

## FARKLI FİZYOGRAFİK ÜNİTELER ÜZERİNDE YER ALAN ESKİ MANAY GÖL ALANI TOPRAKLARININ ÖZELLİKLERİ ve POTANSİYEL ÜRETKENLİKLERİ

Mustafa SARI Sevda ALTUNBAŞ N. Kemal SÖNMEZ E. Işıl EMRAHOĞLU  
Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Antalya-Türkiye

### Özet

Bu çalışmada Korkuteli sınırları içerisinde yer alan eski Manay (Söğüt) gölünün kurutulması sonucunda kazanılan araziler ile çevresindeki tarım arazilerinde fizyografya-toprak ilişkileri bakımından anlamlı farklılıkları olan toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikleri, söz konusu bu toprakların buldukları fizyografik üniteler de dikkate alınarak pedon düzeyinde araştırılmış ve bu toprakların sahip oldukları özellikleri, tarımsal üretimdeki potansiyelleri yönünden değerlendirilmiştir. Alanda, aluviyal yelpaze, aluviyal sırt, aluviyal teras ve eski göl tabanı olmak üzere dört farklı fizyografik ünite ve bu farklı üniteler üzerinde de özellikleri ve arazi kullanımı yönünden anlamlı farklılıkları bulunan beş toprak serisinin yer aldığı saptanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, alanda yer alan toprakların profil özellikleri ile buldukları fizyografik üniteler arasında çok yakın ilişkilerin bulunduğu saptanmıştır. Toprakların tarımsal üretim potansiyellerini olumsuz yönde etkileyen özellikleri arasında ise aluviyal yelpaze ve aluviyal sırt fizyografik üniteleri üzerinde yer alan topraklarda hafif-orta tekstüre bağlı yüksek geçirgenlik, düşük su ve besin maddesi tutma ve kök gelişimine engel olacak düzeydeki çakıllı ara katmanlar, aluviyal teraslarda yüksek kil ve kireç içeriği ile birlikte vertik özelliğin neden olduğu şişme-büzülme olaylarına bağlı bitki kök sistemlerindeki olası fiziksel zararlanmalar ve eski göl tabanlarında da yüksek kil ve kireç içeriği, vertik özellik, fena drenaj ve yüksek miktardaki değişebilir sodyumun varlığı öne çıkmaktadır. Sözü edilen bu özelliklerin, bu alandaki gerek sulu ve gerekse kuru tarım tekniklerine dayalı arazi kullanımlarında mutlaka dikkate alınması gerekmektedir. Bu özellikler dikkate alınmadan yapılacak tarımsal üretim uygulamalarından başarılı sonuçlar alınamayacağı gibi toprak özelliklerinde de ciddi bozulmaların ve özellikle eski göl tabanlarında alkalilik sorununun ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Fizyografya-Toprak İlişkileri, Toprak Özellikleri, Arazi Kullanımı

### The Properties and Potential Productivities of the Soils of Old Manay Lake on Different Geomorphologic Units

#### Abstract

In this study, the relationships between the soils and their geomorphologic (physiographic) units of agricultural lands of old Manay-Söğüt (Korkuteli) wetland which is dried have been studied and physical, chemical and morphological properties of five different soil series located on different geomorphologic positions in the research area were determined and then these properties have been interpreted for their agricultural potentials. Four geomorphological units which are called as alluvial fan, alluvial bank, alluvial terrace and lacustrine deposits and five soil series which have different soil properties and agricultural potentials were determined in the research area.

Consequently, it has been found that there is a very close relationship between soil properties and their physiographic units on which soils are located. Related to the their geomorphologic locations and properties, it has been determined that the most important problems of the soils which are on alluvial banks and alluvial fans have low clay content, somewhat excessively drained, low content of available water and nutrients and gravelness which is caused to unsuitable conditions of root development, on alluvial terraces have high clay and calcium carbonate contents and vertic properties and on lacustrine deposits have very high clay content, vertic properties, high content of calcium carbonate, very poor drainage and high amount of exchangeable sodium which will cause serious problems when used under the dry and/or irrigated farming systems. While the soils are using, if the properties of this soils don't take to consideration, agricultural productions will not be succeeded and some soil properties will going to be degraded and especially the soils on lacustrine deposits will going to be alkalized.

**Keywords:** Geomorphology-soil relationships, soil properties, land use

### 1. Giriş

Günümüzde devletler, uluslararası saygınlıklarını ve konumlarını sahip oldukları sosyo-ekonomik, kültürel ve politik güçleri yanısıra ülkelerinin mevcut doğal kaynaklarını ve bu kaynaklara dayalı

üretim potansiyelleri değerlendirilebilme oranları ile yakından ilişkilidir. Ülkeleri ayakta tutan önemli doğal kaynaklar arasında ise tarım topraklarının ayrı bir yeri vardır ve giderek artan dünya nüfusu



göstermektedir (Anonim, 1993). Büyük bir bölümü eski bir göl olan araştırma alanı 1970'li yıllarda kurutulmuş olan Manay gölü taban arazileri ile bu arazilere komşu etek arazilerden ibarettir. Arazilerin tamamı tarımsal üretimde kullanılmaktadır. Osmankalfalar köyü sınırları içerisinde inşa edilmekte olan bir gölet ile de söz konusu bu alanda kuru tarımdan sulu tarıma geçilecektir.

## 2.2. Yöntem

Araştırma, metot gereği birbirini takibeden farklı aşamalar gerçekleştirilmek suretiyle yürütülmüştür. İlk aşamada araştırma alanına ait 1:25.000 ve 1:5.000 ölçekli topoğrafik haritalardan yararlanılarak alandaki topografya-fizyografya ilişkileri ortaya çıkarılmış ve elde edilen bulgulara dayalı olarak gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile öncelikle alandaki ana fizyografik üniteler tesbit edilmiştir. Bir sonraki aşamada, söz konusu bu ana fizyografik ünitelerin oluşumunda etken jeomorfik güçlerin o alanlarda ortaya çıkardığı karakteristik yer şekillerinin arazideki var olan farklılıkları tespit edilmiş ve bu farklılıkların arz üzerindeki dağılımları kesinleştirilmiştir. Daha sonraki aşamada ise önceden tespit edilmiş olan fizyografik üniteler üzerinde gerçekleştirilen arazi çalışmaları neticesinde tüm alanda onbir farklı toprak çeşidinin bulunduğu belirlenmiştir. Söz konusu bu onbir farklı toprak çeşidi arasından fizyografya-toprak ilişkileri açısından anlamlı farklılıkları olan toplam 5 toprak çeşidi seçilerek bu topraklar araştırma kapsamına alınmıştır. Bu aşamada, her bir farklı toprağın yayılım gösterdiği tipik alanlarda profil çukurları açılmış ve açılan bu profillerde topraklar seri ve serilerin önemli faz özellikleri ile birlikte morfolojik olarak tanımlanmış ve isimlendirilmiştir (Soil Survey Staff 1993). Son aşamada ise farklı toprak serilerini temsil eden her bir profilden genetiksel horizon esasına göre (FAO, 1977; Soil Survey Staff 1993) toprak örnekleme yapılmış ve söz konusu bu topraklar üzerinde de toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla laboratuvarında çeşitli analizler yapılmıştır.

