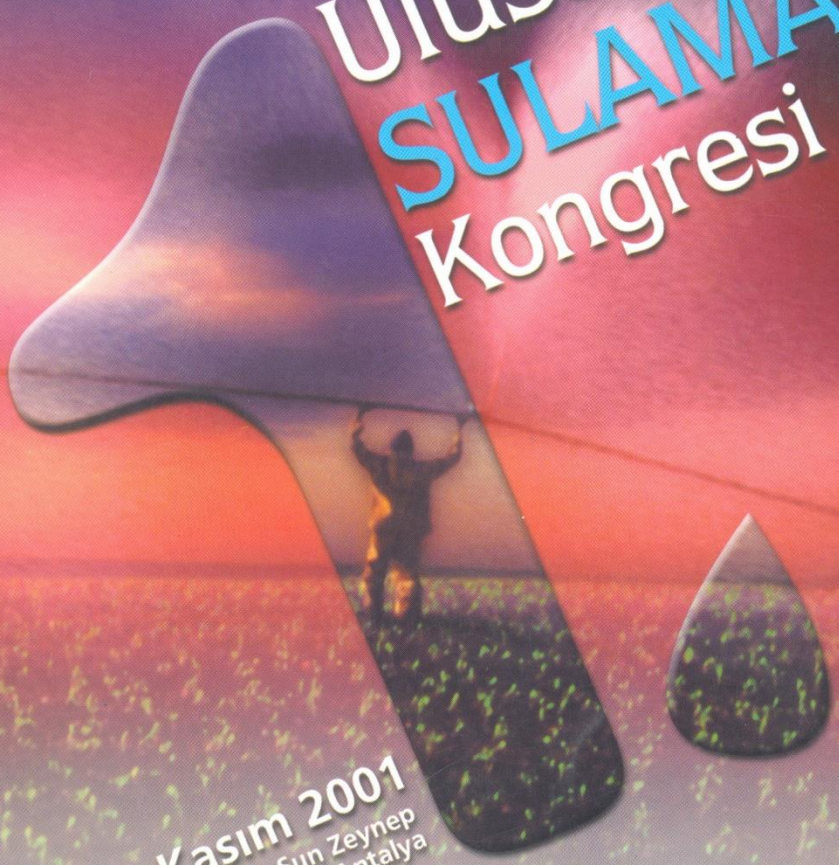
KÜLTÜRTEKNİK DERNEĞİ

# Ulusal SULAMA Kongresi



08-11 Kasım 2001
Sun Zeynep
Belek/Antalya

## BİLDİRİLER KİTABI

DESTEKLEYEN KURULUŞLAR :

- DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
- GAP BÖLGE KALKINMA İDARESİ BAŞKANLIĞI
- KÖY HİZMETLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
- TÜBİTAK

Organizasyon:
semor

# SULAMA SUYU TUZLULUĞUNUN TOPRAK TUZLULAŞMASINA VE YIKANMAYA ETKİSİ

Engin YURTSEVEN[1] Hasan S. OZTURK[2] Ali UNLUKARA[3] G.Duygu KESMEZ[4]

**Özet:** Sulanan alanlarda tuzlulaşma, kullanılan sulama suyunun tuzluluğu ile yakından ilişkilidir. Toprak özelliklerine bağlı olarak çözünmüş katılar toprak suyu ile birlikte hareket edip biriktirilirler. Bunun ötesinde, perkolasyon suyu ile toprak çözeltisinin karışma düzeylerine bağlı olarak her iki çözeltinin de konsantrasyonu değişir. Bu çalışmada tarlada ve lizimetrede yapılan sulama suyu tuzluluğu ile ilgili çalışmalardan elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Denemelerden elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, toprak tuzlulukları sulama suyu tuzluluğunun artışına bağlı olarak artmaktadır. Soya, domates ve patlıcan ekili tarla parsellerinde sulama suyu kalitesi ile ilgi çalışmalarda, sulama mevsimi sonunda tüm parsellerde toprak tuzluluklarının artma gösterdiği belirlenmiştir. Tuzlulaşmanın derecesi ise daha tuzlu sulama sularının uygulandığı parsellerde daha yüksek olmuştur. Lizimetrede yapılan yıkama çalışmalarında ise farklı tuzlulukta yıkama sularının toprak tuzlulaşması üzerindeki etkileri araştırılmış ve yıkamada kullanılan suyun tuzluluklarının fazla olması, yıkama etkinliğinin düşük olmasına neden olmuştur.

