

Bursa Ovasında Üç Farklı Teras Düzeyinde Oluşmuş Kırmızı Akdeniz Topraklarının (Terra-Rossa) Genesisi ve Sınıflandırılması

Cumhur AYDINALP*

ÖZET

Bu araştırma Bursa ve yöresinde yarı kurak iklim koşulları altında, kireç taşları üzerinde üç farklı teras düzeyinde oluşmuş olan Kırmızı Akdeniz topraklarının genesisi ve sınıflandırmasının belirlenmesi için yapılmıştır. Toprakların fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikleri incelenmiş ve bu toprak profillerinin FAO/Unesco (1974), FitzPatrick (1988) ve USDA Toprak Taksonomisine (1975) göre sınıflandırmaları yapılmıştır. Topraklar derinlikle artan yüksek kil içeriği gösterirler. Bunların oluşmasında rol oynayan dominant faktör periyodik dekalsifikasyondur.

Anahtar kelimeler: Terra-Rossa, luvisols, toprak genesisi, taksonomi.

ABSTRACT

Genesis and Classification of the Red Mediterranean Soils (Terra-Rossa) Formed on Three Different Terrace Levels in the Bursa Plain

This research was carried out to determinate genesis and classification of the Red Mediterranean soils were formed on limestone and located on three different terrace levels under semi-arid climate in Bursa and its surroundings. The physical, chemical and morphological features were examined and these soil profiles were classified according to the systems of FAO/Unesco (1974), FitzPatrick (1988), and USDA Soil Taxonomy (1975). The soils are shown high clay contents increasing with depth. The dominant soil formation process has been periodic decalcification.

* Dr.; U. Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü.

GİRİŞ

Kırmızı Akdeniz toprakları (Terra-Rossa) Bursa ve yöresinin farklı coğrafi kesimlerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Yörenin tarımsal ürün yönünden verimli kabul edilebilecek kesimlerinde yer alan bu toprak grubu, çeşitli bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılmaktadır.

Kırmızı Akdeniz toprakları veya Terra-Rossalar çeşitli araştırmacılar tarafından birbirinden farklı olarak tanımlanmaktadır. Reifenberg¹, Ciric ve Alexandrovic² ve Stace ve ark.³ Kırmızı Akdeniz topraklarının tek bir tip ana kayadan oluştuklarını belirtmişlerdir. Bundan başka Revel⁴, Guerra⁵, Di Castri ve Mooney⁶ ise bazı tortul kayalar hariç, bu toprak grubunun farklı ana kayalar üzerinde oluşabileceğini belirtmişlerdir. Bu topraklar birçok ülkede birbirinden farklı isimlerle adlandırılmış ve bu konuda uzun bir zaman fikir birliği meydana gelmemiştir. Bu toprak grubunun isimlendirilmesi dağılım gösterdiği bölgelere, ana kayanın çeşidine ve oluşum olaylarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. İlk kez Terra-Rossa terimi Zippe⁷ tarafından kullanılmıştır. Reifenberg¹, Kubiena⁸, Oakes⁹, Ciric ve Alexandrovic² gibi çeşitli bilim adamları tarafından da kabul görmüş olup halen bu isim günümüzde de kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı aynı iklim, bitki örtüsü ve ana materyal üzerinde farklı yüksekliklerdeki teras yüzeylerinde oluşmuş olan Kırmızı Akdeniz topraklarının fiziksel, kimyasal ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ile toprakların oluştukları terasların jeomorfolojik yüzeylerinin durumu ve yaşının bu toprakların oluşumuna nasıl etki ettiğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

MATERYAL

Çalışma Alanının Yeri ve Jeolojisi

Bu araştırma, Bursa ovasının doğusunda yer alan Burhaniye mevki civarında yaygın bir şekilde dağılım gösteren Kırmızı Akdeniz topraklarında yapılmıştır. İncelenen üç toprak profili kireç taşları üzerinde oluşmuştur. Her üç profilde eğim % 0-2 arasında değişmektedir. 1. profilin bulunduğu üst teras yüksek düzlük konumunda olup, 2. profilin bulunduğu orta teras dar bir alanda oluşmuştur. Alt terasta incelenen 3. profil ise geniş bir taban düzlüğünde yer almakta olup, yörede hakim olan doğal bitki örtüsü kızıl çam (*Pinus brutia*) ve makiliklerdir (*Macchie*).

