

## ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ İŞLETME SAHASI TOPRAKLARININ SPESİFİK YÜZEYLERİ İLE İLGİLİ BİR ARAŞTIRMA

Hayati ÇELEBİ<sup>1</sup>

### Ö Z E T

*Bu araştırma, Atatürk Üniversitesi İşletme Sahası topraklarının spesifik yüzey değerlerini belirlemek amacıyla ele alınmıştır. Bu hususla ilgili olarak, sahada çeşitli yerlerden yüzeyden alınan toprak örnekleri üzerinde çalışılmıştır.*

*Araştırma konusu saha, genç alüviyal topraklardan oluşmaktadır. Saha kuzeyde Karasu ve güneyde Palandöken dağları ile çevrilmiştir.*

*Araştırma sahasına ait toprak örneklerinin spesifik yüzeylerinin ölçümünde bugün için en çok tavsiye edilen ethylene glycol yöntemi uygulanmıştır. Örneklerin yüzey yük yoğunluğu ve elektriki yük sayıları, bunların katyon değişim kapasitelerine ait değerleri ve toplam spesifik yüzey alanları dikkate alınarak geliştirilmiş olan özel formüller yardımıyla hesap yoluyla bulunmuştur. Katyon değişim kapasitesinin belirlenmesinde amonyum asetat yönteminden yararlanılmıştır.*

*Toprak örneklerinin dış, iç ve toplam spesifik yüzeyleri sırasıyla 61,93-385,81; 84,84-282,26; 142,90-530,32 m<sup>2</sup>/gr. arasında değişmiştir. Kontrol amacıyla kullanılan montmorillonit kilinde bu değerler sırasıyla, 112,90, 651,94 ve 764,84 m<sup>2</sup>/gr. olarak saptanmıştır.*

*Toprak örneklerinin yüzey yük yoğunlukları en az  $0,32 \times 10^{-6}$  me/cm<sup>2</sup> ve en çok da  $2,97 \times 10^{-6}$  cm<sup>2</sup> dir. Montmorillonitte bu değer  $1,58 \times 10^{-6}$  me/cm<sup>2</sup> dir.*

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlmi Bölümü Profesörü.  
Dergi Komisyonuna geliş tarihi: 15.4.1975.

*Araştırma konusu toprakların elektriki yük sayılarına ait değerleri  $1,93 \times 10^{20}$  ile  $17,88 \times 10^{20}$  me/m<sup>2</sup> arasında değiştiği saptanmıştır. Montmorillonitte ise bu değer  $9,51 \times 10^{20}$  me/m<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir.*

*Atatürk Üniversitesi İşletme sahası topraklarının spesifik yüzeyleri ile ilgili olarak yapılmış olan bu araştırmanın bu sahada çalışmalara yararlı olmasını temenni ederim.*

## I. GİRİŞ

Toprakların önemli fiziksel özelliklerinden biri de «Spesifik yüzey<sup>2</sup>» dir. Bu özellik; topraklarda organik madde miktarına, kil minerallerinin çeşitlerine ve tekstürlerin farklı oluşlarına göre değişik durumlar gösterir. Toprakların önemli özelliklerinden katyon değişim kapasitesi ve su tutma kapasitesinin de spesifik yüzeye sıkı bir ilişkisi vardır.

Çok küçük danelerden oluştuğu için killerde spesifik yüzey çok geniştir. Fakat bu, mineral tiplerine göre farklılık gösterir. Örneğin, montmorillonit ve vermikülit gibi şişebilen killer dış yüzeye beraber oldukça geniş bir iç yüzeye sahiptir. Kaolinit gibi şişmeyen killer yalnız bir dış yüzeye sahiptir.

Spesifik yüzeyin belirlenmesinde termo-dinamik, elektrostatik ve kinetik prensiplerine dayalı çeşitli mutlak yöntemler vardır. Fakat bu yöntemler pratik olmadığından, daha sonra gliserol ve ethylene glykol gibi polar bir organik

molekülün tutulması esasına dayalı daha sıhhatli yöntemler geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, araştırma konusu işletme sahasını karakterize edecek şekilde çeşitli yerlerde yüzeyden (0-30 cm.) alınan toprak örneklerinin ethylene glykol yöntemi uygulanarak spesifik yüzeyleri belirlenmiştir.

## II. LİTERATÜR ÖZETİ

### Adsorpsiyon Prensipleri

Katı bir cismin bir gazı adsorbe edebilmesi, katı cismin yüzeyinde gaz hacmine oranla daha yüksek bir gaz konsantrasyonunun bulunması ile mümkündür. Genellikle gazlar yüzeyde adsorbe olmak eğilimindedir. Gaz molekülleri katı bir yüzeye çarptığında, katı yüzeyin atomlarının meydana getirdiği çekim alanına bağlı olarak çekilirler. Bu çekilen gaz molekülleri tekrar gaz haline dönmek için yeterli enerjiye sahip olabilirler. Gaz moleküllerinin polarite derecesi, moleküllerin yüzeyin kuv-

(2) Spesifik yüzey toprak veya kilin birim ağırlığına isabet eden alanı ifade eder ve genellikle birimi m<sup>2</sup>/gr. dir.

vet alanı tarafından çekilmelerini etkilemektedir.

Belirli gazların ve buharların sabit sıcaklıktaki adsorpsiyonlarından elde edilen bilgiler, toprakların ve toprak kolloidlerinin spesifik yüzeylerinin belirlenmesinde kullanılabilir. Alçak gaz basınçlarında birim alandaki adsorpsiyon ile basınç, sıcaklık ve adsorpsiyon ısısı arasındaki ilişki aşağıdaki formülle gösterilmiştir.

$$\sigma = k_1 P e^{Q/RT}$$

Burada :

- $\sigma$  = Birim alandaki adsorpsiyon  
 $k_1$  = Sabite  
 $P$  = Basınç  
 $e$  = Tabii logaritma tabanı  
 $Q$  = Adsorpsiyon ısısı  
 $R$  = Gaz sabitesi  
 $T$  = Sıcaklık

Bu formülden, sıcaklığın çoğalmasıyla basıncın azalacağı ve basıncın çoğalmasıyla de adsorpsiyonun artacağı görülmektedir.

Herhangi bir adsorbe edicinin sınırlı bir spesifik yüzeye sahip olduğu ve önceden adsorbe edilmiş olan moleküllerin daha fazla moleküllerin adsorpsiyonunu etkilediği düşünülerek, aşağıdaki Langmuir formülü geliştirilmiştir:

$$\frac{P}{V} = \frac{1}{k_2 V_m} + \frac{P}{V_m}$$

Burada :

$P$  = Basınç

$V$  =  $P$  basıncı altında bir gram adsorbe edici maddenin adsorbe ettiği gaz hacmi

$k_2$  = Sabite

$V_m$  = Adsorbe edici madde üzerinde tamamen monomoleküler bir tabaka oluştuğunda, bir gram adsorbe edici tarafından adsorbe edilen gaz hacmidir.

Sabit sıcaklıkta elde edilen adsorpsiyon donelerine Langmuir formülü uygulanarak ve  $V_m$  hesabedilerek spesifik yüzey için bir değer bulunabilir. Bu genellikle,  $P$ 'ye karşı  $P/V$  grafik edilerek yapılır ki, sonuç eğrisinin eğimi  $1/V_m$ 'ye eşittir. Bu değer bilindiğinde, adsorbe edicinin spesifik yüzeyi,  $V_m$  içindeki moleküllerin sayısını tayin ederek ve bu değeri adsorbe edilen moleküllerin en kesit alanı ile çarparak hesaplanabilir. Langmuir formülünde iki önemli kabullenme vardır: (1) Moleküllerin yalnız bir tabakası adsorbe edilir ve (2) Adsorpsiyon ısısı, monomoleküler tabakanın adsorpsiyonu sırasında üniformdur.

