
SERİ

B

CİLT

39

SAYI

2

1989

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ



TOPRAKLARIN SU EKONOMİSİNE İLİŞKİN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN LABORATUVARDA BELİRLENMESİ YÖNTEMLERİ

Ar. Gör. Dr. M. Ömer KARAÖZ¹⁾

Kı s a Ö z e t

İ.Ü. Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı'nda 1988-89 öğretim yılından itibaren Yüksek Lisans Programı başlamıştır. Bu programın ikinci yılındaki tez aşaması büyük ölçüde arazi ve laboratuvar çalışmalarına dayanmaktadır. Ayrıca her yıl lisans bitirme tezi olarak verilen çalışmaların büyük bir çoğunluğu da yine laboratuvarlarımız imkânlarından yararlanılarak yapılmaktadır. Bu makalenin amacı öğrencilerin laboratuvarda yapacakları çalışmalara yardımcı olacak, toprakların su ekonomisine ilişkin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi yöntemlerini ortaya koymaktır.

1. GİRİŞ

Toprakların, çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesi, topraktan yararlanmanın düzenlenmesi ve ürünün artırılması konusunda alınacak önlemler bakımından çok önemlidir.

Artan dünya nüfusuna koşut olarak gereksinimlerin de artması, sabit kalan toprak kaynaklarından en çok ürün elde edilmesi bakımından, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyi bilinmesini zorunlu kılmaktadır. Orman ağaçlarının yayılışları ve beslenme-büyüme ilişkilerinin ortaya konulabilmesi için de üzerlerinde yetiştikleri toprak özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Bu da arazide belirlenen toprak özelliklerinin, laboratuvar analizlerinden elde edilen verilerle birleştirilerek kullanılması ile olanaklıdır.

Yaptığımız bu çalışmada bitki gelişmesinde önemli rol oynayan, toprakların su ekonomisine ilişkin bazı fiziksel özelliklerinin laboratuvarda belirlenmesi yöntemleri verilecektir. Laboratuvar ve kimya bilgisi az olan, ya da hiç olmayan kişiler gözününe alınarak analiz sırasında kullanılan çözeltilerin hazırlanması ile gereken alet ve malzemelere de yer verilmeye çalışılacaktır.

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı

2. TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ANALİZE HAZIRLANMASI

Araziden usulüne uygun olarak alınmış bozulmuş toprak örnekleri laboratuvarında asit buharları ve tozdan etkilenmeyecek yerlerde serilerek kurutulurlar. Bu şekilde kurutulmuş topraklara "hava kurusu toprak" adı verilir. Daha sonra toprak örnekleri havanda öğütülerek (büyük taş parçaları kırılmadan) 2 mm.lik elekten geçirilir. Bu şekilde kökler, toprağın iskelet kısmı ($\phi > 2$ mm) ve ince kısmı ($\phi < 2$ mm) ayrılır. Hacim örnekleri alınmışsa 1 l'deki kök, iskelet kısmı ve ince toprak miktarları belirlenebilir.

Yapılacak fiziksel ve kimyasal analizlerde toprağın ince kısmı ($\phi < 2$ mm) kullanılır.

3. FİZİKSEL TOPRAK ANALİZLERİ

3.1 Higroskopik Nem Belirlenmesi

Toprak parçacıklarının, özellikle kolloidlerin yüzeylerinde adsorbe edilmiş, sıvı olmayan, sadece buhar halinde hareket edebilen nem miktarına toprağın "higroskopik nemi" denir. Laboratuvarında hava kurusu hale getirilmiş topraklar higroskopik nemi içermektedir. Ancak toprak analizlerinin sonuçları, daima 105°C'de sabit ağırlığa kadar kurutulmuş toprağa göre hesap edilir. Bu şekilde kurutulmuş olan toprak örneğine de "mutlak kuru toprak" adı verilir (GÜLÇUR 1974).

