GİRİŞ :


olan özelliklerı Endeks özelliklerı ve endeks özelliklerini saptamakta kullanılan metodlara da sınıflandırma metodları denmektedir.


Toprakların danı özellikleri, danelerin büyüklük ve biçim vekilli topraklarda en küçük danelerin minerolojik karakteridir. Ön önemli kütle özellikleri kohezyonsuz topraklarda nisbi sıkılık ve kohezyonlu topraklarda da kivandır.


I. DANE ÇAPI KARAKTERİSTİKLERİNE GÖRE TOPRAKLARIN SınıFLANDIRILMASI (TEKȘÜRE SİNFLANDIRMA)

Tekstürel sınıflandırma, toprakların sadece dane büyüklüğü ya da boyutu dağlımlı üzerine dayanır. Bu basit metod, topraktaki kum, silt ve kl fırıksıyonlarının yüze miktarlarını veren bir üçgen diyagram üzerinde toprakları sınıflandırmaktadır. Resim: 1, Birleşik Amerika Topraklar Büro'sunun tipik bir tekstürel sınıflandırma diyagramı ya da kartın göstermekteidir. Üçgen diyagram on isına boltmuş olup, genel adyla verilmiş olan herbir kızıl toprak tipini kabaca tarif etmekteidir.

Tekstürel sınıflandırma, başlıca kaba daneli toprakların tarifi ve tanımlanması için kullanılabilmektedir. Bu nedenle dane büyüklüğü dağlımına daha az dananan özellikler sahip kilili toprakların sınıflandırılması için uygun bir sınıflandırma sistemi deidir.

Tekstürel sınıflandırma kullanırken hangi dane büyüklüğü iskaların alındığı ve kullanıldığı dikkatle kayıt edilmelidir. Resim: 2 baskıda dane büyüklük iskalarını vermektedir. Resim: 3 ise İngiltere, Birleşik Amerika ve Avrupa elek boyutlarını y da daha büyüklerini kareli ve mukayese olarak göstermektedir. Mühendislikte kullanılan
ve en iyi bilinen iskalalar Avrupa iskali, Birleşik Amerika Genel Yollar Idaresi iskali ile Massachusetts Teknoloji Enstitüsü ve İngiliz Standartlar Enstitüsünün iskalalardır. Bu iskalalar daha sonra verilecek olan Casagrande sınıflandırması esas alınarak ve ondan yararlanarak yapılmışlardır ve kabul edilmişlerdir.

**İngiliz Standart Elekleri**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Elek No</th>
<th>Avrupa Standart Elekleri 10mm</th>
<th>Amerikan Standart Elekleri</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>6000</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>5000</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>4000</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>3000</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>2000</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>1500</td>
<td>6</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>1250</td>
<td>7</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>1000</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>750</td>
<td>9</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>500</td>
<td>10</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>300</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>200</td>
<td>12</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>150</td>
<td>13</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>100</td>
<td>14</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>75</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>50</td>
<td>16</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>30</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>20</td>
<td>18</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>15</td>
<td>19</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>10</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>7</td>
<td>21</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>5</td>
<td>22</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>4</td>
<td>23</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>3</td>
<td>24</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>2</td>
<td>25</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>1</td>
<td>26</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Resim:**

1. İSMM: Uluslararası Toprak İmi Cemiyeti
2. USBS: Birleşik Amerika Topraklar Bürżu
3. USTRA: Birleşik Amerika Genel Yollar Idaresi
4. MIT: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
5. BS: İngiliz Standartlar Enstitüsü

Resim: 2

Resim: 3
II. SIKIŞTIRMA SINIFLANDIRMASI

Bu sınıflandırma sistemi yalnızca smrl bir alanda benzer karakteristiklere sahip toprakların tetik edileceği yerlerde, toprak sınıflandırmasının çok basit ve kolay olarak yapılabileceği alt önek bir sistemdir. Bu sınıflandırmann. Woods tarafından Mississippi vadisinde büyük bir alan üzerinde fazlaça uniform toprakların bulunduğu yerlerde kullanılmıştır. Böyle yerlerdeki toprak tipi farklılar, standart sıkıştırma metoduyla tahmin edilen maksimum kuru yoğunluk ile uygun bir biçimde karşılıklar olarak ilkişine getirilmiş bulunmaktadır.

Woods'un sınıflandırma sistemi toprakları basit olarak ve aşağıdaki tablo görüldüğü gibi gruplara ayırılmış bulunmaktadır (Tablo : I).