Brunauer, Emmett ve Teller; multimoleküler adsorpsiyon teorisinden yararlanarak adsorbe edilenin monomoleküler tabakası içindeki moleküllerin sayısının hesaplanabileceği aşağıdaki formülü (BET) geliştirmişlerdir:

$$\frac{P}{V(P_0 - P)} = \frac{1}{V_m C} + \frac{P(C-1)}{V_m C P_0}$$

Burada :

P = Basınç

V = P basıncında emilen gaz hacmi

$V_m$  = Adsorbe edicinin tüm yüzeyindeki monomoleküler tabakası için gerekli gaz hacmi

C = Özel formül yardımıyla hesaplanan değer

$P_0$  = Deney sırasındaki sıcaklık derecesinde saturasyon için gerekli gaz basıncı

C değerini hesaplamak için şu formül kullanılır:

$$\log_e C = (E_1 - E_2) / RT$$

Burada :

$E_1$  = Adsorbe edilen maddenin monomoleküler tabakasının adsorpsiyon ısısı

$E_2$  = Gazın sıvı haline geçiş ısısı

R = Gazla ilgili sabite

T = Mutlak sıcaklık derecesi

BET formülünde de iki önemli kabullenme vardır: (1) İlk tabakadan sonra gelen moleküler tabakaların tümünün adsorpsiyon ısısı, sıvı haline dönüşme ısısına ( $E_2$ ) eşittir ve (2) denge ânında, yüzey üzerindeki sıkışma oranı, ilk tabakadan veya daha yüksek tabakalardan ortaya çıkan buharlaşma oranına eşittir.

Alçak basınç koşullarında BET formülü, Langmuir formülü-

ne dönüşür. Geniş ölçüde değişen adsorpsiyon ısıları nedeniyle çoğu adsorbe edicilerin en aktif kısımlarının heterojen olması sonucu, Langmuir formülü genellikle kullanılmaz. Çoğu adsorbe edicilerin yüzey alanlarının belirlenmesinde, nispi basınçların ( $P/P_0$ ) 0,05-0,45 arasında olması halinde BET formülü sıhhatli sonuçlar vermektedir. Koordinat eksenleri üzerinde  $P/P_0$  değerine karşılık  $P/V (P - P_0)$  grafik edilerek elde edilen eğrinin linear kısmının ordinat eksenine ile kesişme noktası değeri ve eğiminden yararlanarak  $V_m$  değeri hesaplanabilir. Bu değer bilindiğinde, eğer adsorbe edilen moleküllerin en kesit alanı da biliniyorsa, adsorbe edicinin spesifik yüzeyi de hesaplanabilir. Adsorbe edilenin yoğunluğu, genellikle sıvı veya katı haldeki gazın yoğunluğu olarak kabul edilir. Molekül başına hesaplanan alan, kullanılan yoğunluğa bağlı olarak değişeceğinden, bu yöntemle belirlenen mutlak spesifik alanların doğruluğu bu ölçüde kesin değildir.

BET analiz yöntemi birçok araştırmacılar tarafından kil mineralleri ve topraklar üzerinde nitrojen, etan, su, amonyak ve diğer gazların adsorpsiyon izotermelerine uygulanmıştır. Motmorillonit kilinin zahiri spesifik yüzeyinin, kullanılan adsorbe edilenin tabiatına bağlı olduğu ortaya konulmuştur. Örneğin; zayıf adsorbe edilenin nitrojen, montromillonitte olduğu gibi kil minerallerinin iç tabaka yüzeylerine nüfuz edemeyeceğinden elde edilen değer yal-

nız dış yüzeye ait olacaktır. Öte yandan, su ve amonyak gibi daha polar moleküller iç tabaka yüzeyleri arasına kuvvetli bir şekilde nüfuz ederek adsorbe edildiklerinden spesifik yüzey için çok daha yüksek değerlerin elde edilmesine yardım ederler.

Killerin su adsorpsiyon izotermelerinden spesifik alanın belirlenmesinde BET formülünü uygulamanın kritiği yapılmıştır. Su molekülleri, katyon etrafında kümelenme eğiliminde olabilir. Birçok yazılarda suyun adsorbe edilen tek bir monomoleküler tabakasının yoğunluğu konusunda yapılan kabullenmenin yanlış olabileceği kabul edilerek montrorillonit yüzeyine yaklaştıkça su yoğunluğunun azaldığı kesin bir şekilde kanıtlanmıştır. Su adsorpsiyonu ve BET formülü için ileri sürülen hususlar amonyakın adsorpsiyonunda da söz konusudur.

Harkings ve Jura, katıların spesifik yüzeyinin belirlenmesinde ıslanma ısılarının ölçülmesine dayanan bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntem esasını termodinamikten almakta olup içine daldırıldığı sıvının buharı ile denge halinde bulunan ince bir şekilde kesilmiş katının suya daldırılarak ıslanması sırasında ortaya çıkan enerji değişikliğinin ölçülmesine dayanmaktadır. Kısaca, adsorbe edilen filmin serbest enerjisi sıvınıninkine eşittir. Öyle ki, katı, sıvı içerisine daldırıldığında açığa çıkan enerji sadece daldırılma ısısının veya yüzeyin kaybolmasına bağlı olabilir. Bu koşullar

altında sıvı içerisine daldırılmış katının birim alanından ortaya çıkan ısı, herhangi bir ekivalant toplam alandaki sıvının pek çok küçük damlacıklarının aynı sıvı içerisine daldırılması halinde ortaya çıkacak ısıyla uygunluk gösterir. Bu mutlak yöntem, porlu olmayan katılar için uygundur. Fakat belki de toprak ve toprak kolloidlerine uygulanamaz. Çünkü çatlaklar ve tabakalar arasındaki yerler denge anında adsorbe edilen moleküllerle doludur. Bu yüzden, bir daldırma ısısına sahip değildir.

Harkings ve Jura nispi yönteminde yararlanılan formül aşağıdadır :

$$\log P/P_0 = B - (A/V^2)$$

Burada; A ve B sabitelerdir.  $P/P_0$  nispi basınç ve adsorbe edilen buhar veya gaz hacmidir. Alçak nispi basınçlarda,  $1/V^2$  değerine karşılık  $\log P/P_0$  değeri koordinat eksenine yerleştirildiğinde A eğimli ve P interseptli linear bir doğru elde edilir. Herhangi bir katı maddenin S alanı eğimin kare kökü ile orantılı olup şu formülle belirtilir:

$$S = k A^{1/2}$$

Burada; k parametresi belli bir sıcaklıkta belli bir adsorbe edilen için bir sabitedir. Bu değer porlu özellikte olmayan bir katı üzerinde önceki paragrafta belirtilen mutlak yöntemle belirlenmektedir. Orchiston, su adsorpsiyon izotermelerinden bazı Yeni Zelanda topraklarının spesifik yü-

zeylerini belirlemiş, nispi Harkings ve Jura yöntemi ile BET analizi arasında dikkate değer bir uygunluk bulmuştur.