## The Effect of Irrigation Water Quality on Soil Profile Salinity and Leaching

**Abstract:** Changes in soil profile salinity depend upon the quality of irrigation water applied to the soil surface. Dissolved solids transported by percolation water would be retained in soils in different rates depending upon soil properties. Moreover, soil solution containing dissolved solids would mix with percolated water and so concentrations of both soil solution and percolation water would change. Studies on the influence of leaching and irrigation water quality on changes in soil salinity in the field and lysimeter experiments were discussed. Experimental results showed that soil salinity increased with increasing salinity levels of irrigation water. The studies on soybean and tomato cropped clay plots and eggplant cultivated loamy plots showed that salinization of soil profile increased with saline irrigation water and the highest salt concentration of water resulted in the highest salinization in the soil. Although leaching is the most effective way for reclamation, the successful leaching of salts in those experiments were not accomplished most likely because of the high dissolved solid concentration of irrigation water.

## GİRİŞ

Tarımın birincil amacı, insana gıda sağlamaktır. Bu gereksinim ise nüfus artışına bağlı olarak artmaktadır. Dünya nüfusunun 2000 yılında 6.3 milyar, 2025 de ise 8.5 milyar olacağı tahmin edilmektedir (UN, 1991). Sulama tarımsal üretimin artırılmasında son 50 yıldır önemli bir rol oynamaya devam etmektedir. FAO (1988) 'e göre 2000 yılı gereksinimlerini karşılayabilmek için sulamadaki artış oranının en az %2.25 olması gerekirken, bu artış ancak %1 düzeylerinde kalmıştır (CAST, 1988). Bugün ise sulanabilir alanların ve sulamada kullanılabilir iyi kaliteli suların hemen hepsi kullanılmaktadır. Bu nedenle gereksinilen sulanan alan ile sulama suyunun sağlanmasında bundan sonra, sulamaya daha az uygun alanların ve su kaynaklarının kullanımı gerekecektir.

Hangi düzeye kadar daha düşük kalitede suları kullanabileceğimiz konusunda ise, bize araştırmalar yol gösterecektir. Sulama sularının kalitesine bağlı olarak toprakların tuzlulaşmaları ve verimlilik potansiyellerindeki azalma oranları, bize bir cevap olacaktır.

Sulamada tuzluluk yönetiminde amaç, bitkinin verim potansiyelini azaltmayacak tuzluluk düzeyinin korunmasıdır. Bu düzeyin korunmasında bitki, toprak, iklim, sulama suyu, drenaj ve sulama ile drenajın yönetimi göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada, değişik sulama suyu tuzlulukları ile yapılan farklı tarla ve lizimetre çalışmalarının sonuçları değerlendirilmektedir.

## MATERYAL VE METOD

Bu makalede, farklı zamanlarda gerçekleştirilen tarla ve lizimetre çalışmalarının sonuçları verilmiştir. Bu çalışmalar soya, domates ve patlıcan yetiştirilen killi ve tınlı tekstüre sahip tarla parsel denemeleri ve siltli killi tınlı toprak doldurularak Macar fiği yetiştirilen lizimetre denemelerini kapsamaktadır. Bu denemelerde kullanılan bütün topraklar tuzluluk problemi olmayan, iyi drenajlı ve

[1] Prof.Dr., A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara
[2] Dr., A. Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara
[3] Arş.Gör., GOP Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Tokat
[4] Arş.Gör., A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara

normalde tarım yapılan topraklardır. Böylece sulama suyundan kaynaklanan olası profil tuzluluğu değişimleri belirlenebilmiştir.

Soya ve domates denemeleri Ankara'ya 35 km uzaklıktaki Sarayköy mevkiinde, patlıcan denemesi şehir merkezindeki Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinin deneme tarlalarında yapılmıştır. Lizimetre çalışmaları ise cam örtülü bir serada yapılmıştır.

