

DAPHAN OVASI TOPRAKLARININ TEMEL TOPRAK ETÜDLERİ I. BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLER (1)

Mesut AKGÜL (2)

ÖZET : *Daphan Ovası topraklarının büyük bölümü ağır bünyelidir. Yüzeysel topraklarının, kil içerikleri % 32.8-55.9, tarla kapasitesi değerleri % 28.8-51.8, kütle yoğunlukları 0.95-1.10 g/cm³ arasında değişir. Toplam poroziteleri oldukça yüksek olup, profillerinde herhangi bir sert katman belirlenmemiştir.*

Yüzeysel topraklarında, pH 7.7-8.4, organik madde % 1.0-3.6, kireç % 0.2-7.1, kanyon değişim kapasitesi 35.9-60.9 me/100 g, elektriki iletkenlik 233.3-602.0 µmhos/cm/25 °C, elverişli fosfor 1.0-9.8 ppm arasında değişir.

BASIC SOIL SURVEYS OF THE DAPHAN PLAIN SOILS I. SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

SUMMARY : *The Daphan Plain Soils are mostly heavy textured. In surface horizons, the values of clay content, field capacity and bulk density varied as follows 32-55.9 %, 28.8-51.8 %, 0.95-1.10 g/cm³, respectively. Total porosity values of the soils are very high and no hard pan or tillage pan was determined in the profiles.*

In surface soils, the values of pH, organic matter, lime, CEC, electrical conductivity and available phosphorus were found between 7.7-8.4, 1.0-3.6 %, 0.2-7.1 %, 35.9-60.9 me/100 g, 233.3-602.0 µmhos/cm/25 °C and 1.0-9.8 ppm, respectively.

GİRİŞ

Topraklar mevcut karakterlerinin çoğunu, çok uzun bir zaman dilimi içerisinde kazanırlar ve yine bu karakterlerin hemen hemen tamamı sürekli bir değişime konu olur. Bununla birlikte, tarım topraklarında süre gelen doğal değişikliklerin yanısıra, yapılan tarımsal faaliyetlerle de söz konusu değişikliklerin hızı veya normal değişim

(1) Bu çalışma 24.2.1992 tarihinde Doktora Tezi olarak kabul edilen çalışmanın birinci bölümüdür.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum.

seyri saptırılarak bazı özelliklerde oldukça kısa süreler içinde de önemli değişiklikler meydana gelebilmektedir. Bu değişimler sonucunda ortaya çıkan toprak özellikleri, toprakların tarımsal amaçla kullanılabilirlikleri ile doğrudan ilgilidir. Bu nedenle, topraklarımızın sahip olduğu mevcut özelliklerinin belirlenmesi ve değişik kullanım ve yönetim tekniklerine göre, ileride bu özelliklerde meydana gelebilecek değişimlerin tahmin edilmesi gereği ortaya çıkmaktadır.

Diğer taraftan, toprakla ilgili birçok çalışmada, bazı bitkiler için etkili kök derinliğini oluşturan sığ bir derinlik esas alınmaktadır. Halbuki toprak özelliklerinin derinliğe bağlı olarak nasıl bir değişim gösterdiği mutlaka belirlenmelidir.

Bu çalışma, Daphan Ovası topraklarının, tarımsal üretim açısından önemli bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma Alanının Özellikleri

Daphan Ovası, Erzurum şehir merkezinin 25 km batısında, Erzurum-Erzincan Karayolu üzerinde yer almaktadır. Ovada, genel olarak üç farklı fizyografik ünite göze çarpar. Kuzeydeki tepelerin eteklerinde, fazla derin olmayan kuru dereler ile yarılmış, oldukça homojen meyilli bir kesim, orta kısımda hemen hemen düz bir kesim, güneyde ise yer yer oldukça derin vadiler ile parçalanmış, kompleks eğimli bir kesim bulunur. Ovanın büyük bölümü, gölsel üst miosen depozitleri üzerinde yer alan, üst pliosen yaşlı aglomera, bazalt, tüfit, killi kireç taşı, kumtaşı ve çakıltası bileşimli alüvyal ve kuzey kesimler ise benzer bileşimli kolüflüvyal materyallerden oluşmuştur (Altınlı, 1963; Anon., 1979).

Bölgedeki, yıllık ortalama sıcaklık 6 °C, yıllık yağış 447.2 mm, yıllık buharlaşma 1059 mm, 50 cm'deki yıllık ortalama toprak sıcaklığı 8 °C ve yıllık ortalama nispi nem % 63'tür (Anon., 1990).

Metot

Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Çalışma, detaylı temel toprak etüdü olarak yürütülmüş, arazide 31 adet toprak profili açılarak ayrıntılı tanımlamaları yapılmıştır. Tanımlanan profillerin herbir horizonundan usulüne uygun olarak bozulmuş ve bozulmamış (kesek) toprak örnekleri alınmıştır (Anon., 1962). Bozulmuş toprak örnekleri havada kurutulduktan sonra dövülüp 2 mm'lik elekten geçirilerek, plastik kutularda saklanmıştır. Keselerde ise fazla bekletmeden kütle yoğunluğu belirlenmesi yapılmıştır.

Laboratuvar Analiz Yöntemleri

Bozulmuş toprak örneklerinde; mekanik analiz Day Hidrometre metodu ile (Day, 1956), tarla kapasitesi basınçlı tabla aleti ile (Klute, 1986), kütle yoğunluğu parafin metodu ile (Blake and Hortge, 1986), porozite ehsapla (Danielson and Sutherland, 1986), n değeri hesapla (Anon., 1975), pH 1:1'lik toprak su karışımında cam elektrodlu pH metre ile (Peech, 1965), organik madde Smith-Weldon metodu ile (Hocaoğlu, 1966), elektriksel iletkenlik köprüsü aleti ile (Anon., 1954), elverişli fosfor Olsen metodu ile (Bayraklı, 1987), kation değişim kapasitesi sodyum asetat metodu ile ve değişebilir kationlar amonyum asetat metodu ile (Anon., 1954) belirlenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Mekanik Analiz

Day Hidrometre yöntemi ile belirlenen mekanik analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Toprakların seri kontrol derinliği içerisindeki kil içerikleri % 7.0-58.5, silt içerikleri % 15.5-53.2 ve kum içerikleri ise % 6.1-77.5 arasında değişirken, C horizonunun üzerindeki kısımda (A ve B horizonları) kil içerikleri % 24.4-58.5, silt içerikleri % 28.2-41.2 ve kum içerikleri ise % 6.1-39.2 arasında değişmektedir. Diğer taraftan bazı profillerin ilk iki veya üç horizonu içerisinde hafif bir kil artışı görülmektedir. Bu durum, zayıf bir kil hareketinin yanısıra, üst horizonlardaki nispeten yüksek organik maddeden kaynaklanan dispersiyon yetersizliği ile açıklanabilir.

