

## AŞAĞI SEYHAN OVASINDA, TABANSUYU DERİNLİĞİ, TUZLULUĞU VE TOPRAK TUZLULUĞUNDAKİ SÜREÇSEL DEĞİŞİKLİKLER\*

*A Long-Term Change Of Shallow Water Table Fluctuation, Salinity And Soil Salinity in Lower Seyhan Plain*

Sevgi DONMA  
Toprak Anabilim Dalı

Selim Kapur  
Toprak Anabilim Dalı

Rıza KANBER  
Tarımsal Yapılar ve  
Sulama Anabilim Dalı

### ÖZET

Çalışmada, Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan büyük ölçekli bir sulama ve alüvyon ova olan Aşağı Seyhan Sulama alanındaki taban suyu dalgalanmasının uzun dönemdeki değişimi incelenmiştir. Ovada, sulamaya 1960'lı yıllarda başlanmış ve o zamandan günümüze değin sulama sistemlerinin eskimesi ve yıpranması, bitki deseninin değişmesi ve su yönetiminin devri gibi büyük yapısal değişiklikler olmuştur. Taban suyu dalgalanmasının geçmişte mevsimsel tepe noktaları oluşturmasına karşın son 20 yılda sulamada kullanılan su miktarının artması sulama periyodunun uzaması ve drenaj kanallarının ıslah edilmesi gibi nedenlerle oluşan bu keskin mevsimsel tepe değerleri kaybolmuştur. Son 20 yılda taban suyu tuzluluğundaki azalma da bu durumu doğrulamaktadır. Sulama, taban suyu seviyesinin yükselmesinden sorumludur. Sulamada gereğinden fazla su kullanılması ile toprak profilindeki tuzun yıkanması ve iyi projelendirilmiş drenaj kanalları ile bu tuzun uzaklaştırılmasıyla son 20 yılda kıyı kesimleri de dâhil tuzlu alanlarda ovanın topoğrafik eğimine de bağlı olarak sulamanın yapıldığı uzun süreçte tuzlulukta azalma saptanmıştır. Ancak, henüz sulama sisteminin yapılmadığı kesimlerin kimi alanlarında, yüksek düzeyde tuzluluk düzeyleri saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Aşağı Seyhan Ovası, Tabansuyu, Tuzluluk

### ABSTRACT

A Long-term change of shallow water table fluctuation pattern was assessed for a large-scale irrigation district (Lower Seyhan Irrigation Project) which extends on an alluvial plain in East Mediterranean Turkey. Since implementation of irrigation in the 1960s, the district went through large structural changes such as deterioration of the facility, change in the cropping pattern and reorganization of water management. In the last 20 years, water table which formally fluctuated with acute peaks became flat and lost seasonality as of increase in amount and duration of irrigation and of improvement of drainage. This was also confirmed by decreasing trend of salinity in the shallow water table in the last twenty years. Irrigation was responsible for keeping the groundwater level high.

---

\*Doktora Tezi-Phd.Thesis

The leaching along with the evacuation of the excess salts was achieved by the increased use of irrigation water and the highly efficient drainage system respectively along the North-south relief of the basin towards the Mediterranean coast, where high salinity still exists due to the lack of draining facilities.

**Key words:** Lower Seyhan Plain, Groundwater, Salinity

## Giriş

Bir nehir havzasındaki sulamanın ürün verimini arttırmak gibi olumlu etkilerinin yanında, havzanın alt kesimlerinde taban suyu seviyesini yükselterek tuz birikimi yapma gibi olumsuz etkileri de vardır. Sulamanın toprakta oluşturduğu tuz birikimi ancak sorun ileri seviyelere geldiğinde, çok pahalıya mal olan ölçümlerle görülebilmekte ve zarar fark edilebilmektedir. Sulama, ovanın alt kısımlarında su azlığı, drenaj ve kirlilik problemlerine de yol açabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı kurak ve yarı kurak bölgelerde sulamanın oluşturabileceği tuz birikimini önlemek için sulamanın taban suyuna ve toprak tuzluluğuna etkisinin değerlendirilmesi çok önemlidir.