### **Polar Sıvıların Tutulması**

Kil molekülleri gaz fazından olduğu kadar sıvı fazından da polar molekülleri adsorbe ederler. Kil - su kompleksleri doğal ortamda bu şekildeki adsorpsiyon olayına tipik bir örnek teşkil eder. Alkolik gruplara sahip olan polar organik moleküller kil mineralleri ile benzer şekilde kompleks meydana getirirler. Etilen glikol ve gliserol, montmorillonit kilinin genişleyen kısmında iki tabaka halinde sırasıyla  $17,1 \text{ \AA}$  ve  $17,7 \text{ \AA}$  luk c aralığı ile sonuçlanan bir tutulmayı göstermiştir. Öte yandan, vermikülit kili bu polar moleküllerin yaklaşık  $14 \text{ \AA}$  luk bir c aralığı veren yalnız bir tabakasını adsorbe etmektedir. Polar molekülleri ile kompleks teşkil etmedeki bu fark, x ışını yansımaları ile vermikülit ve montmorillonitin teşhisinde bir esas olarak kullanılmaktadır. Ethylene glycolün kil mineralleri üzerinde monomoleküler bir tabaka teşkil etmesi olayından spesifik yüzeyin hesaplanması için bu yöntemden yararlanılmaktadır. Ethylene glycol buharlaşmasının oranı, tüm serbest glikol uzaklaştığından azalır ve yalnız tek bir monomoleküler halinde adsorbe edilen tek bir tabaka kalır. Buharlaşma oranının azalması sırasında alıkonan glikol miktarı spesifik alanla ilgili bir fikir vermektedir. Bentonit kili-

nin teorik yüzeyi ve ethylene glycolün tutulması ölçümlerinden, kil yüzeyinin her metre karesi üzerinde tek bir tabaka teşkili için  $0,00031 \text{ gr.}$  ethylene glycolün gerekli olduğu anlaşılmıştır. Glikol moleküllerinin katyon değişim yüzeylerinde kümeleşebilecekleri ve gene glikol moleküllerinin en kesit alanları hakkındaki kabullenmelerin yanlış olabileceği anlaşılmıştır. Bununla beraber, bu hususta yapılan dikkate değer kanıtlamalar, glikol tutulmasının yalnız katyon değişim kapasitesinin bir fonksiyonu olmadığını ortaya koymuştur.

Spesifik yüzeyin hesaplanmasında etilen glikolden yararlanan gravimetrik yöntemlerde, etilen glikolün buhar basıncı kritik bir önemi haizdir. Bu yöntemlerde; doyurulmuş glikol örneği, kuru kalsiyumklorür üzerine konur, bunların basıncı alçak bir düzeyde tutulur. Birbiri ardınca yapılan tartımlar, serbest glikol derecesinden, kil yüzeyine bağlı olan glikolün daha düşük bir kayıp derecesine geçişi gösterecektir. Bu noktada tutulan etilen glikol miktarı belirlenebilir. Böylece spesifik yüzeyin hesaplanması, tutulan glikolün içerisinde her bir molekülün ortalama bir en kesit alanı işgal ettiği monomoleküler bir tabaka içinde var olduğu farzedilerek yapılabilir. Toprak veya kil örneği ve kalsiyumklorür ile serbest edilen glikol yüzeyinde desikatöre konduğunda buhar basıncı nispi olarak yüksektir. Böyle bir sistem kullanıldığında sabit bir or-

tam oluşur ve bu sistem içerisinde tutulan glikol miktarı da sabit bir değere ulaşır. Tutulan glikol miktarı bir monomoleküler tabakanın oluşması için gerekli olan miktardan fazladır ve spesifik yüzey elde edilen sonuçtan hesaplanamaz. Örnekler arasındaki kıyaslamalar tutulan glikol miktarı üzerinden yapılabilir.

Boşaltılmış bir desikatör içerisinde küçük örneklerin yüzeyleri üzerinde bir monomoleküler tabaka teşkil etmek için yeterli miktarda edilen glikole sahip fazlaca bentonit «tampon» olarak kullanılmıştır. Bu yöntemle belirli bir denge sağlanmıştır.

Kil mineral yüzeyleri üzerindeki bir monomoleküler tabaka için yeterli miktardan daha az bir seviyede buhar basıncını tutmak için, kalsiyumklorür - etilen glikol bileşimi kullanılmıştır. Sistemde yalnız kalsiyum klorür «monoglikolat» ve kalsiyumklorür iki katı faz oldukları sürece, artan kalsiyum klorürün mevcudiyeti halinde kalsiyum klorür «monoglikolat» sabit bir glikol buhar basıncını muhafaza etmek için ortaya çıkar. Bu iki materyalin mevcudiyeti görünüşte glikol buhar basıncını, denge ağırlıkları elde edilecek şekilde glikole daha önceden doyurulmuş küçük toprak veya kil örneklerinin mevcudiyeti halinde dengeler. Bentonit - glikol tamponu üzerindeki örneklerin tuttuğu glikol ile kalsiyumklorür «monoglikolat» + kalsiyumklorürün tuttuğu glikol miktarı arasında yapılan karşılaştırmalar, kalsi-

yumklorür «monoglikolat» + kalsiyumklorür üzerinde daha az bir tutulmanın olduğunu ortaya koymuştur. Böylece, kalsiyumklorür «monoglikolat» üzerindeki glikol buhar basıncının, toprak yüzeyleri üzerindeki glikolün monomoleküler bir tabakasıyla denge halindeki glikol buhar basıncına hemen hemen eşit veya çok az farklı olduğu görülür.

Glikolün sorpsiyonu ve tutulması, kil ve toprak örneklerinin toplam spesifik yüzeylerini hesaplamada en kolay ve en sıhhatli yöntemlerden biri olduğu halde, bu yöntem de bazı kabullenmeleri gerektirir. Birim yüzeyde herhangi bir monomoleküler tabaka içinde adsorbe edilen glikol miktarını belirlemede  $0,00031 \pm 0,00002$  gr/m<sup>2</sup> lik glikol değerlerini elde etmek için Dyal ve Hendricks bu hususta kendi deneme değerlerini kullanmış oldukları bentonit kilinin toplam teorik spesifik alanına bölmüşlerdir. Bu hesaplamada, glikolün tüm yüzeyleri kapladığı ve tüm moleküler tabakalar arasına nüfuz ettiği kabul edilmiştir. Zira bu kabullenmeler farklı derecede farklı materyallerle ikna edici olmaktadır. Bu faktör materyalin tabiatına bağlıdır. Bununla birlikte araştırmacılar, bu faktörün doğruluğunu kanıtlamak için başka bir usulün olması ve kontrolün de güçlüğü nedeniyle  $0,00031$  gr/m<sup>2</sup> değerini esas almışlar ve hesaplamayı buna göre yapmışlardır. Adsorbe edilen glikolün özgül ağırlığına ait bazı hesaplamalarda gözlenebilen  $0,00031$  değerinin çıkarılmasında,

kabullenmelerin yalnız kullanılan bentonit için göz önüne alınması gereğine işaret edilmektedir. Söz konusu kabullenmeler, glikolün adsorbe edilen tabakasının kalınlığına ait 3,7 A° luk değerle birlikte dikkate alınır; sıvı halinde glikolün özgül ağırlığı 1,11 gr/cm<sup>3</sup> olarak bulunur. Özgül ağırlıktaki bu fark iki sebepten ortaya çıkmaktadır: 1) Kil yüzeyi üzerindeki glikol moleküllerinin daha fazla açık paketlenmesi ve 2) Tüm levha biçimli yüzeyler üzerindeki tabakaların tamamını glikol moleküllerinin teşkil edememesi.

Hidrate olmuş halloysit, strüktürel üniteleri arasında yalnız bir glikol veya su tabakasını adsorbe eder. Örnek 75°C de 12 saat süreyle tutulursa, strüktürel üniteler arasındaki glikol veya su molekülleri halloysit minerali içinde dönüşmeyecek şekilde tutulurlar. Eğer halloysitin iç yüzeyinin ihmalî düşünülüyorsa, bu takdirde örnekler P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> üzerinde değil, 75°C de 12 saat süreyle bir desikatörde kurutulmalıdır.