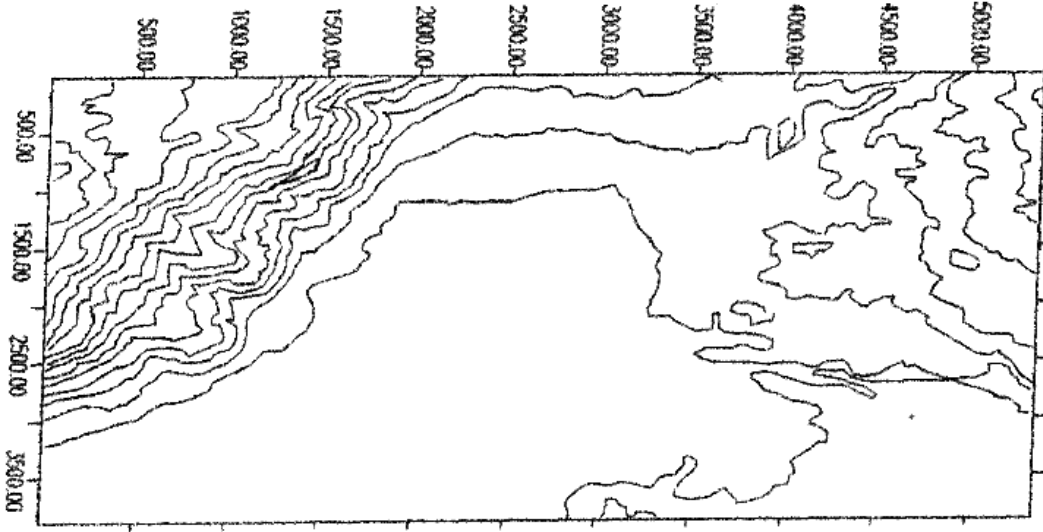
Araştırma alanında morfolojik tanımlamaları yapılan söz konusu bu beş farklı toprak serisinden genetiksel yöntemle alınan toprak örnekleri üzerinde uygulanan analizlerde; toprak tekstürünün tespitinde Bouyoucos Hidrometre metodu (1955), toplam tuz belirlemede Bower ve Wilcox'un önerdiği yöntem (1965), toprak reaksiyonunun ölçülmesinde Jackson metodu (1967), kireç ve organik madde miktarlarının tayininde Black (1965) metodu, eriyebilir katyonların belirlenmesinde Tüzüner (1990)'in ve toprakların katyon değişim kapasitesinin belirlenmesinde ise Soil Survey Laboratory Staff (1996) metotları kullanılmıştır.

## 3. Bulgular

Araştırma alanında dört farklı fizyografik ünite ve bu fizyografik üniteler üzerinde de topografya-fizyografya-toprak ilişkileri açısından anlamlı olan beş farklı toprak serisinin yayılım gösterdiği saptanmıştır (Şekil 2). Söz konusu fizyografik üniteler alüviyal yelpaze, alüviyal nehir sırtı, alüviyal nehir terası ve eski göl tabanıdır. Söz konusu fizyografik üniteler üzerinde yer alan beş farklı toprak serisi ise bu araştırmada Karapiren, Bozçay, Bozyer, Gerenlik ve Özarası olarak isimlendirilmiştir. Söz konusu bu fizyografik üniteler üzerinde yer alan her bir toprak serisinin tespit edilen morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri ise aşağıda yine fizyografik ünite bazında verilmiştir.

### 3.1. Alüviyal Yelpaze Fizyografik Ünitesi

Söz konusu bu fizyografik ünite, yörenin kuzeydoğu istikametindeki yüksek arazilerden araştırma alanına ulaşan ve akarsu yüklerinden özellikle sıçrayan ve sürüklenen nitelikte olanları bir yelpaze şeklinde alanın ilk düzlüklerinde depolayan Sevindirik deresinin taşkın faaliyetleri neticesinde oluşturulmuştur. Söz konusu derenin Kuvaterner dönemde sürdürdüğü depolama faaliyetleri sonucunda oluşan bu fizyografik ünite üzerinde de Karapiren Serisi olarak tanımlanmıştır. Kuvaterner dönemi ürünleri olan söz konusu bu alanda



Şekil 2. Alandaki Topografya-Fizyografya İlişkisi

yer alan topraklar yeterince zamanın etkisi altında kalamadıkları için ileri derecede bir pedolojik değişim yaşayamamış ve bu alandaki topraklarda sadece zayıf bir A horizonu geliştirebilmiştir. Kuvaterner yaşlı alüviyal yelpaze alanları için bu husus son derece doğaldır ve böyle alanlardaki toprakların hemen tamamı A/C horizonlu genç topraklardır (Dinç ve Şenol, 1997). Sözü edilen seri toprakları, oluştukları fizyografik ünite özelliklerine bağlı olarak profillerinde orta yoğunlukta çakılları ve yer yer de 15-20 cm kalınlıkta çakıl ara katmanlarını içeren orta-ortakaba tekstürlü horizonlara sahiptir. A horizonu dışındaki katmanlarında strüktür gelişmemiştir. Alüviyal yelpaze fizyografik ünitesi üzerinde yer alan Karapiren serisinin tüm horizonları kireçlidir (%11.6-16.7). Ayrıca profillerinin özellikle pulluk altı katmanlarının siltlitin ve tın tekstürlü oluşları yanı sıra, tüm gövdelerinde orta yoğunlukta kısmen taş ve orta yoğunlukta çakılları da içermesi nedeniyle bu toprakların su ve bitki besin elementlerini tutma yetenekleri zayıftır. Yüzey horizonu hariç, KDK değerleri de düşüktür. Söz konusu bu topraklarda toprak özelliklerine ve bitki isteklerine dayalı olarak hazırlanacak bir gübreleme ve sulama programı ile özellikle sebze ve yumrulu bitkilerin üretimi başarılı bir şekilde yürütülebilecektir. Genellikle %2-6 eğimlerde yer alan bu seri topraklarının morfolojik özellikleri Çizelge 1'de, fiziksel

ve kimyasal özelliklerine ilişkin analitik veriler ise Çizelge 2'de toplu olarak verilmiştir.