Kurak ve yarı-kurak bölgelerdeki sulamalarda, tuzluluk tarımsal verimliliği kısıtlayan en önemli bir faktördür. İşletme stratejilerinin belirlenmesinde ve arazi geliştirme çalışmalarında tuzlu alanların periyodik olarak izlenmesi çok önemlidir. Toprak verimliliğini etkileyen en önemli faktörler, toprak tuzluluğu, sodyumluluk ve tabansuyu düzeyidir. Tuzlu suyun toprak yüzeyine doğru hareketi ve evapotranspirasyon farklı toprak horizonlarında tuz birikimine neden olur ( Mehanni, 1998; Çullu ve ark., 2000)

Tabansuyu derinliğinin ve tuz içeriğinin süreçsel ve yersel değişimlerinin, tuzluluğun kökeni ve kaynağının tarımsal işlevin başarısı için esas olduğu Kanber ve ark.(2004) tarafından ayrıntılı çalışmalarla vurgulanmıştır.

D'Ittri ve ark.,(1985), Halliday ve Wolfe, (1990) ve Wylie ve ark.(1994), günümüzde gelişen teknoloji ile ortaya çıkan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla, geniş alanlarda meydana gelen değişimlerin yersel ve zamansal olarak hızlı bir şekilde irdelenebildiğini vurgulamışlardır. CBS birçok araştırmacı tarafından sulama ve drenaj sistemlerinin yönetiminde potansiyel kullanım alanı bulmuştur. CBS tekniği tabansuyu düzeyi ve kalite değişimlerinin saptanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dinç ve ark., (1991), Türkiye'nin ilk sulama projelerinden biri olan Aşağı Seyhan Ovası sulamasının denize yakın olan alt kısımlarında önemli düzeyde bir tuzluluk sorunu olduğunu ve tuzluluk etkisinin Helvacı, Arıklı, Arpacı, Gemisüre toprak serilerinde görüldüğünü ve baskın tuz tipinin ise Halit (NaCl) olduğunu vurgulamışlardır.

Yüzgeç (1985), Çukurova bölgesi topraklarında, 1956 ve 1984 yılları arasında, yüzey horizonlarındaki tuz hareketini ve tuzlu alanların dağılımını karşılaştırmıştır. İnceleme sonucunda yüzey horizonlardaki tuzların hareket ettiğini, şiddetli tuzlu alanların 1956 yılında % 16.8 iken 1984 yılında sulamanın etkisi ile % 2.1'e düştüğünü ve tuzlu alanların ise 105 639 ha 'dan 60 898 ha'a gerilediğini saptamıştır.

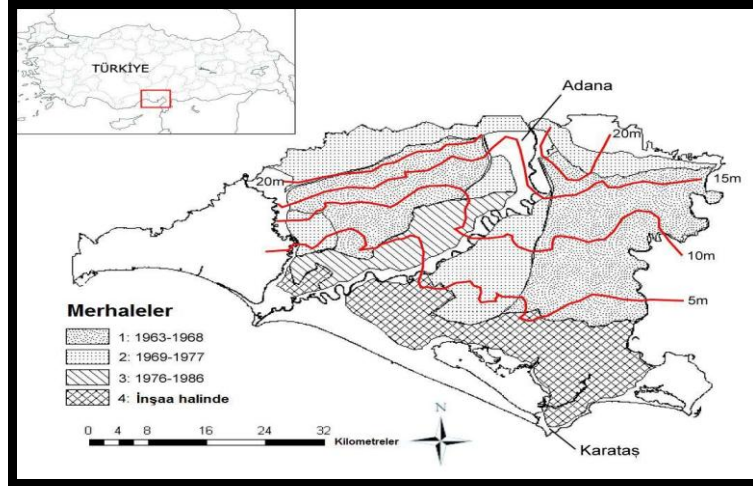
Bu çalışma, Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan suyla taşınmış ana özdek üzerinde oluşmuş, sulanır konullardaki Aşağı Seyhan Ovası'nda yürütülmüştür. Anılan ovanın aşağı kesimlerinde yoğun tuzluluk sorunu bulunmaktadır. Ovadaki arazi kullanımında, sulama yönetiminde ve toprak özelliklerinde uzun dönemde oluşan değişikliklerin tabansuyu düzeyi ve tuzluluğu üzerindeki etkileri bir dizi analizle araştırılmıştır.