Vermikülit iki su tutma tabakasını çekmekle beraber, bitişik moleküller kil tabakaları arasında glikol moleküllerinin yalnız bir tabakasını adsorbe eder. Böylece, bütün yüzeylerin tek bir glikol tabakası ile kaplandığı görüşü, hidrate olmuş halloysit ve vermikülit için geçerli olmamaktadır. Vermikülit miktarının hesaplanması, örneklerin potasyumla doyurulmalarından önce tutulan glikol miktarı ile potasyumla doyurulmalarından önce tutulan glikol mikta-

rı ile potasyumla doyurulmalarından sonra tutulan glikol miktarı belirlenerek yapılabilir. Potasyum vermikülit kilini kaplar ve böylece tutulan glikol miktarındaki değişme vermikülitin içsel yüzeyleri ile birlikte düşünülebilir.

Toprak organik maddesi glikolü çok çabuk adsorbe eder. Bower ve Gschwend, çeşitli topraklarda organik maddenin uzaklaştırılması oranında tutulan glikol miktarının da azaldığını ve bu gibi topraklarda spesifik yüzeyin 558-803 m<sup>2</sup>/gr arasında değiştiğini saptamışlardır. Bu değerler organik maddeden âri topraklar ve killere göre kıyaslanırsa, çok farklı oldukları anlaşılır. Bu durumu, etilen glikolün alkoloik grupları ile toprak organik maddesi içinde mevcut olabilecek diğer organik gruplar arasında bir sürü kimyasal reaksiyonların meydana gelmesine bağlamak yerinde olacaktır. Dolayısıyla, organik maddenin sorpsiyon olayı, mineral toprağın sorpsiyon olayından farklıdır.

Glikolün dış yüzeyleri üzerinde bir monomoleküler tabakanın oluştuğu ve bu tabakanın da iç yüzeyler üzerindeki monomoleküller tabakalarla hemen hemen aynı buhar basıncına sahip olduğu ile ri sürülmektedir.

Kil minerallerinin spesifik yüzeylerinin belirlenmesinde Diamond ve Kinter tarafından gliserol yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırmacılar, yüksek sıcaklıklarda gliserol buharının meydana gelmesi ile montmorillonit kilinin mole-



kül tabakaları arasında tek bir tabakanın adsorbe olduğunu saptamışlardır.

Mehra ve Jackson, karışımlardaki montmorillonit ve vermikülit miktarlarını gliserol adsorpsiyonundan yararlanarak belirlemişlerdir.

Kinter ve Diamond (1960) çeşitli kil mineralleri üzerinde TEA<sup>3</sup> yöntemi kullanarak spesifik yüzeyle ilgili olarak yapmış oldukları bir araştırmada; kil tiplerinin iç, dış ve toplam spesifik yüzeylerini m<sup>2</sup>/gr olarak sırasıyla şöyle bulmuşlardır: Montmorillonit için 570, 80,3 ve 649; kaolinit için 28, 30 ve 49; illit için 92, 62 ve 135; allophane için 278, 146 ve 293; allophane ve montmorillonit için 304, 78 ve 336; gibbsite, kaolinit ve clorite için 0, 37 ve 37; Palygorskite için 0, 335 ve 165.

Yeşilsoy ve İsmailçelebioğlu (1968), «Doğu Anadolu'dan Bazı Toprakların Yüzey Genişliklerinin ve Yüzey Yük Yoğunluğunun Tayini Üzerinde Bir Çalışma» konulu yapmış oldukları bir araştırmada; örnek olarak Kars'tan alınan Ando toprağını, Alpaslan D.Ü. Çiftliğinden alınan alüviyal toprağı, Ağrıdan alınan Kestane renkli toprağı ve Erzurum'da Atatürk Üniversitesi İşletme sahasından alınan Kahverengi toprağı kullanmışlar ve şu sonuca varmışlardır: Toplam spesifik yüzey, dış yüzey ve iç yüzey olarak sırasıyla Ando toprağı için 340, 65 ve 275; alüviyal toprak için 290, 110 ve 180; Kestane

toprak için 370, 161 ve 209; Kahverengi toprak için de 144, 81 ve 63 m<sup>2</sup>/gr. bulunmuştur. Toplam yüzey Kestane toprakta Ando'dan fazla ise de, Ando'nun iç yüzeyinin fazlalığı ve kation değişim kapasitesinin yüksekliği, kil mineral karışımının diğer topraklara göre daha genişleyen tabakalı 2:1 tipi mineral ihtiva ettiğini gösterir. Yine bu nedenle, Kestane renge toprağın toplam yüzeyinin fazlalığı, Ando'ya göre bu toprakta daha yüksek oranda kil fraksiyonunun bulunmasına bağlanabileceği belirtilmiştir.

Banin ve Amiel (1970), İsrail koşullarında 33 toprak tipine ait bozulmamış örnekler üzerinde toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini ve bunlar arasındaki ilişkileri saptamışlar; spesifik yüzeyle kation değişim kapasitesi, kil, kum, higroskopik su, solma noktası (15 - Atm.), tarla kapasitesi (1/3 - Atm.), saturasyon yüzdesi ve faydalı su arasında % 1 olasılıkla sırasıyla 0,930, 0,950, - 0,881, 0,972, 0,922, 0,886, 0,865 ve 0,702 gibi önemli ilişkiler bulmuşlardır. Bu çalışmada araştırmacılar, spesifik yüzeyle kalsiyumkarbonat, organik madde ve silit arasında dikkate değer bir ilişki elde edememişlerdir.

Baver ve arkadaşları (1972) Fripiat'a atfen, önemli kil minerallerinin spesifik yüzeyleri hakkında genel bilgi vermektedir. Spesifik yüzey montmorillonit kilinde 700-800, vermikülit ki-

(3) TEA, triethylammonium cloridin kısaltılmış olarak ifadesidir.

linde 300 - 500, illit kilinde 100 - 200 ve kaolonit kilinde ise 5 - 20 m<sup>2</sup>/gr. dir. Söz konusu killerin katyon değişim kapasiteleri de 100 gramda miliekivalan olarak kaolinit için 3-5, illit için 10-40, vermikulit için 100-150 ve montmorillonit için de 80-150 arasındadır. Aynı yazarlar, çeşitli yöntemler uygulanarak illit, kaolinit ve montmorillonit killerin dış spesifik yüzeyleri ile ilgili değerleri de vermişlerdir. Buna göre, azot gazı (N<sub>2</sub>), cetyl pyridinium bromide (CPB) ve etilen glikol (E.G.) yöntemlerine göre elde edilen sonuçlar gram başına metrekare olarak sırasıyla şöyledir: 93, 96 ve 91 (illit 1); 132, 138 ve 144 (illit 2); 17, 21 ve 21 (kaolinit 1); 36, 36 (kaolinit 2); 40, 9 ve 31 (kaolinit 3); 47, 800 (montmorillonit 1); 49, 600 (Montmorillonit 2); 101, 800 (montmorillonit 3). Bu değerlere göre spesifik yüzey kaolinitte en az, montmorillonitte ise en fazladır. Vermikulit illitten daha fazla spesifik yüzeye sahiptir.

Ayrıca, Baver ve arkadaşları (1972) Greene ve Kelly'e atfen, spesifik yüzey değerlerini kaolinit 1, kaolinit 2, kaolinit 3, kaolinit 4, hydrous mica 1, hydrous mica 2, hydrous mica 3, hydrous mica 4, montmorillonit 1, montmorillonit 2 ve montmorillonit 3 için sırasıyla 14,8; 12,0; 11,0; 25,0; 150; 110; 160; 250; 690; 640; 700 m<sup>2</sup>/gr olarak yazmaktadırlar.