Çoğu profilde, kalsik horizon derinliğinden itibaren görülen ani tane iriliği değişimi ve kum miktarındaki artış, bu profillerde bir litolojik kesikliğin varlığını göstermektedir. Elde edilen verilere göre Daphan Ovası toprakları, solum içinde, büyük bölümü ince, az bir kısmı ise orta-ince ve orta tekstürlü topraklar sınıflarına girmektedir (Hızalan, 1976).

Kütle Yoğunluğu, Tane Yoğunluğu ve Porozite

Kütle yoğunluğu belirlemeleri için, toprak horizonlarından alınan bozulmamış toprak kesekleri, alttan ıslatma ile satüre edilmiş ve 1/3 atm. basınca tabi tutularak belli bir nem düzeyine getirilmiştir. Bu ön işlemten sonra keseklerin kütle yoğunlukları, parafin metodu ile belirlenmiştir. Böyle bir işletme, arazi çalışmaları sırasında, profillerdeki nem dağılımlarının çok farklı olması ve buna bağlı olarak ta şişme-büzülme potansiyelleri yüksek olan çalışma konusu topraklarda, standard nem

ve hacimde silindir örneği alınamaması nedeniyle başvurulmuştur. Yapılan ön denemelerde, tarla kapasitesine yakın nem içeren bir silindir örneği ile yukarıda sözü edilen şekilde hazırlanan örnekte birbirlerine çok yakın kütle yoğunluğu değerleri belirlenmiştir. Bu ön işlem için, kesek örneklerinin taşıma sırasında bozulmamasına ve saturasyondan önce fazla kurumamasına dikkat etmek gerekir.

Toprakların kütle yoğunluğu değerleri $0.95-1.28 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir (Tablo 1). Elde edilen değerler büyük ölçüde mekanik yapı ile ilgili olarak değişim göstermektedir. En düşük kütle yoğunluğu değeri 0.95 g/cm^3 olarak, toprak hayvanları tarafından önemli ölçüde karıştırılmış olan 9 numaralı profilin AC_k ve 16 numaralı profilin A1 horizonunda belirlenmiştir. Aynı şekilde karıştırılmış olan 9 numaralı profilin A_3 , 14 numaralı profilin AC ve 33 numaralı profilin A_2 horizonlarında da kütle yoğunluğu 1.00 g/cm^3 'ün altında bulunmuştur. En yüksek kütle yoğunluğu değeri ise, en fazla kum içeren, 33 numaralı profilin $3C_{k2}$ horizonunda belirlenmiştir.

Toprakların kütle yoğunluğu değerlerinin genel olarak düşük bulunması, kil içeriklerinin yüksekliği, organik maddenin nispeten yüksek ve derinlere nüfuz etmiş olması, kireç içeriklerinin yüksek olması ve şişme-büzülme nedeniyle, belirgin bir sıkışmanın olmamasına bağlanabilir (Şimşek ve Akgül, 1987). Ayrıca yoğun biyolojik aktivitenin de, toprakların kütle yoğunluğunun düşük çıkmasına neden olduğu söylenebilir.

Araştırma konusu toprakların tane yoğunlukları $2.63-2.77 \text{ g/cm}^3$ değerleri arasında değişmektedir (Tablo 1). Elde edilen bu değerler de, büyük ölçüde, organik madde ve kireç miktarları ile mekanik yapıya bağlı olarak değişim göstermektedir. Organik madde içeriği yüksek yüzey toprakları ile yüksek miktarlarda kireç içeren alt horizonlarda daha düşük, ince bünyeli topraklarda ise daha yüksek tane yoğunluğu değerleri belirlenmiştir.

Kütle yoğunluğu ve tane yoğunluğu değerlerinden hesapla belirlenen porozite değerleri ise % 53.9-64.6 arasında bulunmuştur (Tablo 1). İyi bir striktür oluşumu, yüksek kil içeriği ve biyolojik aktivite, topraklarda porozitenin yüksek çıkmasında önemli etkenlerdir.

Ergene (1993), çoğu kil, killi tın ve siltli tın tekstür sınıflarına giren topraklarda, kütle yoğunluğunun $1.00-1.60 \text{ g/cm}^3$, tane yoğunluğunun, organik madde ve mineralojik yapıya bağlı olarak $2.60-2.75 \text{ g/cm}^3$ ve porozitenin ise % 40-60 arasında değiştiğini belirtmektedir. Elde edilen değerler, burada verilen dağılımlar ile uyum içerisindedir.

Tablo 1. Daphan Ovası Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri.

Table 1. Some Physical Properties of Daphan Plain Soils.