Çalışmada önce sulama suyunun ve yağışın taban suyu düzeyi ve tuzluluğu üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Bu amaçla, ovada tabansuyu değişimlerinin toprak tuzluluğunu nasıl etkilediği irdelenmiştir. Çalışma, sulanan ve sulama sistemi yapılmamış, sulanmayan alanda yürütülmüştür.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Türkiye'nin güneyinde, Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Aşağı Seyhan Ovası Sulama Sistemi, Cumhuriyet döneminin ilk sulama projelerinden biridir. Bu proje, kuzeyde Toros dağlarının etekleri, güneyde Akdeniz, doğuda Ceyhan Nehri, batıda Berdan Nehri ile sınırlanmıştır. Devlet Su İşleri tarafından 1980 yılında yapılan planlama çalışmaları sonucunda ovanın yaklaşık 213,200 hektar genişliğinde bir alanı kapsadığı ve toplam sulanabilir alanın ise 175,000 hektar olduğu belirlenmiştir. Ovada modern sulama 1942 yılında inşa edilen Seyhan regülatörü ile başlamış ve 1956 yılında sulama, elektrik üretimi ve taşkın önleme amaçları için Seyhan Barajı inşaatı ile bölümler halinde ve şu ana kadar 133,000 hektar alanı sulamaya açılmış olan bu proje, Seyhan Nehri Havzasının delta kısmında yer alır. Seyhan Nehri ovayı ikiye böler. Seyhan ile Berdan nehirleri arasında kalan kısma, Tarsus Ovası; Seyhan Nehri ile Ceyhan Nehri arasında kalan kısma ise Yüreğir Ovası adı verilmektedir ( Şekil 1).



Şekil 1.Çalışma alanı, sulamanın gelişme evreleri

Ovanın topoğrafyası düz ve düze yakındır. Kuzey kesimlerde deniz düzeyinden maksimum yükseklik 40 m ile başlamakta güneye doğru inildikçe sıfır metrelere kadar inmektedir. Eğim % 1 ile % 0.1 arasında değişmektedir.

Ovanın jeolojisi iki grupta incelenebilir. Birinci grupta değişik yaşlı kireç taşları, konglomera, marn ve benzeri materyallerden oluşan yüksek araziler, ikinci grupta ise yakın zamanda depolanmış (Holosen) alüviyal materyaller yer almaktadır. Alüviyal alan E-5 karayolunun hemen güneyinden başlayarak Akdeniz'e kadar uzanmaktadır.

Çalışma alanında, yedi farklı fizyografik toprak ünitesi vardır. Genel olarak iki ana bölümde yoğunlaşan fizyografik gruplar, farklı toprakların alandaki dağılımları ile sıkı bir ilişki içerisinde. Bu fizyografik gruplar yüksek araziler ve alüviyal taban arazilerdir. Alüviyal topraklar, hafiften çok ağır bünyeye, sorunsuz topraktan tuzlu-alkali toprağa kadar değişik sorunlar içermektedirler (Dinç ve ark.,1990).

Çalışma alanında kışları ılık ve nemli; yazları sıcak ve kurak tipik Akdeniz iklimi hâkimdir. Yıllık ortalama yağış 642 mm, ortalama sıcaklık 18°C, ortalama oransal nem % 70 ve toplam buharlaşma 1560 mm dolaylarındadır.

