

## TOPRAKTA AGREGAT VE KABUK HACİM AĞIRLIĞININ TAHMİNİ

Nutullah ÖZDEMİR<sup>1</sup>

**ÖZET :** *Bu araştırmanın amacı, mevcut yöntemlerle belirlenmesi zor ve zaman alıcı olan, hacim ağırlığının toprağın fiziksel özelliklerinden yararlanılarak belirlenebilmesi için basit bir eşitlik geliştirmektir.*

*Çalışmada kullanılan örnekler ince ve orta derecede ince tekstürlü, organik maddelerle kireç içeriği orta ve düşük düzeyde olan, alkalilik sorunu bulunmayan topraklardır.*

*Toprakların doygun su içerikleri ve kil yüzdeleri esas alınarak bir hacim ağırlığı tahmin eşitliği geliştirilmiştir. Agregatların ve kabuğun (briketlerin) hacim ağırlıkları geliştirilen bu eşitlikten yararlanılarak ve kesek metodu kullanılarak belirlenmiştir. Agregatta ölçülen ile tahmin edilen hacim ağırlığı değerleri birbirine yakın iken, kabukta tahmin edilen ölçülenden daha düşük bulunmuştur.*

*Bu çalışma sonuçları, geliştirilen tahmin eşitliğinin benzer mineral topraklarda da kullanılabilecek olan basit ve güvenilir bir denklem olduğunu göstermiştir.*

## AGGREGATE AND CRUST BULK DENSITY PREDICTION IN SOIL

**SUMMARY :** *Aggregate and crust density measurement by methods, are usually time consuming and difficult. This study was conducted to develop a simple equation to predict soil aggregate and crust density from soil physical properties.*

*Some properties of the studied soils can be summarized as: fine to medium in texture, low and moderate in organic matter, and lime content and free of alkalinity.*

*Bulk density of aggregate and crust of 11 soil samples were predicted using the equation developed in this study and measured by the clod method. Predicted and measured aggregate densities are close to each other, but, crust densities predicted were lower than those of measured.*

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum.

*Results of the study indicated that the equation, which is simple and reliable, developed in this research can be used to predict both aggregate and crust densities in similar soils.*

## GİRİŞ

Yüzey toprağının özellikleri su ve rüzgar erozyonunda önemli bir rol oynar. İyi agregatlaşmış bir toprakta aşınmaya karşı dayanıklı olan toprak agregatları, aşınabilir toprak parçacıklarını su ve rüzgar erozyonundan korur. Toprak yüzeyinde oluşan kabuk tabakası ise bir yandan fide çıkışını azaltarak tarımsal üretimi olumsuz yönde etkiler diğer, yandan da infiltrasyonu azaltarak yüzey akış ve toprak kayıplarını artırır. Agregat ve kabuğun bu etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi gerekir. Hacim ağırlığı toprağın ve kabuğun önemli bir fiziksel özelliğidir.

Saleh ve Hanks (1989) kabuk yoğunluğunun infiltrasyon ve yüzey akış üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacı ile yürüttükleri bir araştırmada, kabuk yoğunluğu arttıkça infiltrasyonun azaldığını ve yüzey akış kayıplarının ise arttığını saptamışlardır. Yine kabuk üzerinde yaptıkları benzer araştırmalarda Shainberg ve Singer (1985) ile Kemper ve Miller (1974), kabuk yoğunluğu arttıkça fide çıkışının ve toprak su geçirgenliğinin azaldığını ve yüzey akış kayıplarının arttığını ortaya koymuşlardır. Mohd ve Kemper (1979) toprak sıkışmasının hacim ağırlı, tekstür ve geçirgenlik ile ilişkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, hacim ağırlığının kumlu topraklarda killi topraklardan daha yüksek olduğunu ve geçirgenliğin hacim ağırlı ile çok yakın ilişki verdiğini belirtmişlerdir. Karakaplan (1982) toprak sıkışmasının hacim ağırlığı ve geçirgenlik üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmacı 12 toprak örneği üzerinde yürüttüğü araştırmasında, sıkışma arttıkça hacim ağırlığının arttığını, hava ve su geçirgenliğinin ise azaldığını görmüştür.

