2,11	11,34	9,70
	120-160	7,70	2,695	-	1,29	19,88	6,29	27,46	10,75	0,12	13,01	3,58	27,46	1,21	0,50	8,34	3,17	13,22	9,16
	160-200	7,80	1,252	-	0,77	8,96	2,71	12,44	7,93	0,07	2,87	1,56	12,44	0,85	0,43	7,42	2,42	11,12	7,64

Çizelge 4.13'de tüm uygulamalar ele alınarak incelendiğinde; pH 7,66-7,98, EC değerlerinin 0,812-2,695 dS/m arasında değiştiği, suda çözünebilir iyonlar incelendiğinde hakim anyonun Cl, hakim katyonun Na olduğu görülmektedir. KDK değerlerinin 11,12-13,05 arasında, DSY'nin ise % 5,02-9,89 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.13'den görüleceği gibi T_1 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 0,77-3,36 me/l arasında, Cl^- oranları 2,16-19,88 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 1,38-6,29 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 2,04-11,33 me/l arasında, K^+ oranları 0,07-0,36 me/l arasında, Ca^{++} oranları 1,28-13,01 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,02-3,58 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.8'de grafik olarak da gösterilmiştir.



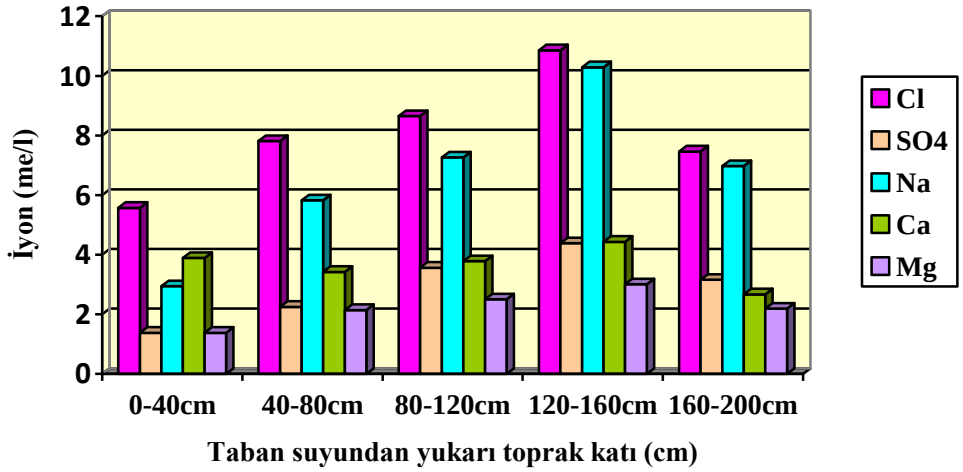
Şekil 4.8. A (kumlu-tın) tekstüründe T_1 uygulamasında (0,339 dS/m) kapillar iyon taşınımı

Şekil 4.8'den de görüleceği gibi bu uygulamada 120-160 cm katmanlarındaki iyon değerleri en yüksek düzeyde çıkmıştır. Bu da; EC değerlerinin de bu katmanda yüksek çıkması ile paralellik göstermiştir. Bu uygulama (EC=0,339 dS/m) için en fazla iyon taşınımı tüm katmanlar için sırası ile Cl, Na iyonları şeklindedir.

T_1 uygulamasında, tüm toprak katmanlarında değişebilir katyonlar kendi içerisinde birbirine çok yakın değerler almıştır. Bu da aynı özellikteki toprağın denemede kullanılmasıyla açıklanabilir. KDK değerleri 12,08-12,93 arasındadır. Bu uygulamada DSY (Na/KDK) değerleri %7,02-9,89 arasında değişirken hiçbir katmanda sodyumluluk tehlikesi oluşmamıştır.

Çizelge 4.13'den görüleceği gibi T_2 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 1,28-2,59 me/l arasında, Cl^- oranları 5,57-10,86 me/l

arasında, $SO_4^{=}$ oranları 1,38-4,38 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^{+} oranları 2,94-10,29 me/l arasında, K^{+} oranları 0,07-0,10 me/l arasında, Ca^{++} oranları 2,67-4,43 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,38-3,01 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.9'de grafik olarak da gösterilmiştir.



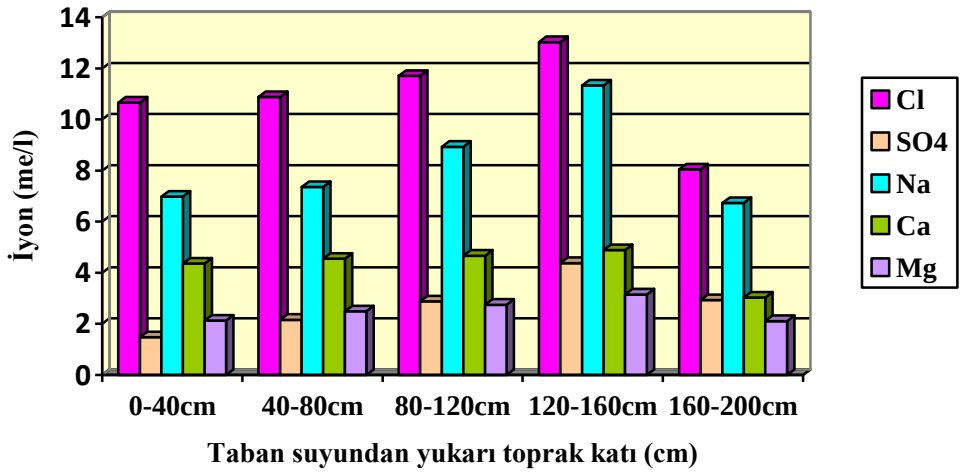
Şekil 4.9. A (kumlu-tın) tekstüründe T_2 uygulamasında (1 dS/m) kapillar iyon taşınımı

Şekilden de görüleceği gibi bu uygulamada 120-160 cm katmanlarındaki iyon değerleri en yüksek düzeyde çıkmıştır. En fazla taşınan iyon; Cl ve Na iyonları olmuştur.

T_2 uygulamasında değişebilir katyonlara bakıldığında; tüm toprak katmanlarında, değişebilir katyonlar kendi içerisinde birbirine çok yakın değerler almıştır. KDK değerleri 12,46-13,10 arasındadır. Bu uygulamada DSY (Na/KDK) değerleri % 6,66-9,83 arasında değişirken hiçbir katmanda sodyumluluk tehlikesi yine oluşmamıştır.

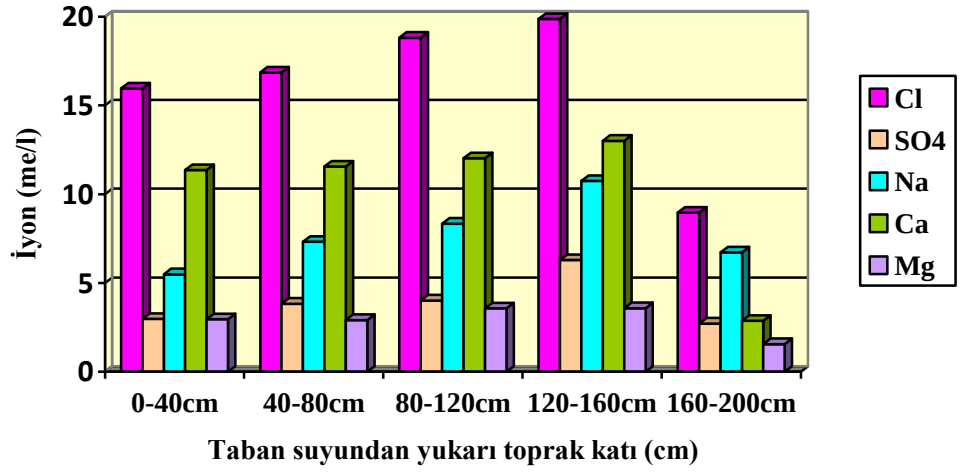
Çizelge 4.13'den görüleceği gibi T_3 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^{-} oranları 0,99-2,10 me/l arasında, Cl^{-} oranları 8,05-13,03 me/l arasında, $SO_4^{=}$ oranları 1,48-4,38 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^{+} oranları 6,73-11,33 me/l arasında, K^{+} oranları 0,09-0,14 me/l arasında, Ca^{++} oranları 3,03-4,89 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 2,11-3,15 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.10'da grafik olarak da gösterilmiştir.

T_3 uygulamasında da değişebilir katyonlar birbirine yakın değerler almıştır. KDK değerleri 12,44-13,21 arasındadır. Bu uygulamada DSY (Na/KDK) değerleri ise; % 5,02-% 7,14 arasında değişmiştir.



Şekil 4.10. A (kumlu-tın) tekstüründe T_3 uygulamasında (2 dS/m) kapillar iyon taşınımı

Çizelge 4.13'den görüleceği gibi T_4 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 0,77-1,29 me/l arasında, Cl^- oranları 8,96-19,88 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 2,71-6,29 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 5,49-10,75 me/l arasında, K^+ oranları 0,07-0,36 me/l arasında, Ca^{++} oranları 2,87-13,01 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,56-3,58 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.11'da grafik olarak da gösterilmiştir.



Şekil 4.11. A (kumlu-tın) tekstüründe T_4 uygulamasında (5 dS/m) kapillar iyon taşınımı

Şekilden de görüleceği gibi bu uygulamada 120-160 cm katmanlarındaki iyon değerleri en yüksek düzeydedir ve bu iyonlar Cl ve Na iyonları şeklindedir.

T_4 uygulamasında değişebilir katyonlara bakıldığında ise; yine kendi içerisinde birbirine çok yakın değerler almıştır. Bu da aynı özellikteki toprağın denemede

kullanılmasıyla açıklanabilir. KDK değerleri 11,12-13,22 arasındadır. Bu uygulamada DSY (Na/KDK) değerleri % 7,64-% 9,73 arasında değişirken hiçbir katmanda sodyumluluk tehlikesi oluşmamıştır.

