

## ÇÖP KOMPOSTU UYGULAMASININ TOPRAKLARIN KIVAM LİMITLERİ İLE BAZI STRÜKTÜR STABİLİTE İNDEKSLERİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Abdurrahman HANAY (1)

**ÖZET :** *Bu çalışma, organik materyal uygulamasının topraklarda kıvam limitleri ile bazı strüktür stabilite indekslerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.*

*Doğal koşullar altında yürütülen bu çalışmada, toprakların organik madde içeriğini yükseltmek için artan oranlarda, kent katı atıklarından üretilmiş çöp kompostu kullanılmıştır. Araştırmada çöp kompostunun etki düzeyini karşılaştırmak için ayrıca eşdeğer oranlarda ahır gübresi de kullanılmıştır.*

*Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; topraklara artan oranlarda uygulanan çöp kompostu toprakların organik madde içeriğini önemli ölçüde artırmıştır. Organik madde içeriğinin artışı dolayısıyla likit limit değerleri daha çok, plastik limit değerleri daha az olmak üzere toprakların kıvam limitlerinde artış görülmüştür. Kıvam limit değerlerindeki bu artışlar, toprakların işlenebilmeleri için gerekli nem miktarlarını da yükseltmiştir. Ayrıca toprakların Boekel oranı ile agregat stabilitesi arasındaki ilişkide çöp kompostu uygulamasının olumlu etkisi görülmüştür.*

### A RESEARCH ON THE EFFECT OF MUNICIPAL WASTE COMPOST APPLICATION ON THE CONSISTENCY LIMITS AND SOME STRUCTURAL STABILITY INDEXES OF SOILS

**SUMMARY :** *In this study, the effect of organic material application on the consistency limits and some structural stability indexes was determined.*

*This study was conducted at the natural conditions and municipal waste compost obtained from town solid residue was used at increasing rates. In experiment, barnyard manure was applied corresponding to equivalent municipal compost treatment levels according to total organic matter content.*

*As a result of the research it was found that; municipal waste compost*

---

(1) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kültürteknik Bölümü, Erzurum.

*applied to soils at increasing rates, significantly increased the organic matter content of soils. Consistency limit values increased, this increase occurred low in "lower plastic limit" values and high in "upper plastic limit" values because of increasing of organic matter content. This increase in the consistency limit values, increased moisture content which is necessary for tillage. In addition, municipal waste compost application positively effected on the relation between Boekel's ratio and water stable aggregates.*

## GİRİŞ

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri genellikle bitki gelişimi açısından incelenmektedir. Halbuki toprakların kıvam limitleri gibi mekaniksel özellikleri, toprakların işlenmesi için uygun nem koşullarının bilinmesi açısından önemlidir. Topraklar uygun olmayan nem koşullarının dışında işlendiklerinde balçıklaşma ve kesetlenme sorunları ortaya çıkacak ve dolayısıyla bitki gelişimi için gerekli olan optimum koşullar sağlanamayacaktır.

Toprakların işlenmeye uygunluk bakımından değerlendirilmesinde ölçü olarak "toprak kıvam limitleri" (Atterberg Limitleri) kullanılmaktadır. Kıvam limitleri, Terzaghi ve Black (1967) tarafından Atterberg'e atfen toprağın kıvam halleri arasındaki sınırlara karşılık gelen nem miktarları olarak tanımlanır.

Toprakların kıvam limitlerini etkileyen toprak özelliklerinin başında toprağın kil miktarı, kil minerallerinin tipi ve organik madde miktarı gelmektedir. Topraktaki organik madde miktarı arttıkça kıvam limitleri değerleri artmaktadır (Demiralay ve Güresinli, 1979).