Bölgenin İklimi

Yörede kışları ılık ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak geçen Akdeniz iklimi tipi hakimdir. Yıllık yağış ortalaması 713.1 mm ve sıcaklık ortalaması 14.4°C'dir. Yöredeki nem rejimi Xeric ve Ustic, sıcaklık rejimi ise Thermic¹⁰ bir özellik göstermektedir.

YÖNTEM

Bu üç profilin morfolojik özellikleri Soil Survey Staff¹¹, sınıflandırmaları FAO/Unesco¹², FitzPatrick¹³ ve USDA Toprak Taksonomisi¹⁴ sistemlerine göre yapılmıştır. Bunlara ait tekstür analizi Piper¹⁵, pH Jackson¹⁶, kalsiyum karbonat Bascomb¹⁷, organik karbon Tinsley¹⁸, toplam azot Bradstreet¹⁹, katyon değişim kapasitesi ve değişebilir katyonlar American Society of Agronomy Method²⁰, serbest demir oksit USDA²¹'e göre belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Profillerin Morfolojik Özellikleri

Toprakların morfolojik özelliklerine ait bilgiler her profil için ayrı ayrı aşağıda verilmektedir.

Profil 1. (Üst teras)

Profil Tanımlamaları

Taksonomik Sınıflandırma

FAO/Unesco sınıflandırması: Chromic Luvisols

FitzPatrick (EAF) sınıflandırması: Argillosols-Tn₂₀Ar₂₅Ck₃₅

USDA Toprak Taksonomisi sınıflandırması: Typic Rhodoxeralfs

Yeri: 1 nolu profil Bursa ovasının doğusunda yer alan Burhaniye mevki civarında bulunmaktadır.

Topografya

Denizden yüksekliği: 400 m

Konumu: Kuzey

Eğim: Düz (% 2)

Mikrotopografya: Konkav

İklim

Yıllık ortalama yağış: 800-1000 mm

Yıllık ortalama sıcaklık: 14.4°C

Bitki örtüsü: Kızıl çam (*Pinus brutia*)

Ana materyal: Kireçtaşı

Yaşı: Üçüncü zaman

Drenaj

Yüzey: Orta iyi

Pedo-ünitesi: Yavaş
 Erozyon: Yüzey erozyonu
 Taşlılık: Az
 Arazi kullanımı: Orman
 Arazi kullanım kabiliyet sınıfı: IV. sınıf
 Profilin morfolojik özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Özellikler
FAO EAF	USDA	
Ah Tn ₂₀	Ah 0-20	Kırmızı-kahverengi (5YR 4/6 nemli-4/8 kuru); kil; orta yarı köşeli blok strüktür; kuru iken sert, nemli iken sıkı, ıslak iken yapışkan ve plastik; bol ince kökler; az köşeli taşlar (Ø 1-2 cm); kesin ve düz sınır.
Bt Ar ₂₅	Bt 20-45	Donuk kırmızı kahverengi (5YR 5/3 nemli-5/4 kuru); kil; kuvvetli yarı köşeli blok strüktür; parlak ped yüzeyleri; kuru iken sert; nemli iken sıkı; ıslak iken yapışkan ve plastik; az ince kökler; az köşeli taşlar (Ø 1-2 cm); dalgalı sınır.
Ck Ck ₃₅	Ck 45-80	Benekli açık grey (7.5Y 8/1 nemli-8/2 kuru); kil; orta köşeli blok strüktür; kuru iken sert, nemli iken sıkı, ıslak iken yapışkan ve plastik; çok köşeli taşlar (Ø 4-5 cm); dalgalı sınır.

Profil 2. (Orta teras)

Profil Tanımlamaları

Taksonomik Sınıflandırma

FAO/Unesco sınıflandırması: Chromic Luvisols

FitzPatrick (EAF) sınıflandırması: Argillosols-Tn₁₅1Ar₁₅2Ar₂₀Ck₃₅

USDA Toprak Taksonomisi sınıflandırması: Typic Rhodoxeralfs

Yeri: 2 nolu profil, 1 nolu profilin 100 m aşağısında yer alan orta terasta bulunmaktadır.