Sonuç olarak; A (kumlu-tın) toprak tekstüründe, 2 m'lik taban suyu seviyesinde 4 farklı tuzluluk konsantrasyonu uygulamalarında kapillar iyon taşınımına bakıldığında taban suyundan itibaren iyon taşınımı artarak devam etmiş ve 120-160 cm'lik katmanlarda en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu durum şekil 4.8-4.9-4.10-4.11'de açıkça görülmektedir. Bu da; EC değerlerinin de bu katmanda yüksek çıkması ile paralellik göstermiştir. Tüm taban suyu uygulamalarında; en fazla iyon taşınımı tüm katmanlar için sırası ile Cl ve Na iyonları olmuştur. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi yapay oluşturulan taban suyu (1, 2 ve 5 dS/m) tuz bileşiklerinde Na ve Cl tuzlarının yoğun olması ikincisi de bu iyon bileşiklerinin suda hızla çözünmesi şeklinde açıklanabilir. Burada dikkat çeken bir husus, klorürün (Cl^-) en üst toprak katmanına kadar taşınması ve sülfat ($SO_4^=$) ile aralarındaki farkın taban suyundan toprak yüzeyine doğru yükseldikçe giderek açılmasıdır. Bunun nedeni eriyebilirlik farkıdır. Klorür tuzlarının eriyebilirliği sülfat tuzlarından daha yüksek olduğundan, toprak profilinin düşük nemli üst katmanlarında çökelip, eriyen miktarı azalmıştır.

Yapılan bu değerlendirmeler doğrultusunda; taban suyu kalitesi farklılıklarına göre, toprak derinlikleri farklılıklarına göre ve taban suyu kalitesi*toprak derinlikleri interaksiyonu arasındaki Cl ve Na değerlerinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığına bakılmış, bu işlemler ise; paket program (Minitab) ile yapılmıştır. Bunun sonucu olarak; 0,01'e göre; toprak derinlikleri arasındaki, taban suyu kaliteleri arasındaki ve bunların ikili interaksiyonları arasındaki Cl farkının ve Na farkının önemli olduğu bulunmuş ($p<0,01$) ve hangi iki grup ortalaması arasında fark olup olmadığı Duncan testi ile belirlenmiş ve gruplandırılmıştır. Bunlara ait veri tabloları ve gruplandırmaları, Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. A (kumlu-tın) toprak tekstürünün Cl değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	2,163±0,012^{S}	6,903±0,003^{P}	8,517±0,003^{L}	9,323±0,012^{I}	6,403±0,003^{Q}	6,662±0,664^{D}
T_2-1	5,573±0,003^{R}	7,807±0,003^{N}	8,647±0,003^{K}	10,863±0,012^{G}	7,457±0,003^{O}	8,069±0,460^{C}
T_3-2	10,657±0,012^{H}	10,880±0,012^{G}	11,710±0,012^{F}	13,033±0,009^{E}	8,053±0,003^{M}	10,867±0,437^{B}
T_4-5	15,957±0,003^{D}	16,873±0,003^{C}	18,817±0,007^{B}	19,883±0,009^{A}	8,957±0,003^{J}	16,097±1,024^{A}
GENEL	8,588±1,574^{D}	10,616±1,176^{C}	11,922±1,260^{B}	13,276±1,217^{A}	7,718±0,280^{E}	10,424±0,577

Çizelge 4.15. A (kumlu-tın) toprak tekstürünün Na değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

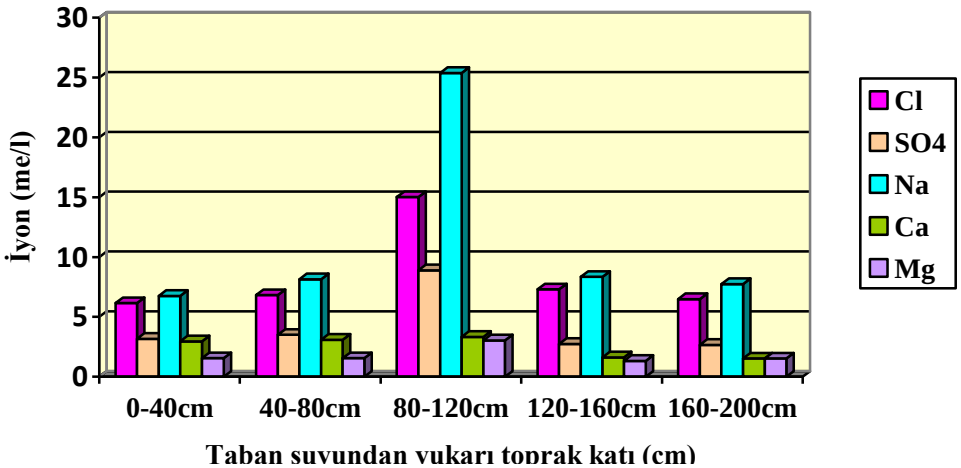
Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	2,040±0,006^{R}	5,117±0,007^{P}	7,213±0,003^{J}	9,827±0,009^{D}	5,210±0,012^{O}	5,881±0,688^{D}
T_2-1	2,940±0,006^{Q}	5,820±0,006^{M}	7,257±0,003^{IJ}	10,290±0,006^{C}	6,973±0,003^{K}	6,656±0,634^{C}
T_3-2	6,980±0,006^{K}	7,357±0,003^{H}	8,930±0,012^{E}	11,330±0,012^{A}	6,727±0,027^{L}	8,265±0,458^{A}
T_4-5	5,493±0,009^{N}	7,320±0,023^{HI}	8,337±0,015^{F}	10,750±0,006^{B}	7,927±0,012^{G}	7,965±454^{B}
GENEL	4,363±0,594^{E}	6,403±0,292^{D}	7,934±0,220^{B}	10,549±0,168^{A}	6,709±0,294^{C}	7,192±0,304

4.8. B (Killi-tın)Toprak Tekstüründe, Taban Suyu Seviyesinden Kapillarite ile İyon Taşınımı

B toprak tekstüründe (killi-tın), 2 m derinlikteki taban suyundan kapillar iyon taşınımının belirlenmesi amacıyla taban suyundan itibaren yukarı doğru 0-40, 40-80, 80-120, 120-160, 160-200 cm katmanlarından alınan toprak örneklerinin saturasyon ekstraklarındaki suda eriyebilir anyon-katyon analizleri ile değişebilir katyonlar, KDK ve DSY oranları çizelge 4.16'de verilmiştir.

Çizelge 4.16'da tüm uygulamalar ele alınarak incelendiğinde; pH 7,32-7,64; EC değerlerinin 1,109-3,970 dS/m arasında değiştiği, suda çözünebilir iyonlar incelendiğinde hakim anyonun Cl, hakim katyonun Na olduğu görülmektedir. KDK değerlerinin 18,18-20,93 arasında, DSY'nin ise % 5,69-% 15,94 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelgeden görüleceği gibi T_1 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 1,32-7,97 me/l arasında, Cl^- oranları 6,15-15,01 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 2,66-8,89 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 6,75-25,39 me/l arasında, K^+ oranları 0,07-0,13 me/l arasında, Ca^{++} oranları 1,52-3,33 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,32-3,03 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.12'de grafik olarak da gösterilmiştir.



Şekil 4.12. B (killi-tın) tekstüründe T_1 uygulamasında (0,339 dS/m) kapillar iyon taşınımı

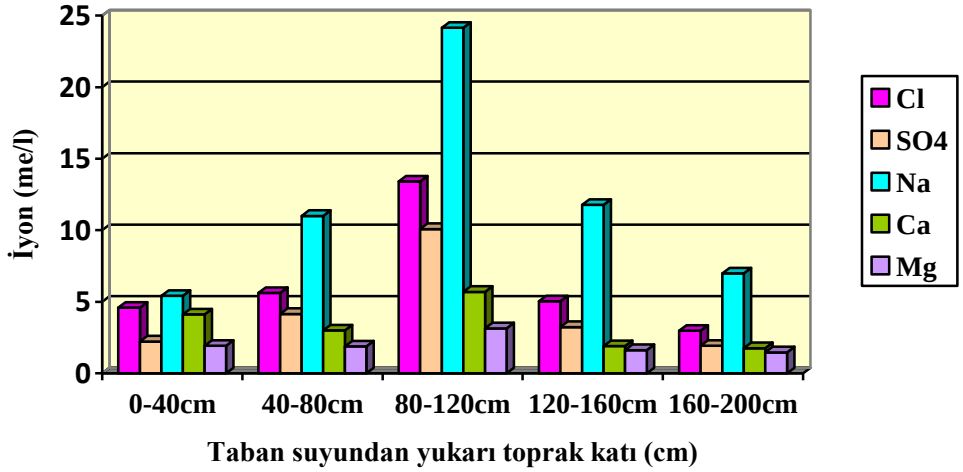
Şekil 4.12'den de görüleceği gibi bu uygulamada 80-120 cm katmanlarındaki iyon değerleri en yüksek düzeyde çıkmıştır. Bu da; EC değerlerinin de bu katmanda yüksek çıkması ile paralellik göstermiştir. Bu uygulama (EC=0,339 dS/m) için en fazla iyon taşınımı tüm katmanlar için sırası ile Cl, Na iyonları şeklindedir.

Çizelge 4.16. 2 m derinlikteki B (killi-tın) tektüründeki toprakta taban suyu uygulamasındaki toprakların kimyasal özellikleri

