

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

27

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

1

1977

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



KASTAMONU MINTIKASI ORMAN YOLLARINDA ÜST YAPI TEKNIĞİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR¹⁾

Doç. Dr. Turgay AYKUT²⁾

GİRİŞ

Memleketimizde son yıllarda kesilen ve taşınması gereken odun hacminin önemli oranda artışı karşısında, bu materyalin en seri bir biçimde satış depolarına ya da fabrikalara taşınması gerekmektedir. Bu gereği yerine getirmek için yeni ve güçlü taşıma araçlarına ve bu araçlarla taşımayı sağlayabilecek nitelikte yollara gereksinme bulunmaktadır.

Bilindiği gibi memleketimizde orman yollarının çok önemli bir kısmı kaplamasız ve temelsiz toprak yol niteliğindedir. Ve yine büyük bir kısmını itibariyle hendek, menfez ve köprü gibi drenaj tesislerinden yoksundur, ya da bu tesisler yeterli değildir. Orman yollarının bu durumu yukarıda ifade edilen ve olması gereken her mevsimde trafiğe elverişliliği ve ağır yükleri süratli bir biçimde taşımayı sağhyamamaktadır.

Bu nedenle tüm orman mntıklarında orman yollarının süratle ve fakat üst yapı inşaat tekniğine uygun bir biçimde ve de ekonomik bir üst yapıya kavuşturulması gerekmektedir.

Orman yollarında uygun bir üst yapı daima sağlam bir toprak taban üzerine getirilir. Bundan dolayı sağlam ve elverişli bir taban toprağının seçimi herhangi bir inşaat projesinde birinci ve en önemli bir problem olarak ele alınmalıdır.

Toprağın bu özelliği ve orman yollarında uygulanabilecek üst yapı tekniğinde işgal ettiği önemli yeri nedeniyle, inşaat malzemesi olarak incelenmesi daha da önem kazanmaktadır. Bu araştırmayla Kastamonu mntikasında taban topraklarının etüdlerinin yapılacağı örnek bölge olarak Handüzü Bölgesi seçilmiş ve bu bölgede mevcut yolların taban topraklarının etüdüleri yapılmıştır.

¹⁾ Bu yazı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman İşletme İnşaatı Kürsüsünde aynı isim altında hazırlanmış bulunan Doçentlik Tezinin özetidir.

²⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi Orman İşletme İnşaatı Kürsüsü Öğretim Üyesi.

Yapılmış bulunan taban topraklarının etüdleriyle adı geçen bölgede inşa edilmiş bulunan yolların taban toprakları yol inşaatı yönünden sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmanın yapılmasıyla ilgili yöntemler de açıklanmış bulunmaktadır.

Ayrıca, orman yollarında üst yapı kalınlığını saptama yöntemlerinden orman yolları için en uygun olan grup indeksi yöntemi, Handüzü bölgesi orman yollarının üst yapı kalınlığının saptanmasında uygulanmıştır. Bundan sonra, orman yollarında uygulanabilecek üstyapı tipleri verilmiş ve son olarak da orman yolları inşaatının iklim faktörleri açısından plânlanması konusu ele alınmıştır.

Birinci Bölüm

ARAŞTIRMA İÇİN GEREKEN ÖN BİLGİLER

I. YOL İNŞAATINDA İNŞAAT MALZEMESİ OLARAK TOPRAK

Toprak terimi Lâtince'de «solum» kelimesinden gelmektedir. Solum terimi bugün kullanılmakta bulunan modern toprak terimi ile aynı anlamdadır.

Toprak teknolojisi açısından mühendislik problemlerinin çözümünde pratikte faydalanılan ve ulaşılabilen yeryüzü kabuğunun tamamını kapsamaktadır. Mühendislik açısından toprak terimi sadece pedologlarınkinden ibaret olmayıp buna aynı zamanda pekişmiş kaya tabakaları ile arz yüzeyi arasında ve içinde bulunan su gibi diğer pekişmemiş maddeleri de ilâve etmek gerekmektedir. Dolayısıyla mühendislerin toprak terimine bütün kaba daneli toprak materyalini ya da tüm toprak profilini ve hatta bazan ana kayayı teşkil eden pekişmiş durumdaki kayayı da dahil etmek gereklidir.