Pro. No	Horizon	Örnek Sample No	Derinlik Depth cm	Mekanik Kil Clay	Analiz Silt Silt	% Kum Sand	TS	Db. g/cm ³	Dp. g/cm ³	Por. %	TK. %	n değeri
8	A _p	33	0-22	47.7	38.0	14.3	C	1.08	2.75	60.7	42.7	0.62
8	A _B	34	22-50	51.5	36.2	12.3	C	1.05	2.76	62.0	40.1	0.56
8	B _{wk1}	35	50-80	54.7	33.7	11.6	C	1.04	2.75	52.2	41.6	0.57
8	B _{wk2}	36	80-108	54.3	32.7	13.0	C	1.10	2.75	60.0	41.0	0.57
8	B _{Ck}	37	108-145	54.1	31.6	14.3	C	1.09	2.77	60.6	41.4	0.58
9	A _p	38	0-26	47.8	36.6	15.6	C	1.00	2.76	63.8	35.1	0.47
9	A ₂	39	26-42	47.0	38.1	14.9	C	1.01	2.73	63.0	36.7	0.50
9	A ₃	40	42-71	44.7	40.2	15.1	SiC	0.98	2.72	64.0	35.4	0.48
9	AC _k	41	71-94	41.3	40.9	17.8	SiC	0.95	2.71	64.9	36.0	0.53
9	2C _k	42	94 +	39.9	29.2	30.9	CL	1.10	2.70	59.3	31.9	0.48
14	A _p	62	0-20	40.8	41.4	17.9	SiC	1.06	2.71	60.9	34.1	0.47
14	A ₂	63	20-35	38.3	40.7	21.0	CL	1.08	2.71	60.1	34.6	0.49
14	AC	64	35-53	33.9	40.9	25.2	CL	0.98	2.69	53.6	32.7	0.47
14	2C _k	65	53+	23.1	28.3	48.6	L	1.14	2.69	57.6	30.6	0.48
16	A ₁	70	0-25	50.5	39.0	10.5	C	0.95	2.68	64.6	41.0	0.54
16	A ₂	71	25-44	53.6	39.2	7.2	C	1.00	2.75	63.6	41.2	0.54
16	B _{t1}	72	44-67	57.8	33.3	8.9	C	1.02	2.73	62.6	43.7	0.56
16	B _{t2}	73	67-92	56.5	32.3	11.2	C	1.01	2.73	63.0	39.7	0.51
16	2C _k	74	92 +	20.9	23.5	55.6	SCL	1.16	2.63	55.9	22.2	0.26
19	A _p	83	0-22	32.8	38.7	38.5	CL	1.10	2.72	55.9	28.8	0.41
19	A ₂	84	22-44	32.1	37.7	30.2	CL	1.10	2.71	59.2	31.0	0.47
19	AC _k	85	44-58	24.4	36.4	39.2	L	1.14	2.76	57.8	29.7	0.47
19	C _{k1}	86	58-90	18.4	37.5	44.1	L	1.20	2.69	54.3	26.5	0.44
19	2C _{k2}	87	90 +	10.2	27.7	62.1	SL	---	2.67	---	19.6	---
21	A _p	92	0-21	44.9	40.0	15.1	SiC	1.02	2.71	62.4	43.1	0.63
21	A ₂	93	21-43	46.1	39.4	14.5	C	1.00	2.73	63.4	44.0	0.64
21	A ₃	94	43-61	47.4	38.1	14.5	C	1.02	2.71	62.4	45.4	0.66
21	AC	95	61-77	39.8	38.4	21.8	CL	1.05	2.70	61.1	39.2	0.62
21	2C _k	96	77 +	23.5	31.6	44.9	L	1.11	2.67	58.4	26.1	0.39
24	A _p	107	0-19	46.7	36.7	16.6	C	1.03	2.75	62.5	41.8	0.64
24	A ₂	108	19-32	50.3	36.4	13.3	C	1.02	2.74	62.8	45.1	0.65
24	A ₃	109	32-51	50.9	34.5	14.6	C	1.03	2.73	62.3	46.6	0.66
24	AC	110	51-62	44.5	36.8	18.7	C	1.05	2.72	61.4	42.5	0.64
24	2C _{k1}	111	62-82	24.4	27.2	48.4	L	1.10	2.69	59.1	22.9	0.29
24	3C _{k2}	112	82 +	8.4	21.7	69.7	SL	1.18	2.68	56.0	---	---
25	A _p	113	0-21	38.6	41.2	20.2	CL	1.05	2.72	61.4	36.8	0.56
25	A ₂	114	21-48	37.1	40.9	22.0	CL	1.02	2.72	62.5	39.5	0.62
25	AC	115	48-81	39.1	39.2	21.7	CL	1.12	2.71	58.7	34.8	0.51
25	2C _k	116	81 +	23.0	36.0	41.0	L	---	2.67	---	26.0	---
29	A ₁	131	0-25	52.2	34.4	13.4	C	1.03	2.69	61.7	45.6	0.60
29	A ₂	132	25-44	54.4	36.2	9.4	C	1.00	2.73	63.3	47.3	0.62
29	A ₃	133	44-65	56.6	35.9	7.5	G	1.02	2.74	62.8	49.2	0.65
29	A ₄	134	65-86	50.1	39.7	10.2	C	1.03	2.73	62.3	49.7	0.71
29	AC	135	86-102	44.8	39.8	15.4	C	1.02	2.72	62.5	44.8	0.67
29	2C _k	136	102 +	19.7	34.1	46.2	L	1.12	2.70	58.5	26.7	0.46
31	A _p	143	0-26	47.8	39.6	12.6	C	0.99	2.73	63.7	43.3	0.64
31	A ₂	144	26-63	49.3	39.3	11.4	C	1.04	2.74	62.0	42.9	0.61
31	A ₃	145	63-90	48.9	35.6	15.5	C	1.08	2.74	60.6	43.3	0.64
31	AC	146	90-109	45.0	34.2	20.8	C	1.08	2.74	60.6	43.0	0.67
31	2C _k	147	109 +	33.7	31.5	34.8	CL	---	2.71	---	32.7	---
32	A _p	148	0-23	55.9	36.6	7.5	C	1.00	2.73	63.4	51.8	0.73
32	A ₂	149	23-50	58.5	35.4	6.1	C	1.02	2.76	63.0	55.6	0.74
32	2A ₁	150	50-71	57.7	34.2	8.1	C	1.03	2.75	62.5	50.9	0.70
32	3AC	151	71-105	52.8	28.2	19.0	C	1.01	2.75	63.0	50.1	0.74
33	A _p	152	0-21	41.0	39.8	19.2	C	1.01	2.71	62.7	42.2	0.67
33	A ₂	153	21-36	44.8	38.6	16.6	C	1.08	2.71	63.8	46.0	0.70
33	AC	154	36-59	44.4	35.9	19.7	C	0.99	2.71	63.1	45.0	0.69
33	2C _{k1}	155	59-90	27.9	30.4	41.7	CL	1.10	2.69	59.1	32.8	0.62
33	3C _{k2}	156	90 +	7.0	15.5	77.5	LS	1.28	2.67	53.9	15.6	---

* : Profil ve örnek numaraları çalışmada kullanılan orijinal numaralardır.
+ : Horizonların sınıflandırılmaları Anonymous (1992) 'ye göre yapılmıştır.
TS : Tekstür sınıfı=Textural class
Db : Kütle yoğunluğu=Bulk density
Dp : Tane yoğunluğu=Particle density
TK : Tarla kapasitesi (1/3 atm. nem yüzdesi)=Field capacity (%)
Por: Porozite=Porosity (%)

Tarla Kapasitesi (1/3 atm nemi)

Tablo 1'de topluca verilen değerlere göre, Daphan Ovası topraklarının tarla kapasitesi değerleri, ağırlık yüzdesi olarak % 16.6-55.6 arasında bulunmuştur. Elde edilen değerler büyük ölçüde, kil miktarı, organik madde miktarı ve agregasyon dereceleri ile ilgili olarak değişim göstermektedir. Ergene (1993), kolloidal maddeler ve organik maddece zengin toprakların, tarla kapasitesi değerlerinin yüksek olduğunu ve özellikle ince bünyeli topraklarda, granülasyonun da toprakta tutulan su miktarını artırdığını belirtmektedir.

Çalışma konusu topraklarda, en yüksek tarla kapasitesi değeri % 55.6 olarak 32 numaralı profilin A₂ horizonunda belirlenmiştir. Bu horizon, % 58.5 ile en yüksek kil içeriğine ve % 1.58 organik madde içeriğine sahiptir. En düşük tarla kapasitesi değerinin belirlendiği 33 numaralı profilin 3C_{k2} horizonunda ise % 7.0 kil, % 15.5 silt ve % 0.23 organik madde bulunmuştur. Bu horizon, çalışma konusu toprakların en kaba bünyeli olanıdır.