İlk yapılması gereken toprak analizi olan higroskopik nem belirlenmesi aşağıda açıklanmıştır (IRMAK 1954, GÜLÇUR 1974).

3.1.1. Gerekli Alet ve Malzemeler

- 105°C'ye kadar ısınabilen termostatlı kurutma dolabı
- Tartı kapları (kapaklı cam kaplar ya da porselen krozeler)
- Desikatör
- Miligram ya da desigrama kadar hassas terazi.

3.1.2. İşlemin Yapılması

Hesap kolaylığı bakımından kayıtların bir çizelgede toplanması yararlı olacaktır:

Profil No.	Örnek No.	Derinlik	Tartı kabı No.	Tartı kabı	Dara + örnek	Dara + Mutlak kuru örnek	Mutlak kuru toprak	Kayıp su miktarı	Nem %
				gr	gr	gr	gr	gr	gr
				A	B	C	D=C-A	E=B-C	D
									$E \times 100$

Tartı kapları 105°C ısıda bir gece kurutma dolabında kurutulur ve desikatörde soğuduktan sonra tartularak darası çizelgeye yazılır. Tartı kaplarına 10 gr hava kurusu ince toprak tartılır. Tarum bittikten sonra örnekler kurutma dolabına yerleştirilir. 105°C'de enaz bir gece kuru-

tulur. Ertesi gün kurutma dolabından alınan örnekler desikatörde soğutulur ve tartılır. Elde edilen değerlerle % Nem miktarı hesaplanır.

3.2. Toprağın nem Ekiyalanının Belirlenmesi

Alınan ince toprak örneği su ile doymun hale getirilir ve özel santrifüj aletinde yerçekiminin 1000 katı bir kuvvetle yarım saat döndürülerek suyunun bir kısmı alınır, kalan su miktarına, o toprağın "nem ekivalanı" denir. Bu miktar, tarla nem kapasitesinin yaklaşık aynıdır (ÇEPEL 1988).

Nem ekivalanı şu şekilde belirlenebilir (GÜLÇUR 1974):

3.2.1. Gerekli Alet ve Malzemeler

- Nem ekivalanı santrifüjü
- Santrifüj içindeki kafes telli kapların ölçüsünde kesilmiş yumuşak süzgeç kâğıtları
- Emaye ya da pâstik küvet
- Dikiş makarası ipliği
- Kapaklı cam tartı kapları $\phi > 5$ cm
- Desikatör
- Termostatlı kurutma dolabı
- Terazi
- Havlu

3.2.2. İşlemin Yapılması

Aşağıdaki çizelge hesaplamada kolaylık olmak üzere hazırlanır ve işlemler yapılırken aşama aşama doldurularak hesaplamalara hazır hale getirilir.

Örnek No.	Tartı kabı No.	Tartı kabı + nemli toprak gr A	Tartı kabı + mutlak kuru toprak gr B	Tartı kabı darası gr C	Mutlak kuru toprak Nem miktarı		Nem % $E \times 100$ D
					gr D=B-C	gr E=A-B	

- Santrifüje ait tel kafes kapları ikişer ikişer ayrılır. Tel kısımlarına daha önceden hazırlanmış süzgeç kâğıtları yerleştirilir (Süzgeç kâğıtlarının altına çıkarmayı kolaylaştırmak için çapraz ip konulur).

- Aynı toprak örneğinden 25'er gram tartılarak ikişer ikişer ayrılmış tel kaplardan, üzerinde aynı harfler olanlara konur.

- Bu şekilde hazırlanan kaplar küvet içine yerleştirilir ve seviyesine kadar su ile doldurularak bir gece veya 24 saat su içinde bırakılır.

- Su ile doymuş örnekler ıslak bir havlu üzerine alınarak kapakları kapatılır. Altlarından serbest su akışı bitinceye kadar bekletilir.