Soya Denemesi

Soya yetiştirilen killi tekstürlü toprakta farklı yıkama oranları ile tuzlu suyun kullanılmasından kaynaklanan toprak tuzluluğundaki değişimler incelenmiştir. Bu denemelerde sulama suyu tuzluluk seviyeleri 0.6, 1.5, 2.5 ve 5 dS $m^{-1}$ olarak ayarlanmış ve yıkama oranları %0, 25 ve 50 olarak tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme deseninde uygulanmıştır. Toprak profili boyunca tuzluluktaki değişimler izlenmiştir. Sulama sularının tuzluluk seviyelerini ayarlamak için NaCl, $CaCl_2$ ve $MgCl_2$ tuzları kullanılmıştır. Suların SAR değerleri kontrol konusu değeri civarında tutulmaya çalışılmıştır. Deneme iki ayrı gelişme döneminde aynı bölgede fakat farklı parsellerde yapılmıştır.

Domates Denemesi

Farklı tuzlulk ve SAR düzeylerindeki sulama sularının toprak tuzlulaşmasına olan etkilerini belirleyebilmek için yürütülen tarla denemelri domates ekili parsellerde yürütülmüştür. Sulama suyunun tuzluluk seviyeleri 1.1, 2.5, 5 ve 10 dS $m^{-1}$ ve SAR seviyeleri 5 ve 10 olarak ele alınmıştır. Denemeler 3 yıl boyunca aynı parselde 4x2 faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme deseninde yapılmış ve $NaHCO_3$, $CaCl_2$ ve $MgSO_4$ tuzları kullanılarak tuzlu sulama suları hazırlanmıştır.

Patlıcan Denemesi

Patlıcan yetiştirilen tınlı tekstürlü parsellerde toprak tuzluluğundaki değişmeler, farklı sulama suyu tuzluluk seviyeleri ve farklı Ca/Mg oranları için araştırılmıştır. Sulama suyu tuzluluk seviyeleri 1.3, 3, 4.5, 6 dS $m^{-1}$ ve Ca/Mg oranları 3:1 ve 1:3 olarak ele alınmıştır. Deneme faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme deseninde yapılmıştır. Suların tuzluluk seviyelerini ayarlamak için NaCl, $CaCl_2$ ve $MgSO_4$ tuzları kullanılmıştır.

Macar Fiğ Denemesi

Bu sera çalışmasında farklı tuzluluktaki sulama sularının ve yıkama uygulamalarının, tınlı toprak profilinde tuzlulaşmaya etkileri araştırılmıştır. Çalışma yıkama yapılmayan ve farklı tuzlulukatki sulama suları ile yıkama yapılan bölümlerden oluşmuştur. Çalışmada 4 sulama suyu tuzluluk düzeyi (0,25, 1,5, 3 ve 6 dS/m) ile 2 sulama suyu miktarı (gereksinilen suyun %70 ve %100) konuları ele alınmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Yukarıda açıklanan denemelerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