Sekiz, 16 ve 31 numaralı profillerin yüzey horizonlarında, ikinci horizonlara göre daha düşük kil ve birbirlerine yakın organik madde içermelerine rağmen, daha yüksek tarla kapasitesi değerleri elde edilmiştir. Bu durum büyük ölçüde, söz konusu yüzey horizonlarında strüktür oluşumunun daha iyi olması ile ilgili olabilir.

n Değeri

Toprakların n değeri, organik madde, tarla kapasitesi ve tane iriliği dağılımı arasındaki ilişkiyi temsil eder. Islak toprağın taşıma gücünü gösteren bir indeks olduğundan, otlatma sırasında toprakta meydana gelebilecek zararların tahmin edilmesini sağlar. Diğer taraftan, bu değer, toprak sınıflaması çalışmalarında, mineral toprakların karakterize edilmesi için de kullanılır (Anon., 1992).

Daphan Ovası topraklarının n değerleri yüzeyde, 0.47-0.73, değerleri arasında değişmektedir (Tablo 1). Kritik n değeri 0.7 olup, bunun üzerinde bir değere sahip topraklar, ıslakken otlatma yapıldığında, önemli zararlara uğrayabilmektedirler. Elde edilen verilere göre, yüzey horizonlarında, sadece 32 numaralı profilin n değeri, kritik değerden yüksek, 8, 21, 24, 25, 29, 31 ve 33 numaralı profillerde ise n değeri, kritik değere yakın bulunmuştur. Sözü edilen bu profillerle temsil edilen alanlarda özellikle toprağın ıslak olduğu erken ilkbahar döneminde otlatma yapılmaması veya çok kontrollü bir otlatma yapılması önerilir. 9, 14, 16 ve 19 numaralı profillerle temsil edilen ve belli bir bölge içinde toplanan alanların ise n değeri daha düşük olup, otlatma için daha elverişli oldukları söylenebilir.

Toprak Reaksiyonu (pH)

Etüd sahası topraklarının 1:1'lik toprak-su karışımlarında belirlenen pH değerleri, üst horizonlarda 7.1-8.4, en alt horizonlarda ise 8.3-8.7 değerleri arasında değişmektedir (Tablo 2). Bu değerlere göre Daphan Ovası topraklarının A ve B horizonları hafif ve orta derecede alkalın, Ck horizonları ise genellikle orta ve kuvvetli alkalın sınıflarına girmektedir (Sezen, 1991). Yüzeyde en düşük pH değeri, 7.7 ile 29 numaralı profilde, en yüksek pH değeri ise 8.4 ile 14 numaralı profilde bulunmuştur. Toprakların pH değerleri büyük ölçüde kireç içeriklerine bağlı olarak değişmektedir. En düşük pH değerinin belirlendiği 29 numaralı profilin ilk üç horizonunda, kirecin hemen hemen tamamı yıkanmış olup, yüzde 1'in altındadır. Yüzeyde en yüksek pH değeri ise en yüksek kireç içeriğine sahip olan 14 numaralı profilin Ap horizonunda bulunmuştur. Toprakların değişebilir Na^+ içeriklerinin de düşük olması, pH'yı etkileyen başlıca faktörün kireç olduğu fikrini doğrulamaktadır. Bütün profillerde, yüzey horizonları hariç, gerek pH ve gerekse kireç içeriği değerleri, derinlikle artmakta ve kalsik horizon içerisinde en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bazı profillerin yüzey horizonlarındaki pH değerleri, ikinci horizonlara göre bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedenleri, çoğu alkalı karakterli olan bitki besin elementlerinin, bitki kökleri ile derinlerden alınıp, bitki artıkları ile tekrar yüzeyden toprağa ilave edilmesi ve az da olsa yanlış gübreleme olabilir.

Kireç ($CaCO_3$ eşdeğeri)

Daphan Ovası topraklarının tamamı kireçli bir ana materyal üzerinde yer alır. Toprakların kireç içerikleri yüzeyde, % 0.2-7.1 birikim horizonunda ise % 18.1-69.4 arasında değişmektedir (Tablo 2). Bu değerlere göre Daphan Ovası topraklarının yüzey horizonları az-orta kireçli, alt horizonları ise çok kireçli, çok fazla kireçli ve marn sınıflarına girmektedir (Anon., 1982).

Tablo 2'den görüleceği gibi tüm profillerde, kireç içerikleri derinlikle artmakta ve 50-105 cm derinliklerde en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Hemen hemen düz bir topografyaya sahip, 29 numaralı profille temsil edilen alanda kireç, ilk üç horizonun yıkanarak 102 cm derinlikte yer alan kalsik horizon içerisinde birikmiştir. Diğer taraftan hafif eğimli, orta eğimli ve dalgalı alanlara doğru gidildikçe kirecin yıkanma derinliği azalmaktadır. Buna, bu sahalarda topoğrafyanın aktif olması yani yüzeyden sürekli aşınmaların söz konusu olması ve eğim nedeniyle toprak profiline giren su miktarının az olmasının neden oludğu söylenebilir (Jeny, 1941).

Tablo 2. Daphan Ovası Topraklarının Bazı Kimyasal Özellikleri.

Table 2. Some Chemical Properties of Daphan Plain Soils.