Topografya

Denizden yüksekliği: 300 m

Konumu: Kuzey

Eğimin şekli: Düz (% 1-2)

Mikrotopografya: Dalgalı

İklim

Yıllık ortalama yağış: 800-1000 mm

Yıllık ortalama sıcaklık: 14.4 °C

Bitki örtüsü: Kızıl çam (*Pinus brutia*)

Ana materyal: Kireçtaşı

Yaşı: Üçüncü zaman

Drenaj

Yüzey: Orta iyi

Pedo-ünitesi: Yavaş

Erozyon: Yüzey erozyonu

Taşlılık: Az

Arazi kullanımı: Orman

Arazi kullanım kabiliyet sınıfı: IV. sınıf

Profilin morfolojik özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Özellikler
FAO EAF USDA		
Ah Tn ₁₅ Ah	0-15	Kırmızı-kahverengi (5YR 4/6 nemli-4/8 kuru); kil; orta köşeli blok strüktür; kuru iken sert, nemli iken sıkı, ıslak iken yapışkan ve plastik; bol ince kökler; az köşeli taşlar (Ø 0.5-1 cm); dalgalı değişen sınır.
Bt1 1Ar ₁₅ Bt1	15-30	Donuk kırmızı kahverengi (5YR 4/3 nemli-4/4 kuru); kil; kuvvetli köşeli blok strüktür; parlak ped yüzeyleri; kuru iken sert, nemli iken sıkı, ıslak iken yapışkan ve plastik; bol ince kökler; az köşeli taşlar (Ø 2-3 cm); dalgalı değişen sınır.
Bt2 2Ar ₂₀ Bt2	30-50	Donuk kırmızı kahverengi (5YR 5/3 nemli-5/4 kuru); kil; kuvvetli köşeli blok strüktür; parlak ped yüzeyleri; kuru iken sert, nemli iken sıkı, ıslak iken yapışkan ve plastik; az ince kökler; az kireç konkresyonları (Ø 0.5-1 cm); dalgalı değişen sınır.
Ck Ck ₃₅ Cca	50-85	Benekli açık grey (7.5Y 7/1 nemli-7/2 kuru); kil; orta köşeli blok strüktür; kuru iken sert, nemli iken sıkı, ıslak iken yapışkan ve plastik; bol kireç konkresyonları (Ø 1-2 cm);

kesin ve düz sınır.

Profil 3. (Alt teras)

Profil Tanımlamaları

Taksonomik Sınıflandırma

FAO/Unesco sınıflandırması: Chromic Luvisols

FitzPatrick (EAF) sınıflandırması: Argillosols-Tn₃₀Ar₄₅Ck₃₅

USDA Toprak Taksonomisi sınıflandırması: Typic Rhodoxeralfs

Yeri: 3 nolu profil, 2 nolu profilin 80 m aşağısındaki alt terasta bulunmaktadır.

Topografya

Denizden yüksekliği: 220 m

Konumu: Kuzey

Eğimin şekli: Düz (%1)

Mikrotopografya: Yok

İklim

Yıllık ortalama yağış: 800-1000 mm

Yıllık ortalama sıcaklık: 14.4 °C

Bitki örtüsü: Kızıl çam (*Pinus brutia*)

Ana materyal: Kireçtaşı

Yaşı: Üçüncü zaman

Drenaj

Yüzey: İyi

Pedo-ünitesi: Yavaş

Erozyon: Yok

Taşıllık: Yok

Arazi kullanımı: Orman

Arazi kullanım kabiliyet sınıfı: IV. sınıf

Profilin morfolojik özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Özellikler
---------	---------------	------------

FAO	EAF	USDA
-----	-----	------

Ah	Tn ₃₀	Ah	0-30	Kırmızı-kahverengi (5YR 4/6 nemli-4/8 kuru); kil; orta yarı köşeli blok strüktür; kuru iken sert, nemli iken sıkı, ıslak iken yapışkan ve plastik; bol ince kökler; dalgalı değişen sınır.
----	------------------	----	------	--

Bt	Ar ₄₅	Bt	30-75	Donuk kırmızı kahverengi (5YR 5/3 nemli-5/4 kuru); kil; kuvvetli yarı köşeli blok strüktür; parlak ped yüzeyleri; kuru iken sert; nemli iken sıkı; ıslak iken yapışkan ve plastik; bol ince kökler; kesin ve düz sınır.
----	------------------	----	-------	---

C_k Ck₃₅ Ck 75-110 Benekli açık grey (7.5Y 8/1 nemli-8/2 kuru); kil; kuvvetli orta köşeli blok strüktür; kuru iken sert, nemli iken sıkı, ıslak iken yapışkan ve plastik; çok kireç konkresyonları (Ø 2-3 cm); dalgali sınır.