<table>
<thead>
<tr>
<th>Maksimum kuru yoğunluk lb/ft³</th>
<th>Temel olarak genel değeri</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>&gt; 130</td>
<td>çok iyi</td>
</tr>
<tr>
<td>120 - 130</td>
<td>iyi</td>
</tr>
<tr>
<td>110 - 120</td>
<td>orta</td>
</tr>
<tr>
<td>100 - 110</td>
<td>fena</td>
</tr>
<tr>
<td>70 - 100</td>
<td>çok fena</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Bu sınıflandırma sistemi her yerde kullanılmamaktadır. Çünkü önemli bir karakteristik olsa da toprağın sadece bir tek karakteristiğinin saptanmasını esas almaktadır. Ve bu karakteristiğin, bir toprağın tüm karakteristikleri hakkında fikir edinmede, diğer bütün faktörleri hesaba katırsa da düşünülmemektedir.

III. CASAGRANDE SINIFLANDIRMASI

Casagrande tarafından yapılan orijinal sınıflandırma, toprakların muayyen grupları için tamamen uygun dejildir. Casagrande daha sonra, yapmış olduğu bu sınıflandırmayı biraz daha geliştirmiş ve iki alt grup daha ilave etmiştir. Bu genişletilmiş sınıflandırmının başlıca toprak grupları bir tablo halinde verilmiş bulunmaktadır (Tablo : II). Tablonun dördüncü sütununda topraklar grup sembolleri ile gösterilmiştir. Grup sembollerinde birinci yanı baştaki harfler altı esas toprak tipi-
<table>
<thead>
<tr>
<th>Ana Toprak Grupları</th>
<th>1</th>
<th>2</th>
<th>3</th>
<th>4</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>TANIMLAMA VE ARAZİDE TEŞHİS</strong></td>
<td><strong>ALT GRUPLAR</strong></td>
<td><strong>Grup sembolleri</strong></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kaba ve iri çakılar</td>
<td>Kaba ve iri çakılar</td>
<td>—</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Ekeresi 7,5 cm ile 7 no. lu İngiliz oğlunun kalan topkaların çekiciliğine göre kolyazlıkla teşhis edilebilirler. Kuru halde iken orta derecede ya da daha yüksek derecede sahip olmaları terkiplerin de bir miktar kılın bulunduğu gösterir. Kuru halde direnç çok az ise kılın bulunmadığı anlaşırlar.</td>
<td>Ince danesi ya çakı az ya da olmayan 5 derecelenmiş çakı kum karışımları</td>
<td>GW</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Ince danesi ya çakı az ya da olmayan 5 derecelenmiş çakı - kum karışımları</td>
<td>—</td>
<td>GC</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Ince danesi ya çakı az ya da olmayan 5 derecelenmiş çakı - kum karışımları</td>
<td>—</td>
<td>GU</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Ince danesi ya çakı az ya da olmayan 5 derecelenmiş çakı - kum karışımları</td>
<td>—</td>
<td>GP</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Çıkıșında çok,miktarla ince daneli kum - çakı kum karışımları</td>
<td>—</td>
<td>SW</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Yeraltı suyu koşulları</td>
<td>Yeraltı suyu koşulları</td>
<td>—</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Büyük ölçüde yükme deneysleri</td>
<td>Büyük ölçüde yükme deneysleri</td>
<td>—</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Kaliforniya taşımın oranı deneysleri</td>
<td>Kaliforniya taşımın oranı deneysleri</td>
<td>—</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Çakı ve çakık topkalar</strong></td>
<td><strong>Kumlar ve kumlu topkalar</strong></td>
<td><strong>KABA DANELİ TOPKALAR</strong></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

**NOT:** 11 ci sütundaki birim ağırlıklar düğümlü ağırlıkları 2.65-2.79 arasında bulunan topkalarla uygulanır.
### TABLO:
Casagrande'nin Genişletilmiş