Basınçlı diyafram aleti için 20'şer gram ince toprak örneği tartılarak alet içine yerleştirilir. Bir piset yardımıyla su ile doygun hale getirildikten sonra aletin kapağı kapatılır. Topraklar 16-18 saat 15 atmosferlik basınç altında tutulur. Sürenin sonunda toprak örnekleri önceden 105°C'de kurutulmuş ve darası alınmış tartı kaplarına yerleştirilir ve nem kaybını önlemek için kapakları kapatılarak tartılır. Bundan sonra tartı kapları kurutma dolabında 105°C'de bir gece kurutulur, desikatörde soğutulur ve tartılır. Elde edilen veriler çizelgeye kaydedilerek toprağın sürekli pörsüme noktasındaki nem yüzdesi hesaplanır. Nem ekivalanı ile sürekli pörsüme noktasındaki nem miktarı arasındaki fark toprağın "yararlanılabilir su miktarı"nı verir (ÇİPEL 1985, KANTARCI 1987, ÇEPEL 1988).

3.4. Toprak Tekstürü ya da Toprağın Mekanik Bileşiminin Belirlenmesi (Toprakların Mekanik Analizi)

Toprağın tekstürü veya mekanik bileşimi denince, toprakların tane büyüklüğü bakımından bileşimi anlaşılır. Diğer bir anlamıyla tekstür; kum, toz ve kil tane boyutu sınıflarının katışma oranlarına göre toprağın tanelilik özelliğini ifade eden bir deyimdir (ÇEPEL 1988).

Aşağıda, analiz yöntemi ayrıntılarıyla açıklanacaktır (BOUYOUCOS 1962, JACOBS and REED 1965).

3.4.1. Gerekli Alet ve Malzemeler

- (a) Bouyoucos hidrometresi (ASTM No. 152 H)
- (b) Mekanik karıştırıcı ya da yatay çalkalama makinası
- (c) 1 lt'lik Bouyoucos silindirleri
- (d) Toprağın dispersleştirilmesi için % 5. lik kalgon ya da % 10. luk NH₄OH çözeltisi

Kalgon çözeltisinin hazırlanması (% 5'lik): 50 gr kalgon saf suda çözülür ve saf su ile litreye tamamlanır.

Amonyum hidroksit çözeltisinin hazırlanması (% 10'luk): % 25'lik amonyak (NH₃) çözeltisinden 10 ml alınıp üzerine 15 ml saf su ilave edilir. Aynı oran korunarak istenilen miktar kadar hazırlanabilir.

- (e) Termometre ve kronometre
- (f) Amil asetat (örneklerin Bouyoucos silindirlerine boşaltıldığında ortaya çıkan köpüklerin giderilmesi için)

3.4.2. İşlemin Yapılması

İşlemlere başlamadan önce aşağıdaki çizelgenin hazırlanması, hesap kolaylığı bakımından yararlı olacaktır.

Toprak No.	Higroskopik Nem %	I. Okuma	Sıcaklık °C	Düzeltilmiş değer	Düzeltilmiş değer D	II. Sıcaklık °C	Düzeltilmiş değer	Düzeltilmiş değer D'
Mutlak kuru toprak	50-% nem/2	$A = \frac{100 \cdot D}{B}$		Kum %	Toz %		$K = \frac{D' \cdot 100}{B}$	Toprak türü
				100-A	A-K			

- İnce tekstürlü hava kurusu topraktan 50 gr (kaba tekstürlülerden 100 gr) tartılarak geniş ağızlı şişelere ya da kavanozlara konulur. Kap yarı yarıya saf su ile doldurulduktan sonra dispers hale gelmeyi kolaylaştırmak için kireçli topraklara % 5'lik kalgon çözeltisi, kireçsiz topraklara ise % 5'lik kalgon ya da % 10 NH₄OH çözeltisinden 5-10 cm³ ilave edilir. Bir gece beklemeye bırakılır.