Türkiye topraklarının büyük çoğunluğu doğal koşullara ve uygun olmayan arazi kullanım nedenlerine bağlı olarak çok az miktarda organik madde içermektedir. Topraklarımızdaki organik madde içeriğini yükseltmenin yollarından biri de organik nitelikli katı atıkların kompost olarak tarımda değerlendirilmesidir. Kompost, organik kökenli çöplerin nemli ve havalı koşullar altında ve sıcaklık eşliğinde belli sürelerde, mikrobiyolojik ve biyokimyasal ayrışma sonucu oluşan organik materyallerdir (Bahtiyar, 1979; Ergene, 1985).

Kowald ve ark. (1990), Erzurum'da organik kökenli belediye çöplerinden ürettikleri çöp kompostları niteliklerinin gelişmiş ülke standartlarına yakın olduğunu ve tarla denemelerinden olumlu sonuçlar alındığını belirtmişlerdir. Aynı şekilde Hanay (1990), Erzurum belediyesi çöplerinden üretilen çöp kompostlarının, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toprak-su ilişkilerine olan etkilerini araştırmış ve sonuçta bir çok olumlu gelişmelerin sağlandığını belirlemiştir. Bu çalışmada, Erzurum

belediyesi çöplerinden elde edilen çöp kompostunun, toprakların kıvam limitleri, plastiklik sınıfları ve strüktür stabilite indekslerinden Boekel oranı'na etkisi araştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Araştırmada kullanılan çöp kompostu, Erzurum belediyesi'ne ait katı atıklardan yığın yöntemiyle elde edilmiştir. Çöp kompostuyla karşılaştırmak amacıyla, Atatürk Üniversitesi Çiftliği'nden sağlanan ahır gübresi ise ikinci bir organik materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan organik materyallerin bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Çöp Kompostu ve Ahır Gübresinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.  
Table 1. Some of the Physical and Chemical Properties of Municipal Compost and Barnyard Manure Used in the Experiment.

Özellikler (% kurumadde) Properties (% drymatter)	Çöp kompostu Municipal compost	Ahır gübresi Barnyard manure
Toplam organik madde (%) Total organic matter "	24,53	73,48
pH (1/10 ekstrate)	7,76	7,60
ECx10 <sup>6</sup> ms/cm 20°C (1/10 ekstrate)	3314	2964
Doyma Kapasitesi (% Pw) Saturation capacity "	75	112
Kütle yoğunluğu (g/cm <sup>3</sup> ) Bulk density "	0,94	0,51
Materyal tane çapı (mm) Particle size of material	10	-
İnorganik material (kum) (0.2-2 mm) % Inorganic material (sand) "	22	-
Taş, çakıl ve cam parçaları (2-10 mm) % Ztone, gravel and broken glass pieces "	8	-

Araştırma iki ayrı bünyeye sahip topraklarda yürütülmüştür. Araştırma alanlarından biri, Erzurum'da Atatürk Üniversitesi arazilerindeki kaba bünyeli topraklarda, diğeri Iğdır Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü'ne ait ince bünyeli

Tablo 2. Araştırma Öncesi Toprakların Bazı Fiziksel Özellikleri İle Kıvam Limitleri.

Table 2. Some of the Physical Properties and Consistency Limits of Soils At the Beginning.

Toprak Özellikleri Soil Properties		İnce Bünyeli Fine textured	Kaba bünyeli Coarsa textured
Bünye analizi Texture analysis	Kum % Sand	18.21	57.40
	Silt % Silty	46.32	28.75
	Kil % Clay	35.47	13.85
Toprak bünye sınıfı Textural class		SiCL	SL
Kütle yoğunluğu Bulk density	(g/cm <sup>3</sup> )	1.25	1.45
Toplam gözenek oranı Total porosity	(%)	54.38	45.28
Agregat stabilitesi Water stable aggregates	(%)	18.32	9.75
Tarla Kapasitesi (pF:2.54) Field capacity	(%P <sub>w</sub> )	24.86	16.74
Solma noktası Wilting point	(%P <sub>w</sub> )	14.05	11.43
Likit limit (L.L) Upper plastic limit	(%P <sub>w</sub> )	39.78	30.30
Plastik limit (P.L) Lower plastic limit	(%P <sub>w</sub> )	24.36	21.25
Plastiklik indeksi (Pi) Plasticity index	(%P <sub>w</sub> )	15.42	9.05
Plastikiik sınıfı Plasticity classification		Orta plastik Middle plasticity	Az plastik Low plasticity
Boekel oranı	(L.L)/(pF: 2.54)	1.60	1.81
Boekel's ratio	{P.L}/{pF: 2.54}	0.98	1.27