Gene, Baver ve arkadaşları (1972) killerin spesifik yüzeylerinin hesaplanmasında kullanılmak üzere özel bir formülden de söz

etmektedirler. Killerin spesifik yüzeylerini tahmini olarak veren bu formül aşağıdadır:

$$S = 2/pd$$

Burada :

S = Spesifik yüzey, m<sup>2</sup>/gr

p = Zerre dansitesi, gr/cm<sup>3</sup>

d = Kil plakaları arasındaki mesafe, A°

Tamamen disperse olmuş bir montmorillonit kilinin d = 10 A° ve p = 2,68 gr/cm<sup>3</sup> değerleri dik-kate alınarak bu formülle spesifik yüzeyi hesaplanacak olursa, takriben 750 m<sup>2</sup>/gr bulunur ki, bu da montmorillonit kilinin gerçek spesifik yüzey değerine yakın bir rakamdır. Teorik olarak, dispersiyon durumundaki montmorillonit kilinin spesifik yüzeyi, bu kıl ünitesinin dimensiyonu olan 8 . 10<sup>6</sup> cm<sup>2</sup>/gr. değerine eşittir ki bu da 800 m<sup>2</sup>/gr dir.

Escard BET yönteminden yararlanarak çeşitli kil örneklerinin spesifik yüzeyleri ile ilgili şu değerleri vermiştir: Attapugit 140, illit 113, kaolinit 22, montmorillonit 82, nontronit 72, sepiolit 392 m<sup>2</sup>/gr. Montmorillonit ve nontronit için verilen bu değerler bunların dehidrate olmuş örneklerinin dış yüzeylerine aittir.

Nelson ve Hendricks'e atfen, Grim (1968) tarafından bazı önemli kil minerallerinin çeşitli sıcaklık derecelerinde gram başına metrekare olarak spesifik yüzeylere ait verilen değerler şunlardır: Kaolinitte 30°C, 200°C, 500°C, 700°C ve 900°C de spesifik yüzey

sırasıyle 15,5, 15,3, 18,1, 16,5 ve 1,5; illitte 30°C, 200°C, 500°C ve 700°C de 97,1, 92,2, 91,6 ve 80,4; montmorillonitte 30°C de 15,5; halloysitte ise 30°C de 43,2. İnce zerrelili ve genişleyen bir kafes yapıya sahip olması nedeniyle, montmorillonitin spesifik yüzeyi düşük olarak saptanmıştır. Diğer bir deyimle, analizde kullanılan nitrojen ve diğer gazların bu kıl mineralinin potansiyel yüzeyinin büyük bir kısmına ulaşamaması buna sebep olarak gösterilebilir.

### **Negatif Adsorpsiyon**

Spesifik yüzeyin ölçülmesine ilişkin bundan önce görülen yöntemler belli maddelerin kil minerallerinin yüzeylerinde pozitif adsorpsiyonları esasına dayanmaktadır. Ancak bu yöntemler, killerin şişmeleri ve kullanılan maddelerin monomoleküler tabaka halinde yüzeye oturmaları gibi olasılıklara sahiptir. İşte bu durumu dikkate alarak, bir kısım araştırmacılar killerin spesifik yüzeylerinin belirlenmesinde negatif adsorpsiyondan yararlanmışlardır. Sulandırılmış elektrolit solüsyonlarında kil mineralleri negatif elektrik yüküne sahip olduğu için katyonları çekerler ve anyonları iterler. Solüsyondaki katyon konsantrasyonu kil yüzeylerindeki konsantrasyondan daha az, buna karşın solüsyondaki anyon konsantrasyonu kil yüzeylerindeki konsantrasyondan daha fazladır. Kil minerallerinin bitişik solüsyondaki anyonların konsantrasyonu üzerindeki bu etki «negatif adsorpsiyon» olarak adlandırılır. Negatif adsorpsiyon

miktarı, elektriksel yüklü bulunan alanın büyüklüğünün bir fonksiyonudur. Schofield, Gouy'un elektriksel olarak yüklü parçacıklarla ilgili elektriksel çift tabaka teorisinden yararlanarak, solüsyon hacmindaki anyon konsantrasyonundaki ölçüm değerinden kil minerallerinin spesifik yüzeylerinin hesaplanmasıyla ilgili bir yöntem geliştirmiştir.

De Haan (1965) klor anyonunun negatif adsorpsiyonu, eşdeyle bu anyonun negatif yüklü olduğu için negatif yüklü toprak zerrelerinden itilmesi prensipini esas alarak toprakların spesifik yüzeylerini belirlemede yararlanmıştır. Araştırmacı, belli toprak örnekleri üzerinde etilen glikol ve klor anyonunun negatif adsorpsiyonunu yöntemlerini uygulayarak karşılaştırmalı bir çalışma yapmıştır. Cetvel (1) de bu araştırma sonuçları ile ilgili değerler görülmektedir (Yeşilsoy, İsmailçelebioğlu, 1968).

Baver ve arkadaşları (1972), Schofield tarafından bentonit kilinde negatif adsorpsiyon yöntemi uygulanarak elde edilen spesifik yüzey değerlerinin, diğer araştırmacılar tarafından etilen glikol yöntemi uygulanarak elde edilen değerlerden daha küçük olduğunu belirtmişlerdir.

Bower ve Goertzen (1959), bir grup toprak örneğinin negatif adsorpsiyonunu ölçmüşler ve bununla etilen glikol tutulması yöntemiyle belirlenen spesifik yüzey arasında önemli derecede bir ilişki elde etmişlerdir.

## CETVEL 1

**Etilen glikol ve klor anyonunun negatif adsorpsiyonu yöntemlerine göre elde edilen spesifik yüzey ve yüzey yük yoğunluğu değerleri**

Toprak	Spesifik yüzey (m <sup>2</sup> /gr)		Yüzey Yük. Yoğ. (10 <sup>-7</sup> me/cm <sup>2</sup> )	
	Etilen glikol (E.G.)	Negatif adsorp. (Cl)	Etilen glikol (E.G.)	Negatif adsorp.
1	307*	44,5	0,5	3,2
2	118	28,3	0,6	2,5
3	247	125,0	1,0	2,1
4	372	72,4	0,6	3,0
5	384	182,0	1,3	2,8
6	203	74,2	0,9	2,4
7	219	56,0	0,8	3,3
8	239	93,1	0,9	2,4
9	293	90,3	0,9	2,8
10	389	134,0	0,8	2,4
11	195	76,8	0,9	2,3
12	313	79,7	0,7	2,9

(\*) Bu rakamlar ortalama değerlerdir.

### III. MATERYAL ve YÖNTEM

#### Materyal

Araştırma konusu toprakların spesifik yüzeylerinin belirlenmesinde yararlanılan materyal aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Çapları 25 cm. olan porselen kapaklı pyrex vakum desikatörü
- 2) Basıncı 0,025 mm, civa basıncına kadar düşürebilen vakum pompası

- 3) Çapları 5 cm. ve yüksekliği 2 cm. olan 6 adet alüminyum kutu
- 4) Çapı 20 cm. ve yüksekliği 7,5 cm. olan cam kapaklı kültür kabı
- 5) Kültür kabının tabanından itibaren 2 cm. yükseklikte alüminyum kutuları yerleştirmek için gözenekli aspesten veya telden yapılmış elek
- 6) Etilen glikol (Eastman)

- 7) Fosforpentaoksit ( $P_2O_5$ ), 25 cm. çaplı desikatör için 250 gr.
- 8) Kalsiyumklorür ( $CaCl_2$ ), kurutma tüpüyle
- 9) Altmış mesh elekten geçirilmiş 400 gr. montmorillonit kili

### Yöntem

**CaCl<sub>2</sub> - Glikol Solüsyonunun Hazırlanması:** 120 gr. dolayında 40 meshlik CaCl<sub>2</sub> tartılarak litrelik erlenmayere konmuş ve erlenmayer tüm suyu uzaklaşınca kadar 210°C de kurutma dolabında 1-2 saat bırakılmıştır. Öte yandan, 20 gr. glikol 400 ml. lık bir erlenmayere konulmuştur. Kurutma dolabından alınan CaCl<sub>2</sub> den hemen 100 gr. tartılmış ve glikolü havi erlenmayere ilave edilerek bir spatülle iyice karıştırılmıştır. Solüsyon soğuduktan sonra, bir kültür kabına alınarak muntazam olarak yerleştirilmiş; sonra kültür kabı ve içindekiler bir desikatöre alınmıştır.