1 nolu profilin bulunduğu üst teras geniş bir düzlük alan olup, doğu ve batı kesimleri derin kuru dereler tarafından parçalanmış durumdadır. Bu profilde Ah, Bt ve Ck horizonları bulunmaktadır. 2 nolu profilinin yer aldığı orta teras ise dar bir alanda bulunur ve bu profilde diğer profillerden farklı olarak iki adet argillik B horizonu oluşmuştur. 3 nolu profilin bulunduğu alt teras ise taban pozisyonuna geçiş niteliklerini göstermekte olup, profilde Ah, Bt ve Ck horizonları bulunmaktadır.

Her üç profilde benzer morfolojik özellikler gözlenmiş olup, bunların argillik B horizonunda koyu kırmızı renkli iyi bir strüktürün meydana geldiği görülmektedir. Argillik horizonlarda parlak ped yüzeyleri ve az miktarda da bitki köklerine rastlanılmış olup, kirecin profil boyunca yıkanması ve ana kayanın kireç taşı olmasından dolayı da her üç profilde tipik kalsik C horizonu meydana gelmiştir.

Profillerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma konusu olan üç toprak profilinin fiziksel ve kimyasal verileri çizelge 1'de verilmiştir. Profillerin bazı fiziksel özellikleri incelendiğinde, her üç profilin yüksek miktarlarda kil içerdiği ve B horizonlarında kil birikiminin olduğu görülmektedir. En yüksek kil içeriği alt terasta oluşmuş olan 3 nolu toprak profilinde görülmekte olup bu profilin argillik B horizonunda % 57 oranında kil birikimi meydana gelmiştir. Silt içeriğinin 1 ve 2 nolu profilde birbirine yakın değerler göstermesine rağmen, 3 nolu profilde silt miktarının azaldığı görülmektedir.

Toprakların pH'ları 6.9 ila 8.3 arasında değişmektedir. Bütün profillerde toprak üst horizonunun düşük pH'da olduğu ve en alt horizonlarında ise yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Bu da toprak kolloidlerinin, bazlarla doygunluk derecesinin % 100 oluşu ve toprağın serbest kireç içeriği ile ilişkili olduğundan ileri gelmektedir.

Bu toprakların organik C içerikleri incelendiğinde her üç profilin organik C'ca fakir olduğu ve miktarlarının % 1.4 ile % 0.4 arasında değiştiği görülmektedir. Organik C içerikleri yüzey horizonunda en fazla olup, derinlikle düzenli olarak azalmaktadır. Toprakların toplam azot içerikleri ise % 0.09 ile % 0.06 arasındadır ve üst horizondan alt horizonlara doğru bir azalış göstermektedir. Her üç profilde, toplam azot içerikleri yönünden aralarında önemli bir farkın olmadığı görülmüştür. Toprakların organik C ve toplam azot içeriklerinin düşük olması, yöredeki atmosfer sıcaklığının yüksek oluşu nedeniyle organik madde mineralizasyonunu hızlandırması ve toprağa organik madde ilavesinin az olmasıyla açıklanabilir.