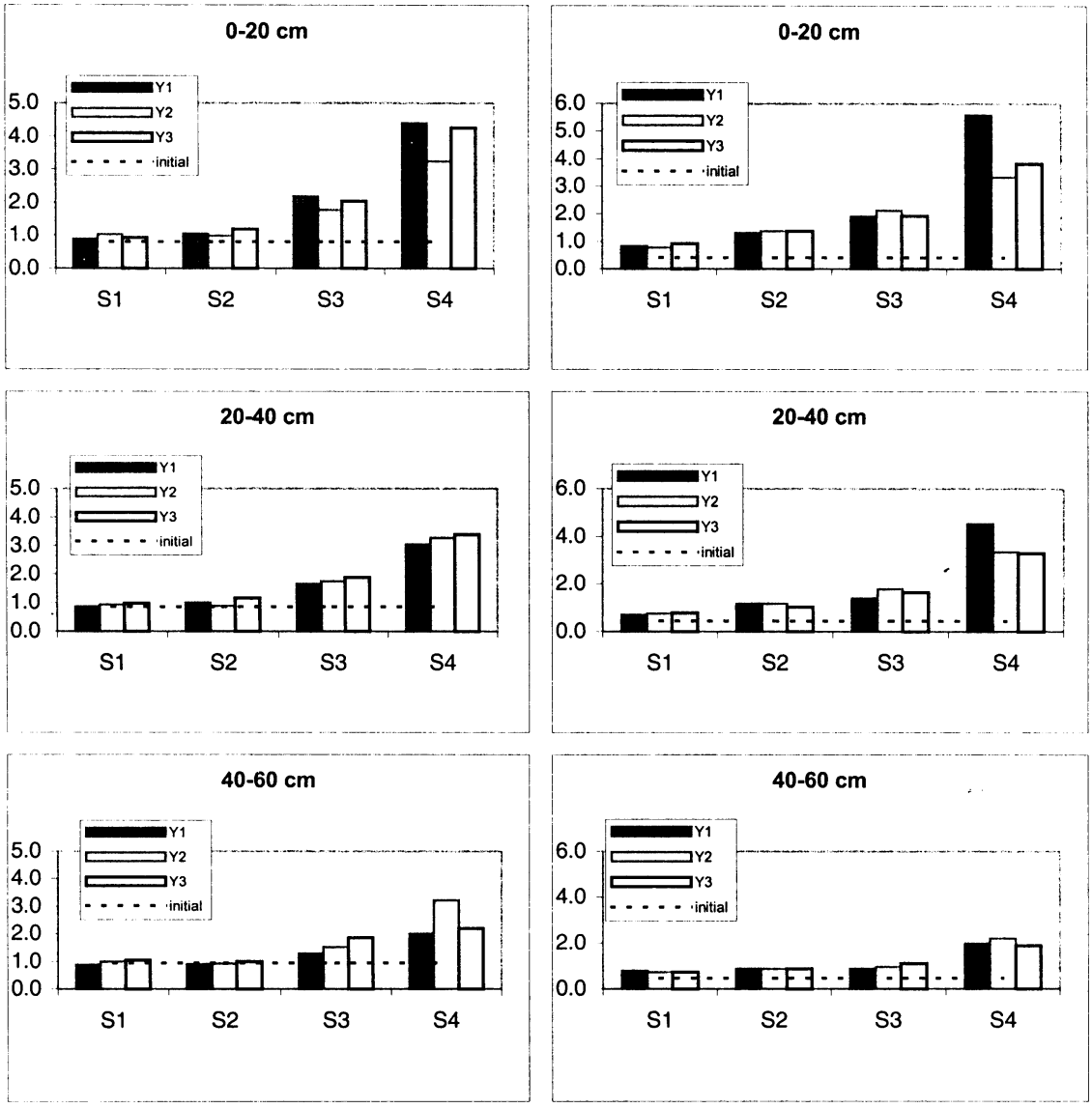
Soya Denemesi

Soya yetiştirilen 0-60 cm lik toprak profilinde toprak tuzluluğundaki değişmeler Şekil 1 de verilmiştir.

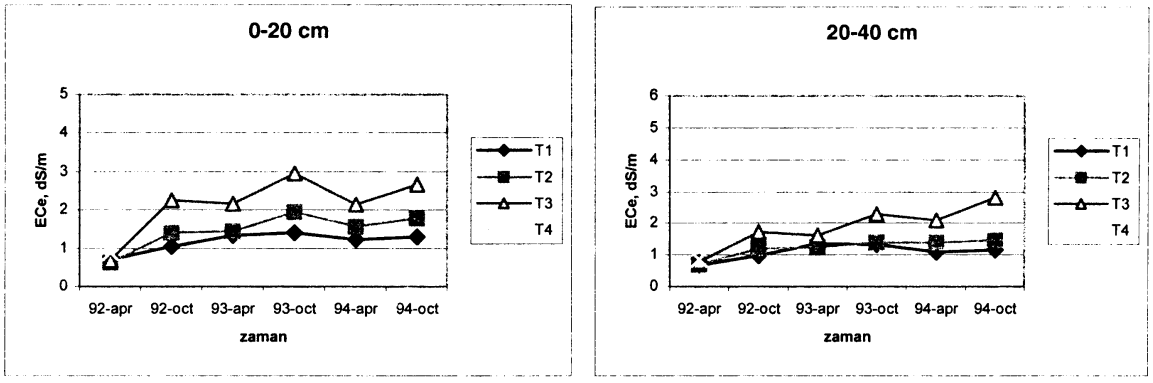
Toprak tuzluluğu özellikle 0-60 cm arasında önemli derecede artmıştır. Toprak tuzluluğu sulama suyunun tuzluluk seviyesindeki artışa bağlı olarak artarken yıkama suyu miktarından etkilenmemiştir. Diğer bir ifade ile tuzlu su kullanımı ile yıkama gereksinmesinin karşılanması, toprak profil tuzluluğunu azaltmamıştır.