### 3.2. Alüviyal Nehir Sırtı Fizyografik Ünitesi

Osmankalfalar köyü güneyinde yer alan höyüğün doğu ve güneydoğusunda yayılım gösteren alüviyal nehir sırtı fizyografik ünitesi, alanda etkin olan Sevindirik deresinin geçmişteki taşkınları sonucunda eski dere yatağının hemen sağ ve sol sahillerine komşu alanlarda alüviyal nitelikli materyallerin depolanması sonucunda oluşmuştur. Bu fizyografik ünite üzerinde ise Bozçay olarak isimlendirilmiş olan topraklar gelişmiştir. Karapiren serisi toprakları ile benzer pedolojik değişim süreçlerini yaşamış olan söz konusu bu topraklar, yer aldıkları fizyografik ünite özelliklerine bağlı olarak Karapiren serisinden farklı olarak daha kaba tekstürlüdür ve kum boyutundaki parçacık miktarı daha yüksektir. Profillerin yaklaşık 90 cm derinliklerine kadar ulaşan kısımlarında irili ufaklı çakıllar içeren Bozçay serisi topraklarının yaklaşık 2.0 metrelerden daha aşağıdaki derinliklerinden itibaren ise çok ince killi ve geçirimsiz eski göl tabanı materyalleri gelmektedir. Bu seri toprakları, genç olmaları nedeniyle yeterli bir profil gelişimine sahip olamamış A/C horizonlu topraklardır. Nehir sırtı fizyografik ünitesi üzerinde yayılım gösteren Bozçay serisi toprakları orta tekstürlü olup,

Çizelge 1. Araştırma Alanında Yer Alan Toprak Serilerinin Morfolojik Özellikleri.

Horizon	Derinlik(cm)	Renk (yaş)	Strüktür	Kıvam
<i>Karapiren Serisi</i>				
Ap	0-33	2.5 Y 4/3	granüler	çok sert, sıkı (nemli), çok yapışkan çok plastik
A2	33-55	2.5 Y 4/3	yarı köşeli blok	hafif sıkı, çok yapışkan çok plastik
C	55-77	2.5 Y 4/3	yarı köşeli blok	hafif sıkı, çok yapışkan çok plastik
2C	77-90	--	teksel	0.2-2.5 cm çaplı yuvarlaklaşmış çakıllı katman
3C <sub>1</sub>	90-120	2.5 Y 4/3	masif	hafif sıkı, az yapışkan az plastik
3C <sub>2</sub>	120-180	2.5 Y 4/3	masif	hafif sıkı, az yapışkan az plastik
<i>Bozçay Serisi</i>				
Ap	0-38	10YR 3/4	yarı köşeli blok	sert, dağılgan, çok yapışkan çok plastik
A2	38-53	10YR 4/3	yarı köşeli blok	hafif sert, dağılgan, yapışkan ve plastik
2A1	53-97	10YR3/2	yarı köşeli blok	dağılgan, yapışkan plastik
2C1	97-127	10YR 3/3	masif	dağılgan, az yapışkan az plastik
2C2	127-187	10YR 3/4	masif	dağılgan, az yapışkan az plastik
<i>Bozyer Serisi</i>				
Ap	0-32	10YR 4/3	granüler	sert, dağılgan, yapışkan plastik
A2	32-56	10YR 4/3	yarı köşeli blok	dağılgan, yapışkan plastik
C1	56-80	10YR 4/3	masif	hafif sıkı, yapışkan plastik
C2	80-117	10YR 4/3	masif	sıkı, çok yapışkan plastik
2Ass	117-138	10YR 3/2	masif	sıkı, çok yapışkan çok plastik
2C1ss	138-151	10YR 3/3	masif	sıkı, çok yapışkan çok plastik
2C2ss	151-190	10YR3/3	masif	sıkı, çok yapışkan çok plastik
<i>Gerenlik Serisi</i>				
Ap	0-32	10YR ¾	yarı köşeli blok	hafif sıkı, çok yapışkan çok plastik
A2	32-50	10YR3/4-4/3	yarı köşeli blok	sıkı, çok yapışkan çok plastik
A3ss	50-73	10YR 3/4	masif	sıkı, çok yapışkan çok plastik
2Ass	73-95	10YR 3/4	masif	çok sıkı, çok yapışkan çok plastik
2C <sub>ss</sub>	95-125	10YR 4/2	masif	sıkı, çok yapışkan çok plastik
<i>Özarası Serisi</i>				
Ap	0-18	10YR 2/1	yarı köşeli blok	çok sert, sıkı, çok yapışkan çok plastik
A2	18-40	10YR 3/2	köşeli blok	dağılgan, çok yapışkan çok plastik
2Ass	40-71	10YR 3/1	yarı köşeli blok	hafif sıkı, çok yapışkan çok plastik
2C1ss	71-112	10YR 3/2	yarı köşeli blok	hafif sıkı, çok yapışkan çok plastik
2C2ss	112-190	10YR 3/3	köşeli blok	sıkı, çok yapışkan çok plastik

Çizelge 2. Karapiren Serisi Topraklarına Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.