Çizelge: 1
Profillerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	pH		Org. C %	Toplam N %	C/N	CaCO ₃ %	KDK	Değişebilir katyonlar				BS (%)	Serbest demir (% Fe ₂ O ₃)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür
		CaCl ₂	H ₂ O						Ca	Mg	K	Na						
		0.01M (1:2.5) (1:2.5)							cmol (+) kg ⁻¹									
Profil 1 (Üst teras)																		
Ah	0-20	7.2	7.9	0.8	0.09	8.9	2.0	48.2	39.2	4.6	1.9	3.7	100	2.60	25.3	33.4	38.9	Kil
Bt	20-45	7.2	7.9	0.7	0.08	8.7	2.8	53.4	43.0	6.1	1.6	3.3	100	1.88	24.5	29.0	41.5	Kil
Ck	45-80	7.1	7.8	0.5	0.06	8.3	10.3	42.1	35.6	5.3	0.8	1.8	100	0.89	38.3	23.6	37.8	Kil
Profil 2 (Orta teras)																		
Ah	0-15	6.9	7.7	1.2	0.09	13.3	2.5	45.0	36.9	3.9	2.0	3.4	100	2.16	20.3	32.5	45.2	Kil
Bt1	15-30	7.0	7.8	1.0	0.09	11.1	3.4	51.3	42.1	5.8	1.8	2.9	100	1.83	17.0	31.2	50.1	Kil
Bt2	30-50	7.0	7.8	0.9	0.08	11.2	3.9	53.5	44.3	6.4	1.5	2.2	100	1.85	13.5	30.0	54.6	Kil
Ck	50-85	7.6	8.1	0.4	0.06	6.7	12.7	55.1	45.0	9.0	1.0	1.5	100	0.72	27.80	29.2	41.8	Kil
Profil 3 (Alt teras)																		
Ah	0-30	7.0	7.7	1.4	0.09	15.5	3.8	48.3	40.2	3.7	2.2	3.0	100	2.39	18.3	28.5	51.2	Kil
Bt	30-75	7.2	7.9	0.8	0.08	10.0	4.2	53.1	44.6	4.5	1.7	2.4	100	2.10	20.2	21.8	57.0	Kil
Ck	75-110	7.8	8.3	0.5	0.06	8.3	14.5	54.6	47.1	6.2	0.9	1.3	100	1.16	35.5	18.1	45.4	Kil

Toprakların kireç içerikleri % 2.0 ile % 14.5 arasında olup, üst horizondan alt horizonlara doğru düzenli bir artış göstermektedir. Kireç içeriğinin toprak derinliği ile ilişkili olarak artması yağışlar nedeniyle üst horizonlardan yıkanarak alt horizonlara doğru birikmesinden ve ana kayanın kireç taşı olmasından kaynaklanmaktadır. 1 nolu profilin kireç içeriği diğer iki profile nazaran en az düzeyde olup, en fazla miktarda kireç içeriği yıkanmanın ve topografyanın etkisiyle 3 nolu profile meydana gelmiştir. Her üç profilin en alt horizonunda kireç içeriğinin çok olması, burada tipik kalsik C horizonunun oluşumuna neden olmuştur.

Topraklar yüksek KDK'ne sahip olup en yüksek KDK 3 nolu profile görülmektedir. Toprakların yüksek KDK'ne sahip olmaları, toprakların yüksek miktarlardaki kil içerikleri ile ilişkilidir.

Serbest demir oksitlerin profil içindeki dağılımları parçalanma ve ayrışma derecesinin bir fonksiyonu olarak derinlikle ilişkili olarak her üç profile azalmaktadır.

Toprakların Genesisi

Bu toprakların oluşumunda dominant faktör periyodik dekalsifikasyondur. Bu olay belirgin bir şekilde her üç toprak profilinde görülmektedir. Toprakların B horizonun da önemli miktarda kil birikimine sahip olmaları ve bu horizonun kırmızı renkli argillik horizonun özelliklerini taşımaları nedeniyle FAO/Unesco (1974) sistemine göre Chromic Luvisols olarak sınıflandırılmış olup bunun karşılıkları FitzPatrick (1988) ve USDA Toprak Taksonomisi (1975) sistemlerine göre değerlendirilmeleri aşağıda yapılmıştır.