Taban suyu kalitesi	Toprak Katı (cm)	pH	EC (dS/m)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR İYONLAR (Saturasyon Ekstratındaki)										Değişebilir Katyonlar (me/100g toprak)				KDK	DSY (%) (Na/KDK x100)
				Anyonlar (me/l)					Katyonlar (me/l)										
				$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}	$SO_4^{=}$	Toplam	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Toplam	Na^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}		
T_1 0,339 dS/m	0-40	7,63	1,256	-	2,01	6,15	3,16	11,32	6,75	0,07	2,95	1,55	11,32	1,63	0,55	11,81	5,43	19,41	8,38
	40-80	7,51	1,419	-	2,52	6,82	3,50	12,84	8,14	0,07	3,08	1,55	12,84	1,42	0,54	11,84	5,16	18,97	7,50
	80-120	7,59	3,116	-	7,97	15,01	8,89	31,87	25,39	0,13	3,33	3,03	31,87	1,45	0,55	12,36	5,40	19,76	7,36
	120-160	7,64	1,394	-	1,32	7,30	2,74	11,36	8,35	0,07	1,62	1,32	11,36	1,31	0,54	11,94	5,12	18,90	6,92
	160-200	7,61	1,196	-	1,71	6,49	2,66	10,86	7,75	0,07	1,52	1,52	10,86	1,42	0,55	12,06	5,23	19,26	7,37
T_2 1 dS/m	0-40	7,42	1,260	-	4,73	4,58	2,22	11,53	5,42	0,07	4,12	1,92	11,53	3,10	0,55	11,89	5,35	20,89	14,84
	40-80	7,60	1,754	-	6,20	5,62	4,15	15,97	11,00	0,08	3,00	1,88	15,97	1,57	0,53	12,04	5,24	19,38	8,11
	80-120	7,32	3,458	-	9,65	13,41	10,08	33,14	24,16	0,15	5,69	3,14	33,14	1,30	0,47	11,46	4,95	18,18	7,14
	120-160	7,44	1,547	-	7,10	5,03	3,23	15,36	11,77	0,07	1,90	1,62	15,36	1,35	0,54	12,03	5,08	18,99	7,10
	160-200	7,46	1,175	-	5,36	2,97	1,92	10,25	6,98	0,07	1,75	1,46	10,25	1,39	0,55	12,20	5,24	19,37	7,16
T_3 2 dS/m	0-40	7,54	1,612	-	5,13	5,45	2,53	13,11	8,96	0,09	2,51	1,55	13,11	3,34	0,55	12,06	4,98	20,93	15,94
	40-80	7,49	1,987	-	5,70	8,56	3,99	18,24	13,21	0,09	2,76	2,18	18,24	1,56	0,54	11,87	5,34	19,31	8,09
	80-120	7,40	2,736	-	6,77	14,94	3,67	25,37	19,25	0,12	3,12	2,88	25,37	1,47	0,55	12,33	5,37	19,72	7,46
	120-160	7,38	1,317	-	3,88	6,21	2,83	12,93	8,68	0,07	2,17	2,01	12,93	1,34	0,55	12,18	5,20	19,26	6,94
	160-200	7,59	1,211	-	3,12	4,89	3,82	11,83	7,96	0,07	2,10	1,69	11,83	1,33	0,54	12,08	5,19	19,13	6,93
T_4 5 dS/m	0-40	7,63	2,866	-	6,87	11,07	6,11	24,04	13,70	0,14	3,43	6,77	24,04	1,08	0,57	11,81	5,49	18,94	5,69
	40-80	7,53	2,426	-	7,50	11,54	5,36	24,40	17,40	0,11	4,03	2,86	24,40	1,58	0,53	11,84	5,19	19,14	8,24
	80-120	7,40	3,970	-	7,80	20,43	12,10	40,33	29,88	0,14	6,62	3,69	40,33	1,47	0,51	12,00	5,25	19,22	7,63
	120-160	7,55	1,336	-	4,02	8,57	4,35	16,93	12,24	0,07	3,15	1,47	16,93	1,28	0,53	11,82	5,11	18,74	6,82
	160-200	7,58	1,109	-	3,75	5,47	2,53	11,75	8,47	0,07	2,01	1,20	11,75	1,57	0,53	12,02	5,19	19,30	8,11

Tüm toprak katmanlarında değişebilir katyonlar kendi içerisinde birbirine çok yakın değerler almıştır. Bu da aynı özellikteki toprağın denemede kullanılmasıyla açıklanabilir. KDK değerleri 18,90-19,76 arasındadır. Bu uygulamada DSY (Na/KDK) değerleri % 6,92-% 8,38 arasında değişirken hiçbir katmanda sodyumluluk tehlikesi oluşmamıştır.

Çizelge 4.16'dan görüleceği gibi T_2 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 4,73-9,65 me/l arasında, Cl^- oranları 2,97-13,41 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 1,92-10,08 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 5,42-24,16 me/l arasında, K^+ oranları 0,07-0,15 me/l arasında, Ca^{++} oranları 1,75-5,69 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,46-3,14 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.13'de grafik olarak da gösterilmiştir.

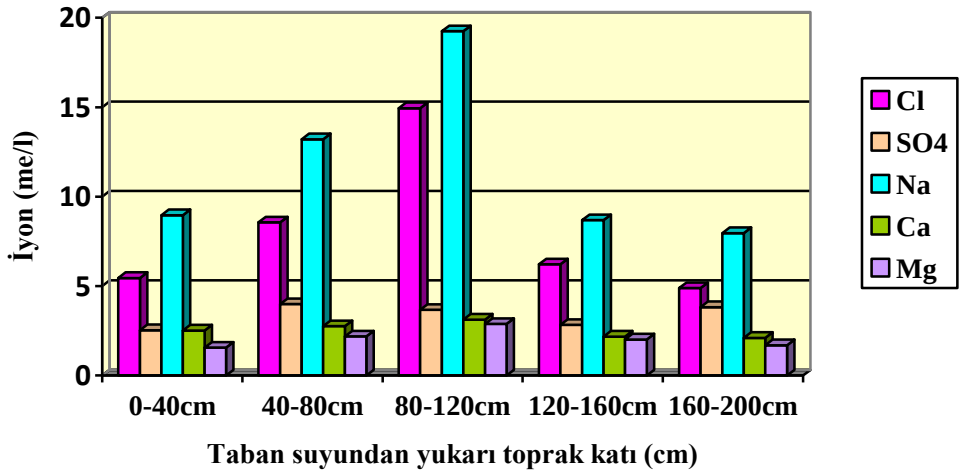


Şekil 4.13. B (killi-tın) tekstüründe T_2 uygulamasında (1 dS/m) kapillar iyon taşınımı

T_2 uygulamasında değişebilir katyonlara bakıldığında, tüm toprak katmanlarında değişebilir katyonlar kendi içerisinde birbirine çok yakın değerler almıştır. Bu da aynı özellikteki toprağın denemede kullanılmasıyla açıklanabilir. KDK değerleri 18,18-20,89 arasındadır. Bu uygulamada DSY (Na/KDK) değerleri % 7,10-% 14,84 arasında değişirken hiçbir katmanda sodyumluluk tehlikesi oluşmamıştır. Fakat; sodyumluluk sınırına yakın bir değer elde edilmiştir.

Çizelge 4.16'den görüleceği gibi T_3 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 3,12-6,77 me/l arasında, Cl^- oranları 4,89-14,94 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 2,53-3,99 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 7,96-19,25 me/l arasında, K^+ oranları 0,07-0,12 me/l arasında, Ca^{++} oranları

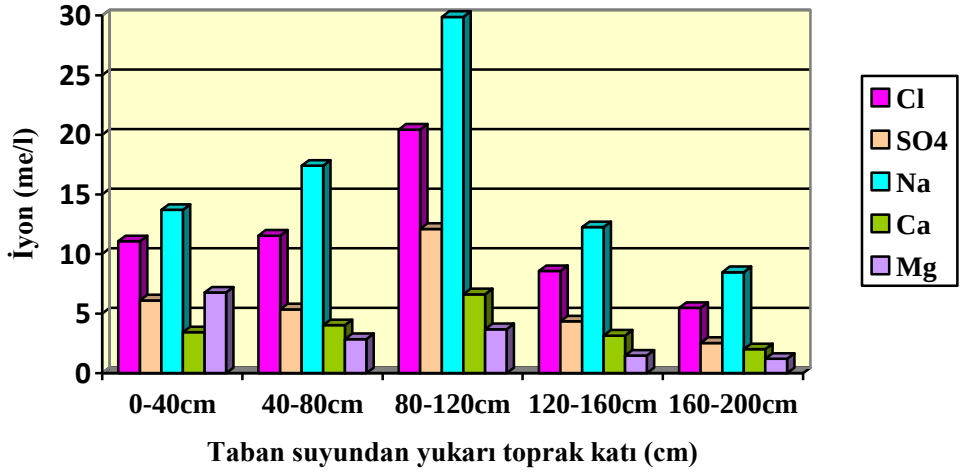
2,10-3,12 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,55-2,88 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.14'da grafik olarak da gösterilmiştir.



Şekil 4.14. B (killi-tın) tekstüründe T_3 uygulamasında (2 dS/m) kapillar iyon taşınımı

T_3 uygulamasında, tüm toprak katmanlarında değişebilir katyonlar kendi içerisinde birbirine çok yakın değerler almıştır. Bu da aynı özellikteki toprağın denemede kullanılmasıyla açıklanabilir. KDK değerleri 19,13-20,93 arasındadır. Bu uygulamada DSY (Na/KDK) değerleri % 6,93-% 15,94 arasında değişmektedir. DSY > %15'i geçtiği katmanda sodyumluluk tehlikesi başlamıştır.

Çizelge 4.16'da görüleceği gibi T_4 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 3,75-7,80 me/l arasında, Cl^- oranları 5,47-20,43 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 2,53-12,10 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 8,47-29,88 me/l arasında, K^+ oranları 0,07-0,14 me/l arasında, Ca^{++} oranları 2,01-6,62 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,20-6,77 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.15'de grafik olarak da gösterilmiştir.



Şekil 4.15. B (killi-tın) tekstüründe T_4 uygulamasında (5 dS/m) kapillar iyon taşınımı

Tüm toprak katmanlarında değişebilir katyonlar kendi içerisinde birbirine çok yakın değerler almıştır. Bu da aynı özellikteki toprağın denemede kullanılmasıyla açıklanabilir. KDK değerleri 18,74-19,30 arasındadır. Bu uygulamada DSY (Na/KDK) değerleri % 5,69-% 8,24 arasında değişirken hiçbir katmanda sodyumluluk tehlikesi oluşmamıştır.

Sonuç olarak; 2 m'lik taban suyu seviyesinde 4 farklı tuzluluk konsantrasyonu uygulamalarında kapillar iyon taşınımına bakıldığında taban suyundan itibaren iyon taşınımı artarak devam etmiş ve 80-120cm'lik katmanlarda en yüksek değerlere ulaşmış ve daha sonra azalarak devam etmiştir. Bu da; EC değerlerinin de bu katmanda yüksek çıkması ile paralellik göstermiştir. Bu durum şekil 4.12-4.13-4.14-4.15'de açıkça görülmektedir. Dört farklı su kalitesinde de en fazla taşınan iyonlar sırasıyla; Cl, Na iyonları şeklindedir. Bunun temel nedeni yapay oluşturulan taban sularında (1, 2 ve 5 dS/m) Cl ve Na'lu tuzların yoğun kullanılması ve bu iyonların su ile hızla çözülmesidir. Dikkat çeken bir diğer nokta ise; klorürün (Cl^-) en üst toprak katmanına kadar taşınması ve sülfat ile aralarındaki farkın taban suyundan toprak yüzeyine doğru yükseldikçe giderek açılmasıdır. Bunun nedeni ise; eriyebilirlik farkıdır. Klorür tuzlarının eriyebilirliği sülfat tuzlarının eriyebilirliğinden daha yüksektir. Diğer dikkat edilmesi gereken bir husus ise; bazı katmanlarda meydana gelen sodyumluluk tehlikesi olmuştur. Bu sonuçların sadece 4 aylık bir süreçte elde edildiği düşünüldüğünde, ilerleyen zamanlarda büyük sıkıntıların ortaya çıkacağı aşikardır.

Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda; Cl ve Na değerlerinin, istatistiksel olarak da önemli olup olmadığına bakılmıştır. Bunun sonucu olarak; toprak derinlikleri arasındaki, taban suyu kaliteleri arasındaki ve bunların ikili interaksiyonları arasındaki Cl farkının ve Na farkının 0,01'e göre önemli olduğu bulunmuş ($p<0,01$) ve hangi iki grup ortalaması arasında fark olup olmadığı Duncan testi ile belirlenmiş ve gruplandırılmıştır. Bunlara ait veri tabloları ve gruplandırmaları, Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.17. B (killi-tın) toprak tekstürü uygulamasında, Cl değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	6,153±0,009^{J}	6,817±0,012^{H}	15,010±0,010^{B}	7,303±0,009^{G}	6,490±0,006^{I}	8,355±0,895^{B}
T_2-1	4,577±0,009^{O}	5,617±0,003^{K}	13,413±0,019^{C}	5,030±0,006^{M}	2,970±0,006^{P}	6,321±0,976^{D}
T_3-2	5,447±0,003^{L}	8,557±0,019^{F}	14,937±0,038^{B}	6,210±0,012^{J}	4,887±0,003^{N}	8,007±0,985^{C}
T_4-5	11,067±0,012^{E}	11,540±0,006^{D}	20,433±0,015^{A}	8,567±0,019^{F}	5,467±0,030^{L}	11,415±1,336^{A}
GENEL	6,811±0,760^{C}	8,132±0,672^{B}	15,948±0,804^{A}	6,777±0,395^{C}	4,953±0,386^{D}	8,524±0,570

Çizelge 4.18. B (killi-tın) toprak tekstürü uygulamasında, Na değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

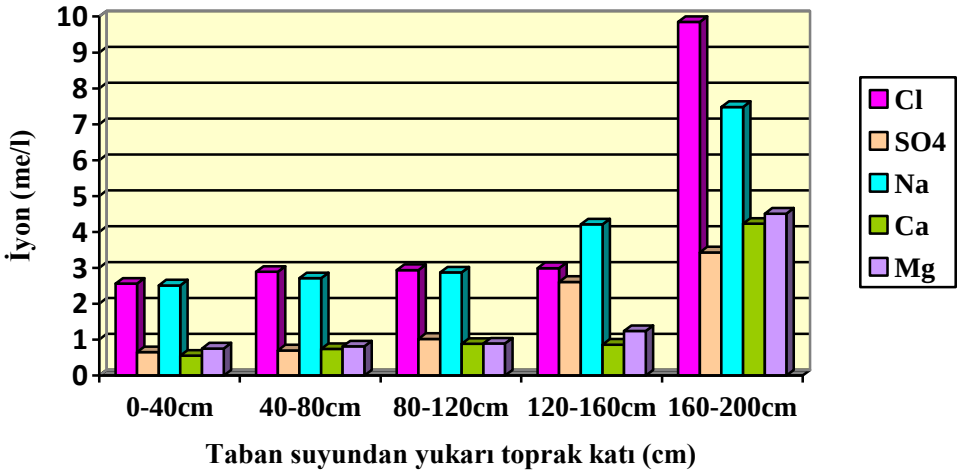
Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	6,753±0,003^{S}	8,137±0,012^{O}	25,393±0,003^{B}	8,347±0,003^{N}	7,753±0,003^{Q}	11,28±1,892^{D}
T_2-1	5,417±0,009^{T}	11,003±0,003^{J}	24,160±0,006^{C}	11,773±0,003^{I}	6,983±0,003^{R}	11,87±1,762^{B}
T_3-2	8,957±0,009^{K}	13,213±0,018^{G}	19,253±0,003^{D}	8,683±0,003^{L}	7,963±0,009^{P}	11,61±1,133^{C}
T_4-5	13,703±0,003^{F}	17,403±0,003^{E}	29,877±0,003^{A}	12,237±0,015^{H}	8,467±0,015^{M}	16,34±1,965^{A}
GENEL	8,71±0,950^{D}	12,44±1,020^{B}	24,67±1,141^{A}	10,26±0,530^{C}	7,79±0,161^{E}	12,77±0,880

4.9. C (Tınlı) Toprak Tekstüründe Taban Suyu Seviyesinden Kapillarite ile İyon Taşınımı

C toprak tekstüründe (tınlı), 2 m derinlikteki taban suyundan kapillar iyon taşınımının belirlenmesi amacıyla taban suyundan itibaren yukarı doğru 0-40, 40-80, 80-120, 120-160, 160-200 cm katmanlarından alınan toprak örneklerinin saturasyon ekstraklarındaki suda eriyebilir anyon-katyon analizleri ile değişebilir katyonlar, KDK ve DSY oranları çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19'da tüm uygulamalar ele alınarak incelendiğinde; pH 7,38-7,65; EC değerlerinin 0,378-4,057 dS/m arasında değiştiği, suda çözünebilir iyonlar incelendiğinde hakim anyonun Cl, hakim katyonun Na olduğu görülmektedir. KDK değerlerinin 13,72-17,24 arasında, DSY'nin ise % 3,84-15,57 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelgeden görüleceği gibi T_1 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 0,69-3,01 me/l arasında, Cl^- oranları 2,56-5,85 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 0,65-3,43 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 2,51-7,48 me/l arasında, K^+ oranları 0,07-0,10 me/l arasında, Ca^{++} oranları 0,55-4,23 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 0,75-4,51 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.16'da grafik olarak da gösterilmiştir.

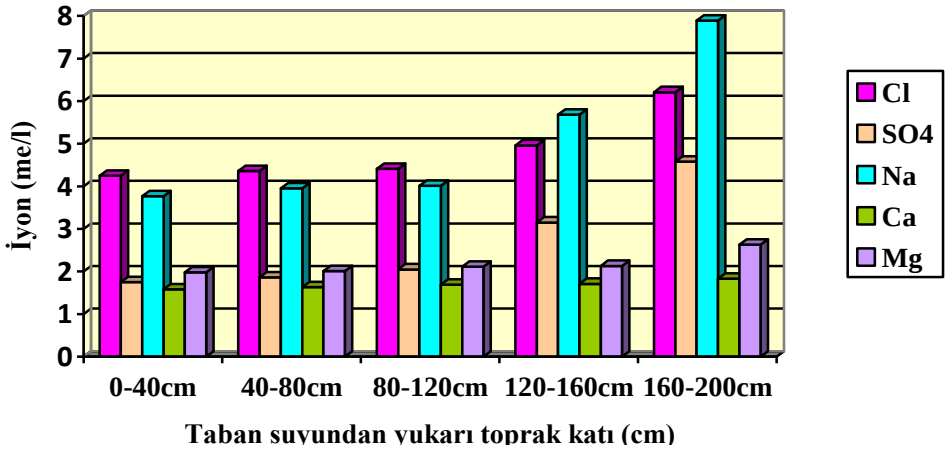


Şekil 4.16. C (tınlı) tekstüründe T_1 uygulamasında (0,339 dS/m) kapillar iyon taşınımı

Çizelge 4.19. 2 m derinlikteki C (tınlı) tektüründeki toprakta taban suyu uygulamasındaki toprakların kimyasal özellikleri

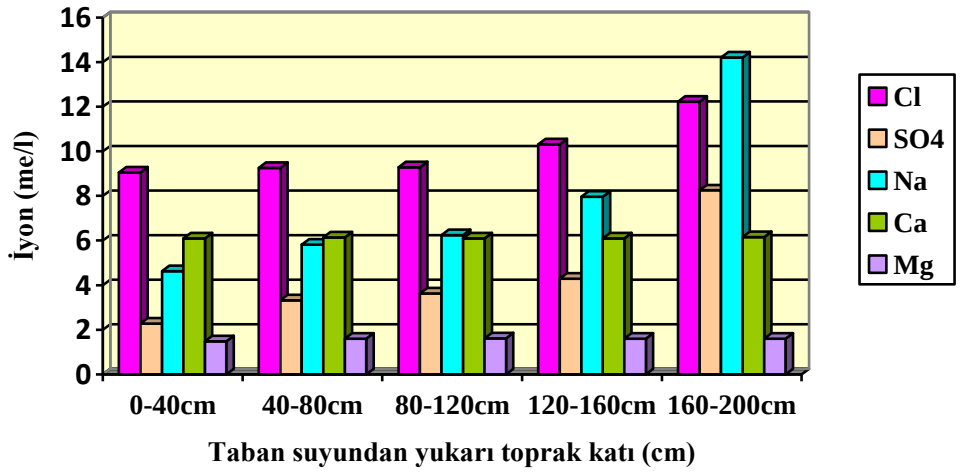
Taban suyu kalitesi	Toprak katı (cm)	pH	EC (dS/m)	SUDA ÇÖZÜNEBİLİR İYONLAR (Saturasyon Ekstratındaki)										Değişebilir Katyonlar (me/100g toprak)				KDK	DSY (%) (Na/KDK x100)
				Anyonlar (me/l)					Katyonlar (me/l)										
				$CO_3^=$	HCO_3^-	Cl^-	$SO_4^=$	Toplam	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Toplam	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}		
T_1 0,339 dS/m	0-40	7,58	0,378	0,00	0,69	2,56	0,65	3,90	2,51	0,09	0,55	0,75	3,90	0,53	0,64	8,68	3,91	13,77	3,84
	40-80	7,46	0,452	0,00	0,74	2,89	0,70	4,33	2,71	0,07	0,74	0,81	4,33	0,57	0,68	8,96	4,07	14,27	4,00
	80-120	7,52	0,414	0,00	0,76	2,94	1,02	4,72	2,87	0,09	0,88	0,89	4,72	0,61	0,63	8,60	3,89	13,72	4,44
	120-160	7,58	0,615	0,00	0,81	2,99	2,61	6,41	4,21	0,10	0,86	1,24	6,41	0,61	0,67	9,02	4,01	14,31	4,27
	160-200	7,52	1,670	0,00	3,01	5,85	7,43	16,29	7,48	0,07	4,23	4,51	16,29	0,70	0,67	9,20	4,17	14,74	4,78
T_2 1dS/m	0-40	7,38	0,756	0,00	1,45	4,25	1,75	7,45	3,77	0,12	1,58	1,98	7,45	1,70	0,69	8,74	4,14	15,28	11,11
	40-80	7,54	0,790	0,00	1,47	4,36	1,86	7,69	3,95	0,10	1,63	2,01	7,69	1,19	0,69	9,02	4,13	15,03	7,90
	80-120	7,42	0,795	0,00	1,48	4,41	2,05	7,94	4,01	0,13	1,69	2,11	7,94	0,65	0,68	8,98	4,04	14,34	4,53
	120-160	7,47	0,952	0,00	1,52	4,96	3,15	9,63	5,68	0,11	1,71	2,13	9,63	0,67	0,65	8,95	4,04	14,30	4,66
	160-200	7,42	1,511	0,00	1,72	6,21	4,58	12,51	7,89	0,16	1,83	2,63	12,51	0,70	0,69	9,35	4,24	14,97	4,65
T_3 2 dS/m	0-40	7,44	1,325	0,00	1,05	9,05	2,27	12,37	4,63	0,16	6,10	1,48	12,37	2,19	0,77	9,10	5,18	17,24	12,68
	40-80	7,51	1,380	0,00	1,14	9,26	3,31	13,71	5,82	0,17	6,14	1,59	13,71	1,86	0,70	8,70	4,08	15,33	12,11
	80-120	7,47	1,456	0,00	1,16	9,28	3,62	14,06	6,24	0,11	6,10	1,61	14,06	0,79	0,69	9,01	4,08	14,57	5,40
	120-160	7,44	1,582	0,00	1,19	10,31	4,29	15,79	7,96	0,14	6,10	1,59	15,79	0,67	0,70	9,17	4,18	14,71	4,54
	160-200	7,65	2,180	0,00	1,69	12,23	8,25	22,17	14,22	0,20	6,15	1,60	22,17	0,71	0,67	10,76	4,15	16,28	4,34
T_4 5 dS/m	0-40	7,62	2,404	0,00	0,97	16,21	4,42	21,60	13,95	0,32	6,10	1,23	21,60	2,57	0,81	8,61	4,52	16,51	15,57
	40-80	7,49	2,484	0,00	1,28	18,53	5,47	25,28	15,13	0,36	6,56	3,23	25,28	1,96	0,65	8,69	3,91	15,21	12,89
	80-120	7,48	2,923	0,00	1,29	21,86	5,48	28,63	17,26	0,39	6,63	4,35	28,63	2,06	0,70	9,13	4,23	16,13	12,76
	120-160	7,53	2,997	0,00	1,55	23,28	5,47	30,31	18,82	0,12	6,85	4,52	30,31	0,71	0,63	8,64	3,96	13,93	5,08
	160-200	7,59	4,057	0,00	1,79	30,92	6,85	39,56	26,98	0,63	7,40	4,55	39,56	0,90	0,69	9,40	4,50	15,48	5,79