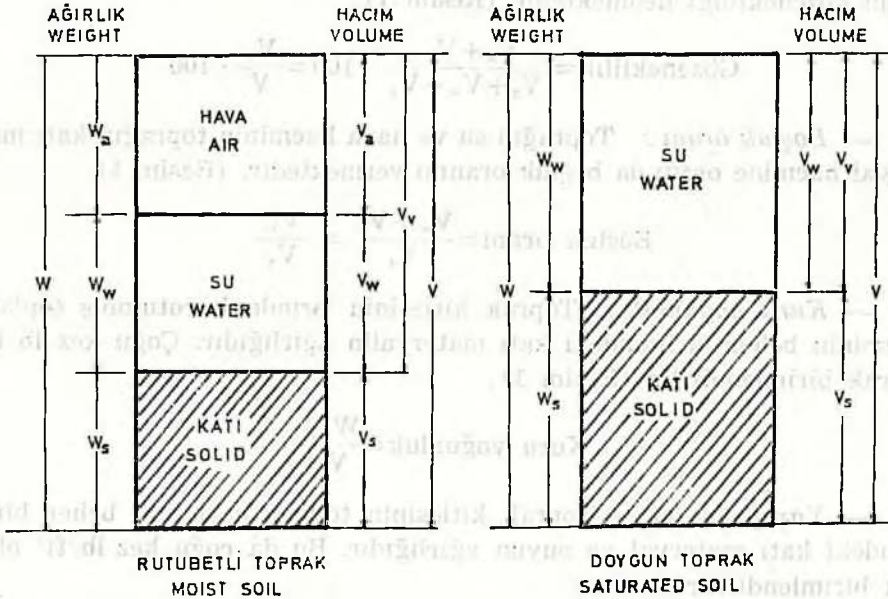
Mühendislik özellikle yol mühendisliği bakımından toprak, hava etkisi çürüme ya da kimyasal etki gibi tabii etkiler sonucu meydana gelen, yeryüzünde ya da yakınında bulunan dağılmış kaya artıkları ya da tabakaları olarak tanımlanabilmektedir. Bu nedenle mühendislik bakımından zeminin etüdü tamamen değişik yönlerde olmaktadır. Mühendis esas itibariyle zeminin mukavemeti ile ilgilenir. Zeminin mukavemetini arttıran yüksek yoğunluk, yüksek iç sürtünme ve kohezyon, düşük rutubet oranı gibi özellikler ise o zeminin ya da toprağın tarımsal değerini azal-

tıcı yönde etki yaparlar. Bir mühendis zemini kendisini ilgilendiren diğer yapı malzemeleri gibi düşünür ve etüd eder.

Bu nedenle toprağın teknik yönden karakteristiklerini ve toprağı meydana getiren unsurların kısaca gözden geçirilmesi yararlı görülmüş bulunmaktadır.

II. TOPRAĞIN TEKNİK YÖNDEN KARAKTERİSTİKLERİ

— *Rutubet Muhtevası* : Toprağın rutubet ya da su muhtevası aynı birim ya da kitle içindeki toprağın katı meteryalinin ağırlığının yüzde oranı olarak ifade edilmektedir (Resim 1).



Resim 1. Toprağın kısımları

Fig. 1. Phases of soil

$$\text{Rutubet muhtevası} = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

Burada W_w topraktaki suyun ağırlığı, W_s de aynı birim içindeki katı materyalin firında kurutulmuş ağırlığıdır.