- Ertesi gün toprak örneği ya yatay çalkalama makinasında ince tekstürlü topraklar için 2 saat, kaba tekstürlü topraklar için 1 saat karıştırılır, ya da kavanoz veya şişelerden mekanik karıştırıcının özel kaplarına alınarak 6 dakika tamamen dispers hale gelinceye kadar karıştırılır. Mekanik karıştırıcıda karıştırma süresinin uzaması süspansiyon içindeki kum parçacıklarının parçalanmasına, başka bir anlatımla kum tane boyutu sınıflarının değişmesine, hatta ileri aşamada toz boyutuna kadar küçülmesine neden olacaktır. O nedenle yatay çalkalama makinasında yapılacak işlemin uygulama süresinin uzunluğuna rağmen mekanik karıştırıcıya göre daha güvenilir olduğu söylenebilir.

Karıştırma işleminden sonra süspansiyon madde kaybı olmaksızın bir piset yardımıyla Bouyoucos silindirlerine aktarılır. Hidrometre süspansiyon içinde iken silindir litre çizgisine kadar saf su ile doldurulur.

- Silindirin ağız bir lastik mantar ile kapatılarak alt üst edilip çalkalanır ya da özel olarak yapılmış karıştırma çubuğu kullanılır.

- Karıştırmadan hemen sonra silindir masaya konur ve zaman kaydedilir. Yirmi saniye sonra hidrometre dikkatle süspansiyon içine konur, tam 40 saniye sonra da (uluslararası toprak ünitesi kullanılırsa 4'48"sonra) ilk okuma yapılır ve sıcaklık da termometre ile ölçülür. Değerler tabloda ilgili yerlere kaydedilir.

İkinci hidrometre okuması ise 2 saat sonra yapılır ve yine sıcaklık kaydedilir.

- Birinci ve ikinci okumalardaki hidrometre değerini düzeltmek için 19.4°C (67°F) üstünde bulunan her derece için hidrometre değerine 0.2 eklenir. 19.4°C'nin altında okunan her derece için ise 0.2 çıkarılır.

– Tablodaki mutlak kuru toprak ağırlığını bulmak için tartılan toprak miktarından daha önce hesaplanmış higroskopik nem miktarını çıkartmak gerekir (50 gr için: $50 - \frac{\%}{2}$, 100 gr için: $100 - \frac{\%}{2}$ nem).

– Tabloya göre yapılan hesaplar sonucunda elde edilen $\%$ kum, $\%$ toz ve $\%$ kil değerleri ilk okuma 40'' de yapılmışsa, A.B.D.'de kullanılan tekstür üçgeni, 4'48'' de yapılmış ise uluslararası toprak tekstür üçgeni üzerinde işaretlenerek toprak örneğinin tekstürü (türü) bulunur (şekil 1 ve 2) (ÇEPEL 1983, KANTARCI 1987).

3.5. Toprağın Maksimum Su Tutma Kapasitesi, Hacim Ağırlığı ve Katı Kısımına Ait Gerçek Hacminin Belirlenmesi

Su ile doymuş durumdaki bir toprağın bir saat süre ile serbest drenaj koşullarında bırakıldıktan sonra tutabildiği nem miktarına toprağın "maksimum su tutma kapasitesi" denir (ÇEPEL 1985).

"Hacim ağırlığı" ise belirli bir hacimde ne kadar katı toprak maddesi bulunduğunu ifade eden bir deyimdir (ÇEPEL 1988).

Bilindiği gibi toprak katı, sıvı ve gaz fazlarını içeren heterojen bir sistemdir. O nedenle, hacim silindiriyle alınan bir toprak örneği, katı kısmı oluşturan anorganik ve organik kısım ile bunlar arasındaki gözeneklerde bulunan sıvı ve gaz kısmını da içermektedir. Bu başlık altında, toprağın katı kısmına ait "gerçek hacminin" belirlenmesi de açıklanacaktır.

Üç değişik konunun aynı başlık altında toplanmasının nedeni yukarıda sözü edilen özelliklerin 100 cm³'lük çelik silindir ile alınan bir toprak örneği kullanılarak aşama aşama belirlenebilmesidir.