Pro. No	Hor. +	Ornek Sample No	Derinlik Depth cm	pH	CaCO ₃ 1:1 %	O.M %	KDK CEC m/100g	Deg. Katyonlar (me/100g) Exchangeable Cations			EC _{1:5} $\mu\text{mho/cm}^2$	Serbest Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ %		P ppm	
								Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺				
8	A _p	33	0-22	8.2	3.5	1.6	54.7	0.25	1.89	47.78	4.78	254.7	0.68	0.19	3.4
8	A ₂	34	22-50	8.3	5.1	1.1	52.2	0.27	1.43	43.74	6.76	231.5	0.68	0.16	1.1
8	B _{wk1}	35	50-60	8.3	12.2	0.9	46.5	0.31	1.25	36.71	8.23	285.0	0.57	0.16	0.8
8	B _{wk2}	36	80-108	8.4	34.9	0.6	40.7	0.36	1.08	27.61	9.65	221.0	0.54	0.13	0.6
8	2C _k	37	108-145	8.5	18.1	0.3	37.9	0.42	1.04	26.87	11.57	235.4	0.48	0.12	0.8
9	A _p	38	0-26	8.3	2.9	1.7	53.0	0.24	1.77	48.36	2.63	239.6	0.72	0.16	6.6
9	A ₂	39	26-42	8.3	4.0	1.6	54.7	0.24	1.57	50.64	2.25	271.2	0.75	0.16	4.5
9	A ₃	40	42-71	8.3	8.8	2.0	45.7	0.58	0.91	42.33	1.88	827.6	0.61	0.13	4.5
9	AC _k	41	71-94	8.6	31.8	1.5	35.1	0.22	0.91	32.51	1.46	295.6	0.52	0.11	3.4
9	2C _k	42	94 +	8.7	48.5	0.6	18.1	0.21	0.43	16.36	1.10	260.6	0.21	0.07	0.8
14	A _p	62	0-20	8.4	7.1	2.2	50.5	0.23	1.51	46.51	2.25	233.3	0.80	0.17	5.9
14	A ₂	63	20-35	8.4	10.0	2.4	46.5	0.24	1.29	42.91	2.06	233.3	0.76	0.15	3.8
14	AC	64	35-53	8.4	33.3	2.7	33.6	0.47	0.71	31.32	1.10	533.0	0.48	0.10	4.8
14	2C _k	65	53 +	8.6	68.5	1.1	14.2	0.21	0.35	12.73	0.91	260.6	0.14	0.03	4.5
16	A ₁	70	0-25	7.9	0.3	2.4	52.2	0.24	2.28	44.37	5.31	296.1	0.92	0.18	4.0
16	A ₂	71	25-44	6.1	1.0	1.8	53.8	0.33	1.63	47.46	4.38	296.1	0.87	0.16	3.2
16	B ₁₁	72	44-67	8.3	6.5	1.6	50.5	0.34	1.41	44.57	4.18	290.2	0.65	0.15	2.6
16	B ₁₂	73	67-92	8.4	20.1	1.3	39.9	0.54	1.14	34.53	3.69	319.8	0.55	0.12	0.6
16	2C _k	74	92 +	8.7	69.4	1.0	11.1	0.23	0.29	9.48	1.10	333.0	0.12	0.03	3.3
19	A _p	83	0-22	8.2	1.1	1.6	35.9	0.22	1.18	32.85	1.65	420.0	0.65	0.13	6.1
19	A ₂	84	22-44	8.3	3.3	1.6	35.9	0.23	1.02	33.00	1.65	388.4	0.62	0.11	1.6
19	AC _k	85	44-58	8.4	31.0	2.3	25.7	0.22	0.57	24.00	0.91	388.4	0.41	0.08	2.9
19	C _{k1}	86	58-90	8.4	43.7	1.6	17.3	0.18	0.38	16.01	0.73	317.2	0.29	0.07	6.9
19	2C _{k2}	87	90 +	8.5	25.7	0.8	15.7	0.21	0.29	14.29	0.91	317.2	0.27	0.05	3.4
21	A _p	92	0-21	8.2	0.8	2.5	48.1	0.22	1.83	42.36	3.69	310.7	0.93	0.18	9.8
21	A ₂	93	21-43	8.0	3.3	1.9	50.5	0.22	1.57	44.73	3.98	388.4	0.94	0.18	0.8
21	A ₃	94	43-61	8.0	0.8	1.6	52.2	0.26	1.43	46.82	3.69	356.0	0.87	0.16	0.8
21	AC	95	61-77	8.3	17.0	1.3	36.7	0.23	1.02	33.20	2.25	310.7	0.61	0.12	0.8
21	2C _k	96	77 +	8.5	54.8	0.9	14.2	0.16	0.33	12.80	0.91	343.1	0.14	0.05	1.9
24	A _p	107	0-19	8.0	0.2	1.0	50.5	0.20	1.83	42.73	5.74	236.5	0.76	0.19	2.3
24	A ₂	108	19-32	7.9	0.2	1.2	47.3	0.23	1.43	39.69	5.95	258.9	0.72	0.16	0.8
24	A ₃	109	32-51	8.0	1.7	1.3	49.7	0.24	1.39	42.33	5.74	323.7	0.69	0.16	0.8
24	AC	110	51-62	8.4	23.8	1.6	41.5	0.23	1.16	35.53	4.58	323.7	0.46	0.12	0.8
24	2C _{k1}	111	62-82	8.5	50.7	0.9	14.2	0.21	0.29	12.24	1.46	472.6	0.14	0.06	7.9
24	3C _{k2}	112	82 +	--	26.0	0.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25	A _p	113	0-21	8.3	2.0	1.8	46.5	0.25	1.59	42.60	2.06	602.0	0.64	0.12	8.8
25	A ₂	114	21-48	8.4	3.4	2.1	45.7	0.21	1.23	42.01	2.25	336.6	0.67	0.12	3.2
25	AC	115	48-81	8.5	34.9	1.8	30.3	0.20	0.84	27.38	1.88	388.4	0.43	0.10	5.6
25	2C _k	116	81 +	8.5	46.0	0.8	21.7	0.38	0.41	19.63	1.28	336.6	0.26	0.08	4.3
29	A ₁	131	0-35	7.7	0.3	3.6	46.5	0.24	1.85	37.42	6.89	375.5	0.93	0.17	4.0
29	A ₂	132	35-44	7.4	0.2	2.5	51.3	0.31	1.40	40.66	8.93	319.7	0.95	0.18	3.7
29	A ₃	133	44-65	7.7	0.2	2.0	53.0	0.40	1.33	42.34	8.93	319.7	0.90	0.18	1.6
29	A ₄	134	65-86	8.2	3.8	2.0	50.5	0.58	1.55	45.36	7.21	370.8	0.84	0.15	2.4
29	AC	135	86-102	8.3	18.6	1.9	45.7	0.67	1.14	37.13	6.76	552.1	0.70	0.14	2.1
29	2C _k	136	102 +	8.4	50.0	1.1	16.6	0.54	0.32	13.30	2.44	719.0	0.22	0.06	2.1
31	A _p	143	0-26	8.4	2.1	1.3	49.7	0.21	1.71	45.15	2.63	300.5	0.62	0.14	1.0
31	A ₂	144	26-63	8.3	3.9	1.3	45.7	0.23	1.39	41.17	2.91	300.5	0.59	0.15	2.4
31	A ₃	145	63-90	8.5	13.9	1.1	41.5	0.25	1.12	36.90	3.23	255.8	0.52	0.13	0.8
31	AC	146	90-109	8.6	23.9	0.8	38.3	0.20	1.00	34.40	3.50	226.1	0.44	0.12	1.0
31	2C _k	147	109 +	8.7	42.2	0.4	24.1	0.17	0.61	21.07	2.25	249.0	0.26	0.08	1.6
32	A _p	148	0-23	7.9	0.3	1.7	60.0	0.16	1.77	48.17	9.90	267.2	0.65	0.18	8.0
32	A ₂	149	23-50	8.1	1.0	1.6	60.9	0.26	1.41	46.92	12.31	243.9	0.65	0.17	2.4
32	2A ₃	150	50-71	8.3	12.2	0.9	50.5	0.34	1.14	35.47	12.55	283.9	0.62	0.14	2.1
32	3AC	151	71-105	8.3	14.7	0.7	49.7	0.35	1.14	34.47	13.74	283.9	0.44	0.10	2.7
33	A _p	152	0-31	8.1	0.7	1.5	42.3	0.16	1.51	34.46	6.17	327.4	0.66	0.15	4.0
33	A ₂	153	21-36	7.8	1.1	1.7	47.3	0.16	1.31	41.05	4.78	287.7	0.65	0.13	4.8
33	AC	154	36-59	8.2	13.6	1.6	41.5	0.17	1.10	36.25	3.98	333.8	0.65	0.11	1.6
33	2C _{k1}	155	59-90	8.5	26.3	0.6	24.1	0.15	0.66	20.38	2.91	255.8	0.26	0.08	2.4
33	3C _{k2}	156	90 +	8.4	6.3	0.2	18.1	0.16	0.43	13.82	3.69	477.5	0.17	0.06	1.6