Derinlik cm	Horz. Semb	Bünye Dağılımı %			Tuz %	pH	Kireç %	O.M %	KDK me/100g	Eriyebilir Katyonlar me/lt			
		Kum	Silt	Kil						Na	K	Ca	Mg
0-33	Ap	27.8	50.0	22.2	0.01	7.2	11.6	2.2	24.4	1.1	0.5	5.3	1.6
33-55	A2	37.8	42.0	20.2	0.01	7.7	12.0	1.4	11.1	0.8	0.2	3.3	0.8
55-77	C	40.5	31.2	28.1	0.01	7.7	13.6	0.6	13.1	1.0	0.2	3.2	0.9
77-90	2C	Çakıl arakatmanı											
90-120	3C <sub>1</sub>	27.7	56.0	16.1	0.01	7.4	17.3	0.6	17.8	0.7	0.2	7.4	2.6
120-180	3C <sub>2</sub>	43.8	34.0	22.1	0.04	7.5	16.7	0.9	30.9	1.3	0.2	9.8	3.9

hafif alkali (pH=7.5-7.8) reaksiyonludur. Kireç içerikleri ise %5.6-11.2 arasındadır. Tekstürleri tın, kumlukilli tın ve kumlutın olan bu topraklar tuzsuzdur. KDK değerleri 18-26 me/100g arasındadır. Toprak özelliklerine ve bitki isteklerine dayalı bir gübreleme ve sulama programı ile özellikle sebze ve yumrulu bitkilerin yanısıra derin köklü bahçe bitkilerinin üretimine de son derece uygun arazilerdir. Ancak genellikle %1-2 eğimlerde yer alan bu seri topraklarında sulama uygulamalarına dikkat edilmez ise alt katmanlarında yer alan ve

geçirimsiz kil özelliğine sahip olan eski göl sel materyaller nedeniyle istenmeyen taban sularının oluşması ve buna bağlı olarak ta toprak özelliklerinde bozulmaların ve elbetteki üretim kayıplarının oluşması kaçınılmaz olabilecektir. Bozçay serisi topraklarının morfolojik özellikleri Çizelge 1'de, fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin analitik veriler ise Çizelge 3'de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 3. Bozçay Serisi Topraklarına Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.

Derinlik cm	Hor z.	Bünye Dağılımı %			Tuz %	PH	Kireç %	O.M %	KDK me/100g	Eriyebilir Katyonlar me/lt			
		Kum	Silt	Kil						Na	K	Ca	Mg
0-38	Ap	40.5	37.2	22.1	0.01	7.7	11.2	1.9	18.4	1.1	0.4	4.5	1.3
38-53	A <sub>2</sub>	50.5	29.2	20.1	0.01	7.5	10.0	1.8	18.3	0.5	0.3	4.0	0.9
53-97	2A	57.8	24.0	18.1	0.01	7.7	5.6	1.7	26.0	0.7	0.3	3.7	1.1
97-127	2C <sub>1</sub>	67.8	20.0	12.1	0.01	7.7	7.5	0.3	19.2	1.0	0.3	6.6	1.3
127-187	2C <sub>2</sub>	59.4	26.3	14.1	0.01	7.8	9.6	0.8	18.6	0.5	0.3	5.6	1.6

### 3.3. Nehir Terası Fizyografik Ünitesi

Araştırma alanındaki nehir terasları fizyografik ünitesi, Sevindirik deresinin eski ve yeni yataklarından daha uzak mesafelerde yine Sevindirik deresi tarafından taşkınlar sırasında getirilen ve yanlamasına dereceleme olarak bilinen fizyografik işlemler doğrultusunda kil miktarı daha yüksek olan materyallerin depolanması sonucunda oluşmuştur. Söz konusu fizyografik ünite üzerinde yer alan Bozyer Serisi toprakları buldukları fizyografik pozisyona bağlı olarak daha fazla kil içermeleri ve daha koyu olan renkleri ile Bozçay serisinden ayrılırlar. AC horizonlu olan Bozyer serisi topraklarında kil tipine bağlı olarak yüzeyden itibaren yaklaşık 100 cm. derinliklere kadar varan çatlaklar oluşmaktadır. Ayrıca yine kil tipine bağlı olarak şişme ve büzülme özelliği gösteren Bozyer serisi topraklarının 80-117 cm'lik derinliklerinden itibaren belirgin kil kayma yüzeyleri yer almaktadır. Düz ve düze yakın topoğrafyalarda yer alan bu seri topraklarının renk, pH ve tuzluluk gibi özellikleri Bozçay serisi topraklarına benzerlik göstermektedir. Bu topraklarının kireç içerikleri %6.4-17.6 arasında olup, geçirgenlikleri Bozçay serisine göre biraz daha düşüktür. Bozçay serisi topraklarına göre daha ağır bünyeli ve daha yüksek KDK değerlerine sahip olan Bozyer serisi

toprakları derin köklü ve yumru bitkiler için uygun olmayan fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle genellikle hububat, yem bitkileri ve çeşitli baklagillerin üretimine tahsis edilmelidir. Sulama sistemlerinin ve gübreleme programlarının toprak özelliklerine ve bitki isteklerine göre oluşturulması sağlanamaz ise söz konusu bu topraklarda istenmeyen taban sularının ve akabinde tuzluluk probleminin oluşması kaçınılmazdır. Ayrıca toprakların sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikleri gereği toprak işlemede uygun yöntemler geliştirilmez ise yine bu topraklarda çok kısa sürelerde pulluk tabanı adı verilen sert ve geçirimsiz katmanların oluşması olasılığı son derece yüksektir. Bozyer serisi topraklarının morfolojik özellikleri Çizelge 1'de, fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin analitik veriler ise Çizelge 4'de toplu olarak verilmiştir.

### 3.4. Eski Göl Tabanı Ünitesi

Kurutma ve drenaj çalışmalarından önce aktif bir mevsimsel göl niteliğinde olan Manay gölü tabanında, çevredeki yüksek arazilerden gelen birçok yandere vasıtasıyla taşınmış en ince materyallerin göl ortamında depolanması sonucunda araştırma alanında eski göl tabanı olarak tanımlanan fizyografik ünite oluşmuştur. Depolanmış materyaller, gölün çevresindeki yüksek arazilerin jeolojik

Çizelge 4. Bozyer Serisi Topraklarına Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.