topraklarda seçilmiştir. Araştırma alanı topraklarının bazı özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

### **Metot**

Araştırma alanları doğal koşullar altında ve küçük deneme parselleri şeklinde tesis edilmiştir. Her iki organik materyal parsellerin 0-25 cm'lik yüzey toprağına homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Organik materyallerden çöp kompostu 4 t/da, 8 t/da ve 12 t/da düzeylerinde, ahır gübresi ise 1.33 t/da, 2.67 t/da ve 4.00 t/da'lık eşdeğer uygulama düzeylerinde topraklara uygulanmıştır. Çünkü ahır gübresinin toplam organik madde içeriğı çöp kompostundan üç kat daha fazladır.

Topraklara karıştırılan organik materyalin doğal koşullar altında ayrışması ve toprakta agregasyonun oluşması için araştırma 2 tam yıl sürdürülmüştür. Araştırma süresince bitki köklerinin toprağın başta agregasyon olmak üzere fiziksel özelliklerine olan olumlu etkilerini ortadan kaldırmak için parsellerde bitki ekimi yapılmayarak sürekli çıplak bırakılmıştır (Bahtiyar, 1981). Bu şekilde, 1987 yılında başlatılan araştırmanın ölçüm ve analizleri 1989 yılında yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan organik materyallerin fiziksel ve kimyasal analizleri EAWAG'a (1970) göre, toprakların kıvam limitleri ve fiziksel toprak özellikleri Demiralay ve Güresinli'ye (1979) ve Demiralay'a (1981) göre, organik madde tayini Black'a (1965) göre yapılmıştır. Toprakların bir strüktür stabilite indeksi olan Boekel oranı ise "Boekel ve Peerlkamp" yöntemine göre belirlenmiştir (Demiralay, 1983).

### **ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA**

Araştırmanın tüm ölçüm ve analizleri 10 paralelli yapılmış olup genel sonuçlar ortalama olarak Tablo 3'te verilmiştir. Sonuçlar Yıldız'a (1986) göre, F-testi varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile istatistiksel yönden analiz edilmiştir.

Tablo 2'de görüleceğı gibi, araştırma alanı topraklarından ince bünyeli (SiCL) olan toprakların plastiklik sınıfı "orta", kaba bünyeli (SL) olan toprakların ise "az" dır. Her iki toprağın organik madde içerikleri ise oldukça düşük düzeydedir (Tablo 3). Görüldüğü gibi toprakların kıvam limitlerini etkileyen fiziksel toprak özelliklerinin başında toprak bünyesi gelmektedir. Çünkü kil içeriğı % 35.47 olan ince bünyeli toprakların plastiklik indeksi 15.42 olduğu halde kil içeriğı % 13.85 olan kaba bünyeli toprakların 9.05'tir. Kaba bünyeli toprakların plastiklik indeksinin nisbeten yüksek oluşu, bu toprakların organik madde içeriğinin (% 1.01) ince bünyeli topraklara göre (% 0.60) daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Sönmez ve

Table 3. Average Someva Toprakların Kıvama Gelirleri ile Bazı Fiziksel Özellikleri.  
 Table 3. Consistency Limits and Some Physical Properties of Soils Resulting From Compost and Manure Application.