Toprakta agregat ve kabuğun hacim ağırlığının ölçülmesinde kullanılan metotların çoğunluğu pahalı, zaman alıcı yada hem pahalı hem de zaman alıcıdır. Kesek metodu agregat ve kabuğun yoğunluğunun ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan ve kabul gören bir metot olup zaman alıcıdır (Blake ve Hartge, 1989). İşte bu çalışmanın amacı, kabuk ve agregat hacim ağırlığının tahmin edilmesinde kullanılabilen basit bir tahmin metodunu denemek ve bir denklem geliştirmektir.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Bu araştırmada kullanılan toprak örneklerinin bir kısmı (1, 2, 3 numaralı örnekler) İğdır Ovasından ve bir kısmı da (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 numaralı örnekler) Erzurum yöresinden alınmıştır. Örnekler nadasa bırakılmış tarlalardan, hafif eğimli arazilerden ve yüzeyden (0-20 cm) toplanmıştır.

### Metot

Bu çalışmada; mekanik analiz Bouyoucos hidrometresi, reaksiyon cam elektrodlu pH metre, Kireç Scheibler kalsimetresi, organik madde Smith-Woldon, katyon değişim kapasitesi Bower yöntemi (Soil Survey Staff, 1984; Klute ve Hartge, 1986; U.S. Salinity Lab. Saff, 1954) kullanılarak belirlenmiştir.

### Çalışmanın Yürütülmesi

Araştırmanın ilk aşamasında hava kuru toprak örnekleri, hacmi bilinen çelik silindireler içerisinde farklı yoğunluklarda sıkıştırılmış ve alttan ıslatılarak doymun hale getirilmiştir. Doymunluğa erişme, örnekler üzerinde ince bir su filminin oluşması ile belirlenmiştir. Doymunluk süresi sıkışma düzeyi ve toprak tekstürüne bağlı olarak 6 saate kadar çıkmıştır. Sıkıştırma işlemi 11 farklı toprakta, 4 farklı düzeyde (0, 0.6, 1.2, 1.8 kg/cm<sup>2</sup>) ve 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Toprakta belirlenen hacim ağırlığı (Db) ile doymun su içeriği ve kil içeriği değerlerinin (Tablo 1) doğal logaritması arasında basit regresyon eşitliği geliştirilmiştir. Bu eşitlikten yararlanılarak agregatların ve kabuğun (briketlerin) hacim ağırlıkları tahmin edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında toprak agregatlarının ve uygun doğal kabuk bulunamadığı için briket oluşturma yöntemi (Richard, 1953) ile hazırlanan briketlerin hacim ağırlıkları, parafin yöntemi esas alınarak ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Blake ve Hartge, 1986).

$$P = \frac{P_{as}}{100 + P_w} * 100 \text{ ve}$$

$$Db = \frac{P}{V} = \frac{P}{(P_{ps} - P_{psw}) - (P_{ps} - P_{as})} \dots\dots\dots(1)$$

Burada:

P : Fırın kuru toprak ağırlığı, g

PW : Ağırlık esasına göre nem, %

V : Toprak örneğinin hacmi, cm<sup>3</sup>

Db: Hacim ağırlığı, g/cm<sup>3</sup>

P<sub>as</sub> : Keseğin havadaki ağırlığı, g

P<sub>ps</sub> : Parafinle kaplı keseğin havadaki ağırlığı, g

P<sub>psw</sub>: Parafinle kaplı keseğin sudaki ağırlığı g.

### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Araştırma topraklarının belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu tablodan görüleceği gibi, topraklar ince ve orta derecede ince tekstürlüdürler. Toprakların pH değerleri 7.6 ile 8.2 arasında değişmektedir ve topraklar reaksiyon bakımından hafif ve orta derecede alkalinidirler. Toprakların kireç içerikleri çok düşük ve orta düzeylerde olup organik madde miktarları % 1.0 ile % 5.4 arasında değişmektedir. Toprakların değişebilir sodyum yüzdesi 15'in altında olup topraklarda alkalilik sorunu yoktur (Soil Survey Staff, 1984). Örneklerin katyon değişim kapasiteleri 22.7 ile 36.1 me/100 g arasında değişmektedir.

Tablo 1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.  
Table 1. Some Physical and Chemical Properties of the Soils

Toprak No	Mekanik Kum	Analiz %		Tekstür Sınıfı	pH 1:2.5	Kireç %	KDK me/100 g	DNA %	Org.Mad. %
		Silt	Kil						
1	38.2	31.2	30.6	CL	7.7	1.0	30.0	3.2	1.6
2	31.6	40.0	28.4	CL	8.0	1.2	28.4	1.2	1.8
3	30.4	37.3	32.3	CL	8.1	2.3	31.2	2.4	1.0
4	35.9	28.2	35.9	CL	7.6	0.5	28.2	2.0	5.4
5	42.8	34.0	23.2	L	8.1	1.2	26.8	3.1	1.0
6	42.9	23.7	33.4	CL	8.2	7.8	30.4	2.7	2.1
7	31.0	34.8	34.2	CL	8.0	3.6	34.1	1.8	1.4
8	36.0	41.7	22.3	L	8.2	4.1	24.2	1.6	2.3
9	29.4	49.5	21.1	CL	7.8	7.3	22.7	2.4	2.1
10	29.8	35.1	35.1	CL	8.2	2.2	35.0	2.0	1.6
11	26.0	37.0	37.0	CL	7.9	1.8	36.1	1.4	2.0