Çizelge 4.19'dan görüleceği gibi T_2 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 1,45-1,72 me/l arasında, Cl^- oranları 4,25-6,21 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 1,75-4,58 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 3,77-7,89 me/l arasında, K^+ oranları 0,10-0,16 me/l arasında, Ca^{++} oranları 1,58-1,83 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,98-2,63 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.17'de grafik olarak da gösterilmiştir.



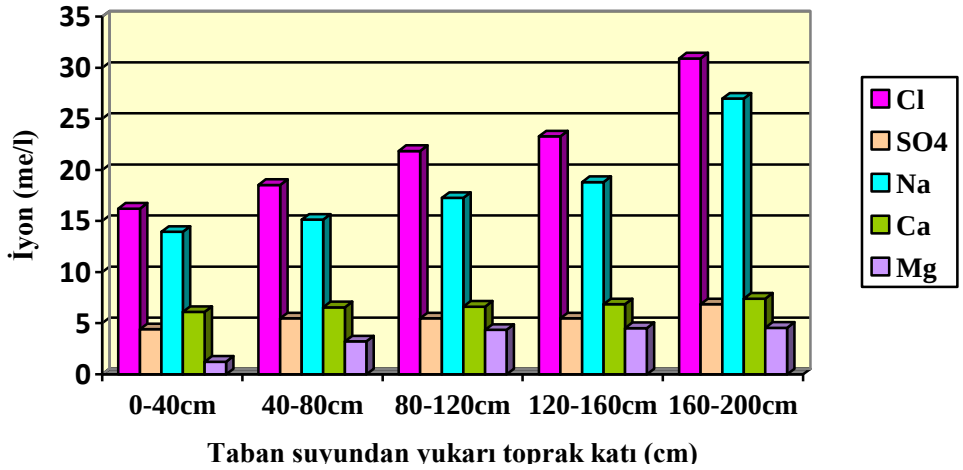
Şekil 4.17. C (tınlı) tekstüründe T_2 uygulamasında (1 dS/m) kapillar iyon taşınımı

Çizelge 4.19'dan görüleceği gibi T_3 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 1,05-1,69 me/l arasında, Cl^- oranları 9,05-12,23 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 2,27-8,25me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 4,63-14,22 me/l arasında, K^+ oranları 0,11-0,20 me/l arasında, Ca^{++} oranları 6,10-6,15 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,48-1,61 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.18'da grafik olarak da gösterilmiştir.



Şekil 4.18. C (tınlı) tekstüründe T_3 uygulamasında (2 dS/m) kapillar iyon taşınımı

Çizelge 4.19'dan görüleceği gibi T_4 kalite su uygulamasında suda eriyebilir anyonlardan; HCO_3^- oranları 0,97-1,79 me/l arasında, Cl^- oranları 16,21-30,92 me/l arasında, $SO_4^=$ oranları 4,42-6,85 me/l arasındadır. Suda eriyebilir katyonlardan ise; Na^+ oranları 13,95-26,98 me/l arasında, K^+ oranları 0,12-0,63 me/l arasında, Ca^{++} oranları 6,10-7,40 me/l arasında ve Mg^{++} oranları ise 1,23-4,55 me/l arasında değerler almıştır. Bu durum şekil 4.19'de grafik olarak da gösterilmiştir.



Şekil 4.19. C (tınlı) tekstüründe T_4 uygulamasında (5 dS/m) kapillar iyon taşınımı

Sonuç olarak; C (tınlı) toprak tekstüründe, 2 m'lik taban suyu seviyesinde 4 farklı tuzluluk konsantrasyonu uygulamalarında kapillar iyon taşınımına bakıldığında taban suyundan itibaren iyon taşınımı artarak devam etmiş ve 160-200 cm'lik katmanlarda en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu da; EC değerlerinin de bu katmanda yüksek çıkması ile paralellik göstermiştir. Bu durum şekil 4.16-4.17-4.18-4.19'da açıkça görülmektedir. A ve B uygulamasında elde edilen sonuçlar C uygulamasında da aynı şekilde görülmüştür.

Tüm uygulamalardaki değişebilir katyonlara bakıldığında; tüm toprak katmanlarında değişebilir katyonlar kendi içerisinde birbirine çok yakın değerler almıştır. Bu da aynı özellikteki toprağın denemede kullanılmasıyla açıklanabilir. KDK değerleri 13,72-17,24 arasındadır. Bu uygulamada DSY (Na/KDK) değerleri % 5,08-% 15,57 arasında değişirken, T_4 uygulamasının 0-40 cm aralığında sodyumluluk tehlikesi ortaya çıkmıştır.

Yine aynı şekilde; bu uygulama içinde Duncan gruplandırması yapılmış ve çizelge 4.20 ve çizelge 4.21'de veri analiz tablosu verilmiştir.

Çizelge 4.20. Cl değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	2,560±0,040^{N}	2,887±0,003^{M}	2,937±0,015^{M}	2,987±0,015^{M}	5,853±0,023^{J}	3,445±0,324^{D}
T_2-1	4,250±0,021^{L}	4,357±0,015^{L}	4,413±0,003^{L}	4,957±0,003^{K}	6,207±0,015^{I}	4,837±0,194^{C}
T_3-2	9,050±0,006^{H}	9,263±0,009^{H}	9,280±0,012^{H}	10,307±0,007^{G}	12,227±0,015^{F}	10,025±0,317^{B}
T_4-5	16,207±0,003^{E}	18,530±0,006^{D}	21,860±0,035^{C}	23,280±0,012^{B}	30,923±0,175^{A}	22,160±1,346^{A}
GENEL	8,017±1,596^{E}	8,759±1,844^{D}	9,622±2,245^{C}	10,382±2,386^{B}	13,803±3,077^{A}	10,117±1,021

Çizelge 4.21. Na değeri varyans analiz tablosu ve Duncan gruplandırması

Muameleler Taban suyu kalitesi (dS/m)	Toprak Derinlikleri					GENEL
	0-40cm	40-80cm	80-120cm	120-160cm	160-200cm	
T_1-0,339	2,507±0,003^{R}	2,713±0,018^{Q}	2,873±0,003^{P}	4,207±0,003^{M}	7,483±0,003^{H}	3,957±0,497^{D}
T_2-1	3,770±0,012^{O}	3,953±0,003^{N}	4,013±0,003^{N}	5,683±0,003^{K}	7,887±0,027^{G}	5,061±0,420^{C}
T_3-2	4,627±0,009^{L}	5,820±0,023^{J}	6,237±0,019^{I}	7,963±0,003^{G}	14,217±0,003^{E}	7,773±0,907^{B}
T_4-5	13,950±0,017^{F}	15,127±0,015^{D}	17,260±0,012^{C}	18,817±0,003^{B}	26,980±0,023^{A}	18,427±1,228^{A}
GENEL	6,213±1,366^{E}	6,903±1,470^{D}	7,596±1,721^{C}	9,167±1,727^{B}	14,142±2,375^{A}	8,804±0,848

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Sulanan arazilerde tuz birikiminin başlıca iki kaynağı vardır. Bunlardan birincisi sulama suyu, diğeri ise yüksek taban suyudur. Sulamada kullanılan sular, içerdikleri tuzların cins ve miktarına bağlı olarak çok değişik nitelikte olabilirler. Tuzlar, sulama sularında oransal olarak daha düşük, ancak önemli miktarlarda bulunurlar. Başka bir anlatımla sulama suyu çok iyi kalitede olsa bile, çözünebilir tuzların temel kaynağıdır.

Laboratuvar koşullarında 3 farklı toprak tekstüründe; A (kumlu-tın), B (killi-tın) ve C (tın) özellikteki topraklarda, 2 m derinlikte devamlı oluşturulan 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip (T_1=0,339 dS/m, T_2=1 dS/m, T_3=2 dS/m, T_4=5 dS/m) taban sularından 4 aylık deneme süresi sonunda meydana gelen kapillar tuz taşınımının tesbiti amacıyla yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar Bölüm 4'te detaylı olarak verilmiştir. Elde edilen veriler aşağıda özetlenmiştir:

1. A (kumlu-tın), B (killi-tın) ve C (tın) özelliklerinde olan toprak tekstürlerinde meydana gelen nem değişikliklerine bakılmıştır.

i. A (kumlu-tın) toprak tekstüründe, deneme sonunda % nem değerleri; % 27,79-% 0,99 değerleri arasında değişmektedir.

ii. B (killi-tın) toprak tekstüründe, deneme sonunda % nem değerleri; % 35,02-% 0,96 değerleri arasında değişmektedir.

iii. C (tın) toprak tekstüründe, deneme sonunda % nem değerleri; % 28,13-% 14,15 değerleri arasında değişmektedir.