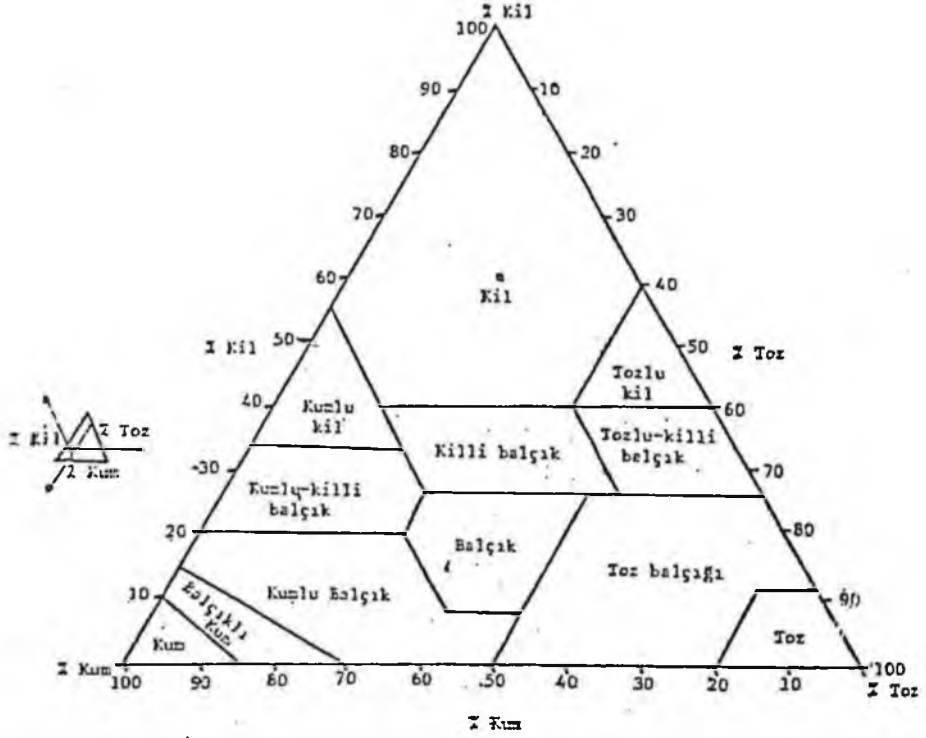
Bu işlemlerin nasıl yapıldığı ve gerekli alet ile malzemeler aşağıda verilmiştir (WILDF and VOIGT 1955, SEVİM 1956, GÜLÇUR 1974, ÇEPEL 1988).