Araştırma konusu toprak örneklerine uygulanan basınç kuvveti, hacim ağırlığı (Db) ve doymun su içeriği (Qms) değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablonun incelenmesinden de anlaşılacağı üzere topraklara uygulanan sıkıştırma kuvveti arttıkça doymun su içeriği değerleri azalmış hacim ağırlığı değerleri ise artmıştır. Bu durum muhtemelen sıkışmaya paralel olarak gözeneklerdeki azalma ile ilgilidir.

Tablo 2. Farklı Düzeylerde Basınç Kuvveti Uygulanan Toprakların Doymun Su İçeriği ve Hacim Ağırlığı Değerleri

Table 2. Bulk Density and Saturated Water Content Values of the Soils Compacted at Different Levels

Toprak No	Uygulanan Basınç kg/cm <sup>2</sup>	Doymun su içeriği g/g	Hacim ağırlığı g/cm <sup>3</sup>
	0	0.44	1.34
1	0.6	0.42	1.36
	1.2	0.39	1.40
	1.8	0.35	1.44
	0	0.42	1.38
2	0.6	0.41	1.39
	1.2	0.40	1.41
	1.8	0.40	1.42
	0	0.43	1.34
3	0.6	0.41	1.40
	1.2	0.40	1.43
	1.8	0.39	1.47
	0	0.48	1.30
4	0.6	0.46	1.31
	1.2	0.44	1.32
	1.8	0.43	1.33
	0	0.39	1.48
5	0.6	0.37	1.50
	1.2	0.36	1.51
	1.8	0.35	1.52
	0	0.43	1.38

6	0.6	0.42	1.40
	1.2	0.40	1.43
	1.8	0.39	1.45
	0	0.43	1.39
7	0.6	0.41	1.40
	1.2	0.40	1.41
	1.8	0.39	1.42
	0	0.52	1.25
8	0.6	0.49	1.28
	1.2	0.48	1.29
	1.8	0.47	1.30
	0	0.39	1.39
9	0.6	0.36	1.44
	1.2	0.35	1.46
	1.8	0.34	1.47
	0	0.46	1.30
	0.6	0.43	1.32
10	1.2	0.42	1.34
	1.8	0.41	1.36
	0	0.45	1.27
11	0.6	0.43	1.30
	1.2	0.41	1.39
	1.8	0.37	1.45

Yapılan istatistiksel değerlendirmede toprakların doymuş su içeriği değerleri ile hacim ağırlığı değerleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ( $r = -0.90$ ) bir ilişki elde edilmiştir. Karakaplan (1982) ve Saleh (1993)'de yürüttükleri çalışmalarda burada varılan sonuçları destekleyici bulgular elde etmişlerdir.

Topraklarda hacim ağırlığı ile doymuş su içeriği ve kil miktarı arasında önemli bir ilişki elde edilmiştir ( $R^2 = 0.82$ ). Bu bağlantıdan yararlanılarak aşağıdaki eşitlik geliştirilmiştir.

$$D_b = \text{Exp} (-0.466 \ln (Q_{ms}) - 0.013 \ln (C) - 0.045) \dots\dots\dots(2)$$

Burada :

Db : Hacim ağırlığı,  $g/cm^3$

Qms : Toprağın doymun su içeriği, g/g

C : Toprağın kil miktarı, %.

Tablo 3'ten görüleceği üzere kesek metodu (1 numaralı eşitlik) kullanılarak elde edilen hacim ağırlığı değerleri, geliştirilen (2 numaralı) eşitlik kullanılarak hesap edilen değerlere oldukça yakındır. Buna karşın briketlerde ölçülen ve hesaplanan değerler arasında belirgin bir farklılık vardır. Hacim ağırlığının tahmin edilen değerleri ölçülen değerlerinden daha düşüktür. Bu durum, briketlerin kolayca kırılabilir yapıda ve kalınlıklarının da az olması nedeniyle doymun su içeriği ile hacim ağırlığı değerlerinin belirlenmesini güçleştirmesinden kaynaklanmış olabilir.