2. Deneme öncesi toprağın saturasyon ekstratındaki EC değerleri ; A (kumlu-tın) 1,114 dS/m, B (killi-tın); 1,165 dS/m ve C (tın); 0,356 dS/m iken deneme sonunda toprak saturasyon ekstratları;

i. A (kumlu-tın) toprak tekstüründe, en fazla 2,695 dS/m tuzluluk seviyesine yükselmiştir.

ii. B (killi-tın) toprak tekstüründe, en fazla 3,970 dS/m tuzluluk seviyesine yükselmiştir.

iii. C (tın) toprak tekstüründe, en fazla 4,057 dS/m tuzluluk seviyesine yükselmiştir.

3. A (kumlu-tın) toprak tekstüründe, 4 farklı (T_1, T_2, T_3, T_4) tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından, T_1 ve T_2 uygulamalarında tuz konsantrasyonlarının 0-40 cm ve 40-80 cm aralığında azaldığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise; toprak tuzluluğunun uygulanan taban suyu tuz konsantrasyonundan büyük olmasından (1,114 dS/m > 0,339-1 dS/m) kaynaklanmaktadır. Genel olarak aşağıdan yukarıya doğru tuz artışı olmakla birlikte, bütün uygulamalarda en fazla tuz hareketi 120-160 cm aralığında gerçekleşmiştir. Üst katmanlara doğru tuz taşınımının fazla olmasının sebebi ise; kapillarite ile yükselen su ve içerisindeki erimiş tuzların, üst katmanlarda suyun buharlaşmasıyla tuzları toprağa bırakmasından kaynaklanmaktadır. Denemede kullanılan kumlu-tınlı toprakta taban suyundan kapillar yükselme derinliğinin (kritik derinlik) 120 cm civarında olduğunu göstermektedir.

4. B (killi-tın) toprak tekstüründe, 2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı (T_1, T_2, T_3, T_4) tuz konsantrasyonuna sahip taban sularından, aşağıdan yukarıya doğru tuz artışı olmakla birlikte, bütün uygulamalarda en fazla tuz hareketi 80-120 cm aralığında gerçekleşmiştir. Denemede kullanılan killi-tınlı toprakta taban suyundan kapillar yükselme derinliğinin (kritik derinlik) 80 cm civarında olduğunu göstermektedir.

5. C (tın) toprak tekstüründe, 2 m derinlikte oluşturulan 4 farklı (T_1, T_2, T_3, T_4) tuz konsantrasyonuna sahip taban suyundan aşağıdan yukarı doğru tuz hareketi en az 0-40 cm katmanında meydana gelirken en fazla (% 324-1040) 160-200 cm katmanında görülmüştür. Denemede kullanılan tınlı toprakta taban suyundan kapillar yükselme derinliğinin (kritik derinlik) 160 cm civarında olduğunu göstermektedir

6. Tüm taban suyu uygulamalarında kapillar tuz yükselmesi aşağıdan yukarı doğru hızlı artış göstermiş, daha sonra bu artış azalan oranlarda devam etmiştir. Bütün uygulamalarda 2 m derinliğinde taban suları oluşturulmuş ve üst kısımlarda kısmen nem ve tuzluluğun az olduğu tespit edilmiştir. Denemeye alınan silindirik boruların üst kısımlarının atmosfere açık olması ve serbest buharlaşma şartlarında olması potansiyel nem gerilmesinin, yani kapillar yükselişin 2 m'lik taban suyu seviyelerinde, tekstüre göre farklılık göstermiştir. Örneğin; C (tınlı) toprak tekstürü uygulamasında nem üst katmanlara kadar yükselirken; A (kumlu-tın) ve B (killi-tın) uygulamalarında bu durum gerçekleşmemiştir. Tın > Killi-tın > Kumlu-tın sonucu elde edilmiştir.

7. Farklı tuz konsantrasyonundaki taban suyu uygulamalarında taban suyu tuz konsantrasyonlarındaki oransal artışlarla, toprak katmanlarındaki tuz birikimi artış oranları paralellik göstermemiştir. Yani T_1 uygulamasından T_4 uygulamasına geçişte tuz

konsantrasyonu, yaklaşık 15 kat oranında artırılırken tüm katmanlarındaki tuz değişimleri bu oranlarda olmamış, değişimler birbirine yakın düzeyde çıkmıştır.

8. Deneme sonunda kapillar iyon hareketinin tesbiti amacıyla 2 m derinliğindeki taban suyu uygulamalarında toprakta yapılan iyon analizlerinde;

i. Suda çözünebilir iyonlardan en fazla Na ve Cl iyonları çıkmıştır. Bunun nedeni bu iyonların suda çözünürlüklerinin fazla olması, mobilitilerinin yüksek olması ve yapay oluşturulan taban sularında bu iyon tuzlarının yoğun kullanılmasıdır.

ii. Dört farklı taban suyu kalite uygulamasında en fazla iyon birikimi; A uygulamasında 120-160 cm'de, B uygulamasında 80-120 cm'de ve C uygulamasında 160-200 cm'lik katmanlarda görülmüştür. Bu sonuç, bu katmanlardaki EC artışı ile paralellik göstermiştir.

iii. Deneme sonrası tüm katmanlardaki toprakların değişebilir katyonlarından; A uygulamasında; Na^{+} 0,67-1,29 me/100 g, K^{+} 0,43-0,83 me/100 g, Ca^{++} 7,42-8,43 me/100 g, Mg^{++} ise 2,11-3,17 me/100 g toprak arasında değişim göstermiş olup değerler birbirine çok yakın çıkmıştır. Tüm uygulamalarda DSY değerleri % 5,02-9,89 olup % 15'den az çıkmış olup sodyumluluk tehlikesi oluşmamıştır. Ancak DSY değeri % 5,2'i geçtiği için topraklarda kaymak tabakası oluşumu, agregat zayıflaması ve infiltrasyon azalması gibi fiziksel bozulmalar (Bal ve ark., 2011) görülebilecektir. KDK değerleri ise; 11,12-13,22 arasında değişmiştir.

B uygulamasında; Na^{+} 1,28-3,34 me/100 g, K^{+} 0,47-0,57 me/100 g, Ca^{++} 11,46-12,33 me/100 g, Mg^{++} ise 4,95-5,49 me/100 g toprak arasında değişim göstermiş olup değerler birbirine çok yakın çıkmıştır. Tüm uygulamalarda DSY değerleri % 5,69-% 15,94 olmuştur. % 15'den fazla çıkan katmanlarda kısmen sodyumluluk tehlikesi oluşmuştur. Aynı şekilde; DSY değeri % 5,2'i geçtiği katmanlarda, kaymak tabakası oluşumu, agregat zayıflaması ve infiltrasyon azalması gibi fiziksel bozulmalar görülebilecektir. KDK değerleri ise; 18,18-20,93 arasında değişmiştir.

C uygulamasında; Na^{+} 0,53-2,57 me/100 g, K^{+} 0,63-0,81 me/100 g, Ca^{++} 8,61-10,76 me/100 g, Mg^{++} ise 3,89-5,18 me/100 g toprak arasında değişim göstermiş olup değerler birbirine çok yakın çıkmıştır. Tüm uygulamalarda DSY değerleri % 3,84-% 15,57 olmuştur. % 15'den fazla çıkan katmanlarda kısmen sodyumluluk tehlikesi oluşmuştur. Aynı şekilde; DSY değeri % 5,2'i geçtiği katmanlarda, kaymak tabakası oluşumu, agregat zayıflaması ve infiltrasyon azalması gibi fiziksel bozulmalar görülebilecektir. KDK değerleri ise; 13,72-17,24 arasında değişmiştir. Tüm

uygulamalarda KDK değerleri karşılaştırıldığında, B (killi-tın) > C (tın) > A (kumlu-tın) değerleri elde edilmiştir.

9. Yapılan çalışma sonunda deneme öncesi saturasyon ekstraktı tuz konsantrasyonları A=1,114 dS/m, B=1,165 dS/m, C=0,356 dS/m olan topraklar 4 ay süresince devamlı oluşturulan 4 farklı tuz konsantrasyonuna sahip taban suyu uygulaması sonucunda kapillar yükselme ile hızla tuzlulaşmıştır. Özellikle taban suyundan itibaren; A uygulamasında; 120-160 cm katmanlarındaki tuz artışı yaklaşık 2,5 kat, B uygulamasında; 80-120 cm katmanlarındaki tuz artışı yaklaşık 3,5 kat ve C uygulamasında; 160-200 cm katmanlarındaki tuz artışı yaklaşık olarak maximum 12,4 katı gibi değişen oranlarda meydana gelmiş olup yüksek seviyede çıkmıştır. Buna göre; Tın > killi-tın > kumlu-tın sıralaması elde edilmiştir. Taban suyunun etkisinin gelecek yıllardaki etkisi düşünüldüğünde topraktaki tuzlulaşmanın tehlikeli boyutlara ulaşması kaçınılmaz olacaktır.

10. Bu araştırmada, deneme süresince topraktaki su ve buna bağlı olarak tuz hareketinin, yer çekimine ters yönde, taban suyundan toprak yüzeyine doğru olduğu koşullar oluşturulmuş, hiç sulama yapılmadığından aksi yöndeki tuz hareketine fırsat verilmemiştir. Doğal koşullarda ise gerek yağışlarla ve gerekse sulama ile yukarıdan aşağıya su ve tuz hareketi gerçekleşir. Sulama ve yağış suları ile verilen su kapillar yükselmeden daha fazla ise tuzların yıkanması gerçekleşir. Böylece toprak profilinde tuzların iniş-çıkış hareketi yaşanır. Sulama ile gelen tuzlar profildeki tuz miktarını artırır. Yükselen taban suyunu toprak hacmi dışına atacak bir drenaj şebekesi olmadığı taktirde, zamanla toprakların tuzlulaşması kaçınılmaz olur. Burada önemli olan, drenlerin, taban suyu seviyesini, kapillarite ile yukarı tabakalara taşınmasını önleyecek taban suyu derinliğini oluşturacak derinlikte olmasıdır.

5.2. Öneriler

Yukarıda özetlenen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerileri vermek mümkündür;

1. Yağışlı ve sulanan alanlarda taban suyunun ani ve geçici yükselmelerini önlemek için tarla içi drenaj mutlaka yapılmalıdır.