#### **Metot**

Tabansuyu düzeyinin ve tuzluluğunun mevsimsel ve süreçsel değişimini değerlendirmek için sulamaya açılmış alanda, DSİ tarafından DSİ standartlarına göre 4 m derinlikte açılmış tabansuyu gözlem kuyusu arşiv verilerden, yağış verileri Devlet Meteoroloji Enstitüsünden (DME) elde edilmiştir.

Sulamaya açılmış alanda, 1980'li yıllarda 626 adet gözlem kuyusu yapılmış; sonraki yıllar içerisinde bu sayı artmış ve 1990'lı yıllarda sulanan tüm alanı kapsayacak şekilde 1134'e ulaşmıştır. Bu gözlem kuyularında, DSİ tarafından her ay tabansuyu derinliği; yılda bir kez sulamanın en yoğun olduğu ayda, su örnekleri alınarak, laboratuvarında, elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ölçülmektedir. Çalışma için bulunan en eski arşiv verileri 1980'li yıllara aittir.

Çalışmada önce, her 10 yıllık döneme ait birbirini izleyen yılların veri seti (1984, 1985, 1992, 1993, 2002 ve 2003) seçilmiştir. Analiz sonucunda 10 yıllık dönemlerdeki değişimin yıllık değişimden daha önemli olduğu saptanmış ve yersel değişim verileri uygun olan 3 veri seti (1985, 1993 ve 2003) ile karşılaştırma yapılmıştır.

Gözlem kuyularının doğru yerlerde olup olmadığını saptamak için, gözlem kuyularının birbirleri ve en yakın drenaj kanalı arasındaki mesafelerin karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışma sonunda, gözlem kuyuları arasında ortalama uzaklığın, 1980'li yıllarda 282 m, 1990'lı yıllarda ise 250 m olduğu saptanmıştır. Kuyular arasındaki mesafenin, gereksinime yanıt verecek uzaklıkta olduğu belirlenmiştir. Yıl içerisinde tahrip olan ve kuruyan kuyular, analizde kullanılmamışlardır. Analiz edilen kuyu sayısı 1984-85 döneminde 300, 1992-1993 döneminde 754, 2002-2003 döneminde ise 759 adet arasında değişmiştir.

Arazi kullanımı ile ilgili olarak, üç kaynaktan elde edilen verilerden yararlanılmıştır: 1985 (Nisan 25, Temmuz 30 ve Kasım 3), 1993 (Temmuz 27 ve Ekim 4) ve 2003 (Mayıs 5, Haziran 30, Ağustos 17 ve Ekim 4) tarihlerine ilişkin LANDSAT-TM görüntüleri, DSİ sulama şebekesi haritaları ve DSİ tarafından 1/5000 ölçekli haritalara işlenerek arşivlenen, gerçekleşen bitki deseni verileridir.

1985, 1993 ve 2003 yıllarına ait LANDSAT-TM görüntülerinde sınır koşulları yazılımı kullanılarak çiftçi parselleri bulunmuştur. Daha sonra bu veriler gerçek yer verileri ile doğrulanarak bitki desenleri görüntüleri oluşturulmuştur.

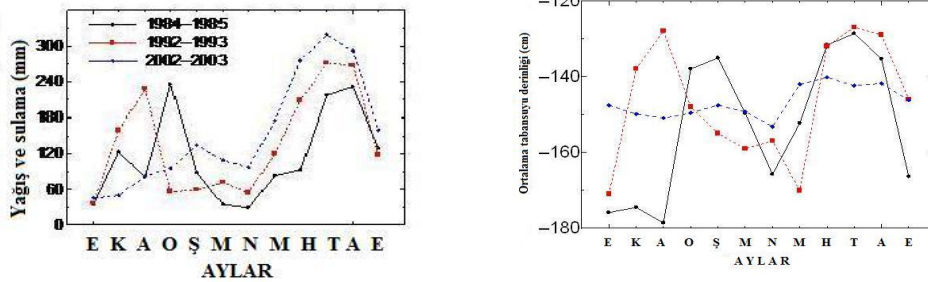
Toprak verileri için Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü tarafından tüm ova için hazırlanan dijital detaylı toprak haritası kullanılmıştır (Dinç ve ark., 1990). Tabansuyu değişimi ile toprak bünyesi arasındaki karşılıklı ilişkiyi hesaplamak için toprak tekstürü sınıflaması tekrar yapılmış ve kil içeriklerine göre 8 sınıf oluşturulmuştur. İlişki denkleminin ve belirleme katsayısının kestiriminde toprakların kil içerikleri kullanılmıştır.