Toprakların Kıvama Gelirleri ile Bazı Fiziksel Özellikleri Consistency Limits and some physical properties of soils	Toprak Kıvama Gelirleri Soil texture	Kompost uygulama düzeyleri (%/de) Compost treatment levels				Kontrol Control	Atık gübreli uygulama düzeyleri (%/de) Biyogübre manure treatment levels			
		12.00	8.00	4.00	0.00		1.32	2.67	4.01	4.0
Alt limit (L.L)	% Pw	SiCL	41.70	41.22	40.30	40.16	40.85	42.19	42.14	
Upper plastic limit	% Pa	SL	33.20	31.64	30.59	30.06	31.16	32.50	34.25	
Plastik limit (P.L)	% Pw	SiCL	24.80	24.48	24.47	24.68	25.16	25.59	26.72	
Lower plastic limit	% Pw	SL	22.67	22.13	21.65	21.17	21.86	22.55	23.16	
Plastiklik indeksi (P.I)	Pw	SiCL	16.50	16.72	15.83	15.48	15.69	16.60	17.40	
Plasticity Index	% Pw	SL	10.53	9.51	8.94	8.89	9.30	10.00	11.29	
Plastiklik sınırı		SiCL	Orta, (Middle)	Orta, (Middle)	Orta, (Middle)	Orta, (Middle)	Orta, (Middle)	Orta, (Middle)	Orta, (Middle)	
Plasticity classification		SL	Orta, (Middle)	Az, (Low)	Az, (Low)	Az, (Low)	Az, (Low)	Az, (Low)	Orta, (Middle)	
Zarflı kapasitesi (pf: 2.5d) % Pw		SiCL	25.58	25.44	25.19	25.13	25.57	26.11	26.75	
Field capacity	% Pw	SL	17.94	17.29	16.80	16.53	17.21	17.71	18.52	
Beketli oranı (L.L)/(Pf:2.5d)		SiCL	1.63	1.62	1.60	1.60	1.60	1.62	1.65	
		SL	1.65	1.63	1.62	1.62	1.61	1.63	1.66	
Beketli g Rhtio (P.L)/(Pf:2.5d)		SiCL	0.97	0.96	0.97	0.98	0.98	0.96	1.00	
		SL	1.26	1.28	1.29	1.28	1.27	1.27	1.25	
Kıvama gelme yoğunluğu (g/cm <sup>3</sup> )		SiCL	1.14	1.16	1.23	1.26	1.22	1.17	1.14	
		SL	1.35	1.38	1.42	1.44	1.41	1.36	1.34	
Agregat stabilitesi (%)		SiCL	27.02	23.60	20.36	18.51	21.04	24.14	27.69	
Water stable aggregates (%)		SL	17.15	15.41	12.72	10.62	11.04	15.69	18.70	
Organik madde içeriği (%)		SiCL	1.61	1.27	1.08	0.60	0.94	0.04	1.40	
Organik madde miktarı (%)		SL	1.90	1.56	1.29	1.01	1.41	1.55	1.98	

Öztaş'a (1988) göre Smith ve ark. (1985), topraktaki organik maddenin toprağın yüzey alanı ve su tutma potansiyelini artırmasına bağlı olarak kıvam limit değerlerini artırdığını bildirmektedirler. Aynı şekilde Demiralay ve Güresinli (1979) ve Sönmez ve Öztaş (1988) gibi bir çok araştırmacı, toprakların kıvam limit değerlerinin kil içeriği ile pozitif bağımlı olduğunu belirtmişlerdir.