— *Hava Muhtevası* : Toprağın hava muhtevasını bir ağırlık esaslı üzerinden tanımlamak mümkün değildir. Bu nedenle toprağın hava muh-

tevası çoğu kez toprağın toplam hacminin yüzde oranı biçiminde ifade edilmektedir.

$$\text{Hava muhtevası} = \frac{V_a}{V_s + V_w + V_a} \cdot 100 = \frac{V_a}{V} \cdot 100$$

Burada V_s toprağın birim kitlesindeki katı materyal hacmi, V_w toprağın aynı birim içindeki su hacmi ve V_a da toprağın yine aynı birim içindeki hava hacmidir (Resim 1).

— *Gözeneklilik* : Bir toprakta su ve hava tarafından işgal edilen hacim bir boşluk gibi düşünülmekte ve bu iki hacmin toplamı, toprağın toplam hacminin yüzde oranı biçiminde ifade edilmektedir ki buna toprağın gözenekliliği denmektedir (Resim 1).

$$\text{Gözeneklilik} = \frac{V_a + V_w}{V_s + V_w + V_a} \cdot 100 = \frac{V_v}{V} \cdot 100$$

— *Boşluk oranı* : Toprağın su ve hava hacminin toprağın katı materyal hacmine oranı da boşluk oranını vermektedir. (Resim 1).

$$\text{Boşluk oranı} = \frac{V_w + V_a}{V_s} = \frac{V_v}{V_s}$$

— *Kuru yoğunluk* : Toprak kitlesinin fırında kurutulmuş toplam hacminin beher birimindeki katı materyalin ağırlığıdır. Çoğu kez lb/ft³ olarak birimlendirilir (Resim 1).

$$\text{Kuru yoğunluk} = \frac{W_s}{V}$$

— *Yaş yoğunluk* : Toprak kitlesinin toplam hacminin beher birimindeki katı materyal ve suyun ağırlığıdır. Bu da çoğu kez lb/ft³ olarak birimlendirilir.

$$\text{Yaş yoğunluk} = \frac{W}{V}$$

— *Doygunluk derecesi* : Verilmiş bulunan bir toprak kitlesindeki su hacminin toplam boşluk hacmine oranıdır ve yüzde olarak ifade edilir.

$$\text{Doygunluk derecesi} = \frac{V_w}{V_v}$$

Tarımsal açıdan topraktaki hava çok önemlidir. Mühendislik mak-

satları için ise topraktaki hava hacminin mümkün olduğu kadar azaltılması gerekmektedir.

Topraktaki su, bir toprağın fiziksel özelliklerinin saptanmasında çok önemli bir rol oynar. Sıkıştırma, stabilite ve konsolidasyon konusunda olduğu gibi zemin mekaniğindeki klasik araştırmaların çoğu toprağın likid - solid ilişkileri ile şu ya da bu yolla ilgili bulunmaktadır.

A. TOPRAKTAKİ LİKİD KARAKTERİSTİKLERE BAĞLI OLARAK SUYUN ETKİLERİ

1. Kohezyon :

Siltler ve killer gibi ince daneli toprakların sahip oldukları mekanik kohezyonun büyük kısmı toprak kitlesindeki münferit katı parçacıkların su filimleri tarafından sarılmasına bağlı bulunmaktadır. Bunlardan biri toprağın bünyesi içinde bulunan su ve hava temas yüzeleri arasındaki yüzey gerilim kuvvetleri, diğeri de su molekülleri ile katı parçacıkların arasındaki ya da doğrudan doğruya katı parçacıkların kendi aralarındaki karşılıklı etkileridir.

2. Emme :

Toprağın katı parçacıklarının yüzeylerinde hidratlanma meydana gelmektedir. Bu hidratasyona neden olan kuvvetler, daha önce ifade edilen hava ve suyun temas yüzeylerindeki yüzey gerilimi ile birlikte bir basınç ya da emmenin azalması durumunu ortaya çıkarır ki bunun değeri rutubet muhtevasına bağlı bulunmaktadır. Emme rutubet muhtevasının azalmasıyla hızla artmaktadır.