Tablo 3. Toprakların Doymun Su İçerikleri İle Hacim Ağırlığı Değerleri

Table 3. Saturated Water Content and Volum Weight of the Soils

	Agregatta			Brikette		
	Doymun	Hacim Ağırlığı		Doymun	Hacim Ağırlığı	
Toprak	Su İçeriği	Hesaplanan	Ölçülen	Su İçeriği	Hesaplanan	Ölçülen
No	(Qms)	(b1)	(b2)	(Qms)	(B1)	(B2)
1	0.50	1.26	1.27	0.56	1.20	1.26
2	0.40	1.40	1.40	0.46	1.31	1.38
3	0.43	1.35	1.40	0.47	1.30	1.33
4	0.47	1.30	1.34	0.49	1.27	1.32
5	0.37	1.46	1.49	0.42	1.37	1.42
6	0.41	1.38	1.43	0.44	1.34	1.42
7	0.48	1.29	1.34	0.49	1.27	1.32
8	0.51	1.26	1.30	0.55	1.21	1.26
9	0.38	1.44	1.50	0.40	1.41	1.55
10	0.45	1.32	1.36	0.49	1.27	1.34
11	0.50	1.26	1.27	0.54	1.21	1.23

Yine briketlerdeki toprak parçacıkların düzenlenişinin üniform olmaması, eşdeyişle istiflenme farklılığı, ölçülen ile hesap edilen hacim ağırlığı değerlerindeki farklılığın bir diğer nedeni olabilir.

Agregat ve kabuğun kesek metodu ile elde edilen hacim ağırlığı değerleri eşitlik yardımıyla hesaplanan değerlerinden daha yüksektir. Saleh (1993) ve Tisdal (1951)'da, farklı metotlarla hacim ağırlığı değerlerini belirlemek üzere yürüttükleri araştırmalarında, kesek metodunun diğer metotlardan daha yüksek hacim ağırlığı değeri verdiğini saptamışlardır.

## SONUÇ

Toprakların doymuş su içeriği ile kil içeriği değerlerinden yararlanılarak bir regresyon eşitliği geliştirilmiştir. Onbir toprak örneği için geliştirilen bu eşitlik ve kesek metodu kullanılarak hacim ağırlığı değerleri hesaplanmıştır. Ölçülen ve eşitlikle tahmin edilen agregat hacim ağırlığı değerleri birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Briketlerde ise tahmin edilen ve ölçülen hacim ağırlıkları arasında az bir farklılık göze çarpmaktadır. Bu durum, önerilen yöntemle hesap edilen briket hacim ağırlığının düşük bulunmasından ya da kesek metodu ile ölçülenin yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Çalışma sonuçları göstermektedir ki, benzeri topraklarda yapılacak çalışmalarla geliştirilmiş olan bu eşitlik yardımı ile hacim ağırlığı değerleri hızlı ve güvenilir bir biçimde tahmin edilebilir.

## KAYNAKLAR

- Blake, G.R. and K.H. Hartge, 1986. Bulk Density. In A. Klute (ed) Methods of Soil Analysis. Part 1, Madison.
- Karakaplan, S., 1982. Değişik Nem ve Basınçta Sıkıştırmanın Toprakların Hacim Ağırlığı, Penetrasyon ve Permeabilite Değerlerine Etkileri. Atatürk Üni. Basımevi, Erzurum.
- Kemper, W.D. and D.E. Miller, 1974. Management of Crusting soils. Some Practical Possibilities. Soil Crust, J.W. Cary and D.D. Evans (ed.) The University of Arizona Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin, 214.
- Mohd, A. and W.D. Kemper, 1979. İnfiltration of soils as affected by the pressure and water content at the time compaction. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 43.
- Richard, L.A., 1953. Modulus of rupture as an index of crusting of soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 17.
- Saleh, A., 1993. Soil aggregate and crust density prediction. Soil Sci. Soc. Am. J., 43.



- Saleh, A. and R.J. Hanks, 1989. Field evaluation of soil hydrolic properties changes caused by surge water application. Soil Sci. Soc. Am. J., 53.
- Shainbcrg, I. and M.J. Singer, 1985. Effect of electrolic concentration on the hydrolic properties of depositional crust. Soil Sci. Soc. Am. J., 49.
- Soil Survey Staff, 1984. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. USDA-SCS. Soil Survey Inv. Rep. No: 1.
- u.S. Salinity Lab. Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, USDA. Handbook No: 60.
- Tisdall, A.L., 1951. Comparasion of methods of determining apparent density of soils. Avust. J. Agrie. Res., 2.