Demiralay'a (1983) göre Boekel (1958), killi toprakların strüktürünün değerlendirilmesinde kıvam limitlerinin yeterli olamayacağını, plastik deformasyonun yer aldığı toprak nem koşulu ile birlikte değerlendirilmesinin daha doğru olacağını savunmuştur. "Boekel oranı" olarak bilinen bu strüktür stabilite indeksi, toprak kıvam limitlerinin (likit limit ve plastik limit) pF: 2 nem yüzdesine oranlanmasıyla elde edilmektedir. Boekel ve Peerlkamp'a (1956) göre bu indeksten likit limit/pF: 2 oran değerinin 1'den büyük olması agregatların ıslanması ile dispers olmaya stabil olduğunu, plastik limit/pF: 2 oran değerinin 1'den büyük olması agregatların mekaniksel kuvvetlere karşı direncinin fazla olduğunu göstermektedir. Boekel oranının bu araştırmada kullanılan kaba bünyeli topraklar için kullanılması yukarıda adı geçen araştırmacılara göre uygun değildir. Zaten Tablo 2 ve Tablo 3'ten görüleceği gibi her iki Boekel oranı, ince bünyeli topraklar için normal değerlerde olurken, kaba bünyeli topraklar için daha büyük değerlerde çıkmıştır. Ancak bu araştırmada, kaba ve ince bünyeli toprakların Boekel oranları birbiriyle karşılaştırmak için değerlendirmeye alınmamış, sadece uygulanan organik materyal düzeylerinin Boekel oranı'na etkisi araştırılmıştır.

Her iki organik materyal uygulaması, toprakların toplam organik madde içeriğini önemli ölçüde artırmasından dolayı fiziksel toprak özelliklerinde olumlu gelişmeler sağlamıştır. Bu olumlu gelişmeler, organik maddenin toprakta strüktür stabilitesini artırması, kütle yoğunluğunu düşürmesi ve su tutma kapasitesini artırması yönünde olmuştur. Her iki organik materyalin sözkonusu fiziksel toprak özelliklerine etkisi genelde  $P < 0.01$  düzeyinde olurken çöp kompostunun ince bünyeli topraklarda su tutma kapasitesine etkisi önemsiz bulunmuştur. Çöp kompostu, bünyesinde bulunan kaba inorganik materyallerin ince bünyeli toprakta kaba gözeneklerin oranını artırması ve su tutucu kapiller gözeneklerin oranını düşürmesinden dolayı ince bünyeli toprakların su tutma kapasitesinin artmasında etkili olmamıştır (Hanay, 1990).

Tablo 3'ten görüldüğü gibi çöp kompostu uygulaması toprakların likit limit değerlerini artırmıştır. Çöp kompostunun bu etkisi ince bünyeli topraklarda  $P < 0.05$  düzeyinde olurken kaba bünyeli topraklarda  $P < 0.01$  düzeyinde olmuştur. Toprakların likit limit değerlerini eşdeğer ahır gübresi uygulaması daha çok artırmıştır. Ahır gübresi uygulamasının etkisi  $P < 0.01$  düzeyinde olmuştur. Çöp kompostu bünyesinde

bulunan kum gibi inorganik materyaller kompostun etkisini azaltmış olabilir.

İnce bünyeli toprakların plastik limit değerleri çöp kompostu uygulamasından istatistikî açıdan etkilenmediği halde kaba bünyeli toprakların plastik limit değerleri  $P<0.05$  düzeyinde artmıştır. Plastik limit değerlerinde de yine eşdeğer ahır gübresi uygulamaları daha çok etkili olmuştur. Böylece çöp kompostu uygulaması toprakların plastiklik indexlerini önemli düzeyde artırmıştır. Her iki organik materyalin küçük ve orta uygulama düzeyleri kaba ve ince bünyeli toprakların plastiklik sınıflarını değiştirmedeği halde yüksek uygulama düzeyleri kaba bünyeli toprakların plastiklik sınıfını "az plastik"ten "orta plastik"e yükseltmiştir. Bu durumda, kaba bünyeli toprakların işlenebilmeleri için nem sınırları artmıştır.