<table>
<thead>
<tr>
<th>5</th>
<th>6</th>
<th>7</th>
<th>8</th>
<th>9</th>
<th>10</th>
<th>11</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Dane büyükliği</td>
<td>analizi LL ve PL</td>
<td>orta ile zayıf</td>
<td>orta ile çok yüksek</td>
<td>Haafis ile orta</td>
<td>Orta ile zayıf</td>
<td>&gt; 100 e &lt; 0,60</td>
</tr>
<tr>
<td>LL ve PL</td>
<td>Kuru yoğunluk ve nisbi sıkışma</td>
<td>orta ile zayıf</td>
<td>orta ile yüksek</td>
<td>orta</td>
<td>Pratik olarak geceş gen degil</td>
<td>&gt; 100 e &lt; 0,70</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabi şartlıda ve forinda kurutulduğun sonra LL ve PL</td>
<td>Rutubet muhteva veya yoğun orani</td>
<td>zayıf</td>
<td>orta ile yüksek</td>
<td>Orta ile yüksek</td>
<td>Zayıf</td>
<td>&gt; 90 e &lt; 0,90</td>
</tr>
<tr>
<td>Dane büyükliği</td>
<td>analizi LL ve PL</td>
<td>orta ile zayıf</td>
<td>orta</td>
<td>Orta ile yüksek</td>
<td>Orta ile zayıf</td>
<td>&gt; 100 e &lt; 0,70</td>
</tr>
<tr>
<td>LL ve PL</td>
<td>Tabakalarının, çatıları ve b.h.</td>
<td>orta ile zayıf</td>
<td>orta ile yüksek</td>
<td>Haafis</td>
<td>Yüksek</td>
<td>Orta ya da geceşen değil</td>
</tr>
<tr>
<td>Dane büyükliği</td>
<td>analizi LL ve PL</td>
<td>orta</td>
<td>Orta ile yüksek</td>
<td>Haafis</td>
<td>Yüksek</td>
<td>Orta ya da geceşen değil</td>
</tr>
<tr>
<td>LL ve PL</td>
<td>Konsolidasyon deneyleri</td>
<td>zayıf</td>
<td>Haafis</td>
<td>Yüksek</td>
<td>Orta ya da geceşen değil</td>
<td>&gt; 95 e &lt; 0,80</td>
</tr>
<tr>
<td>Dane büyüküğü</td>
<td>analizi LL ve PL</td>
<td>orta ile yüksek</td>
<td>Yüksek</td>
<td>Zayıf</td>
<td>&gt; 100 e &lt; 0,70</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>LL ve PL</td>
<td>Büyük eğilme ve eğilme deneyleri</td>
<td>zayıf ile çok zayıf</td>
<td>Çok haafis</td>
<td>Yüksek</td>
<td>Pratik olarak gen degil</td>
<td>&gt; 90 e &lt; 0,90</td>
</tr>
<tr>
<td>Tabi şartlıda ve forinda kurutulduğun sonra LL ve PL</td>
<td>CHR deneyi, ko- me deneyi, diğer direnç deneyleri</td>
<td>Zayıf ile çok zayıf</td>
<td>Çok zayıf</td>
<td>Çok haafis</td>
<td>Pratik olarak gen degil</td>
<td>&gt; 100 e &lt; 0,70</td>
</tr>
<tr>
<td>Rutubet muhteva ve konsolidasyon deneyleri</td>
<td>Fevkalade zayıf</td>
<td>Haafis</td>
<td>Çok yüksek</td>
<td>Orta ile zayıf</td>
<td>—</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Not:** 11 ci sütunaki birim sattıkkır ornegeli sattıkkır 2,65-2,79 arasında bulunan topraklara uygulanır.

2. İNCE DANELI TOPRAKLARIN TESİSİ

İnce toprakların teşhisinde Resim: 4 de görülen plastisite diyagramından istifade edilir. Her toprak kendine tekabul eden noktayı bu diyagram üzerinde bulunacağı alana göre gruplandırılmaktadır.


Organik toprağın çöğu, örneğin silt ve killer malik oldukları yüzde kırk ile yüzde yüzünün üzerinde likit limit değerleri ve yüzde beş ile yüzde onbeş arasındaki plastisite endeks değerleri ile A-çizgisinin epey altında bulunurlar. Bu toprağın çöğu alliyondur. Turlar yüzde birkaç yüz gibi yüksek likit limitlere malikkat plastik plastisite endekleri çok küçültür.

3. ARAZİDE TESİS

Kaba daneli topraklar arazide gözle yapılan gözlemleleri oldukça kolay ve iyi olarak teşhis edilebilirler. Dane büyüklükleri tercih belir-

İnce daneli topraklar aşağıdaki özelliklerinin saptanması için yapılacak muayeneler ve gözlemler sonucu tefrık edilirler:

a — Kabarna
b — Plastisite özellikleri
c — Kuru ezilme direnci
d — Renk
e — Koku
f — Dokunma duygusu ile

a. Kabarna

İslak bir toprak örneği el ayası içinde çalananlar. Eğer toprak kabarna özelliğine sahipse yüzeyinde serbest su görülür. Örnek parmaklar arasında sıkılsa bu su kaybolur ve toprak sert ve gevrek bir hal alır.

Bir örneğin bu deneyde sıradan reaksiyon göstermesi, toprağın plastik olmayan uniform incé kum (SU), inorganik silt (ML) ve diatomeli toprak (MH) karakterinde olduğunu gösterir. Üniform plastik azalırken reaksiyon gittikçe daha geç olmaya başlar. Çalıştama dene-yine çok az reaksiyon gösteren topraklar inorganik kilerin bir çözü (CL, CI, CH) ile yüksek derecede plastik organik kiler (CH) dir.

b. Plastisite özellikleri

Muayene edilecek kohezyonzu topraktan yumuşak bir topak, el içinde ince silindirler teşkil edinceye kadar yuvarlanır. Sertliğin artmaya başlaması plastik limite yaklaşığı gösterir. Sonra toprak tekrar topak haline getirilir ve tekrar el içinde yuvarlanır. Bu deneye toprak ufalanmaya başlayana kadar devam edilir ve bu arada toprağın sertliğine ve sağlamlığına dikkat edilir.