3. Şişme :

Killi topraklarda katı parçacıkların su ile karışması sonucu bir etki meydana gelmektedir. Buna killi toprakların şişmesi denir. Pratikte, kil içinde adsorbe edilen su filimleri kalınlığı, ya harici olarak yük tatbiki ya da kendi kendine yüklenmeden dolayı sudaki emme basıncının toprak üzerindeki fazla yük basınca eşit olana kadar büyür. Bu denge durumuna ulaşıldıktan sonra yük arttırılırsa adsorbe edilen su filimleri kalınlığı da azalır ve bunun sonucunda oturma meydana gelir. Bu olaya konsolidasyon olayı denilmektedir.

4. Büzülme :

Killerde büzülme, haricen fazla yüklenmenin sonucu (konsolidasyon) meydana gelebilir. Fakat bu daima buharlaşma ya da bitkilerin terlemesinden dolayı meydana gelen rutubet kaybı ile bir aradadır.

5. Plastisite :

Bir toprak kitlesi onun plâstik sınırı üzerinde bir basınca maruz bırakılırsa bu kitlede biçim değişikliği ve kırılmalar olacaktır. Eğer toprak kohezif bir toprak ve rutubet muhtevası yeter derecede yüksek ise biçim değişikliği ya da deformasyon yanında strüktürün kırılması olmayacak fakat bunun yerine plâstik bir akış meydana gelecektir. Plastisite bütün kohezif toprakların bir karakteristiğidir.

6. Sıkışma :

Toprakta katı parçacıkların rutubet ile yağlanmasına dayanan diğer bir olay da sıkışmadır. Sıkışmada katı parçacıklar genellikle mekanik anlamda daha sıkı bir duruma, bunların aralarındaki hava boşluklarını azaltmak suretiyle getirilmektedir. Böylece toprak, belli bir rutubet nisbeti fazlaştırılarak bir kalıp içinde belli bir kuvvetle sıkıştırılırsa kuru yoğunluk maksimuma yükselip sonradan azalmaktadır. Bu ilişkinin biçimi Resim 2 de görülmektedir.

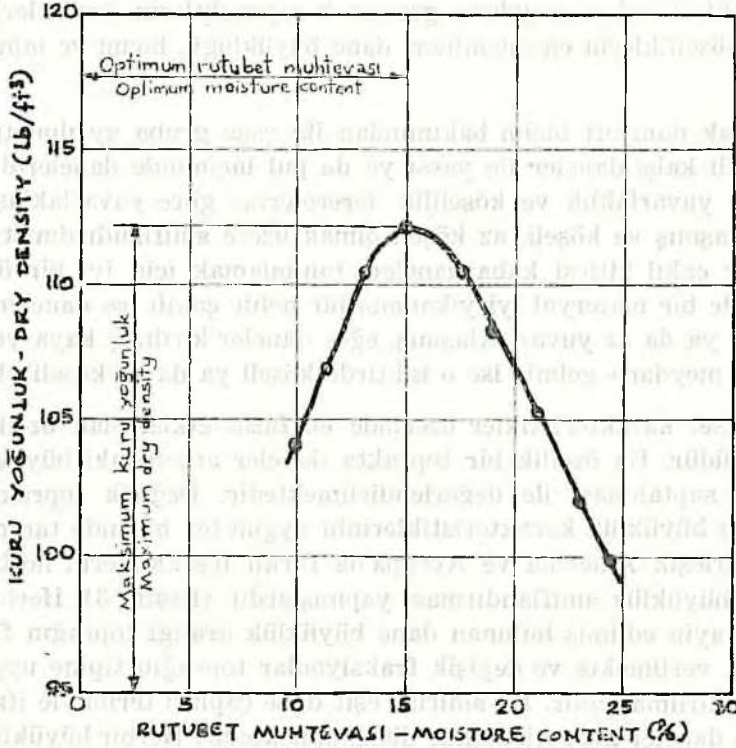
7. Geçirgenlik :

Toprakta emme olayına ilâve olarak, yerçekimi, dıştan etki yapan kuvvetler ve buz teşekkülü sonucu diğer hidrostatik kuvvetler de meydana gelebilirler ve bunlar toprak içindeki rutubetin hareketini yükseltirler. Meydana gelen bu hareketin değeri kısmen bu kuvvetlerin büyüklüğünün ve kısmen de toprağın içinden geçen suyun hareketine karşı gösterdiği direnci etkilemektedir ki buna geçirgenlik denmektedir.