Çöp kompostu uygulaması kaba ve ince bünyeli toprakların likit limit/pF: 2,54 oranı olan Boekel oranı'nı önemli ölçüde artırmıştır. Çöp kompostunun etkisi  $P<0.05$  düzeyinde olurken ahır gübresi  $P<0.01$  düzeyinde etkili olmuştur. Boekel oranı'ndaki bu artışlar, toprak agregatlarının su eçirisinde dağılmaya karşı stabiliteilerinin artmasından kaynaklanmıştır. Tablo 3'ten görüleceği gibi her iki organik materyal uygulamasıyla toprakların su karşısındaki agregat stabilite oranları da artmıştır. Sönmez ve Özdemir (1988), toprakların Boekel oranı değerleri ile agregat stabilitesi arasında önemli pozitif ilişkilerin olduğunu saptamışlardır.

Her iki organik materyal uygulaması toprakların plastik limit/pF: 2,54 oranı olan Boekel oranı'nı ise önemli bir şekilde etkilememiştir. Sadece kaba bünyeli topraklarda ahır gübresi uygulaması  $P<0.05$  düzeyinde etkili olarak bu oranları düşürmüştür. Topraklarda plastik limit/pF: 2.54 oranının artması, kil agregatlarının mekaniksel kuvvetlere karşı direncini artırmaktadır. Bu duruma göre çöp kompostu uygulamasının toprakta agregatların direncini artırmada olumlu bir gelişme sağlamadığı gözlenmiştir. Buna karşılık her iki organik materyal uygulaması, toprakların kütle yoğunluklarını önemli ölçüde düşürmüştür. Canpolat (1990), yaptığı bir çalışmada, saman ve ahır gübresi gibi organik materyal uygulamasının toprakların kütle yoğunluklarını düşürdüğü ve buna bağlı olarak kırılma dirençlerinin de düştüğünü belirtmiştir. Topraklarda kütle yoğunluğunun azalması, toprak işlenmesi sırasında mekaniksel kuvvetlere karşı toprak direncinin düşmesine neden olur. Böylece topraklar daha kısa zamanda tav durumuna gelerek kolay bir şekilde işlenir.

Toprakların likit limit/pF: 2.54 oranı ile agregat stabilitesi arasında yapılan regresyon analizlerinde yüksek düzeyde önemli pozitif ( $r = 0.96$ ) bir ilişki bulunurken, plastik limit/pF: 2.54 oranı ile kütle yoğunluğu arasında bu kadar yüksek düzeyde ve pozitif bir ilişki bulunamamıştır. Bu durum, plastik limit/pF: 2.54 oranı



şeklindeki Boekel oranı'nın araştırma toprakları için uygun bir indeks olmamasından kaynaklanabilir.

Benzer konular üzerine çalışan araştırmacılardan Akalan ve Sadıq (1980), Munsuz ve Akyıldız (1980) ve Nakaya ve Motomura (1985) yaptıkları çalışmalarında çeşitli organik kökenli atık maddelerin toprakların kıvam limit değerlerini, suya karşı agregat stabiliteelerini ve işlenebilmeleri için gerekli nem sınırlarını önemli ölçüde artırdığını bularak bu araştırmayı destekleyici sonuçlar elde etmişlerdir.