Taban suyu düzey değişimlerine, sulama işletmeciliğinin ve diğer etmenlerin etkilerini saptamak için, aylık tabansuyu derinliği ile arazinin denizden yüksekliği (kotu-m), toprağın kil içeriği (%) ve aylık bitki su gereksinimi (mm) arasında oluşturulan ilişki denklemlerinden yararlanılmıştır. Aynı analizler, yıllık dalgalanma (maksimum taban suyu düzlem derinliği, minimum taban suyu düzlem derinliği, yıllık değişim aralığı) için yapılmıştır.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

### Tabansuyu Tablası Dalgalanması

Şekil 2 a ve b 1984–85 ve 1992–93 dönemlerine ait aylık ortalama taban suyu derinliğini ve ovaya giren ( yağış, sulama) su miktarını göstermektedir. 2002–2003 dönemine ait taban suyu tablası dalgalanma aralığı çok dar olmuş ve toprak yüzeyinin 150 cm altında sabit kalmıştır. Bu dönemdeki kış yağışlarının diğer dönemlerden daha az olmasına rağmen, kış aylarındaki taban suyu tablası oldukça yüksektir. Sulama sezonunda ise taban suyu tablası kış dönemine göre 10 cm daha yüksekte seyretmiş ancak keskin bir pik oluşmamıştır. Tarla içi dren sistemleri toprak yüzeyinden itibaren 150 cm aşağıya yerleştirilmiştir. Aşırı sulama ile gelen su bu seviyenin üzerinde kalmaktadır.



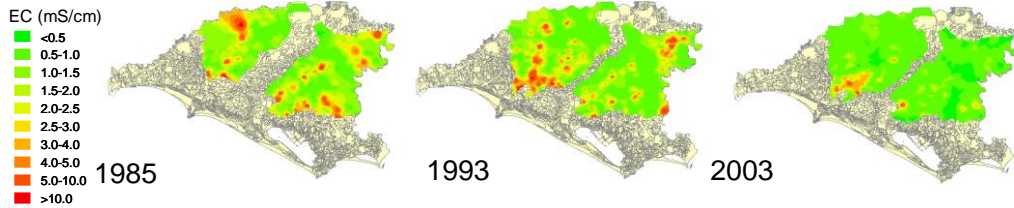
Şekil 2. (a) Ortalama aylık taban suyu derinliği dalgalanması , (b) aylık yağış ve sulama derinliği

Drenaj kanallarının ıslahı, bitki deseninin çeşitlenmesi ile sulama sezonunun uzaması ve sulamada kullanılan su miktarındaki artış gibi nedenlerden dolayı taban suyu tablasının mevsimsel değişim trendinin kaybolduğu söylenebilir.

Drenaj sistemlerinin 1980'li ve 1990'lı yıllarda daha önce açıklanan nedenlerden dolayı gerektiği gibi çalışmaması, yağış veya sulama suyu olarak ovaya bir su girişi olduğu dönemlerde taban suyu tablası yükselmiş ve yılda iki kez birincisi kış yağışlarının olduğu dönem ikincisi de sulama periyodu olmak üzere pik yapmıştır.