Derinlik cm	Horz. Semb.	Bünye Dağılımı %			Tuz %	pH	Kireç %	O.M %	KDK me/100g	Eriyebilir Katyonlar me/lt			
		Kum	Silt	Kil						Na	K	Ca	Mg
0-32	Ap	29.4	30.3	40.1	0.01	7.8	9.2	1.7	27.9	1.9	0.4	4.3	1.7
32-56	A <sub>2</sub>	37.4	30.3	32.1	0.01	7.2	11.2	1.4	22.0	1.6	0.3	3.8	1.6
56-80	C <sub>1</sub>	42.5	29.6	27.8	0.00	7.6	12.0	0.7	29.0	0.5	0.1	3.8	1.3
80-117	C <sub>2</sub>	46.5	29.6	23.8	0.02	7.8	17.6	0.5	12.8	3.4	0.3	7.4	1.2
117-138	2Ass	38.5	25.6	35.8	0.01	7.8	6.8	0.9	26.4	2.5	0.4	3.9	2.8
138-151	2C <sub>1ss</sub>	35.5	23.6	39.8	0.00	7.8	8.4	1.1	31.2	0.8	0.2	3.9	1.2
151-190	2C <sub>2ss</sub>	35.8	26.0	38.1	0.01	7.8	6.4	1.1	29.0	2.1	0.3	4.0	2.3

materyallerine bağlı olarak yüksek oranda klor, sülfat ve karbonat yapıları ile birlikte kalsiyum, magnezyum ve sodyum elementlerini içermektedir (Sarı ve Ark., 1997). 1970'li yıllarda söz konusu bu gölün yapay olarak kurutulması sonucunda karasal ortama kavuşan göl tabanı materyalleri üzerinde ise Gerenlik ve Özarası olarak tanımlanmış ve isimlendirilmiş olan topraklar gelişmeye başlamıştır.

Gerenlik serisi toprakları araştırma alanındaki Karaçal tepesinin kuzeybatı ve batı yörelerinde yer almaktadır. Bu topraklar, fizyografik pozisyon olarak Manay göl sisteminin merkezine yakın bir konumda bulunması nedeniyle daha ince (killi) materyallerin depolanması sonucunda oluşmuşlardır. Osankalfalar Çatalarmut yolunun güney ve güneydoğusunda yer alan diğer bir göl tabanı toprağı ise Özarası serisi toprakları olup, bu toprak çeşidi de Gerenlik serisine benzer şekilde göl sistemi merkezine en yakın fizyografik pozisyonlarda yer almaktadır. Gerenlik serisinden farklı olarak Özarası serisi toprakları, araştırma alanının eski göl haliyle en fazla sazlık ve kamışlık gelişimine sahip bir bölgesi ve aynı zamanda da kurutma işleminin en son etkilediği alan olduğu hususu, serinin sahip olduğu morfolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerine dayalı olarak saptanmıştır. Söz konusu her iki toprak serisi de çok ağır bünyeli olup, düşük geçirgenlik ve yüksek su tutma kapasitesine sahiptir. Ayrıca bu topraklar, göl kurutma işlemine bağlı olarak göl sularının tahliye edilmiş olmasına rağmen, fizyografik pozisyonlarına bağlı olarak profillerin yaklaşık 80-100 cm. derinliklerinden itibaren sıkı, masif ve geçirimsiz, hiç bir pedolojik değişime uğramamış eski göl tabanı materyallerini içermektedir. Bu nedenle hala fena drenaj özelliklerini

korumaktadırlar. Her iki seri toprağı da düz ve düze yakın eğimlidirler. Araştırma alanının büyük bir çoğunluğunu oluşturan ve eski göl tabanı fizyografik ünitesi üzerinde yer alan Gerenlik ve Özarası serilerinin tüm profilleri kil tekstürlü olup, kil miktarı %49.8-63.8 arasındadır. Profillerdeki organik madde miktarı yüzeyde %4.1 ve yüzey altında da ortalama %1.5-2.0 olup, araştırma alanının en yüksek organik madde kapsamına sahip ve en koyu renkli topraklarıdır. Toprak reaksiyonu alkali olup, pH değerleri 7.5-8.5 arasındadır. Serilerin eriyebilir katyonları içerisinde sodyum dikkati çekecek derecede yüksektir. Her iki seri topraklarının morfolojik özellikleri çerçevesinde saptanmış olan derin ve geniş çatlaklar ile kil kayma yüzeyleri, bu toprakların bütün profilleri boyunca yer almaktadır. Yukarıda sözü edilen söz konusu bu özellikleri dikkate alındığında her iki toprak serisi için de sulamaya açmadan önce detaylı çalışmalar mutlaka yapılmalı ve sulamaya uygun olup olmadıklarına bu detaylı araştırmalardan sonra karar verilmelidir. Halihazırda söz konusu bu topraklar için en ideal arazi kullanım şekli kuruda hububat, bir kısım baklagiller ile yem bitkileri üretimi olmalıdır. Yüzey horizonlarının yüksek organik madde içeriği ve iyi gelişmiş strüktürel ünitelerine bağlı olarak şeker pancarı üretiminden de olumlu sonuçlar alınabilecektir. Gerenlik ve Özarası serisi topraklarının morfolojik özellikleri Çizelge 1'de, fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin analitik veriler ise Çizelge 5 ve 6'da toplu olarak verilmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada eski Manay gölü olarak tanımlanan ve hemen tamamı kuru

Çizelge 5. Gerenlik Serisi Topraklarına Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.

Derinlik cm	Horiz. Semb.	Bünye Dağılımı (%)			Tuz %	pH	Kirç %	O.M %	KDK me/100g	Eriyebilir Katyonlar me/lt			
		Ku m	Silt	Kil						Na	K	Ca	Mg
0-32	Ap	22.2	27.6	49.8	0.01	7.8	12.3	2.7	34.76	1.8	0.2	4.7	2.74
32-50	A <sub>2</sub>	18.5	25.6	55.8	0.02	7.8	13.9	1.4	34.69	5.7	0.7	5.6	4.06
50-73	A <sub>3SS</sub>	18.5	21.6	59.8	0.05	8.5	14.7	1.4	32.34	10.5	0.9	6.2	4.75
73-95	2A <sub>SS</sub>	24.5	15.6	59.8	0.04	8.5	15.9	2.1	26.65	10.2	0.6	5.0	3.85
95-125	2C <sub>SS</sub>	26.5	19.6	53.8	0.01	8.5	16.7	2.1	26.29	8.9	0.4	3.6	3.16

Çizelge 6. Özarası Serisi Topraklarına Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.