Domates Denemeleri

Her bir vejetasyon döneminin başlangıcında ve sonunda 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden elde edilen toprak tuzluluğu ile ilgili sonuçlar Şekil 2 de verilmiştir. Toprak tuzlulaşması her sulama döneminde artmış ve tarlanın boş olduğu dönemde kış yağmurları nedeniyle belirli derecede azalmıştır. Bu artışın kullanılan sulama suyunun tuz konsantrasyon seviyesi ile yakından ilgili olduğu belirlenmiştir. Toprak tuzlulaşması, yağmurların, sulama dönemi boyunca birikmiş tuzları yıkamaya yetersiz olduğu süreç içerisinde artmaya devam etmiştir.




Şekil 1. Soya ekili parsellerde 0-60 cm toprak tuzluluğunun artışı (S=sulama suyu tuzluluğu, Y=Yıkama oranı. Şekilde sol taraf ilk yıl, sağ taraf ikinci yıl deneme sonuçlarını göstermektedir)



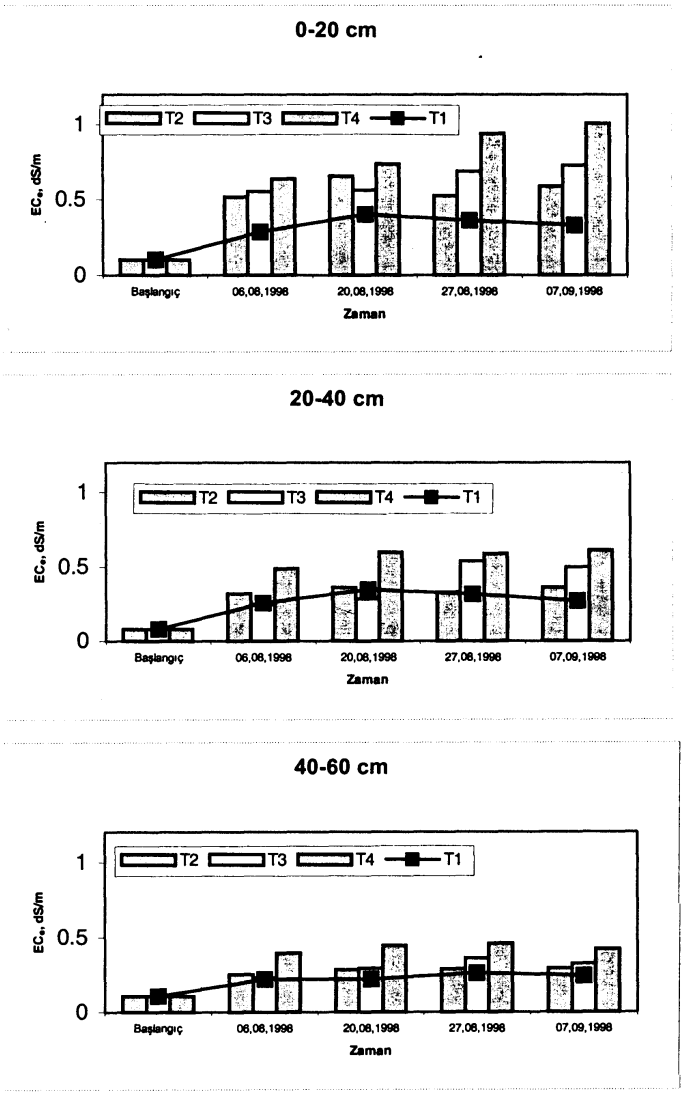

Şekil 2. Domates ekili parsellerde 3 yıl boyunca sürdürülen denemede elde edilen 0-40 cm toprak profili tuzlulukları