Toprağın plastisite diagramındaki durumu A-çizgisine nazaran ne kadar yüksekse ise, plastik limit civarında ince silindir şeklindeki ön-


c. Kuru ezilme direnci

Havadaki kurumus bir toprak örneği parmaklar arasında ezilir ve ezilmeye karşı direnci incelenir. Tablo. III çeşitli topraklar için tipik kuru ezilme direnci özelliklerini vermektedir.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kuru ezilme direnci</th>
<th>Toprak Tipleri</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Sıfır</td>
<td>Plastik olmayan ML, MI ve MH grubu topraklar</td>
</tr>
<tr>
<td>Zayıf</td>
<td>A-çizgisinin altında düşük plastisite topraklar ya da A-çizgisinin biraz üstünde bulunan bazı çok siltli kiler (CL)</td>
</tr>
<tr>
<td>Ortta</td>
<td>CL ve CI grubu topraklarının çoğu, CH, MH ve OH grubundan A-çizgisine yakın olanlar</td>
</tr>
<tr>
<td>Yüksek</td>
<td>CH grubu topraklarının çoğu, A-çizgisinin epey üstünde bulunan CL ve CI grubu topraklar A-çizgisinin yakınındaki bazı OH grubu topraklar</td>
</tr>
<tr>
<td>Çok yüksek</td>
<td>A-çizgisinin epey üstünde bulunan CH grubu topraklar</td>
</tr>
</tbody>
</table>


d. Renk

Genellikle gri, kahverenge ve siyah gibi koyu renkler organik toprakları gösterir. Buna karşılık açık renkler ise çoğu kez inorganik toprakların karakteristikidir.
e. **Koku**

OL ve OH grubundaki organik toprakların çoğu kez kendilerine özgü kokuları mevcuttur. Bu teşhis metodu imkan dahilinde taze toprak örneklerine tatbik edilmelidir.

f. **Dokuma duygusu ile**


IV. **İNGILTERE YOL ARAŞTIRMA LABORATUVARI SINIFLANDIRMASI**

Daha önce yukarıda açıklanmış bulunan Casagrande'nin geliştirilmiş sınıflandırma sisteminden yararlanarak İngiltere Yol Araştırma Laboratuvarı aşağıdaki gruplandırına biçimini esses almaktadır:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Esas toprak tipi</th>
<th>Sembol</th>
<th>Alt gruplar</th>
<th>Sembol</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Kaba daneli topraklar</td>
<td>çakıl</td>
<td>İyi derecelenmiş, ince dane yok ya da çok az</td>
<td>W</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>kum</td>
<td>İyi derecelenmiş, uygun kil bağlayıcısı var</td>
<td>C</td>
</tr>
<tr>
<td>Ince daneli topraklar</td>
<td>silt</td>
<td>Üniform olarak derecelenmiş, ince dane yok ya da çok az</td>
<td>U</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>kil</td>
<td>Fena derecelenmiş, ince dane yok ya da çok az</td>
<td>P</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>organik silt ve kil</td>
<td>Fena derecelenmiş, göz çarparak kadar ince daneli ya da iyi derecelenmiş fazla ince daneli</td>
<td>F</td>
</tr>
<tr>
<td>Lıfli topraklar</td>
<td>turba</td>
<td>Düşük sıkıştırılabilme kabiliyetinde (LL&lt;35)</td>
<td>L</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Orta sıkıştırılabilme kabiliyetinde (LL = 35 - 50)</td>
<td>I</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Yüksek sıkıştırılabilme kabiliyetinde (LL &gt; 50)</td>
<td>H</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>Alt grup yoktur</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Yukarda verilmiş bulunan gruplandırımda, kaba daneli toprakların dane büyüklüğü dağılımlının tanımlanmasına kullanılan terimlerin anlamları aşağıdaki gibidir:

- **İyi derecelenmiş:** Dane büyüklüklerinin geniş bir aralıktır üzerinde, herhangi bir dane büyüklüğünün fazla ya da eksik olmaksızın bulunduğu biçimde bir dane büyüklüğünü dağılımına sahip topraklardır. Yani en büyüyünden en küçütüne kadar bütün danelere yer derecede sahip olan topraklardır.

- **Fena derecelenmiş:** Bazı dane büyüklüklerini daha fazla, diğerlerini ise eksik olarak ihtiva eden biçimde bir dane büyüklüğü dağılımına sahip topraklardır. Yani üççamalı olarak derecelenmiştir. Yani bir ya da daha fazla büyüklükte olan daneler mevcut değildir (Resim: 5).

- **Üniform olarak derecelenmiş:** Dane büyüklükleri çok sınırlı bir aralık üzerinde yayılım biçimde bir dane büyüklüğü dağılımına sahıp topraklardır. Ŷani çoğu daneler takriben aynı büyüklüktedir. Örneğin fena derecelenmiş fakat sadece ve bir aralıktan diğer dane büyüklüklerinden az fakat bir dane büyüklüğünden fazla bir ihtiyaç eden topraklardır. *Bunlara kapalı derecelenmiş* de denir.
V. BİRLEŞİK AMERİKA DEVLET KARAYOLLARI İDARESİ SINIFLANDIRMASI


- Dane büyüklüğü dağılımı
- Likit limit
- Plastisite endeksi
- Büzülme limiti
- Arazi rutubet es geçeri
- Laboratuvar rutubet es geçeri dir.