**Ön İşlem:** Organik maddeyi elimine etmek için, örnekler hidrojenperoksit ( $H_2O_2$ ) ile muamele edilmiş; yıkanarak veya fazla miktarda 1N CaCl<sub>2</sub> ile tekrar santrifüj edilerek Ca ile doyurulmuştur. Kalsiyumklorürün fazlasını uzaklaştırmak için, süspansiyon metilalkol ile üç defa yıkanmıştır. Örnekler havada kurutulup 60 meshlik elekten geçirilmiştir. İç yüzeyden başka dış yüzeyin de ölçülmesi yapılmış ve bu amaçla örnekler 600°C de fırında iki saat süreyle ısıtılmaya terkedilmiştir.

**Sorpsiyonun Yapılması:** Kil 0,3 gr. ve toprak örnekleri ise 1,1 gr. dolaylarında alınarak, önceden darası alınmış alüminyum kutu ile birlikte tartılmıştır. Örnekler muntazam olarak kutunun tabanına yerleştirilmiştir. Kutu, içinde yaklaşık olarak 250 gr.  $P_2O_5$  bulunan bir desikatör içine yerleştirilmiş ve bir saat süreyle bir vakum pompasıyla desikatörün havası boşaltılmıştır. Musluk kapatılıp örnekler sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmaya terkedilmiştir. Bunu sağlamak için örneklerin desikatör içinde 4 - 5 saat bırakılması yeterlidir. Bu örnekler tartıldıktan sonra, bir pipetle 1 ml. kadar glikolle ıslatılmıştır. Örneklerin ıslanması için kutu kurutma dolabında 50 - 60°C de birkaç dakika bekletilmiştir. Kutu kapağıyla beraber, yaklaşık 120 gr. CaCl<sub>2</sub> - glikol solüsyonunun üstündeki aspest kaidedeki kültür kabına yerleştirilmiştir. Kültür kabı kapatılarak bir desikatöre alınmıştır. Örnekler ve CaCl<sub>2</sub> - glikol solüsyonu, desikatördeki kültür kabı içinde glikol buharının diffüzyonunu kolaylaştırarak bir dengenin sağlanmasını hızlandırmak amacıyla bir araya getirilmişlerdir. Bir saat süreyle vakum uygulanarak desikatör boşaltılmış, musluk kapatılarak desikatörün 25 ± 1°C lik bir sıcaklıkta kalmasına müsaade edilmiştir. Böylece 16 - 24 saat sonra tekrar vakum yarım saat süreyle çalıştırılmıştır.

Kutu yaklaşık 48 saat süreyle desikatörde kaldıktan sonra, vakuma son verilmiş; desikatör ve

kültür kabı açılarak alüminyum kutuların kapakları üzerlerine yerleştirilmiştir. Kutu, kapak ve örnek tümüyle ayrı ayrı tartılmış; sonra kapaklar kutuların altlarına yerleştirilerek kültür kabına yeniden yerleştirilmişlerdir. Kültür kabı kapatılıp, 30 dakika süreyle vakum uygulanarak desikatör  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  de 16 saat bekletildikten sonra, kutular tekrar tartılmıştır. Bu işlemler 8 - 16 saat aralıklarla, birbirini takiben iki tartımın miligramın ondabiri oranında uygunluk gösterinceye kadar yenilenmiştir. Örneklerin tuttuğu glikol miktarlarını hesaplamak için miligramların ondabiri oranında uyum gösteren iki tartımın ortalaması dikkate alınmıştır.

Kontrol için kullanılan montmorillonit kili de yukarıda sözü edilen işlemlere tabi tutulmuştur. (Mortland ve Kemper, 1955; Mazurak, 1966).

Araştırma sahası toprak örneklerinin toplam ve dış spesifik yüzeylerinin ölçülmesiyle ilgili hesaplama işlemleri toplu bir halde (Cetvel 2) de verilmiştir.

Kasyon Değişim Kapasitesi : Kasyon değişim kapasitesinin analizinde amonyum asetat yöntemi kullanılmıştır (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

#### Araştırmada Kullanılan Formüller :

##### Formül 1.

$$A = \frac{B}{C \times 0,00031}$$

Burada:

A: Total spesifik yüzey alan,  $\text{m}^2/\text{gr}$ .

B: Kuru toprakta tutulan son etilenglikol miktarı, gr.

C: Desikatörde  $\text{P}_2\text{O}_5$  üzerinde kurumuş toprağın ağırlığı, gr.

0,00031: Dyal - Hendricks değeri (Bir metre karelik bir yüzey üzerindeki bir monolayer için lüzumlu gram olarak etilenglikol miktarı)

##### Formül 2.

$$D = \frac{E}{C \times 0,00031}$$

Burada :

D: Dış spesifik yüzey alan,  $\text{m}^2/\text{gr}$ .

E: Fırında  $600^\circ\text{C}$  de kurutulmuş toprakta tutulan son etilenflikol miktarı, gr.

C: Desikatörde  $\text{P}_2\text{O}_5$  üzerinde kurumuş toprağın ağırlığı, gr.

0,00031: Dyal - Hendricks değeri.

##### Formül 3.

$$F = A - D$$

Burada:

F: İç spesifik yüzey alan,  $\text{m}^2/\text{gr}$ .

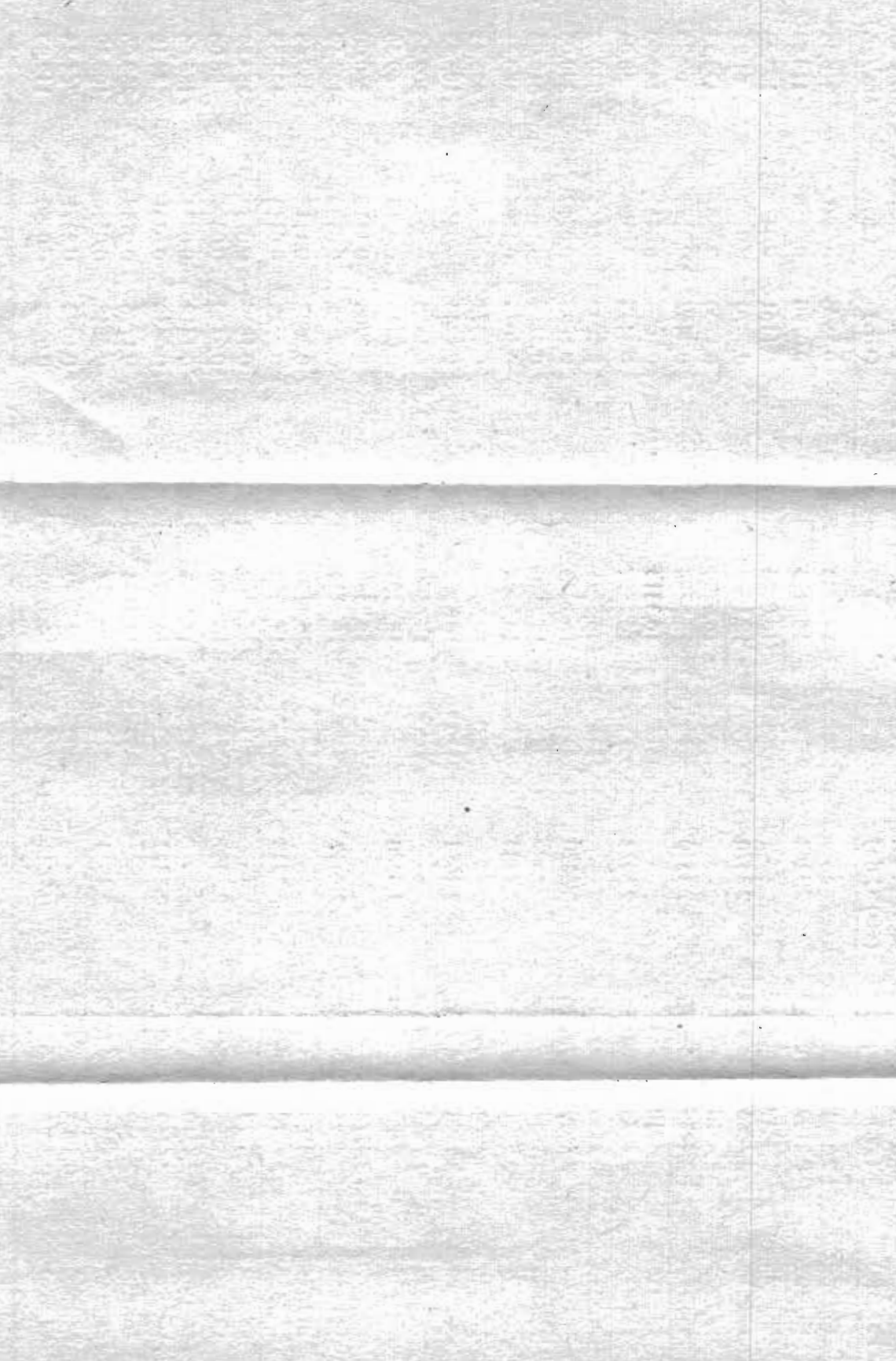
A: Total spesifik yüzey alan,  $\text{m}^2/\text{gr}$ .