Patlıcan Denemeleri

Bu çalışmada toprak profili boyunca toprak tuzlulaşmasının tüm uygulamalarda arttığı belirlenmiştir. Bu artışın miktarının suyun tuzluluğuna bağlı olduğu ve en yüksek tuzluluk seviyesinin en yüksek değişikliğe neden olduğu bulunmuştur (Tablo 1). Toprak tuzluluğunun özellikle üst 40 cm toprak derinliğinde arttığı belirlenmiştir. Buna ilave olarak 2 yıllık deneme sonuçları, Ca tuzlarının toprak tuzluluğuna etkilerinin Mg dan daha fazla olduğunu göstermiştir. Farklı tuzluluktaki sulama sularının toprak tuzlulaşmasına etkileri Şekil 3 de gösterilmiştir.

Lizimetre Denemeleri

Denemenin ilk kısmında (yıkamanın olmadığı), tüm saksılarda gelişme dönemi sonunda elde edilen toprak profil tuzluluğu sonuçları sulama suyunun tuzluluğu nedeniyle yüksek olmuş ve yıkama suyuyla birlikte hızla düşmüştür. Farklı tuzluluk seviyesindeki suların yıkamada kullanılması toprak profil tuzluluğunda değişmelere neden olmuştur. Yüksek yıkama suyu tuzluluk seviyesi, profildeki tuzların yıkanmasını azaltmıştır.

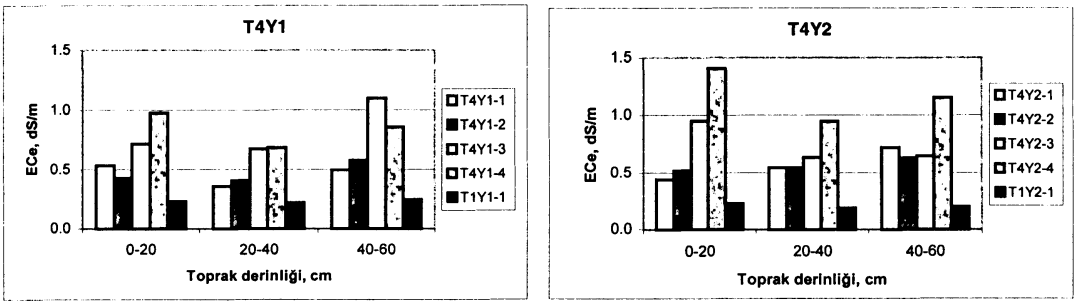



Şekil 3. Patlıcan ekili siltli toprakta 0-60 cm derinlikteki tuzluluğun değişimi

Tablo 1. Patlıcan yetiştirilen deneme parsellerinde vejetasyon dönemi boyunca, 0-60 cm derinliğinde, toprak tuzluluk profilindeki değişmeler (S=Tuzluluk seviyesi, $O_{1,2}$= Sulama suyunun Ca/Mg oranları, sırasıyla 3:1 ve 1:3 ).