### Taban Suyu Tuzluluğunun Dağılımı

Taban suyu elektriksel iletkenliğinin değişimi Şekil 3 'de gösterilmiştir. Ölçümler yılda bir kez sulamanın en yoğun olduğu ayda ( Temmuz ) yapılmıştır. Uzun dönemde ovadaki taban suyu tuzluluğunda sürekli olarak bir azalma saptanmıştır. Sulamada kullanılan suyun artışı, tuz konsantrasyonunu azaltmıştır. Ovaya sulama getirilmeden önce, kuru koşullarda pamuk tarımı yapıldığı dönemlerde ciddi bir tuzluluk sorunu vardı. O dönemlerdeki kuru yaz koşulları toprak yüzeyinde tuzun birikmesinin ana nedenlerinden biriydi. Sulamadan sonra ise sulama suyu toprak su hareketini aşağıya doğru yani tersine döndürmüştür. Tarlaya uygulanan su miktarı ( yağış ve sulama suyu) son yıllarda 1500 mm ye yükselmiştir. Bu durumda tuzluluktaki azalmaya katkıda bulunma olasılığı vardır. Sulama suyunu temin eden Seyhan barajının sodyum içeriği oldukça düşük olması da tuzluluğun azalmasında bir etkidir. Tuzun orijinini bilmeden son 20 yılda sulama ile toprak profilinden tuzun yıkandığını söylenemez. Özetle ovada çok iyi projelendirilmiş drenaj şebekesinin de katılımı ile topraktaki tuz, kök bölgesinin altına indirilmiştir.



Şekil 3. ASO'da taban suyu tuzluluk dağılımının on yıllık aralıklarla değişimi

### Arazi kullanımının ve yüksekliğinin, toprak yapısının tabansuyu tablası üzerindeki etkisi

Taban suyu tablası dalgalanmasının temel unsurları ( maksimum, minimum ve dalgalanma aralığı) ile yükseklik, EC, toprak tipi ve bitki desenine göre hesaplanan sulama derinliği arasındaki ilişki çizelge 1 de özetlenmiştir. Bu unsurlar ile taban suyu tablası dalgalanması arasında önemli bir korelasyon bulunamamıştır. Vurgulanan unsurlarla aylık taban suyu derinliği arasında da

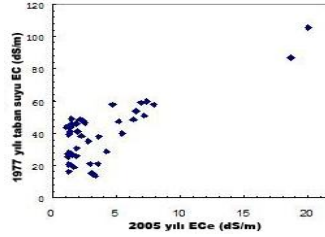
önemli bir korelasyon bulunamamıştır. Aylık taban suyu tablası dalgalanmasının kuyuların bulunduğu yerlerdeki toprak özellikleri ve ekilen bitki çeşidinden daha çok geniş alanlarda uygulanan su ve arazi yönetiminin etkisi altında olması ile doğrulanmıştır.

Çizelge 1-Taban Suyu Tablası Derinliği ile Kotu EC Kil İçeriği Sulama Suyu Arasındaki Korelasyon

	1984–1985			1992–1993			2002–2003		
	Mak.	Min.	Ara.	Mak.	Min.	Ara.	Mak.	Min.	Ara.
Kot	0.20	-0.01	0.20	0.08	-0.05	0.13	-0.16	0.18	-0.28
EC (ms/cm)	-0.20	0.04	-0.06	-0.07	-0.02	-0.06	0.10	-0.04	0.12
Kil içeriği (%)	-0.07	-0.03	-0.04	-0.01	-0.04	0.03	-0.16	0.04	-0.17
Sulama miktarı (mm)	-0.02	-0.03	0.02	-0.09	-0.01	-0.08	0.09	0.02	0.07