* : Profil ve örnek numaraları çalışmada kullanılan orijinal numaralardır.

+ : Horizyonların sınıplandırılması Anonymous (1992)'ye göre yapılmıştır.

Pro: Profil

OM: Organik madde=Organic matter

KDK: Katyon değişim kapasitesi

P : Elverişli fosfor=available phosphorus.

Organik Madde

Daphan Ovası toprakları yüzeyde % 1.0-3.6 organik madde içeren oldukça koyu renkli topraklardır (Tablo 2). Yüzeyde en düşük organik madde içeriği, % 1.0 ile 24 numaralı profilde, en yüksek organik madde içeriği ise % 3.6 ile toprak işleme yapılmamış bakir bir profil olan 29 numaralı profilde belirlenmiştir.

Bakir toprak profillerinde organik madde derinliğe bağlı olarak düzenli bir şekilde azalırken, işlenen alanlarda açılan toprak profillerinin Ap horizonlarının organik madde içerikleri, alttaki A₂, AC veya B horizonlarına göre daha düşük bulunmuştur. Bu duruma, üst toprağın sürekli karıştırılması ile organik madde mineralizasyonunun hızlandırılması ve ürün ile birlikte bitki artıklarının büyük bir kısmının kaldırılması ile de yüzeyden organik madde ilavesinin azalmasının neden olduğu söylenebilir.

Yapılan bir araştırmada, toprak işleme ile meydana gelen karbon kaybının büyük bir kısmının ilk 20 yıl içerisinde gerçekleştiği ve kaybın üst 15 cm içerisinde, 30 cm derinliğe göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, karbon kaybının, başlangıç karbon miktarının bir fonksiyonu olduğu ve başlangıçta yüksek karbon içeren topraklarda bu kaybın daha yüksek bulunduğu belirtilmektedir (Mann, 1986).

Topraklarda dikkat çeken bir diğer husus organik maddenin oldukça derine nüfuz etmiş olmasıdır. Çayır örtüsü altında oluşan topraklarda bitki köklerinin çok çabuk parçalanıp, ayrışmasıyla organik maddenin profilin derinliklerine de ilave edildiği belirtilmektedir (Boul et al., 1973). Toprakların tamamına yakın bir kısmı, kireç birikim zonuna kadar oldukça koyu renklidir ve bütün profillerde mollik epipedon belirlenmiştir.

Diğer taraftan ovanın büyük bir bölümünde, alt horizonlar, biyolojik etkinlik ile oldukça karıştırılmış durumdadır. Gerek toprak solucaları ve bazı kemirgenlerin, faaliyetleri sırasında bir miktar organik madde içeriği yüksek materyali daha alt kısımlara taşınması ve gerekse bu hayvanların delikleri boyunca, üstteki materyalin alt kısımlara, su hareketi ve yerçekimi ile taşınması, alt horizonların organik madde içeriklerinin de artmasına neden olmuştur. Kireç birikim horizonundaki % 0.30-1.30 değerleri arasında değişen organik madde miktarı, biyolojik etkinliğin neden olduğu organik madde artışının yanı sıra, kireçli materyal içerisinde bir miktar organik kökenli karbonatların da bulunabileceğini akla getirmektedir (Şimşek, 1973).

Kasyon Değişim Kapasitesi (KDK)

Toprakların kasyon değişim kapasitesi değerleri 11.1-60.9 me/100 g arasında

değişmektedir (Tablo 2). En yüksek katyon değişim kapasitesi değeri, en fazla kil içeren, 32 numaralı profilin A₂ horizonunda, en düşük KDK değeri ise % 20.9 kil içeren 16 numaralı profilin 2C_k horizonunda bulunmuştur. Genel olarak ova topraklarında belirlenen yüksek KDK değerleri, hakim kil tipinin montmorillonit grubu olduğunu akla getirmektedir. Montmorillonit kil mineralinin 80-120 me/100 g arasında KDK'sine sahip olduğu düşünülürse (Schäffer and Schachtschabel, 1976) elde edilen KDK değerlerinin normal sınırlar arasında olduğu görülür. Toprakların KDK değerleri genel olarak kil ve organik madde miktarları ile ilişkili olarak değişmektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi Daphan Ovası topraklarının tamamının kireçli ana materyalden, yarı-kurak iklim koşulları altında ve çayır örtüsü altında oluşmaları ve bütün bu koşulların montmorillonit tipi killerin oluşmasına uygun olmasına rağmen, aynı kil grubunun KDK değerlerinin geniş bir aralık göstermesi nedeniyle, sadece kil miktarının, KDK değerlerini açıklamaya yetmeyeceği açıktır. Bu açıklama için daha ayrıntılı mineralojik analizlerin yapılması gerekir.

Ekstrakte Edilebilir Katyonlar

Toprakların ekstrakte edilebilir katyon içerikleri, amonyum asetat ile ekstraksiyondan sonra atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir. Bu şekilde belirlenen Ca⁺⁺ miktarlarının, toprakların çoğunun, KDK'sinden yüksek bulunması nedeniyle, ekstrakte edilebilir Ca⁺⁺ miktarları, Na⁺, K⁺ ve Mg⁺⁺ miktarlarının KDK'sinden çıkarılması ile belirlenmiştir. Benzer durumlar birçok araştırmacı tarafından da gözlenmiş ve Ca+Mg'un ayrıca belirlenmeyip KDK'sinden diğer katyonların çıkarılması ile belirlenmesini önermişlerdir (Jackson, 1958; Şimşek, 1973; İnce, 1976).