| | 1998 | | | | | | 1999 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Uygulama | Derinlik (cm) | Başlangıç | 06.08 | 20.08 | 27.08 | 07.09 | Derinlik (cm) | Başlangıç | 15.07 | 28.07 | 19.08 |
| $S_1O_1$ | 0-20 | 0,105 | 0,217 | 0,567 | 0,328 | 0,277 | 0-30 | 0,125 | 0,345 | 0,297 | 0,326 |
| | 20-40 | 0,083 | 0,253 | 0,425 | 0,286 | 0,248 | 30-60 | 0,112 | 0,303 | 0,264 | 0,286 |
| | 40-60 | 0,106 | 0,221 | 0,218 | 0,248 | 0,231 | | | | | |
| $S_2O_1$ | 0-20 | 0,105 | 0,486 | 0,896 | 0,530 | 0,632 | 0-30 | 0,125 | 0,583 | 0,599 | 0,693 |
| | 20-40 | 0,083 | 0,288 | 0,448 | 0,333 | 0,359 | 30-60 | 0,112 | 0,399 | 0,474 | 0,535 |
| | 40-60 | 0,106 | 0,256 | 0,313 | 0,287 | 0,304 | | | | | |
| $S_3O_1$ | 0-20 | 0,105 | 0,576 | 0,567 | 0,802 | 0,859 | 0-30 | 0,125 | 0,665 | 0,750 | 0,820 |
| | 20-40 | 0,083 | 0,266 | 0,296 | 0,659 | 0,568 | 30-60 | 0,112 | 0,489 | 0,537 | 0,596 |
| | 40-60 | 0,106 | 0,244 | 0,269 | 0,441 | 0,391 | | | | | |
| $S_4O_1$ | 0-20 | 0,105 | 0,681 | 0,788 | 0,913 | 0,949 | 0-30 | 0,125 | 0,723 | 0,743 | 0,957 |
| | 20-40 | 0,083 | 0,456 | 0,619 | 0,564 | 0,525 | 30-60 | 0,112 | 0,635 | 0,562 | 0,719 |
| | 40-60 | 0,106 | 0,322 | 0,403 | 0,436 | 0,364 | | | | | |
| $S_1O_2$ | 0-20 | 0,105 | 0,359 | 0,240 | 0,401 | 0,389 | 0-30 | 0,125 | 0,428 | 0,489 | 0,500 |
| | 20-40 | 0,083 | 0,260 | 0,275 | 0,345 | 0,292 | 30-60 | 0,112 | 0,335 | 0,378 | 0,423 |
| | 40-60 | 0,106 | 0,222 | 0,226 | 0,271 | 0,250 | | | | | |
| $S_2O_2$ | 0-20 | 0,105 | 0,555 | 0,424 | 0,530 | 0,552 | 0-30 | 0,125 | 0,563 | 0,587 | 0,618 |
| | 20-40 | 0,083 | 0,357 | 0,280 | 0,333 | 0,364 | 30-60 | 0,112 | 0,428 | 0,406 | 0,513 |
| | 40-60 | 0,106 | 0,245 | 0,256 | 0,287 | 0,283 | | | | | |
| $S_3O_2$ | 0-20 | 0,105 | 0,533 | 0,558 | 0,575 | 0,600 | 0-30 | 0,125 | 0,589 | 0,645 | 0,897 |
| | 20-40 | 0,083 | 0,236 | 0,274 | 0,417 | 0,424 | 30-60 | 0,112 | 0,464 | 0,500 | 0,589 |
| | 40-60 | 0,106 | 0,217 | 0,312 | 0,276 | 0,253 | | | | | |
| $S_4O_2$ | 0-20 | 0,105 | 0,603 | 0,689 | 0,971 | 1,064 | 0-30 | 0,125 | 0,764 | 0,798 | 1,048 |
| | 20-40 | 0,083 | 0,520 | 0,572 | 0,610 | 0,698 | 30-60 | 0,112 | 0,493 | 0,553 | 0,858 |
| | 40-60 | 0,106 | 0,467 | 0,484 | 0,481 | 0,485 | | | | | |

Şekil 4'de yıkama ve yıkama suyu tuzluluklarının, profildeki tuzlulaşmaya etkisi görülmektedir. 0-20, 20-40, 40-60 cm derinliklerinde $T_4$ seviyesinin $Y_1$ ve $Y_2$ uygulamaları için elde edilen profil tuzluluğu değerleri $T_1$ tuzluluk seviyesi için karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Sulama suyu miktarının toprak tuzluluk profili üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Fakat toprak derinliğine bağlı olarak tuzluluk değişmeler göstermiştir. Genellikle 0-20 ve 40-60 cm derinliklerinde yüksek, 20-40 cm de ise düşük tuzluluk görülmüştür. Toprak profilinin tuzlulaşması yıkama suyunun tuz seviyesinden açıkça etkilenmiştir. Tüm profil için, gelişme dönemi sonunda, tuzlulaşma 3 ve 6 dS $m^{-1}$ yıkama suyu kullanıldığında yüksek olmuştur. Bunla birlikte $T_4$ seviyesinde tüm uygulamalarda $T_1$ 'e göre daha yüksek tuzlulaşma görülmüştür.