III. TOPRAKTAKİ KATI MATERYAL VE TOPRAK DANELERİNİN BİÇİMİ, BÜYÜKLÜĞÜ VE BÜYÜKLÜK DAĞILIMININ SAPTANMASI

Toprağın katı materyali ya da katı kısmı, kayaların fiziksel ve kimyasal olarak tecezzi etmesi sonucu meydana gelen inorganik materyal ile hayvansal ve bitkisel organizmaların az ya da çok ayrıışmış artıklarının

karışmasından meydana gelen bir komplekstir. Bu iki grup kendi orijinleri ve özelliklerinden çok büyük farklılıklar göstermektedirler.



Resim 2. Kuru yoğunluk rutubet muhtevası arasında ilişki (sıkıştırma eğrisi)

Fig. 2. Relationship between dry density and moisture content (compaction curve)

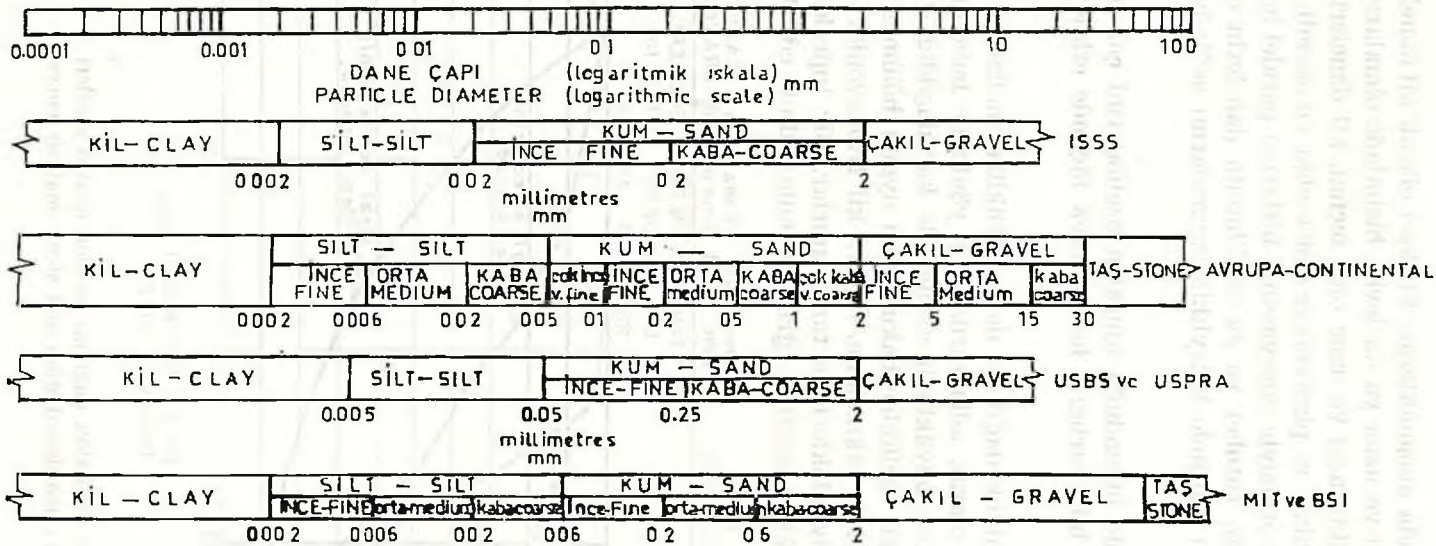
Organik materyal ya bitkisel ya da hayvansal artıklardan meydana gelmektedir. Bu artıklar toprağa organizmalar öldükten sonra katılırlar. Sonradan kimyasal ve bakteriyel olaylar ile değişik oranlarda ayrışmaya uğrarlar. Mühendislik görüş açısından organik materyaller arzu edilmeyen karakteristiklere sahiptir. Bu karakteristiklerin başlıcaları gevşek ve sünger bir yapıda oluşu ve kendini meydana getiren elemanların mekanik zayıflığıdır.