3.5.1. Gerekli Alet ve Malzemeler

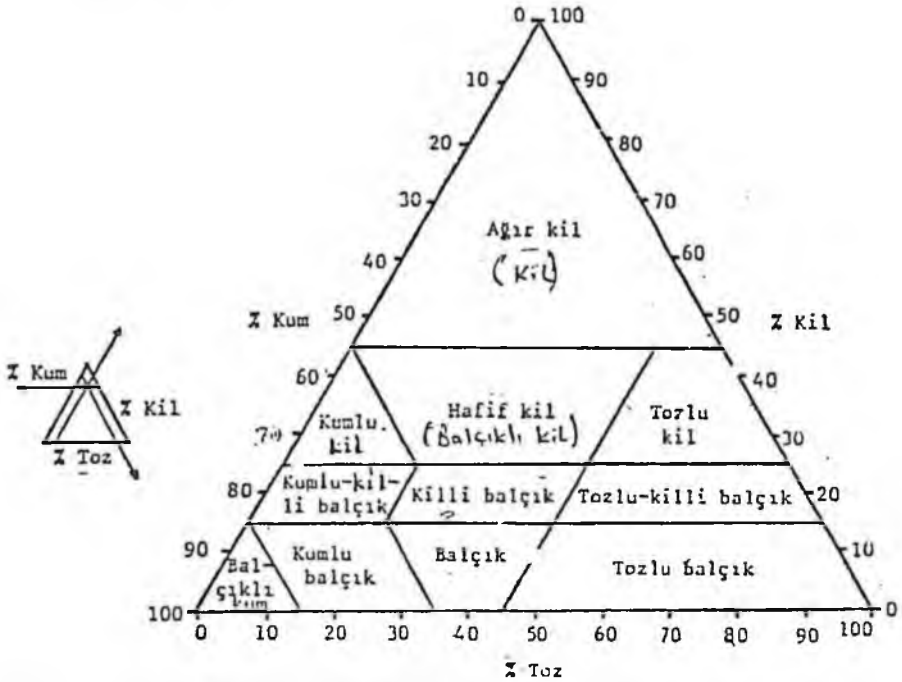
- 100 cm³'lük kapaklı çelik silindirler ile bunların toprağa çakılması sırasında kullanılacak tahta takoz ve çekiç, keskin bir bıçak
- Terazi
- Termostatlı kurutma dolabı
- Desikatör
- Emaye ya da plastik küvet
- Yumuşak süzgeç kâğıdı
- 500 cm³'lük balon jojeler
- 400-500 cm³'lük erlenmayerler
- Ölçü silindirleri

3.5.2. İşlemin Yapılması

Aşağıdaki çizelgenin önceden hazırlanarak aşama aşama doldurulması hesap kolaylığı sağlayacaktır:



Şekil 1: A.B.D. ve İngiltere'de kabul edilen toprak tane boyutu sınıflarına göre toprak türlerini belirlemeye yarayan üçgen



Şekil 2: Uluslararası toprak tane boyutu sınıflarına göre toprak türlerini belirlemeye yarayan üçgen.

Örnek No.	Çelik silindir darası gr A	Çelik silindir hacmi cm ³ B	Silindir + doymuş örnek gr C	Su ile doymuş toprak miktarı gr D=C-A	Mutlak kuru toprak gr E	Kaybolan nem miktarı gr F=D-E
-----------	----------------------------------	--	------------------------------------	---	-------------------------------	-------------------------------------

Maksimum sus tutma kapasitesi %	Hacim ağırlığı gr/cm ³ E	Taş miktarı gr G	Kök miktarı gr H	İnce toprak miktarı gr I=I ₀ -(G+H)
F.100				
E	B	G	H	I=I ₀ -(G+H)

3.5.2.1. Maksimum Su Tutma Kapasitesi ve Hacim Ağırlığının Belirlenmesi

- Arazide belirlenmiş horizonların herbirinden 2'şer adet, 100 cm³'lük silindirlerle toprak örneği alınır. Bunun için silindirler toprağa aynı oranda gömülecek şekilde çakılır. Alt tarafından keskin bir bıçakla kesilerek alınır. Üst tarafı kapağıyla kapatılarak alt kısmı düzeltilir. Burası da kapatılır.

- Laboratuvarda silindirlerin kapakları çıkarılır. Alt tarafına süzgeç kâğıdı konularak, tabanından kafesli bir telle ayrılmış su dolu küvete yerleştirilir. Su düzeyi silindir yüksekliğinin yarısında olmalıdır. Doymuş hale gelmesi için 24 saat beklenir.

- Bu sürenin geçmesinden sonra silindirler alınır ve fazla sularını boşaltması için bir saat serbest drenaja bırakılır. Kapakları kapatılarak tartılır (C değeri).

- Silindir içindeki toprak çıkarılarak hava kuru hale getirilir. Sonra cam kaplara koyularak 105°C'de mutlak kuru hale getirilir ve tartılır (E değeri).

- Elde edilen değerlerde maksimum su tutma kapasitesi ve hacim ağırlığı hesaplanabilir.