Derinlik cm	Horz. Semb	Bünye Dağılımı %			Tuz %	pH	Kireç %	O.M %	K.D.K me/100g	Eriyebilir Katyonlar me/lt			
		Ku m	Silt	Kil						Na	K	Ca	Mg
0-18	Ap	20.5	29.6	49.8	0.01	7.6	15.3	4.1	31.8	1.3	0.2	4.9	1.7
18-40	A <sub>2</sub>	18.5	21.6	59.8	0.02	7.7	18.3	3.4	31.8	2.3	0.4	4.8	2.3
40-71	2A <sub>ss</sub>	16.5	21.6	61.8	0.02	7.7	15.9	0.7	31.6	4.7	1.8	5.7	3.3
71-112	2C <sub>1ss</sub>	18.5	17.6	63.8	0.03	7.8	19.1	0.7	28.2	4.5	0.6	4.7	3.5
112-190	2C <sub>2ss</sub>	16.5	19.6	63.8	0.02	7.9	22.3	0.7	24.3	2.8	0.4	5.2	3.2

koşullardaki tarımsal üretim faaliyetlerinde kullanılmakta olan ve yakın bir gelecekte sulu tarıma geçilecek olan alanda yer alan toprakların önemli morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri tesbit edilmiş ve farklı fizyografik üniteler üzerinde yer alan toprak serilerinin tarımsal potansiyelleri ve sürdürülebilir arazi kullanım şekillerine ilişkin hususlar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere göre;

Aluviyal yelpaze fizyografik ünitesi üzerinde yer alan Karapiren serisi topraklarının, bitki yetiştiriciliği açısından en önemli sorunlarından birisi toprak profillerinin yaklaşık 70-90 cm'lik derinlikleri arasında yer alan tamamen çakıllı bir ara katmanın bulunmasıdır. Zira söz konusu bu çakıllı katmanların koloidal sistemlerinin ve özellikle su taşıyıcı mikro gözenekliliğinin hemen hemen hiç oluşmamış olması nedeniyle bu ara katmanda su ve besin maddelerini tutma kapasitesi son derece düşüktür. Bu katmanlara ulaşan bitki kökleri yeterli su ve besin maddesini bu ortamda bulamayacak ve üretim kaybına neden olacaktır. Söz konusu bu topraklar morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri dikkate alınarak bir genelleme yapıldığında orta-düşük derecede bir üretim potansiyeline sahip oldukları sonucuna ulaşılmaktadır. Üretim potansiyellerini sınırlayan özellikler arasında yeterince gelişmemiş koloidal sistemleri ve uygun olmayan gözeneklilik dağılımı, bitki besin maddelerinin alımını engelleyebilecek düzeyde yüksek kireç içeriği ve düşük KDK değerleri dikkatleri çekmektedir. Ayrıca yüzeyden itibaren yaklaşık 75 cm'lik bir toprak derinliğine kadar pH değerlerinin ortalama 7.6-7.7 gibi bir düzeyde olması, yüksek kireç içeriği ile birlikte pek çok bitki besin elementinin yarayırlılığını olumsuz yönde etkileyecektir (Landon, 1991). Söz

konusu bu topraklarda, etkili kök sistemi 70 cm'yi geçmeyen özelliklerle sebze ve yumru bitkilerin üretimi, uygun bir sulama ve gübreleme programı ile emniyetle yapılabilecektir. Bu topraklarda halihazırda %2.2 civarında olan organik madde miktarını yükseltici veya en azından mevcut organik madde miktarını koruyucu bir amenajman planının uygulanmasında da yarar vardır.

Bozçay serisi topraklarının yer aldığı nehir sırtı fizyografik ünitesi toprakları, orta olarak nitelendirilen bir bünyeye sahip olup, kısmen taşlı ve çakıllı bir profil özelliği göstermektedir. Bu özellikleri nedeniyle su tutma kapasiteleri orta-düşük, geçirgenlikleri ise orta-yüksektir. Karapiren serisi topraklarından kısmen daha düşük düzeyde kireç içermeleri (%5.6-11.2), daha yüksek KDK değerlerine (18.3-26.0 me/100g) sahip olmalarına bağlı olarak Bozçay serisi toprakları orta derecede bir üretim potansiyeline sahiptir. Ancak yine de yüksek düzeyde olan kireç içeriği ve bitki besin elementlerinin alımında sorun yaratabilecek düzeydeki pH değerleri (Landon, 1991) dikkate alınarak uygun bir bitki besleme programı hazırlanmalı ve özellikle hatalı tarım teknikleri ile azalması ihtimali yüksek olan organik maddeyi koruyucu ve hatta arttırıcı uygulamalar yapılmalıdır. Sulu tarıma geçildiğinde ise alt katmanlarda yer alan geçirimsiz killi eski göl materyalleri nedeniyle oluşması olasılığı yüksek olan taban sularının tahliyesi için gerek kapalı ve gerekse açık drenaj sistemlerinin tesis edilmesine uygun olan fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptirler. Halihazırda kuru ve gelecekteki sulu tarım koşullarında özellikle sebze ve yumru bitkilerin yanısıra derin köklü bahçe bitkilerinin üretimine de son derece uygun arazilerdir.

Nehir terası fizyografik ünitesi



üzerinde yer alan Bozyer serisi topraklarında yüzeyden itibaren yaklaşık 40-50 cm derinliklere kadar ulaşan 3-5 cm genişliğindeki çatlakların (vertik özellik) ve 80-117 cm'lik derinliklerden daha alt katmanlarda ise belirgin kil kayma yüzeylerinin tespit edilmiş olması, bu toprakların mineralojik bileşiminin ağırlıklı olarak smektit grubu killerden oluştuğunun açık bir kanıttır (Soil Survey Staff, 1999). Bu bulgularla birlikte kil içeriğinin de Bozçay serisi topraklarına kıyasla daha fazla olması, bu toprakların çok çabuk sıkışmasına ve zaten yeterince gelişmemiş olan fiziksel özelliklerinin daha da bozulmasına neden olabilecektir. Aşırı nemli olmaları halinde şişme ve aşırı kurumaları halinde de derin ve geniş çatlakların oluşmasına neden olacak söz konusu bu özellik, özellikle derin köklü çok yıllık kültür bitkilerinin kök sistemlerine zarar verebilecek düzeydedir. Dolayısıyla bu topraklarda tav durumu çok iyi takip edilmeli ve gereğinden fazla sulamaya ve/veya aşırı su kayıplarına izin verilmemelidir. Ayrıca söz konusu bu topraklardaki kil tipi dikkate alınarak, aşırı toprak işlemeyi gerektiren tarım tekniklerinden de kaçınılmalıdır. Diğer taraftan bu toprakların PH değerleri ve kireç içerikleri, bitki besin elementlerinin yarayışlılığını kısmen de olsa olumsuz yönde etkileyebilecek düzeydedir (Landon, 1991). Söz konusu bu olumsuz özelliklerine rağmen daha yüksek KDK değerlerine bağlı olarak bitki besleme uygulamalarına kısmen daha iyi cevap verecek olmaları nedeniyle üretim potansiyelleri Bozçay serisi topraklarından biraz daha yüksektir. Uygun amenajman teknikleri, bu toprakların söz konusu üretim potansiyellerinden azami ölçüde yararlanma olanaklarını sağlayacaktır. Uygun olmayan amenajman teknikleri ise bu toprakların var olan üretim potansiyellerinin hızla kaybedilmesine neden olacaktır. Çok yıllık derin köklü ve yumru bitkiler için orta derecede uygun olan söz konusu bu topraklar genellikle hububat, yem bitkileri ve çeşitli baklagillerin üretimine tahsis edilmelidir.