#### Toprak Tuzluluğundaki Değişim ve Tabansuyu Tuzluluğu ile İlişkisi

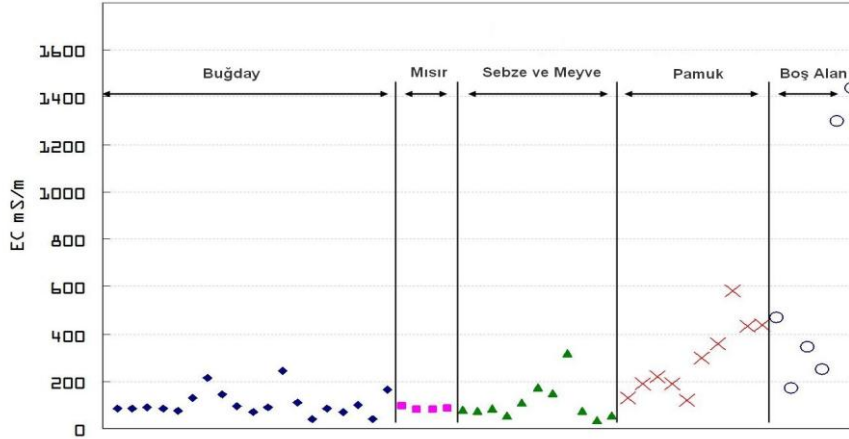
Çalışmada, sulamaya açılmamış bölümün 1977 yılına ait tabansuyu tuzluluğu ve 2005 yılı Temmuz ayı  $EC_e$  değerleri arasındaki ilişkinin saptanmasına çalışılmıştır. Burada kullanılan  $EC_e$  değerleri 2005 yılı Temmuz ayında IV. Merhalede 50 ayrı noktada ölçülmüş ve Krigging metodu ile tahmini yapılmış değerlerdir. Noktaların dağılımı ikisi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermiştir ( Şekil 4 ).



Şekil 4. Sulanmayan alanda( 4. bölüm) 2005 yılı toprak tuzluluğu ile 1977 yılı tabansuyu tuzluluğu arasındaki ilişki

LANDSAT görüntüleri ise toprak tuzluluğunun, ASO'daki tuzlu alanların, 1990'dan ( % 30 ) 2005'e ( % 18 ) düzeyinde azaldığını ortaya koymaktadır.

Sulamaya açılmamış ( 4. Bölge) alanlarda farklı toprak serilerinin 50 ayrı noktasında ve bu toprak serilerinin değişik arazi kullanımlarında yapılan tuzluluk ölçümlerinde tuzluluğun 200 mS /m ve daha yüksek olduğu yerlerde arazi kullanımının özellikle pamuk tarımına yönlendiği, buna karşın diğer bitkilerin gelişimlerinin daha düşük düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Başka bir deyişle bu alanlardaki bitki gelişimlerinin belirgin bir şekilde tuzluluk düzeyinden etkilendikleri saptanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Toprak tuzluluğu ve arazi kullanımı ilişkisi

#### Yorumlar

Çalışmada, öncelikle sulamanın tabansuyu dalgalanmasına ve tabansuyu tuzluluğu ve kalitesine etkisi araştırılmıştır. Elde edilen bu sonuçlarla, sulamanın toprak tuzluluğu üzerine olan etkisi karşılaştırılmalı olarak incelenmiş ve aşağıdaki olgular ortaya konulmuştur.

1. Analiz sonucunda, arazi kullanımının taban suyunun yersel dağılımı üzerinde açık bir etkisi saptanmıştır. Ovada, taban suyu tablası sulamada fazla su kullanımından dolayı yüksektir ancak gelecekte sulama randımanının yükseltilmesi ve/veya arazi kullanımı ve suyun sürdürülebilir programlarının oluşturulmasıyla bu seviye düşürülebilir.
2. Tabansuyu tuzluluğu, ovanın tamamında zaman içerisinde azalma göstermiştir.
3. Sulamaya açılmamış ( 4. bölüm) bölümdeki 1977 yılı yüksek tabansuyu alanları ile 2005 yılı tuzlu alanların örtüştüğü görülmüştür.
4. Ovaya sulama getirilmeden önce kuru tarım koşullarında (kurak yaz dönemlerinde) ve pamuk ekiminin yapıldığı dönemlerde, toprak içerisinde suyun hareketi yukarı doğru olduğundan, su ile taşınan tuz toprak yüzeyinde birikim göstermiştir. Sulamanın başlamasından sonra, Akdeniz iklimi koşullarında yaz sulaması ve kış yağışları ile toprak suyu derinlere/aşağıya doğru hareket etmektedir. Mevsim boyunca sulama



sürdükçe, taban suyu tablasının düzeyinin değişimine, toprağın değişen yapısına (özellikle suya dayanıklı olmayan agregatların sulama süresince bozunum düzeyine bağlı olan değişim) ve toprak yüzeyinin buharlaşma düzeyine de bağlı olarak bu hareket yön değiştirebilmektedir (toprak yüzeyine doğru ve/veya aşağıya doğru). Bu etmenlerin, yağış ve sulama ile birlikte, toprak tuzluluğunu azaltmada katkısı olabilir. Buna karşın, iyi projelendirilmiş drenaj ağının da katkısıyla tuz kök bölgesinin altına indirilmiştir.