2. Sulamanın zorunlu olduğu alanlarda bitki su ihtiyacına ilave olarak topraktaki tuzluluğu, kontrol altına almak ve özellikle kapillar yükselme ile oluşacak tuz

birikimlerini yıkamak ve kontrol etmek için yıkama ihtiyacı suyunun hesaplanarak verilmesi gerekir.

3. Taban suyundan kapillarite ile tuz yükselmesinin durduğu veya yavaşladığı derinlik (kritik derinlik), toprak tekstürüne bağlı olarak değişmektedir. Deneme topraklarında bu derinlik A (kumlu-tın) uygulamasında; 120-160, B (killi-tın) uygulamasında 80-120 ve C (tın) uygulamasında 160-200 cm olarak bulunmuştur. Geniş drenaj alanlarının bulunduğu yerlerde bu derinlik denemelerle bulunduktan sonra drenaj sistemleri projelenmelidir.

4. Tuzlulaşma, yani kök bölgesinin tuzluluk düzeyinin verim ve kaliteyi olumsuz etkileyecek kadar artması, çeşitli etkenler sonucunda, toprağın verimlilik potansiyelini doğrudan yönlendirici bir unsur olmaktadır. Taban suyu sorunu olan alanlarda belli zaman aralıklarında topraktaki tuz hareketi takip edilmeli, toprak tuzluluğu kontrol altında tutulmalıdır.

5. Ülkemizde devlet kuruluşları tarafından önemli miktarlarda masraf yapılarak işletilen sulama şebekelerinin önemli bir bölümünde sulamanın tekniğine uygun yapılmaması, işletme-bakım ve yönetim organizasyonu ile eğitim sistemindeki bozukluklar nedeniyle aşırı su kullanımı, erozyon, taban suyu yükselmesi, topraklarda çoraklaşma gibi sorunları ortaya çıkarmış, sulama oranı ve sulama randımanı düşük düzeylerde kalmış ve etkin bir su kullanımı sağlanamamıştır. Tüm sulama uygulamalarında olduğu gibi su uygulama randımanı yüksek tutulmalı, su iletim ve uygulama kayıpları en aza indirilmeli, sulama kayıplarının taban suyunu yükselteceği, toprağı tuzlulaştıracağı unutulmamalıdır.

6. Konya bölgesi için su varlığı ve su kalitesi önemli bir sorun olduğundan, KOP projesi gibi projelerin biran önce tamamlanıp, daha fazla ve daha iyi kalitedeki suyun biran önce sulamaya kazandırılmasına ihtiyaç vardır.

7. Mevcut drenaj kanallarının bakım ve kontrollerinin yapılmasına özen gösterilmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

Akbuğa, R., 2006, Konya-Çumra Yöresinde Yüzeysel ve Tuzlu Taban Suyunun Sulanan Alanlardaki Toprak-Su ve Tuz Dengesi Üzerine Etkileri, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* , Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Edirne.

Akyol, M., 2002, Yıkama Suyu Kalitesi ve Uygulama Yönteminin Toprak Profilinde İyon Yıkanması Üzerine Etkisi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Doktora Tezi, Ankara.

Amemiya, M. and Robinson, C.W., 1958, *Division VI-Soil and Water Management and Conservation. Soil. Sci. Of Am. Proc*. 22(1);76-79.

Anonim, 2014, www.dsi.gov.tr.

Anonim, 2014a, http://www.konya.gov.tr/ goster.asp?baslik= Konya%20Ovalar% FD%20Projesi%20 (KOP).

Anonim, 2014b, www.agri.ankara.edu.tr/irrigation/1039__ssk_blm_2.doc.

Anonim, 2014c, http://tr.wikipedia.org/wiki/Konya

Anonim, 2014d, http://www.cografya.gen.tr/tr/konya/iklim.html.

Anonim, 2014e, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri, Konya

Anonim, 2014f, http://www.tuik.gov.tr/Start.do.

Aras, G., 2010, Aksu Ovası Taban Suyu Derinlik Ve Tuzluluk Haritalarının Coğrafi Belge Sistemleri Kullanılarak Hazırlanması Ve Değerlendirilmesi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Yüksek Lisans Tezi, Antalya.

Arslan, H. 2005. Bafra Ovası Sağ Sahil Sulama Alanının Taban Suyu Derinlik Ve Tuzluluk Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Hazırlanması Ve Değerlendirilmesi, *Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Yüksek Lisans Tezi, 90 Ss.

Ayars, R.J., Hutmacher, R.B., Schoneman, R.A., Soppe, Rwo., Vail, S.S. And Dale, F. 2000. *Realizing The Potential Of İntegrated Irrigation And Drainage Water Management For Meeting Crop Water Requirements İn Semi-Arid And Arid Areas. Kluwer Academic Publishers, Irrigation And Drainage Systems* 13: 321–347.

Ayyıldız, M., 1983, Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri Ders Kitabı, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:879, Ders Kitabı:244,* Ankara.

Babaoğlu, M. ve Ayan, A., 2012, Kop İdaresi Tarım Vizyonu, http://www.kop.gov.tr/pdf/KOP%20Idaresi%20Tar%C4%B1m%20Vizyonu%20Subat%202012.pdf.

Bahçeci, İ., 2009, Drenaj Mühendisliği, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi T.Y.S. Bölümü, Şanlıurfa.

Bal, L., M., Şeker, C., Gümüş, İ., 2011, Kabuk bağlama probleminin araştırılmasında Konya-Sarıcalar örneği, *Prof. Dr. Nuri MUNSUZ Ulusal Toprak ve Su Sempozyumu 25-27 Mayıs, Sayfa:58-66.* Ankara.

Bayraklı, F., 1996.Toprak Kimyası, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları: 20, Konya.

Beyce, Ö., 1977. Türkiye'nin Bazı Sulama Developman Alanlarındaki Tuzlu Ve Sodyumlu Topraklarda Yıkama Suyu Ve Islah Maddesi Miktarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. *TOPRAKSU Genel Md. Yayınları M.T.A. Enst. G.Yay.N. 44* – ANKARA.

Biggar, J.W. ve Nielsen, D.R., 1962, *Miscible displacement. II. Behaviour of tracaers. Soils. Soil Sci.Soc. Am. Proc. J.26;* 126-128.

Boem, F.H.G., Scheiner, J.D. and Lavado, R.S., 2008. Some effects of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (brassica napus L.). *Journal of Agronomy and Crop Science, 172 (3):* 182-187.

Çaçık, S., 2008, Konya Karatay Çengilti Köyü Arazilerinin Tuzluluk-Sodyumluluk Yönünden İncelenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Çakmak ve Kendirli, 2001, *Tarım Bilimleri Dergisi 2001,7 (4)* 41-47, Ankara.

Çelebi, M., Çiftçi, N., Çivicioğlu, N., 2010, Konya ovalarında toprak-su kaynakları ve sulamada işletme problemleri, *I.Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu*,s.76-85, Kahramanmaraş.

Çevik, B., 2002, Sulama ve Drenaj, *Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:243 Ders Kitapları Yayın No:A-77*, Adana.

Çiftçi, N., 1987, Konya TİGEM Arazisinde Taban Suyu Toprak Tuzluluğu Ilişkileri Üzerine Bir Araştırma, *A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Y.L. Tezi, Ankara.

Çiftçi, N., Yılmaz, M.A., 1995, Konya ovası drenaj şebekelerinde su kalitesinin yıllık değişimi ve sulamada kullanılabilirliği, *Beşinci Kültürteknik (Sulama) Kongresi,* Kemer,Antalya.

Çiftçi, N., Kara, M., Uğurlu, N., Yılmaz, M. 1995. Konya Ovasında Drenaj Suları İle Sulanan Arazilerde Tuzluluk ve Sodyumluluk Sorunları, *5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kültür Teknik Derneği Yayını*, S:471-481, Antalya, Kemer.

Çiftçi, N., Topak, R., Yılmaz, A. M., Süheri, S. 2004. Konya Ovası Tuzlu SodyumluTopraklarında Jips Uygulaması, *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi*

Sempozyumu, T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü Bildiri Kitabı, s 117-121, Ankara.

Çiftçi, N., 2010, Tarımda Toprak-Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Ve Su Yönetimi, *Tarımda Kültürteknik Ders Kitabı, Bölüm:4*, S:83, Konya.

Çiftçi, N. ve Kara, M., 2010, Tarımda Kültürteknik ders kitabı, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü*, Konya.

Ekmekçi, E., Apan, M. ve Kara, T., 2005, Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi, OMÜ *Zir. Fak. Dergisi, 2005,20(3):*118-125 J. Of Fac. Of Agric., OMU, 2005,20(3):118-125.

Ergene, A., 1982. Toprak Bilgisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:267, Ders Kitapları Serisi No:42*, Erzurum.

Franzen, D., 2003, Managing Saline Soils İn North Dakota, *North Dakota State University, Fargo,* ND 58105.

Gökoğlu, B., 2005, Organik Materyal Kullanımının Alkali bir toprağın Bazı Islah Göstergeleri Üzerine Etkisi, *A.Ü., Toprak Anabilim Dalı*,Yüksek Lisan Tezi.

Güneş, A. Inal, A. Alpaslan, M. 1996. Effect Of Salinity On Stomatal Resistance, Proline And Mineral Composition Of Pepper. J. Of Plant Nutrition, 19(2): 389-396.

Güngör, Y. ve Erözel, 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1341, Ders Kitabı No: 389*, Ankara.

Güngör, Y., Erözel, A.Z. ve Öztürk, A., 2011, Drenaj Sistemlerinin Tasarımı ders kitabı, *Ankara Üniversitesi Ders Kitabı*.

Grattan, S.R., 1993, How Plants Responds To Salts. Agricultural Salinity and Drainage. Hanson, B., Grattan, S. R. and Fulton, A. (Eds.), *University of California Irrigation Program, University of California, Davis*, pages:3-5.

Hanson, B., Grattan, S.R. and Fulton, A., 1993, Amendments for Reclaiming Sodic and Saline/Sodic Soils. Agricultural Salinity and Drainage Handbook for Water Managers Handbook for Water Managers. Hanson, B., Grattan, S. R. and Fulton, A. (Eds.), *University of California Irrigation Program, University of California, Davis, No:93-01*, pages:81-85.

Henderson, D. W., 1958., _nfluence on Soil Permeability of Total Concentration and Sodium in _rrigation Water.Water Resoueces Center Univ.Calif. 14:153-157.