VI. BİRLEŞİK AMERİKA DEVLET KARAYOLLARI MENSUPLARI BİRLİĞİ (AASHO) SINIFLANDIRMASI

Bu sınıflama gereklilik, çeşitli özelliklerin tespiti ile ilgili yukarıda verilmiş bulunan gerekli deney sayısı altıdan, ilk üç deneye indirilmiş ve yeni alt gruplar ve yeni bir grup endeks sistemi ilavesiyle yeni bir sınıflandırma sistemı önerilmiştir. Bu değişikliğin maksadi, taban topraklarının sınıflandırılması için uygun bir sistem bulmak ve alıncı arazide toprak tipleriyle daha yakın bir uyguluk sağlamak ve gözle müdahale yardım etmektir. Bu yüzden sistemde en büyük fark, orijinal sistemde olduğu gibi sadece ince daneli toprakları değil, bütün toprakları içersine almasıdır. AASHO'nun uzun yıllar yapılan denemeleri da-
yanarak ortaya koyduğu bu sınıflama memleketimizde de Karayolları İdaresi tarafından kabul edilmiş bulunmaktadır.

Bu yeni sınıflandırmada diğer ve en önemi bir değişiklik de, temiz çakılar ve kaba kumların A-3 grubundan A-1 grubuna transferi ve bunların bir taban malzemesi olarak ince kuma nazaran üstün olan değerlerini tanımada olmuştur.


Bu yeni sisteme göre, grupların birbirinden ayrılması sağlayan deneyler ve bunlarla tesbit edilen özellikler şunlardır:

- Dane büyüklüğü dağılımı
- Likit limit
- Plastik limit
- Plastisite endeksi
- Grup endeksi

Burada yukarıda verilmiş bulunan ilk dört husus için tablolarda verilen bilgi ile yetinilmiştir. Bu nedenle sadece grup endeksi ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

**GRUP ENDEKSI**

dır.

Grup endeksi bir formül yardımıyla hesap edilmekte olup, bu formül esas itibariyle toprağın 200 No. lu standart elektren geçen miktarı ile likit limit ve plastisite endekslarının bir fonksiyonudur. Toprakların grup endeksi sıfır ile yirmi arasında değerler almaktadır.

Grup endeks formülü:

\[ GI = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd \]
### TABLO: V
Birleşik Amerika Devlet Karayolları Mensupları Birliği (AASHO) nun Toprak Sınıflandırması

<table>
<thead>
<tr>
<th>GENEL SINIFLANDIRMA</th>
<th>DANELI MALZEMELER</th>
<th>SILT-KIL MALZEMELER</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>GRUP SINIFLANDIRMA</td>
<td>% 35 ye da daha az kum 200 No. tu elekten geçen malzeme</td>
<td>% 35 den fazla kum 200 No. tu elekten geçen malzeme</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Elek analizleri, yıldız geçen</th>
<th>A-1</th>
<th>A-3*</th>
<th>A-2</th>
<th>A-4</th>
<th>A-5</th>
<th>A-6</th>
<th>A-7</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>10 No. tu elek</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>40 No. tu elek</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>200 No. tu elek</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>40 No. tu elekitten geçen kumun özelliklerini:</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Likit limit</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Plastite endeksi</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Grup endeksi</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Tabaan malzemesi olarak elverişlilik değeri</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

TOPRAK SINFANLARININ SAPTANMASI: Toprakların dahil olduklarını toprak gruplarının sıralanması, yukarıda verilmiş bulunan bazı unsurların tespiti ile yapılmaktadır. Bu unsurlar sırasıyla, elek analiz sonuçları, likit limit, plastite endeksi ve grup endeksi değerleridir. Bu unsurlar saptanırken, tabloda soldan sağa doğru sıralanmış, gruplara elverişim etmek suretiyle, hangi grubun karakteristiklerine uygun ise bu topok a grubu dahil edilmektedir.

*) A-3 grubunun A-2 grubundan öne almılmış olmasına rağmen soldan sağa doğru yapılan elemenasyon iki bakımından gereklidir, bu A-3 grubuna dahil olan toprakların A-2 grubundakilerden daha iyı özellikli olduğu anlamına gelmez.

**NOT:** Tabloda verilen bütün limit değerleri tam sayıdır. Eğer deneyde elde edilen sonuçlar tam sayı değişse, sınıflandırma maleşmeleri için bunu en yakın tam sayıya çevrilir.