5. Ovanın üst kısımlarında fazla su kullanarak yapılan sulama, 4. bölümdeki taban suyu tablasını olumsuz etkilemektedir.
6. Ovanın tümünde fazla su kullanımından dolayı genel olarak tuzlu alanlarda azalma olmasına rağmen 4. bölümde halen % 35 düzeyinde tuzlu alanlar saptanmıştır. Bu bölgedeki taban suyu analizlerinin, EC , Na<sup>+</sup> ve SAR değerlerine dayanarak, tuzlu arazilerde sodyumun smektitçe varsıl toprak parçacıkları ve agregatları tarafından tutulduğu varsayılmıştır (Dinç ve ark., 1991).
7. Gelecekte özellikle kıyı kesimlerinde oluşabilecek tuzluluk sorununu önlemek için, ilgili bölgelerdeki çiftçilerin yeraltı suyu kullanmayı durdurmaları ve ırmak suyu ile sulama yapmaları gerekli olabilir.

#### **Kaynaklar**

- ÇULLU, M.A., İ.ÇELİK, A.ALMACA.2000. Degradation of the Harran Plain Soils Due To Irrigation. Proceedings of International Symposium on Desertification. Konya-Turkey. s. 193–197.
- DİNÇ , U., M. SARI, S. ŞENOL, M. SAYIN, M.R. DERİCİ, V. S. ÇAVUŞGİL, M. GÖK, H. EKİNCİ, N. AĞCA, E. SCHLİCTİNG , 1990. Çukurova Bölgesi Toprakları. Ç.Ü.Z.F yardımcı ders kitabı, No. 26. Adana.
- DİNÇ, U., ŞENOL ,S., KAPUR, S. AND SARI, M., 1991. Formation, Distribution and Chemical Properties of Saline and Alkaline Soils of the Cukurova Region, Southern Turkey. Catena, 18 (2): 173–178.
- D'LTRI, F.M., KITTLETON, K.M., KRUSKA, R.L. 1985. Spatial Analysis of Michigan Department of Public Health Nitrate Data. Institute of Water Research, Michigan State University, East Lansing, Michigan, 25 ss. Michigan Department of Public Health Nitrate Data. Institute of Water Research, Michigan State University, East Lansing, Michigan, s.25
- HALLIDAY, S.L., WOLFE,M.L 1990. Assesing Groundwater Pollution Potential From Agricultural Chemicals Using A GIS. Paper Presented at the 1990 ASAE Summer Meeting, June 24–27, Columbus-Ohio.
- KANBER, R., ÇULLU, M.A., KENDİRLİ, B., ANTEPLİ, S., YILMAZ, N., 2004. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildiri Kitabı, s. 213–252.
- MEHANNI, A.H.,1998. The Influence of depth on salinity of water table on the salt levels in the duplex red Brown earths of Goulburn Valley of Victoria Australian J. Of Experim. Ag., 28 (5), 593-597.

- YÜZGEÇ, A.,1985. Çukurova Bölgesinde Tuzlu ve Alkali Toprakların Oluşumu, Dağılımı, Özellikleri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. ( Master Tezi). Adana.
- WYLIE, B.K., SHAFFER, M.J., BRODAHL, M.K DUBOIS, D., WAGNER, D.G., 1994. Predicting Spatial Distrubution Of Nitrate Leaching In Northeastern Colorado. Journal of Soil and Water Conservation, 49: 288–293.