D: Dış spesifik yüzey alan,  $\text{m}^2/\text{gr}$ .

##### Formül 4.

$$\text{E.Y.S.} = \frac{A}{N} \times 6,02 \times 10^{23} \times 10^{-2}$$

(F <sub>2</sub> de)	(gr.)	(000 C de)	(000 C de)	(gr.)	(gr.)	(gr.)	(gr.)	(Gr.)	(gr.)	(m <sup>2</sup> /gr.)
16,1166	2,3501	—	—	16,2744	16,2743	16,2742	0,1576	0,0671	216,45*	
16,0305	2,2189	15,9380	2,1264	16,0173	16,0173	16,0170	0,0790	0,0356	114,84**	
15,9725	2,4419	—	—	16,0886	16,0886	16,0886	0,1161	0,0475	153,23	
16,2136	2,4456	16,1150	2,3470	16,1620	16,1620	16,1620	0,0470	0,0192	61,93	
16,2900	2,4210	—	—	16,4200	16,4200	16,4200	0,1300	0,0537	173,23	
15,9120	2,4135	15,6315	2,1330	15,6784	15,6783	15,6782	0,0467	0,0193	62,26	
16,2216	2,4810	—	—	16,3316	16,3314	16,3314	0,1098	0,0443	142,90	
16,0877	2,4735	16,0065	2,3923	16,0513	16,0511	16,0510	0,0445	0,0180	58,06	
16,1318	2,4336	—	—	16,5322	16,5321	16,5320	0,4002	0,1644	530,32	
16,0364	2,4639	15,9545	2,3820	16,1445	16,1442	16,1440	0,1895	0,0769	248,06	
16,3224	2,5584	—	—	16,7348	16,7340	16,7340	0,4116	0,1609	519,03	
16,0101	2,5291	15,9394	2,4584	16,2425	16,2424	16,2420	0,3026	0,1196	385,81	
16,2410	2,4964	—	—	16,5823	16,5823	16,5782	0,3372	0,1351	435,81	
16,2540	2,5398	16,1800	2,4658	16,3310	16,3280	16,3243	0,1443	0,0568	183,23	
15,5235	1,7668	—	—	15,7262	15,6890	15,6890	0,1655	0,0937	302,26	
15,6645	1,9785	15,6440	1,9580	15,6868	15,6865	15,6866	0,0426	0,0215	69,35	
15,9847	2,4213	—	—	16,2705	16,2550	16,2550	0,2703	0,1116	360,00	
15,9264	2,4026	15,8320	2,3082	15,9445	15,9245	15,9245	0,0925	0,0385	124,19	
16,1525	2,4168	—	—	16,4400	16,4220	16,4220	0,2695	0,1115	359,68	
16,1320	2,4079	16,0466	2,3225	16,1656	16,1388	16,1388	0,0922	0,0383	123,55	
15,9360	2,3778	—	—	16,3003	16,1248	16,1229	0,1869	0,0786	253,55	
15,9810	2,4598	15,9201	2,3989	16,0775	16,0000	15,9950	0,0749	0,0304	98,06	
16,0202	2,4310	—	—	16,2845	16,1693	16,1620	0,1418	0,0583	188,06	
16,1556	2,4459	16,0912	2,3815	16,2290	16,1557	16,1550	0,0638	0,0261	84,19	
16,1684	2,4059	—	—	16,4857	16,3494	16,3460	0,1776	0,0738	238,06	
16,1740	2,5210	16,1055	2,4525	16,2740	16,1932	16,1903	0,0848	0,0336	108,39	
14,1692	0,4605	—	—	14,2800	14,2790	14,2784	0,1092	0,2371	764,84	
14,4050	0,8466	14,3432	0,7848	14,3750	14,3730	14,3728	0,0296	0,0350	112,90	





Burada:

E.Y.S.: Elektriki yük sayısı, me./  
m<sup>2</sup>.

N: Katyon değişim kapasite-  
si, me./100 gr.

A: Toplam spesifik yüzey a-  
lan, m<sup>2</sup>/gr.

6.02 × 10<sup>23</sup>: Avogadro sayısı

**Formül 5.**

$$Y.Y.Y. = \frac{N}{A} \times 10^{-6}$$

Burada :

Y.Y.Y.: Toprakların yüzey yük yo-  
ğunluğu, me./cm<sup>2</sup>.

N: Katyon değişim kapasite-  
si, me./100 gr.

A: Toplam spesifik yüzey a-  
lan, m<sup>2</sup>/gr.

10<sup>-6</sup>: Sabit bir değer

#### IV. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

##### Araştırma Konusu Toprakla- rın Dış, İç ve Spesifik Yüzeyleri

Toprak örneklerinin dış, iç ve toplam spesifik yüzeylerine ait değerler (Cetvel 3) de görülmektedir. Bu cetvelin tetkikinden anlaşılacağı üzere, m<sup>2</sup>/gr. olarak dış spesifik yüzey en fazla (385,81) 6 numaralı ve en az (58,06) 4 numaralı örneklerde; iç spesifik yüzey en fazla (282,26) 5 numaralı ve en az (84,84) 4 numaralı örneklerle toplam spesifik yüzey de en fazla (530,32) 5 numaralı ve en az (142,90) 4 numaralı örneklerde bulunmuştur. Kontrol olarak alınan montmorillonit kilinde dış, iç ve toplam spesifik yüzeyler sırasıyla 112,90, 651,94 ve 764,84 m<sup>2</sup>/gr. bulunmuştur.