### TABLO: VI
Birleşik Amerika Devlet Karayolları Mensupları Birliği (AASHO) nun Toprak Sınıflandırması (Alt grupları ile)

<table>
<thead>
<tr>
<th>GENEL SINIFLANDIRMA</th>
<th>DANELI MALZEMELER</th>
<th>SILT-KIL MALZEMELER</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>GRUP SINIFLANDIRMA</td>
<td>(% 35 ye da daha az kum 200 No. tu elekten geçen malzeme)</td>
<td>(% 35 den fazla kum 200 No. tu elekten geçen malzeme)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Elek analizleri, yıldız geçen</th>
<th>A-1</th>
<th>A-2</th>
<th>A-3*</th>
<th>A-4</th>
<th>A-5</th>
<th>A-6</th>
<th>A-7</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>10 No. tu elek</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>40 No. tu elek</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>200 No. tu elek</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>40 No. tu elekitten geçen kumun özelliklerini:</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Likit limit</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Plastite endeksi</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Grup endeksi</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Tabaan malzemesi olarak elverişlilik değeri</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

TOPRAK SINFANLARININ SAPTANMASI: Toprakların dahil oldukları toprak gruplarının sıralanması, yukarıda verilmiş bulunan bazı unsurların tespiti ile yapılmaktadır. Bu unsurlar saptanırken, tabloda soldan sağa doğru sütunlar, gruplara elverişim etmek suretiyle, hangi grubun karakteristikleri uygun ise bu toprak a grubu dahil edilmektedir.

*) A-3 grubunun A-2 grubundan öne almılmış olmasına rağmen soldan sağa doğru yapılan elemenasyon iki bakımından gereklidir, bu A-3 grubuna dahil olan toprakların A-2 grubundakilerden daha iyı özellikli olduğu anlamına gelmez.

**+** A-7-5 alt grubunun plastite endeksi (Likit Limit-30) dan daha yüksekdir.

**++** Grup endeksi değerlerinin sırasının grup endeksi formülüne bakıra, grup endeksi değerleri grup sembollerinin sonuna parantes içinde gösterilmelidir. Örneğin A-2-6 (8), A-4 (5), A-6 (12), A-7-5 (17) gibi.
a = 200 No. lu elekten geçen yüzde değerinin 35 den büyük, 75 den küçük olan kısımdır. Bu nedenle 0 ile 40 arasında değerler almaktadır. Buradan anlaşılacağı gibi 200 No. lü standart elekten geçen kısmı yüzde 35 den az olan topaklar için a = 0 ve yüzde 75 den fazla olan toplar için de a = 40 dir. Diğer bir ifade ise 200 No. lü standart elekten yüzde 75 inden fazlası geçen toplar için de bu yüzde değeri 75 olarak alınır.

b = 200 No. lü elekten geçen yüzde değerinin 15 den büyük, 55 den küçük olan kısımdır. Bu nedenle 0 ile 40 arasında değerler almaktadır. Bundan dolayı 200 No. lü elekten geçen kısmı yüzde 15 den az olan toplar için b = 0 ve yüzde 55 den fazla olan toplar için de b = 40 dir. 200 No. lü elekten yüzde 55 inden fazlası geçen toplar için de bu yüzde değeri 55 olarak alınır.

c = Likit limit değerinin 40 dan büyük ve 60 dan küçük olan kısımdır. Bu nedenle 0 ile 20 arasında değerler almaktadır. Bundan dolayı likit limiti 40 dan az olan toplar için c = 0 ve 60 dan büyük toplar için de c = 20 dir. Diğer bir deythe likit limiti 60 'dan aşan toplar için de bu yüzde değeri 60 olarak alınır.

d = Plastisite endeksi değerinin 10 dan büyük ve 30 dan küçük olan kısımdır. Bu nedenle 0 ile 20 arasında değerler almaktadır. Bundan dolayı plastisite endeksi 10 dan küçük olan toplar için d = 0 ve 30 dan büyük olan toplar için de d = 20 dir. Diğer bir ifadeyle plastisite endeksi 30 'dan aşan toplar için de bu yüzde değeri 30 olarak alınmaktadır.


1. Toprak gruplarının tanımı
a — Daneli malzemeler:
Yüzde 35 ve daha az kısmi 200 No. lü elekten geçen malzemelerdir.
— A-1 Grubu:
Bu grubun tipik materyali taş parçaları çakıl, kaba kum, ince kum ile plastik olmayan (nonplastik) ya da çok az derecede plastik bağlayıcının iyi derecelenmiş bir karışımdır. Bu grup, toprak bağlayıcısı olmayan taş parçalar, çakıl, kaba kum, volkanik çürüf ve benzeri materyali de içine almaktadır.
- **A-1-a Alt gruba:**

Esas itibariyle içinde iyi derecelenmiş bağlayıcı toprağı olan ya da olmayan taş parçaları, çakıl ya da kaba kum bu alt gruba dahil bulunmaktadır.