Şekil 4. Değişik tuzluluktaki sularla yıkanan Macar fiği ekili lizimetrelerde T4 tuzluluk düzeyinde Y1 ve Y2 sulama seviyelerinin her ikisi için de ve T1 düzeyi ile karşılaştırmalı olarak tuzluluğun değişimi.

## TARTIŞMA

- Tuzlar sulama suyuyla birlikte taşınırlar ve toprak profilinde su tüketimi ve buharlaşmaya bağlı olarak birikirler.
- Sulama dönemi boyunca toprakta biriken tuzların bir kısmı kış yağmurlarının yıkama etkisiyle birlikte toprak profilinden uzaklaşabilir. Fakat topraklar sulama döneminde kullanılan sulardaki yüksek tuz konsantrasyonu nedeniyle kış yağmurlarının birikmiş tuzları yıkayamadığı yerlerde her yıl daha fazla tuzlanmıştır.
- Kış yağmurları ile yıkanan tuzların miktarları, gelişme dönemi süresince sulama suları ile gelen miktardan daha az olduğu sürece toprak tuzlulaşması kaçınılmazdır.
- Yıkama toprak profilinde birikmiş tuzların uzaklaştırılmasında en etkili metottur.
- Etkili bir yıkama için yıkama suyunun kalitesi önemlidir ve sadece iyi kaliteli su ile yeterli yıkama yapılabilir.
- Düşük kaliteli su ile yıkama önceden beklenen etkiyi göstermez.

## KAYNAKLAR


Anonymous, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. L.A. Richards (Ed.). U.S. Dept. of Agric. Handbook No.60, USA.

Bilgiç, K., 1992. Saline irrigation practices: Leaching management. In partial fulfillment of the requirements for the Master of Science in Irrigation. ICAMAS (International Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies) Bari, Italy.

CAST, 1988. Effective Use of Water in Irrigated Agriculture. CAST (Council for Agricultural Sciences Technology) Report No.113, Ames, Iowa.

FAO, 1988. World Agriculture Toward 2000: An FAO Study. N.Alexandratos (Ed.). Bellhaven Press, London, 388pp.

Poonia, S.R. and R. Pal, 1979. The effect of organic manuring and water quality on water transmission parameters and sodication of a sandy loam soil. Agric. Water Manage. 2:163-175.

Rhoades, J.D.; A. Kandiah and A.M. Mashali, 1992. The Use of Saline Waters for Crop Production. FAO Irrigation and Drainage Paper No.48, 133pp, Rome.

UN, 1991. World Population Prospects 1990. Population studies No.120, United Nations, New York, 607pp.

Yurtseven, E. ve B. Sönmez, 1996. Sulama suyu tuzluluğunun domates verimine ve toprak tuzluluğuna etkisi. Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry, 20(1):27-33.

Yurtseven, E. ve D.O. Bozkurt. Sulama suyu kalitesinin toprak nem düzeyi ile ilişkili olarak marulda verim ve kaliteye etkisi. A.Ü.Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2):44-51, 1997.

Yurtseven, E. ve Y. Güngör. Değişik tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının toprak tuzlulaşmasına etkisi. DOĞA Tr.J. of Agriculture and Forestry, 14:555-561, 1990.

Yurtseven, E., 1990. Değişik kalitedeki sulama sularının soya fasulyesi verimine etkisi. (Ph.D. Thesis) A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kültürteknik Anabilim Dalı .

Yurtseven, E., A. Öztürk, G. Çaycı and M. Parlak. Effects of leaching with irrigation waters in different salinity levels on change of profile salinity. Proceedings of International Symposium of Desertification (ISD) 13-17 June 2000, Konya/Turkey, ISBN 975-19-2485-5, pp.397-402, 2000.