Toprakların saturasyon ekstraktlarında belirlenen Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺ ve K⁺ içerikleri oldukça düşük bulunmuştur. Bu nedenle ekstrakte edilebilir katyonların miktarları yaklaşık olarak değişebilir katyonları temsil edebilecek niteliktedir ve bu çalışmada da ekstrakte edilebilir katyonlar yerine değişebilir katyonlar ifadesi kullanılmıştır.

Etüd sahası topraklarının değişebilir Ca⁺⁺ içerikleri, en düşük 9.45 me/100 g olarak en düşük KDK değerine sahip olan 16 numaralı profilin en alt horizonunda, en yüksek ise 50.60 me/100 g olarak KDK'si 54.7 me/100 g olan, 9 numaralı profilin A₂ horizonunda bulunmuştur (Tablo 2). Ova topraklarında değişebilir Ca⁺⁺, KDK'sinin % 67.3-92.6'sını oluşturmaktadır.

Değişebilir Mg^{++} , en düşük 0.73 me/100 g olarak, 19 numaralı profilin Ck₁ horizonunda, en yüksek ise 13.74 me/100 g olarak 32 numaralı profilin 3AC horizonunda belirlenmiştir (Tablo 2). Genel olarak ağır bünyeli topraklarda, değişebilir Mg^{++} miktarlarının daha yüksek olmasının, toprağın meydana geldiği materyal ve parçalanma-ayırışma derecesi ile ilgili olduğu sanılmaktadır.

Toprakların değişebilir Na^+ içerikleri 0.15-0.67 me/100 g arasında değişmektedir (Tablo 2). Bu değerlere göre ova topraklarının değişebilir Na yüzdeleri, % 1.5'in altındadır. Toprakların Na^+ içeriklerinin profillerdeki dağılımları incelendiğinde, genel olarak ağır bünyeli toprakların Na^+ içeriklerinin, orta bünyelilere göre daha yüksek olduğu ve ağır bünyeli toprak gövdelerinde Na^+ 'un derinlikle bir miktar artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durum, söz konusu toprakların katyon tutma güçlerinin yüksek olması ve yine bu profillerde yıkanmanın daha zayıf olmasıyla açıklanabilir. Elde edilen verilere göre, Daphan Ovası topraklarında, herhangi bir alkalilik sorununun bulunmadığı belirlenmiştir.

Topraklarda değişebilir K^+ , 0.29-2.28 me/100 g arasında bulunmuştur (Tablo 2). En düşük değerler, 16, 19 ve 24 numaralı profillerin en alt horizonlarında, en yüksek değer ise yine 16 numaralı profilin yüzey horizonunda belirlenmiştir. Bütün profillerde, değişebilir K^+ yüzeyde en fazla olup, derinlikle azalmaktadır. Bunun nedenleri, parçalanma-ayırışmanın yüzeyde en fazla olması, tutulma nedeniyle mevcut iklim koşullarında belirgin bir yıkanmanın olmaması ve önemli bir bitki besin elementi olan K^+ 'un bitki kökleri ile sürekli yüzeye taşınması şeklinde sıralanabilir. Elde edilen değerlere göre ova topraklarının tamamı bitkiye elverişli K^+ bakımından fazla ve çok fazla sınıflarına girmektedir (Ulgen ve Yurtsever, 1974).

Tuzluluk ($EC \times 10^6$)

Araştırma konusu toprakların tuzluluk durumları, elektriksel iletkenlik ölçümleri ile belirlenmiş ve Tablo 2'de toplu olarak verilmiştir. Belirlenen elektriksel iletkenlik değerleri 221.0-827.6 μ mhos/cm/25°C arasında değişmektedir. En düşük elektriksel iletkenlik değeri, 8 numaralı profilin B₂ horizonunda, en yüksek iletkenlik değeri ise 9 numaralı profilin A₃ horizonunda belirlenmiştir. En yüksek değer belirlendiği 9 numaralı profilin A₃ horizonuna kadar belirgin bir artış ve tekrar derine doğru azalış görülmektedir. bu durumun, sınırlı bir yıkanma-birikmenin yanısıra bu horizonu oluşturan materyalin kimyasal bileşimi ile de ilgili olduğu sanılmaktadır. 8, 21, 25, 31, 32 ve 33 numaralı profillerde derinlikle belirgin bir artış ve azalış görülmezken, 16, 24 ve 29 numaralı ağır bünyeli profillerde derinlikle hafif bir artış,

14 numaralı profilde ise 9 numaralı profilde olduğu gibi önce artış sonra azalış görülmektedir. Eldeki verilere göre ova topraklarının tamamı tuzsuz topraklar sınıfına girmektedir (Anon., 1954).

Elverişli Fosfor

Bitkiye elverişli fosfor belirlemeleri, kireçli topraklar için önerilen 'Olsen' metodu ile yapılmıştır (Bayraklı, 1987). Toprakların fosfor içerikleri 0.6-9.8 ppm arasında değişmektedir (Tablo 2). Genel olarak, profillerde fosfor, yüzeyde en yüksek olup, derinlikle azalmaktadır. Fosforun çok güç yıkanan bir element olması, bitki kökleriyle fosforun sürekli yüzeye taşınması ve az da olsa gübre kullanımı, bu dağılımın nedenleri olarak gösterilebilir. Aydemir ve İnce (1988), başlıca besin elementlerinden en düşük oran ve düzeyde yıkananın fosfor olduğunu belirtmektedirler.

Bazı profillerin (14, 16, 19, 24, 25) kireç birikim horizonlarında, fosfor miktarı üstteki bazı horizonlardan daha yüksek bulunmuştur. Bu horizonlarda fosfor miktarını bu denli yüksek bulunması, söz konusu horizonları oluşturan kireçli genç materyalin kalsiyum fosfatlarca zengin olmasından kaynaklanabilir. Yapılan bir çalışmada pedojenik olarak genç topraklarda, fosforun kalsiyum fosfatlar halinde bulunduğu ve zamanla bu miktarın azaldığı belirtilmektedir (Walker and Syers, 1976).

Serbest Fe_2O_3 ve Al_2O_3

Topraklarda bulunan serbest seskioksitlerin miktarı, profillerde yıkanma ve birikme etkinliğinin belirlenmesini, toprakta cereyan eden süreçlerin ve oluşacak kil tipinin tahmin edilmesini sağlamaktadır.