- Bundan sonra mutlak kuru toprak örnekleri ayıklanır, havanda öğütülür (taşlar kırılmadan) ve 2 mm. lik elekten geçirilerek ince toprak ($\phi < 2$ mm), kök ve iskelet kısmı ($\phi > 2$ mm) ayrılır. İskelet kısmı ve kökler 105°C de tekrar kurutulur ve tartılır (G, H değeri). Bunlara ait tartım değeri mutlak kuru toprak örneğinin ağırlığından çıkarılarak mutlak kuru ince toprağın ağırlığı elde edilir. Elde edilen bu değerlere göre 100 cm³ mutlak kuru toprak örneğindeki ince toprak, kök ve taş kısımlarının ağırlık yüzdeleri hesaplanabilir.

3.5.2.2. Toprak Örneğinin Gerçek Hacminin ve Toprak Yoğunluğunun Belirlenmesi

Aşağıdaki çizelgenin hazırlanarak aşama aşama doldurulması hesap kolaylığı sağlayacaktır.

örnek No.	Balon joje + su gr A	Mutlak kuru ince toprak miktarı gr I	Balon joje + su + mutlak kuru ince toprak gr C = A + I	Balon joje + dispersleş- tirilmiş		Kök kısının hacmi cm ³ F	Tas kis- minin hacmi cm ³ G	100 cm ³ - lük top- rak ör- neğinin gerçek hacmi cm ³ H = E + F + G
				ince toprak + su gr D	İnce top- rağın ger- çek hacmi cm ³ E = D - C			

– İnce toprağın gerçek hacmini belirlemek için yarım litrelik balon joje su ile doldurulur tartılır (A değeri). Bu değere mutlak kuru ince toprağın ağırlığı (I) 2.5.2.1. e ait bir önceki çizelgeden alınarak ilave edilir (C değeri). Bundan sonra ince toprak 400-500 ml. lik beherlerde saf su ile kaynatılarak dispersleşmesi sağlanır. Soğuduktan sonra içindeki suyu boşaltılmış olan balon jöjelere aktarılır ve işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanarak bir gece bekletilir. Ertesi gün balonlar tartılarak (Balon joje + dispersleştirilmiş mutlak kuru ince toprak + suyu) içeren D değeri bulunur. D-C = ince toprağın gerçek hacmidir (E değeri).

– Kök ve taş kısımlarının hacmi ise belirli işaret noktasına kadar su ile doldurulmuş bir ölçü silindire atılarak ve silindirde yükselen suyun hacmini okuyarak bulunur.

– Sonuçta ince toprak, kök ve taş kısımlarının hacimleri toplanarak 100 cm³ lük toprak örneğinin gerçek hacmi bulunur (H değeri). Bunların hacmen % oranları da hesaplanabilir.

– Mutlak kuru toprağın ağırlığı, toprağın gerçek hacmine (H değeri) bölünürse toprak örneğinin yoğunluğu bulunur.

– Toprak örneğinin gerçek hacim değeri 100'den çıkarılırsa toprak örneğinin % gözenek hacmi hesaplanır.

– % gözenek hacminden, hacmen % su kapasitesi çıkarılarak toprağın % hava kapasitesi bulunur.

3.6. Piknometre Yöntemi İle Toprağın Tane Yoğunluğunun Belirlenmesi

Piknometre yöntemi ile toprak yoğunluğunun belirlenmesi için gerekli alet ve malzemeler ile işlemin yapılması aşağıda açıklanmıştır (JACOBS and REED 1965, GÜLÇUR 1974).

3.6.1. Gerekli Alet ve Malzemeler

- Piknometre (100 ml. lik)
- Terazi
- Beher, 400 ml.lik
- Saat camı
- Termostatlı hot plate
- Su banyosu
- Küçük çaplı huni
- Kaynatılmış - soğutulmuş saf su
- Pislet

3.6.2. İşlemin Yapılması

Aşağıdaki çizelgenin hazırlanarak aşama aşama doldurulması hesap kolaylığı sağlayacaktır.