Çizelge: 2

Üç Kırmızı Akdeniz Toprağının FAO/Unesco (1974), FitzPatrick (1988) ve USDA Toprak Taksonomisi (1975)'ne Göre Sınıflandırılması

Profil No.	FAO/Unesco (1974)	FitzPatrick (1988)	USDA Toprak Taksonomisi (1975)
1.	Chromic Luvisols	Argillosols Tn ₂₀ Ar ₂₅ Ck ₃₅	Typic Rhodoxeralfs
2.	Chromic Luvisols	Argillosols Tn ₁₅ lAr ₁₅ 2Ar ₂₀ Ck ₃₅	Typic Rhodoxeralfs
3.	Chromic Luvisols	Argillosols Tn ₃₀ Ar ₄₅ Ck ₃₅	Typic Rhodoxeralfs

Bursa ve yöresinde bulunan Kırmızı Akdeniz topraklarının tekstürel dağılımı, kimyasal özellikleri ve morfolojisi yönünden Akdeniz bölgesinde bulunan bazı Kırmızı Akdeniz topraklarına benzeyip bazılarına da benze-medikleri ortaya çıkmıştır. Toprak özelliklerine göre alt terasta oluşmuş toprağın kil ve kireç içerikleri yönünden diğerlerine göre fazla olduğu ve

burada topografyanın düz ve jeomorfik yüzeyin stabil olması nedeniyle profil gelişiminin burada diğerlerine göre daha ileri olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak topraklarda meydana gelen farklı dekalsifikasyonların, kil birikimlerinin geçmiş jeolojik devirlerde ve günümüzde de devam etmesi, iklimin devamlı olarak kuru koşullardan daha rutubetli koşullara ve rutubetli koşullardan kuru koşullara değişim gösterdiğinin belirtileridir. Bu etmenler Kırmızı Akdeniz topraklarının (Terra-Rossa) oluşumunda önemli rol oynamaktadır.

KAYNAKLAR

1. REIFENBERG, A. 1947. Some Observations on Red Soils. C.R. Conf. Pedol. Med. Montpellier.
2. CIRIC, M. and ALEXSANDROVIC, D. A. 1961. View on the Genesis of Terra-Rossa. Nolit Publ. House. Terazje 27-11, Belgrade.
3. STACE, H. C. T. et al. 1972. A Handbook of Australian Soils. C.S.I.R.O. and I.S.S.S. Glenside, South Australia.
4. REVEL, J. C. 1972. Resherche Sur l'origine de la Rubefaction de Terres Rouges Meditterannees. Unversite Paul Sabatier de Toulouse, Toulouse.
5. GUERRA, A. 1972. Los Suelos Rojas en Espana. Publicaciones del Dep. Des Sue del Ins. De Edaf. y Bio. Veg. C.S.I.C., Madrid.
6. DI CASTRI, F. and MOONEY, A. H. 1973. Mediterranean Type Ecosystems. Chapman & Hall Ltd., London.
7. ZIPPE, F. V. M. 1853. Vber Die Grotten und Hohen von Adelsberg. Loeg. Planina und Loas. Vienna.
8. KUBIENA, W. L. 1953. The Soils of Europe. Thos. Murby Com. London.
9. OAKES, H. 1957. The Soils of Turkey. Sc. Ser. and Farm Irr. Dir. Pub. No. 1, Dogas, Ltd., Ankara.
10. DİNÇ, U., ŞENOL, S., KAPUR, S., ATALAY, İ. ve CANGİR, C. 1993. Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 51, Ders Kitapları Yayın No. 12, Adana.
11. Soil Survey Staff. 1962. Soil Survey Manual, Handbook. No. 18.
12. FAO/Unesco. 1974. Soil Map of the World, Vol. 1 Legend, Paris.
13. FITZPATRICK, E. A. 1988. Soil Horizon Designation and Classification. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageningen, The Netherlands.
14. USDA. 1975. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. USDA. Agric. Handbook No. 436.

15. PIPER, C. S. 1950. Soil and Plant Analysis. Adelaide.
16. JACKSON, M. L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
17. BASCOMB, C. L. 1961. A Calcimeter for Routine Use on Soil Samples. Chem. & Ind, 45-1926.
18. TINSLEY, J. 1950. The Determination of Organic Carbon in Soils by Dichromate Mixtures. Trans. 4 th Int. Soc. Soil. Sci. 1, 161.
19. BRADSTREET, R. B. 1965. Kjeldahl Methods for Organic Nitrogen. Ac. Press.
20. American Society of Agronomy. 1965. Methods of Soil Analysis Part I and II. Pub. Mad. USA ch.57-2 & 3.
21. USDA. 1967. Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples. Soil Cons. Serv. Washington.