Sonuç olarak, araştırmada kullanılan organik atıklar toprakların bir çok fiziksel özelliğinde olumlu değişmelere paralel olarak kıvam limitlerinde ve Boekel oranı-agregat stabilitesi ilişkilerinde de önemli ve olumlu değişmelere neden olmuştur. Bütün uygulama düzeylerinde çöp kompostunun etkisi ahır gübresinden daha az olmakla birlikte istatistiki yönden önemli bulunmuştur. Duncan karşılaştırma testlerine göre, çöp kompostunun 4 t/da ve 8 t/da'lık uygulama düzeyleri önemsiz bulunurken asıl etkiyi 12 t/da'lık uygulama düzeyi sağlamıştır. Bu nedenle, Erzurum belediyesi çöplerinden üretilecek kompostların topraklara 12 t/da düzeyinde uygulanması, çevre kirliliğinin önlenmesi açısından yararlı olacağı kadar, toprakların bir çok fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin iyileştirilmesi açısından da önemli gelişmeler sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Bahtiyar, M., 1979. Çöp Kompostu ve Tarımda Kullanılması. Atatürk Üni. Zir.Fak., Toprak İlm. Böl. Erzurum, (1-12) (Yayınlanmamış).
- Bahtiyar, M., 1981. Çöp Kompostu Miktar ve Çeşitlerinin Orta Ağır ve Hafif Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Zir.Fak. Toprak İlm., Erzurum. (20-109), (Yayınlanmamış).
- Black, C.A., 1965. Methods of Soil Analysis. Part I. American Society of Agronomy, No. 9.
- Boekel, P., 1958. Evaluation of the Structure of Clay Soils by Means of Soil Consistency. Proc. Int. Symp. Soil Structure, (Ghent, Belgium, (363-368).
- Boekel, P. and Peerlkamp, P.K., 1956. Soil Consistency as a Factor Determining the Soil Structure of Clay Soils. Neth. J. Agric. Sci., (4), (122-125).
- Canpolat, M.Y., 1990. Iğdır Yöresi Topraklarında Kaymak Sertliği (Kırılma Değeri) ile İlgili Araştırmalar. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Toprak İlm. Böl. (Yayınlanmamış Doktora Tezi).

- Demiralay, İ. ve Güresinli, Y.Z., 1979. Erzurum Ovası Topraklarının Kıvam Limitleri ve Sıkışabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üni. Zir.Fak. Derg. (10: 1-2), (77-93).
- Demiralay, İ., 1981. Toprakta Bazı Fiziksel Analiz Yöntemleri. Atatürk Üni. Zir.Fak. Toprak İlmi Böl. Erzurum, (1-144).
- Demiralay, İ., 1983. Killi Toprakların Strüktürünün Değerlendirilmesi. Atatürk Üni. Zir.Fak. Derg. (14; 1-2), (177-181).
- EAWAG, 1970. Methoden zur Untersuchung Von Abfallstoffen Abteilung für Müllforschung, Schweiz-8600, Düberdorf.
- Ergene, A., 1985. Çöplerin ve Kanalizasyon Artıklarının Gübre olarak Değerlendirilmesi ve Bunun Çevre Sağlığı Bakımından Önemi. Atatürk Üni. Zir.Fak. Derg., (16: 1-4), (107-119).
- Hanay, A., 1990. Çöp Kompostu ve Abır Gübresinin Toprakların Bazı Yapısal Özellikleri ile Toprak-Su İlişkilerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üni. Zir.Fak. Kültürteknik Bölümü, Erzurum, (1-137), (Yayınlanmamış Doktora Tezi).
- Kowald, R., Yardımcı, N. ve Şahin, H., 1990. Erzurum'da Çöp Kompostunun Üretimi ve Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Giessen Justus Liebig Univ.-Atatürk Üni. Zir.Fak. Giessen/Erzurum, (1-28).
- Smith, C.W.A., Hadas J., Dan. and Koyumjisky, H., 1985. Shrinkage and Atterberg Limits in Relation to Other Properties of Principal Soil Types in Israel. Geoderma, 35 : (47-65).
- Sönmez, K. ve Öztaş, T., 1988. Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Mekaniksel Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Atatürk Üni. Zir. Fak. Derg. (19 : 1-4), (145-153).
- Sönmez, K. ve Özdemir, N., 1988. Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Strüktürel Dayanıklılık ve Erozyona Duyarlılık Ölçütleri Arasındaki İlişkiler. Atatürk Üni. Zir.Fak. Derg.; (19:1-4), (155-165).
- Terzaghi, K. and Black, B.R., 1967. Soil Mechanics in Engineering Practice. Second Edition, John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Yıldız, N., 1986. Araştırma ve Deneme Metotları Ders Notları. Atatürk Üni. Zir.Fak. Erzurum, (8-26).