Örnek No.	Toprak ağırlığı gr A	Piknometre	Piknometre	Tane yoğunluğu gr/cm ³ A
		+ toprak + su gr B	+ su gr C	D= $\frac{A}{A-(B-C)}$

10 gr hava kurusu ince toprak 400 ml'lik behere konulur. Üzerine yaklaşık 150-200 ml su eklenerek hot plate üzerine yerleştirilir. Sıcaklık suyun kaynamasını sağlayacak şekilde ayarlanır. Beher saat camı ile kapatılır ve kaynamaya yeterli sıcaklıkta kaynatılır. Ara sıra saat camı ve beher kenarları pisetle içeriye yıkanır. Organik maddeler tamamen dibe çökünce kaynamaya son verilir. Daha sonra beherler su banyosu üzerine konularak yaklaşık 50 ml kalıncaya kadar içerisindeki su buharlaştırılır. Su banyosundan alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulur ve piknometre boynuna yerleştirilen huni yardımıyla önceden kaynatılıp-soğutulmuş saf su ile dolu piset kullanılarak beher içindekiler piknometreye tamamen yıkanır. Piknometre en üst düzeyine kadar saf su ile doldurulur. Kılcal bir borusu olan piknometre kapağı kapatılır. Kapağın üst kılcal açıklığından taşan su temiz bir bezle alınır. Kapak ve piknometre gövdesi iyice kurutulur ve hemen tartılır. Daha sonra piknometredeki toprak+su karışımı dışarıya boşaltılır, iyice temizlendikten sonra kaynatılıp-soğutulmuş saf su ile doldurulur, dış tarafına taşan su kurutulup tekrar tartılır. Elde edilen değerler ilgili çizelgedeki formüle uygulanarak toprak örneğinin tane yoğunluğu hesaplanır.

KAYNAKLAR

- BOUYOUCOS, G.S., 1962 (Çev. SAATÇI, F. 1967). *Toprakların Mekanik Analizini Yapmak İçin Hidrometre Metodunun Yeniden Ayarlanması*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 4, Sayı 1.
- ÇEPEL, N., 1983. *Orman Ekolojisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yay. No. 3140, O.F. Yay. No. 337. Oğul Matbaası, İstanbul, XVI+536 s.
- ÇEPEL, N., 1985. *Toprak Fiziki*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yay. No. 3313, O.F. Yay. No. 374. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, XII+288 s.
- ÇEPEL, N., 1988. *Toprak İhni Ders Kitabı, Orman Topraklarının Karakteristikleri, Toprakların Oluşumu, Özellikleri ve Ekolojik Bakımdan Değerlendirilmesi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yay. No. 3416, O.F. Yay. No. 389. Taş Matbaası - İstanbul, XII+288 s.

- GÜLÇUR, F., 1974. *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz metodları*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın No. 1970, O.F. Yay. No. 201. Kitulmuş Matbaası, İstanbul. XXIV+225 s.
- IRMAK, A., 1954. *Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metodları*. İ.Ü. Yay. No. 599, O.F. Yayın No. 27. İstanbul Halk Matbaası, 150 s.
- JACOBS, H.S., and REED, R.M., 1965. *Toprak Laboratuvar Tatbikat Kitabı* (Çevirenler Ömer L. Baykan, İnyet Berkman, Lütfi Öğüş). Atatürk Üniversitesi Toprak İlimi Kürsüsü, Erzurum, 118 s.
- KANTARCI, M.D., 1987. *Toprak İlimi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yay. No. 3444, O.F., Yay. No. 387. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul. XII+370 s.
- SEVİM, M., 1956. *Belgrad ormanının Bazı Meşçerelerinde Üst Toprağın Fizik ve Şimik Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt VI, Sayı 1, s. 114-129.
- WILDE, S.A., and VOIGT, G.K., 1955. *Analysis of Soils and Plants for Foresters and Horticulturists* Edwards Brothers, Inc. Ann Arbor, Michigan. X+117 s.