Kanber, R., Kırda, C. ve Tekinel O., 1992, Sulama Suyu Niteligi ve Sulamada Tuzluluk Sorunları, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı Yayın No:6*, 341 s.

Kanber, R. ve Ünlü, M., 2008. Türkiye'de Sulama ve Drenaj Sorunları: Genel Bakış. *5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurt içi Bölgesel Su Toplantıları,* Sulama- Drenaj Konferansı, S: 1-45.

Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk.www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/013rizakanber.pdf

Kara, M., Çiftçi, N., Şimşek, H., 1990. Konya-Çımra-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, Selcuk Üniversitesi Araştırma Ve Uygulama Çiftliği Çomaklı Arazisinde Taban Suyu Karakteristikleri Ve Tarla Içi Drenaj Kriterleri Tespiti Üzerine Bir Araştırma, Selcuk Üniversitesi, Konya.

Kara, M., Çiftçi, N., Şimşek, H., Topak, R. 1992, Konya ovaları projesinde (KOP) su potansiyeli ve ihtiyacı, *IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri,* Erzurum.

Kara, T., 2002. Irrıgation Scheduling to Present Soil Salinization From a Shallow Water Table, *Acta Horticulture, Number 573*: 139-151.

Kara, T. Ve Arslan, H. 2004. Bafra Ovası Sulama Alanında Taban Suyu Ve Tuzluluk Sorunları. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, S: 89-94.

Kara, M., 2005, Sulama ve Sulama Tesisleri, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya.

Karakaş, Ç., 2011, Laboratuar Koşullarında Oluşturulan Farklı Tuzluluk Ve Derinlikteki Taban Suyundan Kapillar Tuz Taşınımı, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Kelley, W.P. 1960. Alkali Toprakların Teşekkülleri Özellikleri ve Islahları. Teknik Araştırmalar No: 1 (Çeviri:Ö. Beyce), Adana.

Kesmez, G.D., Ünlükara, A., Yurtseven, E., Kütük, C., 2007. Farklı Düzeyde Azot ve Tuzlu Su Uygulamalarının Taze Fasulyede Meyve Verimi Ve Mineral Madde Birikimi Üzerine Etkisi. *V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 4-7 Eylül 2007, Erzurum.

Konukçu, F. ve Akbuğa, R. 2006, Konya-Çumra Yöresinde Yüzeysel ve Tuzlu Taban Suyunun Sulanan Alanlardaki Toprak-Su ve Tuz Dengesi Üzerine Etkileri, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Yüksek lisans tezi, Tekirdağ.

Korukçu, A., Gündoğdu, K.S., Akkaya Aslan, Ş.T. 2004. Taban Suyu Gözlem Değerlerinin Çok Yıllık Değerlendirilmesi. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu,* S: 107-115, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Knuteson, J.A., J.L., Richardson. D.D., Patterson Ve L., Prunty, 1958, Pedogenic Carbonates İn A Calciaquoll Associated With A Recharge Wetland. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:495-499.1989.

Kutlar Yaylalı İ. ve Çiftçi, N., 2007, Değişik tuz konsantrasyonuna sahip farklı sulama suyu uygulamalarının domateste verim ve kalite üzerine etkileri, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü*, ABD Doktora Tezi, Konya.

Kwiatowsky, J., 1998. Salinity Classification, Mapping and Managment in Alberta. http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity.

Madramootoo CA, Broughton SR and Dodds GT (1995). Water-table management strategies for soybean production on a sandy loam soil. *Canadian Agricultural Engineering* 37: 1-7.

Mavi, A., 1981. Bafra Ovasındaki Tuzlu Toprakların Islahı _çin Gerekli Yıkama Suyu Miktarı ve Yıkama Süresi, *Toprak su Genel Müdürlüğü*, Samsun.

Meiri, A. And Plaut, Z., 1985, Crop production and management under saline conditions. *Plant and soil* 89:253-271.

Nielsen, D. R., and Bigger, J.W., 1961, Miscible displacement in soils. *Soil Science Society of America Proceedings* 25:1-5.

Oğuzer, V., 1990. Drenaj ve Arazi Islahı Ders Kitabı *Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları*.

Özkaldı, A., B.Boz ve V.Yazıcı, 2004. Gap'ta drenaj sorunları ve çözüm önerileri Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu- *DSİ Genel Müdürlüğü,* 2004, 96-106 Ankara.

Öztürk, A. 1994. Taban Suyu Derinliği ve Sulama Suyu Kalitesinin Biber Verimine Etkisi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, 121 ss.

Öztürk, A. Erözel, A.Z. , 1994. Taban Suyu Derinliği ve Sulama Suyu Kalitesinin Biber ve Su Tüketimine Etkisi. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1366*, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 755, Ankara.

Öztürk, A. ve Çakmak, B. 1996. Tarım Topraklarının Korunması Açısından Sulama Suyu Kalitesinin Önemi. *Toprak su Dergisi. (96)* 3:17-23., Ankara.

Öztürk, A., 1997. Sulama Suyu Tuzlulugu ve Tabansuyu Derinliginin Havuç Bitkisinin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi, *A.Ü. Tarım Bilimleri Dergisi Sayı:3*, 54-58, Ankara.

Öztürk, A., 2004, Tuzluluk ve Sodyumluluğun Oluşumu, Bitki ve Toprağa Etkileri, *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, 20-21 Mayıs 2004,s.1-15, Ankara.

Öztürk, H. S., 2000, Tuzlu Toprakların Su Akış Hızının İyon Hareketi Üzerine Etkisi. *A.Ü. Fen Bilimleri Ens*., Doktora Tezi, Ankara.

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.

Richards, L.A., 1954, Diagnosis And Improvement of Saline and Alkali Soils, US Dept. Agric., *Agric Handb*. No: 60, USA.

Saied A.S., Keutgen A.J., Noga G. 2005. The Influence Of NaCl Salinity On Growth, Yield And Fruit Quality Of Strawberry Cvs. 'Elsanta' And 'Korona'. *Scientia Horticulturae* 103. 289–303.

Saruhan, V., Üzen, N., Eylen, M. Ve Çetin, Ö. 2008. Toprak Tuzluluğunun Kültür Bitkilerine Etkileri Ve Alınabilecek Somut Öneriler. *Sulama-Tuzlanma Konferansı,* S: 319-328. Şanlıurfa.

Sen, D.N. and Mohammed, S. 1994, General Aspects of Salinity and the Biologyof Saline Plants. Handbook of Plant and Crop Stress. *Pessarakli, M. (Ed.), Newyork, USA*, 696 p.

Sönmez, N., Ayyıldız, M., Güngör, Y., Erözel, Z., Baumann, H., Kretzschmar, R., 1980. Çumra Sulama Şebekesindeki Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı Üzerine Bir Araştırma. Türk Tarımının Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar. Göttingen Georg-Agust Üniversitesi ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakülteleri Arasındaki Ortaklığın Sonuçları 1966-1980. *Türkçe-Almanca Sempozyum*. 23 Kasım 1980. Ankara.

Sönmez, B., 2004, Türkiye'de Çorak Islahı Araştırmaları ve Tuzlu Toprakların Yönetimi. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 20-21 Mayıs 2004, Ankara, s.143-155.

Sönmez, B., 2011, Çorak Toprakların Islahı ve Yönetimi, *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, S.134, Nisan 2011, Ss.52-56.

Steppuhn H., Volkmar K.M., Miller P.R., 2001. Comparing Canola. Field Pea, Dry Bean and Durum Wheat Crops Grown in Saline Media, *Crop Science*, 41:1827-1833.

Taş, İ., Yıldırım, Y.E., Özkay, F. ve Aras, İ., 2013, Konya Ovasında Su Kalitesi Ve Toprak Tuzluluğu, *Ulusal Kop Bölgesel Kalkınma Sempozyumu* 14-16 Kasım 2013, Konya.

Ünlükara, A., Çıkılı, Y., Öztürk, A., 2008, Farklı Yıkama Oranlarında Sulama Uygulamalarının Fasülyenin (Phaseolus Vulgaris) Gelişimine ve Besin Maddesi İçeriğine Etkisi, *GOÜ; Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 51-60.

Yakupoğlu, T. ve Özdemir, N., 2007. Tuzluluk ve alkaliliğin toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1):* 132-138.

Yıldırım, B., 1980. Afyon Ovası Tuzlu Sodyumlu ve Borlu Toprakların Islahı İçin Gerekli lips ve Yıkama Suyu Miktarı ile Yıkama Süresi. *Eskişehir Toprak su*

Araş. Enst. Müd. Yayın No: 166.

Yıldırım, A.A., 1992.Ereğli-İvriz Sağ Sahil Sulama Alanında Yer Altı Suyu Kalitesi ve Sulamada Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma, *Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens*., Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Yılmaz, T., 1978. Yazıköy Burdur TuzJu-Sodik ve Borlu Topraklarının Islahı İçin Gerekli lips ve Yıkama Suyu Miktarı ile Yıkama Süresinin Saptanması. *Konya Bölge Topraksu Araş. Enst. Müd. Yayını No: 57.*

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.

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.

Yılmaz, A. M., 2010, Sulama Suyu Kalitesi Ve Tuzluluk Ders Notları, Selçuk Üniversitesi, Konya, Basılmamış.

Yurtseven, E., Parlak, M., Demir, K., Öztürk, A., Kütük, C., 1999, Turp (Raphanus, Sativus L.) Bitkisinde Farklı Sulama Suyu Tuzluluğu ve Ca/Mg Oranı Uygulamaları; I. Bazı Verim Parametrelerine Etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi, 5(3):*28-34.

Yurtseven, E., Öztürk, H. S., Demir, K. ve Kasım, M.U., 2001. Sulama Suyu Tuzluluğunun Tınlı Toprakta Profil Tuzluluğuna Etkisi. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 7:3*:1-8 .

Yurtseven, E., Kutuk, C., Unlukara, A., Kesmez, G.D., 2002. The Effects Of Salinity And Nitrogen Fertilization On Bean Yield And Quality. *13th Int. Fertilizer Sym.,* 10-13 June Tokat/Turkey, 253-262.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Müslüme Sevba YILMAZ
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Karatay / 18.02.1990
Telefon	**:**	
Faks	**:**	
e-mail	**:**	sevbayilmaz@selcuk.edu.tr smyilmaz@ankara.edu.tr

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Erbil Koru Y.D.A.L., Selçuklu, KONYA**	**2007**
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi, KONYA**	**2011**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi , KONYA**	**2014**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
Şubat-2013	**Ankara Üniversitesi**	**Araştırma Görevlisi**
Şubat-2014	**Selçuk Üniversitesi (35.madde)**	**Araştırma Görevlisi**