İnorganik ya da mineral komponentler çoğu kez toprağın esas kitlesini teşkil etmektedir. Bunlar yerkabuğunda bulunan değişik kaya tiplerinden fiziksel ve kimyasal karakterde olan pedojenik ya da toprak teşekkülü ameliyesi sonucu meydana gelmişlerdir. Kimyasal ve fiziksel ameliyeler sonucu meydana gelen ayrışma ürünleri anakaya, iklim, to-

poğrafya, vejetasyon ve jeolojik zaman gibi faktörlerden etkilenmektedirler. Topraktaki mineral maddeler çoğu kez değişik tiplerdeki katı parçacıklar biçiminde bulunurlar ve hakim olan toprakların fiziksel karakteristikleri onları meydana getiren komponentlerin özellikleriyle aynıdır. Bu özelliklerin en önemlileri dane büyüklüğü, biçim ve minerolojik yapıdır.

Toprak daneleri biçim bakımından iki esas gruba ayrılmıştır. Bunlar hacimli kaba daneler ile yassı ya da pul biçiminde danelerdir. Kaba danelerde yuvarlaklık ve köşellilik derecelerine göre yuvarlaklaşmış, az yuvarlaklaşmış ve köşeli, az köşeli olmak üzere sınıflandırılmıştır. Kum ya da bir çakıl kitlesi kaba daneleri tanımlamak için iyi bir örnektir. Eğer böyle bir materyal iyi yıkanmış bir nehir çakılı ise daneler yuvarlaklaşmış ya da az yuvarlaklaşmış, eğer daneler kırılmış kaya ya da çakıllardan meydana gelmiş ise o taktirde köşeli ya da az köşeli olacaktır.

Fiziksel karakteristikler üzerinde en fazla etkisi olan özellik dane büyüklüğüdür. Bu özellik bir toprakta daneler arasındaki büyüklük dağılımının saptanması ile değerlendirilmektedir. Değişik toprak fraksiyonlarının büyüklük karakteristiklerinin uygun bir biçimde tanımlanması için Birleşik Amerika ve Avrupa'da farklı teşekküllerin herbiri ayrı bir dane büyüklük sınıflandırması yapmışlardır (Resim 3). Herhangi iki sınır ile tayin edilmiş bulunan dane büyüklük aralığı toprağın fraksiyonu olarak verilmekte ve değişik fraksiyonlar toprağın tipine uygun olarak adlandırılmaktadır. Bu sınırlar eşit dane çapları terimiyle ifade edilmekte ve daneler küre biçiminde düşünülmemektedir. Herbir büyüklük fraksiyonu özel karakteristiklere sahiptir. Bunlardan çakıllar kayaların ayrışıp dağılması sonucu meydana gelen kaba materyal daneleridir. Kumlar çoğu kez silis ve kuvars danelerinden müteşekkildir. Fakat bazı plaj kumları istiridye parçacıkları biçiminde kalsiyum karbonat ve buzul kumları da uflanmış kaya mineralleri ihtiva ederler. Toprağın stabilitesine kum fraksiyonlarının yardımı, daneler arasındaki mekanik etkilerden (iç sürtünme) dolaydır. Kumlu topraklar daima gevşek bir strüktüre sahiptir. Ve bunlarda konsolidasyon etkisi nisbeten azdır. Silt daneleri fiziksel ve kimyasal olarak kum fraksiyonundaki danelere fazlaca benzerler. Aralarındaki başlıca fark, bunlardan daha küçük boyutta olmalarıdır. Bunlarda da toprağın stabilitesine yardım eden başlıca husus iç sürtünmedir. Kil fraksiyonu içindeki daneler diğer iki fraksiyonda (kum ve silt) bulunanlardan kimyasal yapı ve fiziksel özellikler bakımından farklıdır. Bunlar kimyasal olarak sulu alüminyum silikatlardan ibarettir ve primer kaya minerallerinin kaba danelerinin maruz bulundu-