##### Araştırma Konusu Toprakla- rın Yüzey Yük Yoğunlukları

Araştırmaya tabi tutulan toprak örneklerinin yüzey yük yoğunlukları ile beraber, toplam spesifik yüzeyleri ve katyon değişim kapasitelerine ait değerler topluca (Cetvel 4) de verilmiştir. Toprakların yüzey yük yoğunlukları 2,97 × 10<sup>-6</sup> me/cm<sup>2</sup> olarak en çok 1 numaralı örnekte ve 0,32 × 10<sup>-6</sup> me/cm<sup>2</sup> olarak da en az 5 numaralı örnekte bulunmuştur. Öte yandan, kontrol için kullanılan montmorillonit kilinde ise bu değer 1,58 × 10<sup>-6</sup> me/cm<sup>2</sup> dir. Aynı cetvelde, sözü edilen toprakların katyon değişim kapasiteleri de görülmektedir ki, bu değerler 100 gramda miliekivalan olarak 16,31 (13 numaralı toprak) ve 64,21 (1 numaralı toprak) arasında bir farklılık göstermektedir. Montmorillonitte ise bu değer 120,52 me/100 gr. olarak saptanmıştır.

##### Araştırma Konusu Toprakla- rın Elektriki Yük Sayıları

Araştırmaya konu toprak örneklerinin elektriki yük sayısı 17,88 × 10<sup>20</sup> me/m<sup>2</sup> olarak en fazla 1 numaralı örnekte ve 1,93 × 10<sup>20</sup> me/m<sup>2</sup> olarak en az da 5 numaralı örnekte saptanmıştır (Cetvel 5). Gene, örneklerin katyon değişim kapasiteleri, toplam spesifik yüzeyleri ve kontrol amacıyla kullanılan montmorillonit kiline ait değerler aynı cetvelde görülmektedir. Montmorillonit kilinde elektriki yük sayısı 9,51 × 10<sup>20</sup> me/m<sup>2</sup> dir.

## CETVEL 3

## Toprak örneklerinin dış, iç ve toplam yüzey alanları

Toprak örnek No.	Yüzey Alan (m <sup>2</sup> /gr.)		
	Dış yüzey alan	İç yüzey alan	Toplam yüzey alan
1	114,84	101,61	216,45
2	61,93	91,90	153,23
3	62,26	110,97	173,23
4	58,06	84,84	142,90
5	248,06	282,26	530,32
6	385,81	133,22	519,03
7	183,23	252,58	435,81
8	69,35	232,91	302,26
9	124,19	235,81	360,00
10	123,55	236,13	359,68
11	98,06	155,49	253,55
12	84,19	103,87	188,06
13	108,39	129,67	238,06
Montmorillonit	112,90	651,94	764,84

## CETVEL 4

## Toprak örneklerinin yüzey yük yoğunluklarına ait değerler

Toprak örnek No.	Toplam Yüzey alan (m <sup>2</sup> gr.)	Katyon değişim kapasitesi (me/100 gr.)	Yüzey yük yoğunluğu 10 <sup>-6</sup> (me/cm <sup>2</sup> )
1	216,45	64,21	2,97
2	153,23	25,56	1,67
3	173,23	22,75	1,31
4	142,90	21,35	1,49
5	530,32	16,97	0,32
6	519,03	19,22	0,37
7	435,81	20,45	0,47
8	302,26	16,89	0,56
9	360,00	22,13	0,61
10	359,68	18,76	0,52
11	253,55	18,13	0,72
12	188,06	19,73	1,05
13	238,06	16,31	0,69
Montmorillonit	764,84	120,52	1,58

## CETVEL 5

## Toprak örneklerinin elektriki yük sayılarına ait değerler

Toprak örnek No.	Toplam Yüzey alan ((m <sup>2</sup> /gr.)	Katyon değişim kapasitesi (me/100 gr.)	Elektriki yük sayısı 10 <sup>20</sup> (me/m <sup>2</sup> )
1	216,25	64,21	17,88
2	153,23	25,56	10,05
3	173,23	22,75	7,89
4	142,90	21,35	8,97
5	530,32	16,97	1,93
6	519,03	19,22	2,23
7	435,81	20,45	2,83
8	302,26	16,89	3,37
9	360,00	22,13	3,67
10	359,68	18,76	3,13
11	253,55	18,13	4,33
12	188,06	19,73	6,32
13	238,06	16,31	4,15
Montmorillonit	764,84	120,52	9,51

### A STUDY RELATED TO SPESIFIC SURFACE OF THE SOILS OF ATATÜRK UNIVERSITY FARM AREA

This study has been undertaken in order to detect the specific surface values of the soils of Farm Area of Atatürk University in Erzurum. As related to this subject it has been studied on the soil samples taken from the surface of different places on the area.

The area studied consists of young alluvial soils and extends from Karasu Channel in the north to Palandöken Mountains in the south.

The ethylene glycol sorbtion

method which is the most advisable one at present, was used in the determination of the specific surface of the soils of the area studied. The surface charge density and electrical charge numbers of the samples were found by calculating and by special formulas developed considering the values of cation exchange capacities and the total Specific surface area of the samples. The ammonium acetate method was used in determining cation exchange capacity.

The external, internal and the total specific surface of the soil samples varied between 61,93 and 385,81; 84,84 and 282,26; 142,90 and 530,32 m<sup>2</sup>/gm., respectively. These values for montmorillonite which was used as control were found as 112,90; 651,94 and 764,84 m<sup>2</sup>/gm. respectively.

The surface charge densities of the soil samples were between

$0,32 \times 10^{-6}$  me./cm<sup>2</sup> and  $2,97 \times 10^{-6}$  me/cm<sup>2</sup>. This value for montmorillonite was  $1,58 \times 10^{-6}$  me/cm<sup>2</sup>.

The values of the electrical charge numbers of the soils studied were found to be varied between  $1,93 \times 10^{20}$  me/m<sup>2</sup>. and  $17,88 \times 10^{20}$  me/m<sup>2</sup>. This value was obtained as  $9,51 \times 10^{20}$  me/m<sup>2</sup>. for montmorillonite.

### LİTERATÜR LİSTESİ

- Banin, A., Amiel, A. (1970) A Correlative Study of The Chemical and Physical Properties Of A Group Of Natural Soils Of Israel. Geoderma, An International Journal Of Soil Science, Volume 3, No. 3, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, sa: 185-198.
- Baver, L. D. Gardner, W. H. Gardner, W. R. (1972) Soil Physics. Fourth Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, sa: 11-21.
- Çelebi, H. (1971) Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliği Topraklarının Agregat Stabiliteleri ve Erozyona Mukavemetleri Üzerinde Araştırmalar. A. Üniversitesi yayınları No. 91, Ziraat Fak. yayınları No. 38, A. Ü. Basımevi, Erzurum, sa: 1-81.
- Grim, R. E. (1968) Clay Mineralogy. Second edition, Mcgrow-Hill Book Company, New York, sa: 463-465.
- Haan, F.A.M. (1965) The Interaction Of Certain Inorganic Anions With Clays and Soils. Wageningen Agricultural Research Reports, No. 655. Netherlands.
- Kinter, E. B., Damond, S. (1960) Pretreatment Of Soils and Clays For Measurement Of External Surface Area By Glycerol Retention. Pergamon Press, New York, sa: 123-133.
- Mazurak, A.P. (1966) Laboratory Notes Of Soil Physics. Agricultural College, Nebraska University, Lincoln, U.S.A.
- Mortland, M. M., Kemper, W. D. (1965) Specific Surface. Methods of soil analysis, Part I, American Society of Agronomy, Medison, Wisconsin, U.S.A., sa: 532-544.
- U. S. Salinity Laboratory Staff (1954) Diagnosis and Improvement Of Saline and Alkali

Soils. Agr. Handbook, No. 60,  
sa: 100, 101.

Yeşilsoy, M. Ş. İsmailçelebioğlu,  
Y. N. (1968) Doğu Anadolu'  
dan Bazı Toprakların Yüzey  
Genişliklerinin ve Yüzey Yük

Yoğunluğunun Tayini Üzerin-  
de Bir Çalışma. A.Ü. Ziraat  
Fakültesi Zirai Araştırma  
Enstitüsü, Araştırma Bülteni  
No. 24, A. Ü. Basımevi, Er-  
zurum, sa: 1-18.