Eski göl tabanını fizyografik ünitesi üzerinde oluşmuş iki farklı toprak serisi olan Gerenlik ve Özarası serisi topraklarının

üretim potansiyellerini olumsuz yönde etkileyen ortak özellikleri arasında yüksek orandaki kil içeriği, şişme ve büzülme özelliği gösteren smektit grubu kil tipinin baskın olması ve fena drenaj koşulları ilk sıralarda yer almaktadır. Söz konusu bu özellikler, adı geçen toprakların aşırı su tutma, düşük geçirgenlik ve yetersiz havalanma koşulları nedeniyle Richardson (1998)'ın da belirttiği üzere tarımsal üretimde üst düzeyde bir başarı sağlayamayacaklarına işaret etmektedir. Gerenlik serisi topraklarının 70-80 cm derinliklerden itibaren başlayan sıkı, masif ve geçirimsiz alt katmanları, derin köklü bitki yetiştiriciliğinde ciddi sorunlar yaratacaktır. Kuru tarım koşullarında yüzlek köklü bitki yetiştiriciliği için ise söz konusu bu topraklarda uygun amenajman tekniklerinin uygulanması ile üst düzeyde bir verim elde edilebilecektir. Ayrıca sözü edilen serinin eski göl tabanı fizyografik ünitesi üzerinde yer alması nedeniyle yüksek olan organik madde içeriği, bitkisel üretimde önemli bir avantaj olarak görülmektedir. Ancak hatalı toprak amenajmanı uygulamaları ise söz konusu bu yüksek düzeydeki organik maddenin hızla yok olmasına neden olacaktır. Bu toprakların kil içeriğinin yüksek oluşu ve aynı zamanda söz konusu bu killerin (2:1 smektit grubu) tipinden kayanaktan şişme ve büzülme özellikleri ise, bitki kök sistemlerini, fiziksel zararlanmalarla birlikte aşırı su tutma ve yetersiz havalanma nedeni ile de olumsuz yönde etkileyecektir. Diğer taraftan halihazırda var olan yetersiz-fena drenaj koşulları ise bu toprakların özellikle sulu tarıma açılması halinde daha da kötüleşecektir. Söz konusu toprakların kullanımında dikkate alınması gereken diğer önemli bir özelliği de profillerin alt katmanlarına doğru daha da artan değerlere ulaşan yüksek orandaki eriyebilir sodyum elementinin varlığıdır (Richardson, 1998). Nitekim, Gerenlik serisinin 50-95 cm'lik derinliklerine karşılık gelen A3 ve 2A horizonlarındaki SAR değeri yaklaşık 4 olmakla birlikte eriyebilir sodyum miktarı (10.5 ve 10.2 me/l), aynı katmanlardaki kalsiyum (6.2 ve 5.0 me/l) ve magnezyum (4.7 ve 3.8 me/l) toplamlarından yüksektir. Diğer taraftan söz konusu bu katmanlardaki

pH değerleri de 8.5 gibi yüksek bir değerdedir (Çizelge 5). Halihazırdaki kuru tarım tekniklerinde fazla bir sorun yaratmayacak olan bu özellikler (yüksek miktardaki eriyebilir Na ve yüksek pH değerleri), sulu tarım tekniklerinin uygulanması sırasında giderilmesi mümkün olmayan alkalilik (çoraklık) sorununun oluşmasına neden olabilecektir (Landon,1991). Söz konusu bu topraklar, sahip olduğu morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri yanısıra bu toprakların sahip olduğu fizyografik ünite özellikleri gereği de kapalı drenaj sistemlerinin kurulmasına kesinlikle uygun değildir. Söz konusu bu topraklarda sulu tarıma geçildiğinde uygulanabilecek en ideal drenaj sistemi açık tarla tipi drenaj ve uygulanabilecek en ideal sulama yöntemi ise damlama ve/veya yağmurlama sistemleri olmalıdır.

Gerenlik serisi ile aynı fizyografik ünite üzerinde yer alan bir diğer seri olan Özarası serisi topraklarının en önemli sorunları ise tekstürlerinin ağır killi oluşu, smektit grubu killerin baskın olması nedeniyle var olan vertikal özellik, orta-fena drenaj koşulları, yetersiz havalanma ve yüksek oranda su tutma özellikleri yanısıra özellikle sulu tarım uygulamasına geçildiğinde ise Gerenlik serisi kadar olmamakla birlikte yine de alkalilik tehlikesi oluşturabilecek düzeyde yüksek olan eriyebilir sodyum elementinin varlığıdır. Nitekim bu seri topraklarında da eriyebilir Na miktarı 2Ass ve 2C1ss olarak tanımlanmış olan horizonlarda 4.5-4.7 me/ml ve pH değerleri de 7.7-7.8 olarak bulunmuştur (Çizelge 6). Özarası serisi topraklarında da Gerenlik serisi toprakları için yukarıda verilen amenajman tekniklerinin uygulanması zorunluluğu bulunmaktadır ve her iki toprak serisi de sulamaya açılmadan önce sulu tarıma uygunlukları yönünden detaylı olarak mutlaka araştırılmalıdır.