- **A-1-b Alt gruba:**

Büyük kısmı itibariyle kaba kum olan ve iyi derecelenmiş bağlayıcı toprağı ihtiva eden ve etmeyen malzemeler bu alt gruba aittir.

- **A-3 Gruba:**

Bu grubun tipik malzemesi silt ve kil bağlayıcı ihtiva etmeyen ya da çok az miktarında plastik olmayan silt ihtiva eden ince plaj kumu ve çöllerin olgunleursi kaba kum ve çakıldan oluşan akarsu birikintileri de bu gruba girmektedir.

- **A-2 Gruba:**


- **A-2-4 ve A-2-5 alt grupları:**


- **A-2-6 ve A-2-7 alt grupları:**


**b — Silt-kil malzemeleri:**

Yüzde 35 den fazlası 200 No. ile elekten geçen silt-kil malzemeleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Resim 8):

- **A-4 Grubu:**

Bu grubun tipik malzemesi yüzde 75 ya da daha fazla kısmını 200 No. ile elekten geçen plastik olmayan ya da orta derecede plastik olan siltli topraklardır. Ayrıca ince siltli topraklarla yüzde 64 ya da daha az miktarı 200 No. ile ek olarak kalan kum ve çakıl karışımları da bu gruba dahil bulunmaktadır. Bu grubun grup endeks değerleri 1 ile 8 arasında değişmekte olup, kaba malzemenin ıtıran oranının artması ile grup endeks değeri de küçülmektedir.

- **A-5 Grubu:**

A-6 Grubu:

Bu gruba giren toprakların tipik malzemesi genellikle yüzde 75 i 200 No. lu elekten geçen plastik kıl topraklardır. Bunun dışında yüzde 64 ve daha az kısmi 200 No. lu elek üzerinde kalan kum ve çakıl ile ince kılıf toprak karışmalarını da içine almaktadır. Bu gruptaki malzemeler kuru ve rutubetli durumlar arasında büyük hacim değişiklikleri gösterirler. Grup endeks değeri 1 ile 16 arasında değişmekte olup, plastisite endeksi arıtıp kaba malzeme oranı azaldıkça, bu değer bu sınırlar içersinde kalmak üzere yükselmektedir.

A-7 Grubu:


A-7-5 alt Grubu:

Likit limite bağlı olarak orta derecede plastisite endeksinin sahip olan, önemli miktarda hacim değişikleri gösterebilen yüksek derecede elastik malzemeler bu alt gruba dahil bulunmaktadır.

A-7-6 alt grubu:

Bu alt grup likit limite bağlı olarak yüksek plastisite endeksinin sahip olan ve çok önemli hacim değişikliklerine maruz kalabilen malzemeleri kapsamaktadır.

Orijinal sınıflandırmanın A-8 grubu

Bu grubun tipik malzemesi, çoğu kez stabiliteyi olmayan bataklık sahalarında turba ya da bataklık toprağıdır. Bunların düşük yoğunluk, yüksek sıkıştırılabilme kabiliyeti, yüksek su muhtevası ve yüksek organik madde muhtevası ile karakterize edilirler.

VII. BİRLƏŞİRİLMİŞ SINIFLANDIRMADA

Diğer bir toprak sınıflandırma sistemi de fazlaça kullanılmaktadır. Bu sınıflandırma Casagrande’nin hava meydanları sınıflandırmasının biraz daha geliştirilmişle meydana gelmiştir.

Birleştirilmiş sınıflandırma sistemi, dane büyüklüğü dağılımı yada tekstürel sınıflandırmadan yararlanarak toprağın tekstürel karakteristiklerini mühendislik özelliklerini veren sınıflandırmayla birleştirmiştir. Daha başka bir ifadeyle bu sistem dane büyüklükleri ve bunların dağılımı ve ince danelerin plastisite özellikleri üzerine kurulmuştur.

Sistem toprağın mühendislik özelliklerini esas almakta olup, tabi bıkolay ve tasvir kabiliyeti yüksekitter. Hem arazi ve hem de laboratuvara intibak edebilmektedir. En büyük avantajı da, laboratuvarda gerek olmakizin araçda gözlem ve basit el deneyleriyle toprağı sınıflandırmak olanağa sahip olmasıdır.