Topraklarda belirlenen serbest Fe_2O_3 , % 0.12-0.95, serbest Al_2O_3 ise % 0.03-0.19 arasında değişmektedir (Tablo 2). Genel olarak bütün profillerde hem Fe_2O_3 ve hemde Al_2O_3 miktarları derinlikle azalmaktadır. Bununla birlikte, 9, 21, 25, 29 ve 32 numaralı profillerde Fe_2O_3 içeriklerinin ikinci horizonlarda çok az bir miktar artış gösterdikleri belirlenmiştir. Bu profillerden 21, 29 ve 32 numaralıların ikinci horizonlarında, kil miktarlarının da artış gösterdiği dikkate alınrsa, bu profillerde sınırlı da olsa, bir yıkanma-birikmenin varlığından söz edilebilir.

Diğer taraftan ince bünyeli profillerde, Fe_2O_3 ve Al_2O_3 miktarlarının daha yüksek bulunması, bu topraklarda parçalanma-ayırışmanın daha ileri olması ile açıklanabilir. Bu açıklama, genel olarak tüm profillerde seski oksitlerin derinlikle azalması ve ana materyal içinde en düşük değerlere ulaşması ile de doğrulanmaktadır.

SONUÇ

Elde edilen verilere göre, Daphan Ovası topraklarının büyük bölümü ağır bünyelidir. Halihazırda iyi bir strüktür oluşumu nedeniyle, ağır bünye zararları belirgin değildir. Fakat uygun arazi yönetimi uygulanmaz ise, yoğun tarımda en önemli sorun ağır bünye zararları olacaktır.

Ova topraklarının üst horizonları hafif ve orta derecede alkalın sınıfına girmektedir. Yüzey topraklarının organik madde içerikleri % 1.0-3.6 arasındadır. Düz kesimlerde kireç yüzey horizonlarından yıkanmıştır. Baz doygunluğu % 100 olup, değişebilir sodyum yüzdesi % 1.5'in altındadır. Bitkiye elverişli K bakımından zengin olan ova toprakları, fosfor bakımından ise gübrelemeye ihtiyaç göstermektedir. Ovada tuzluluk problemi yoktur.

KAYNAKLAR

- Altınlı, İ.E., H.N. Pamir ve C. Erentüz, 1963, 1/500000 Ölçekli Jeoloji Haritası, Erzurum Paftası, MTA. Enst. Yay. Ankara.
- Anonymous, 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils. US. Salinity Lab. Staff. USDA. Agric. Handbook, 60.
- Anonymous, 1962. Soil Survey Manual. Soil Survey Staff, USDA. Handbook 18.
- Anonymous, 1979. Erzurum Projesi Yapılabilirlik Raporu, Cilt II. Çizimler. DSİ. Gen. Müdürlüğü, VIII. Bölge Müdürlüğü, Erzurum.
- Anonymous, 1982. Dalaman DÜÇ topraklarının etüd ve haritalanması. DUÇ. Gen Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 1990. Erzurum İli Rasat Rasat Raporları. DMİ. Gen. Müdürlüğü (Yayınlanmamış), Ankara.
- Anonymous, 1992. Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff, SMSS. Technical Monograph No. 19. 5 th Edition. Pocahontas Press, Inc. Blacksburg, Virginia.
- Aydemir, O. ve İnce, F., 1988. Bitki Besleme. Dicle Üni. Eğitim Fak. Yay. 2. Diyarbakır.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üni. Zir. Fak. Yay. 17; 105-106.
- Blake, G.R. and K.H. Hortege 1986. Bulk Density. In A. Klute (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1, Physical and mineralogical properties, Agron. No : 9, Amer. Soc. of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Boul, S.W., F.D. Hale, and R.S. Mc. Cracken, 1973. Soil Genesis and Classification. The Iowa State Üni. Press. Ames.

- Day, P.R., 1956. Report of Committee on physical analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 21 : 167-169.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları, Genişletilmiş 5. Baskı, Atatürk Üni. Yay. 586, Ziraat Fak. Yay. 267. Ders Kitapları Serisi 42. Atatürk Üni. Basımevi, Erzurum.
- Hızalan, E., 1976. Toprak Etüd ve Haritalama II. Ankara Üni. Yay. 634, Ders kitabı 197, Ankara Üni. Basımevi, Ankara.
- Hocaoğlu, Ö.L., 1966. Topraklarda Ogranik Madde, Nitrojen ve Nitrat Tayini. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ziraat Araştırma Enstitüsü Teknik Bülteni, 6:14-18.
- İnce, F., 1976. Urfa, Diyarbakır, Erzurum ve Rize Bölgelerinde Kireç taşı ve bazalt ana kayalardan oluşan toprakların morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine araştırmalar, Atatürk Üni. Yay. 436, Zir. Fak. Yay. 203, Araştırma serisi 129, Atatürk Üni. Basımevi, Erzurum.
- Jackson, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs. N.J.
- Jeny, H., 1941. Factors of Soil Formation. McGraw Hill Book Company, Inc. New York, London.
- Klute, A., 1986. Water Retention Laboratory Methods, in A Klute (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties. Agron. No 9, Amer. Soc. of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Mann, L.K., 1986. Changes in Soil carbon storage after cultivation. Soil Sci., 142, (5) 279-287.
- Peech, M., 1965. Hydrogen Ion Activity. In C.A. Black (Ed.) Methods of soil Analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties. Amer. Soc. of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Schäffer, F. and P. Schachtschabel, 1976. Textbook of Soil Science, 9th ed. F-Enke-Verlag, Stuttgart.
- Sezen, Y., 1991. Toprak Kimyası, Atatürk Üni. Zir. Fak. Yay. 127, Atatürk Üni. Zir. Fak. Ofset Tesisleri, Erzurum.
- Şimşek, G., 1973. Atatürk Üniversitesi Elazığ Çiftliği topraklarının bazı fiziksel özellikleri, tasnifi ve haritalanması. Atatürk Üni. Yay. 206, Zir. Fak. Yay. 106, Araştırma, 65. Ankara Basım ve Ciltevi, Ankara.
- Şimşek, G., 1980. Toprak ve Kil Örneklerinde Serbest Fe_2O_3 , Al_2O_3 ve SiO_2 Tayini. Atatürk Üni. Yay. 563, Zir. Fak. Yay. 253. Atatürk Üni. Basımevi, Erzurum.

- Şimşek, G. ve M. Akgül, 1989. Atatürk Üniversitesi Çiftliği topraklarında pulluk tabanı oluşum üzerine bir araştırma. (Yük. Lis. Tezi) Atatürk Üni. Zira Fak. Der., 20 (2), 78-93.
- Ulgen, N. ve N. Yurtsever, 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayınlar Serisi 28, Kemal Matbaası, Ankara.
- Danielson, R.E. and P.L. Sutherland, 1986. Porosity. In A. Klute (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1, Physical and mineralogical properties. Agron No : 9, Amer. Soc. of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Walker, T.W., and J.K. Syres, 1976. The fate of phosphorus during pedogenesis, Geoderma, 15, 1.