Sonuç olarak, araştırma alanının büyük bir bölümünü oluşturan Karapiren, Bozcay, Bozyer, Gerenlik ve Özarası serisi toprakları, fizyografik özelliklerine bağlı olarak çok düşük düzeyde bir pedolojik gelişim ve değişim yaşamışlardır. Yeteri derecede pedolojik değişime sahip olamayan

söz konusu bu topraklarda, çok genç olmaları nedeniyle yeterli bir mineralojik değişim, yeterli bir strüktür gelişimi, uygun oranda makro ve mikro gözenek oluşumu, uygun oranda su ve besin maddesi tutma yetenekleri, yöresel ekolojik koşullar ve bu toprakların fizyografik yapılarına bağlı olarak ortaya çıkması gereken doğal yıkanma ile anyon ve katyon dengesinin kurulması ve daha burada sayılmamış olan diğer pek çok toprak karakteristiğinin yeterince gelişmemiş olması nedeniyle kültür bitkilerinin bu topraklarda emniyetle yetiştirilebilmesine uygun olması beklenemez. Dolayısıyla yeterli derecede toprak oluşum faktörlerinin etkisi altında kalmamış olan ve bu nedenle de yeterli bir profil gelişimine sahip olamamış bu toprakların tarımsal üretim potansiyelleri doğal olarak orta ve yer yer de düşük düzeyde olacaktır.

Araştırma alanında yer alan toprak profillerinin tamamında, yörenin ve yöre topraklarının oluşumunda aktif rol alan jeolojik süreçlerin ve jeomorfolojik güçlerin özellikleri nedeniyle gömülü horizonlar yer almaktadır. Söz konusu bu gömülü horizonlar, her bir toprak serisinde bu toprakların özelliklerini önemli derecede değiştirebilecek litolojik kesilmelerin varlığına da işaret etmektedir (Soil Survey Staff, 1999). Bu nedenle söz konusu bu toprakların tarımsal amaçlı kullanımlarında ve seçilecek bitkilerin etkili kök derinliklerinin sözü edilen bu gömülü horizonlardan ne denli etkilenecekleri de daha ileri ve detaylı araştırmalarla açıklığa kavuşturulmalıdır.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere araştırma alanında yer alan beş farklı toprak serisinin tarımsal açıdan en önemli sorunlarının başında yeterli bir pedolojik değişim ve dönüşümün yaşanmamış olması gelmektedir. Pedolojik değişim ve gelişim ise bir kaç on yılda değil, bir kaç yüzyılda hatta daha uzun sürelerde ancak meydana gelebilmektedir. Diğer taraftan araştırma alanının nehir terası ve göl tabanı fizyografik ünitelerinde yer alan topraklardaki yüksek kil içeriği, yetersiz drenaj, özellikle göl tabanı fizyografik ünitesinde yer alan topraklardaki alkalilik ve nihayet aluviyal yelpaze ve nehir sırtı

topraklarında da çakıllılık ve kaba tekstürden kaynaklanan su ve besin maddesi tutma sorunları baskın bulunmaktadır. Diğer taraftan halen büyük bir bölümünde kuru tarım tekniklerinin uygulanmakta olduğu araştırma alanı içerisinde eski göl tabanı fizyografik ünitesinde yer alan Gerenlik ve Özarası serisi toprakları için bu gün ciddi bir sorun olarak gözükmeyen profillerdeki yüksek düzeydeki eriyebilir sodyum, araştırma alanında yakın bir gelecekte inşaatı tamamlanacak olan sulama göletinin faaliyete geçmesi ile başlanacak sulama uygulamaları ile birlikte, çok ciddi bir tehlike oluşturacaktır. Drenaj sistemleri tesis edilecek olsa bile, söz konusu bu seri topraklarının genetiksel anlamda yeterince olgunlaşmamış olması nedeniyle, bu alanlarda yapılacak olan sulama uygulamaları, bu toprakların tuzlulaşmasına ve alkalileşmesine yol açabilecek ve sonuçta çok ciddi tarımsal üretim ve hatta toprak kayıpları ortaya çıkacaktır. Bu nedenle, söz konusu araştırma alanı sulamaya açılmadan önce sulu tarıma uygunlukları yönünden detaylı olarak incelenmeli ve elde edilecek sonuçlara dayalı olarak her bir toprak çeşidi için ayrı ayrı hazırlanması gereken sulu tarım amenajman tekniklerine uygun üretim modelleri belirlenmeli ve uygulanmalıdır.

##### 5. Kaynaklar

- Anonim, 1993. Antalya İli Arazi Varlığı, Tarım Orman ve Köy İşl. Bak. Köy Hzmt. Gen.Md., Ankara
- Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis, Agron. No:9 Part 2. Ame. Soc. Agr. Mdison. Wisc. 1372-1376, USA.
- Bouyoucos, G. J. 1955. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils, Agronomy Journal 4 (9) : 434.
- Bower, C.A. and Wilcox, L.V. 1965. Soluble Salt Methods of Soil Analysis, Methods of Soil Analysis Part 2, Am. Soc. Agron. No: 9, Madison, Wilconsin USA.
- Dinç, U. ve Şenol, S. 1997. Toprak Etüd ve Haritalama Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 161, Ders Kitapları Yayın No: 50, Adana, 235s.
- FAO, 1977. Guidelines for Soil Profile Description. M-51, ISBN: 92-5-100508-7, Rome.
- FAO, 1989. Guidelines for Land Use Planning. Inter Departmental Working Group on Land Use Planning, Subgroup on, Rome
- Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Landon, J.R., (editör), 1991. A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics. Longman Group, UK. Ltd. ISBN 0-582-00557-4, England.
- Richardson, L., 1998. Draining Wetlands May Not Increase Available Cropland. Zero Tillage Farmers Association, 11. Annual Workshop, 7-31 st. Brandon MB R7B 2J6, Monitoba, North Dakota.
- Sarı, M, Emrahoğlu, E.I., Sönmez, N.K. ve Altunbaş, S., 1997. Kurutulan Göllerden Kazanılan Tarım Arazilerinin Özellikleri. Göller Zirvesi Simpozyumu, Antalya.
- Sarı, M., 1998. Toprak ve Toprak Oluşumu. Çevre ve İnsan Ders Kitabı, Anadolu Üniversitesi Yay. No 1017, ISBN:975-492-766-9, Eskişehir.
- Soil Survey Division Staff, 1993. Soil Survey Manual. USDA Handbook 18, US Gov. Print. Washington DC.
- Soil Survey Laboratory Staff, 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Surv. Invest. Rep.42. Vers.3.0, NSSC, Lincoln, NE.
- Soil Survey Staff, 1999. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. NRCS, Washington, DC, Agricultural Handbook 436.
- Tüzüner, A.,1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.O.K.İ.B. Köy Hiz. Gen. Müd., 375s., Ankara.