Sınıflandırma esasları aşağıdaki bir tablo halinde verilmiştir (Tablo: VII). Burada bütün topraklar 15 gruba ayrılmış olup, her grup iki harfle ifade edilmistir. Aşağıda verilmiş bulunan bu harfler muayyen toprak tipi karakteristiklerinin sembolleridir:

| G | — çakıl |
| S | — kum |
| M | — plastik olmayan ya da düşük plastisite ince daneler |
| C | — plastik ince daneler |
| Pt | — turba, humus, bataklık toprağı |
| O | — organik madde |
| W | — iyi derecelenmiş |
| P | — fena derecelenmiş |
| L | — düşük likit limit |
| H | — yüksek likit limit |


Tabloda, toprak gruplarının arazi ve laboratuvar teşhislerine ilgili bilgiler ayrıntılarıyla verilmiş bulunmaktadır.
**TABLO: BİRLİSTE RiLIRiMiŞ TöPRAK**

<table>
<thead>
<tr>
<th>ESAS SINIFLANDIRMA</th>
<th>GRUP SEMBOLLERİ</th>
<th>TİPİK ÖRNEKLER</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>KABA DANELİ TOPRAKLAR</strong> (% 60 den fazla 200 no. da tekli sit🤔ılın kahrı)</td>
<td>GW</td>
<td>İnçe danesi çok az ya da hiç olmayan iyi derecelenmiş çakıl ve çakıl-kum karışımışları</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>GP</td>
<td>İnçe danesi çok az ya da hiç olmayan fena derecelenmiş çakıl ve çakıl-kum karışımışları</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>GM</td>
<td>Siltli çakırlar, çakıl-kum-silt karışımışları</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>GC</td>
<td>Kılı çakırlar, çakıl-kum-kılı karışımışları</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>SW</td>
<td>İnçe danesi çok az ya da hiç olmayan iyi derecelenmiş kumlar ve çakıl-kum kumlar</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>SP</td>
<td>İnçe danesi çok az ya da hiç olmayan fena derecelenmiş kumlar ve çakıl-kum kumlar</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>SM</td>
<td>Siltli kumlar, kum-silt karışımışları</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>SC</td>
<td>Kılı kumlar, kum-silt karışımışları</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>KUM-Lİ TOPRAKLAR</strong> (% 30 den fazla 4 no. da tekli sit🤔ılın kahrı)</td>
<td>ML</td>
<td>İnorganik sitler, çok iince kumlar, taş sular, siltli veya kılı kumlar</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>CL</td>
<td>Düşük-orta plastisitli inorganik kiler, çakıllı kiler, kumu kiler, siltli kiler, sazyır kiler</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>OL</td>
<td>Organik sitler ve düşük plastisitli organizan sitler kiler</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>MH</td>
<td>İnorganik sitler, mikali ve diatomeel iince kumlar veya siltler, elatik sitler</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>CH</td>
<td>Yüksek plastisitli inorganik kiler, yağlı kiler</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>OH</td>
<td>Orta-yüksek plastisitli organik kiler</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Pt</td>
<td>Tuba ve düşer faala organik topraklar</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**SINIFLANDIRMA**

<table>
<thead>
<tr>
<th><strong>LABORATUVAR SINIFLANDIRMA ESASLARI</strong></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Uniformlu kat sayısı:</strong></td>
</tr>
<tr>
<td>[ C_u = \frac{D_{80}}{D_{10}} &gt; 4 ]</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Egrilik kat sayısı:</strong></td>
</tr>
<tr>
<td>[ C_e = \frac{(D_{40})^2}{D_{10} \times D_{10}} = 1 - 3 ]</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**GW grubu için istenen şartları karşılamanlar**

Atterberg limitleri A çığışının altında PL eri 4 den büyük
Atterberg limitleri A çığışının üstünde ya da PL eri 4-7 arasında ise geçerli bol kahrı.

**Uniformlu kat sayısı:**

\[ C_u = \frac{D_{80}}{D_{10}} > 6 \]

\[ C_e = \frac{(D_{40})^2}{D_{10} \times D_{10}} = 1 - 3 \]

**SW grubu için istenen şartları karşılamanlar**

Atterberg limitleri A çığışının altında PL eri 4 den büyük
Atterberg limitleri A çığışının üstünde ya da PL eri 4-7 arasında ise geçerli bol kahrı.

---

**İnçe Danesi Toprakları Laboratuvar Siniflandirması için Plastisite Diyagramı**

Lihtid limiti say−arı olan toprak−larla plastisite endeksinin bül−yimesi ile sağ−lanan ve kuru direnç de art−maktadır.

---

**Not:**

\[ D_0 = \text{Maksimum } \% 60 \text{ mm kendiinden küçük olduğu boyut} \]

\[ D_{10} = \text{Maksimum } \% 10 \text{ mm kendiinden küçük olduğu boyut} \]
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 67.


İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt XVIII, Sayı 1.

İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XIX, Sayı 1.

British Standards Institution, London.

E and F.N. Spon, London.

DSİ: 1960. İnşai Bakımdan Toprakların Tanıtı
DSİ Genel Müdürlüğü Etüd ve Planlama Rehberi, No. 11-22.

KGM.: 1953 Yol Yapımında Toprak.
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından No. 18/10.

Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından No. 144.

RRL: 1968. Soil Mechanics for Road Engineers.
Her Majesty's Stationary Office, London.

İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınlarından No. 1744/882, İstanbul.

John Wiley and Sons, Inc. London.

İ.T.U. İnşaat Fakültesi Yayınlarından.