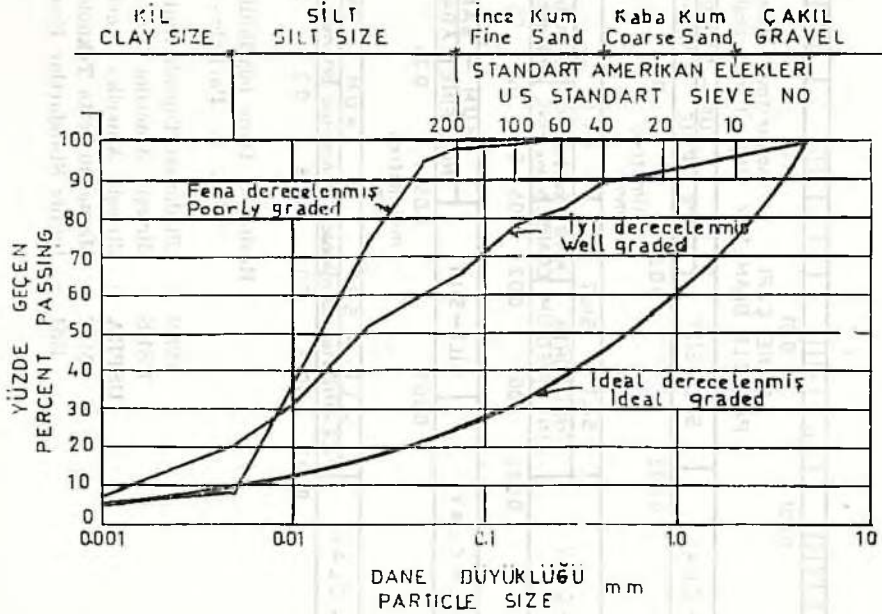
Resim 3. Dane büyüklük sınıflandırmaları
Fig. 3. Particle - size scales

- ISSS : Uluslararası Toprak İlmi Cemiyeti
- USBS : Birleşik Amerika Topraklar Bürosu
- USPRA : Birleşik Amerika Genel Yollar İdaresi
- MIT : Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
- BSI : İngiliz Standartlar Enstitüsü

ğu yıkanma olayı sırasında oluşmaktadır. Fiziksel olarak kil daneleri kaba fraksiyonlardan yassı ve uzun ya da levha biçiminde olmalarıyla ayrılmaktadır. Bu levha gibi yassı ve uzun oluş biçimi, kil danelerinin su ile karışmasıyla ortaya çıkan ve plastisiteye neden olan en önemli faktördür. Bu danelerin suyun etkisiyle yüzeylerinin birbirine paralel hale geldiği biçimde düzenlendiği, rutubet ya da su filminin danelerin etrafını sararak danelerin birbiri üzerinde kolaylıkla kaymalarını sağladığı zannedilmektedir.

Kil fraksiyonu içinde bulunduğu toprağın özelliklerini çok az miktardaki mevcudiyeti ile bile varlığını belli edecek biçimde etkileyen bir özelliğe sahiptir.

Toprakta dane büyüklük dağılımı, dane büyüklük analizi ya da genellikle mekanik analiz olarak adlandırılan bir yöntemle bulunur. Toprakta çok geniş bir dane büyüklüğü aralığı ile karşılaşıldığı için, bu fraksiyonları esaslı farklı özellikler bakımından uygun bölümlere ayırmak gerekmektedir. Böylece çakıl, kum, silt ve kil fraksiyonları, ihtiva ettikleri azalan dane büyüklükleri ile tanımlanırlar. Bir toprakta dane çapı dağılımı dane büyüklük dağılımı eğrisi biçiminde ifade edilebilmek-



Resim 4 : Dane büyüklük dağılımı ve elek analizi eğrileri

Fig. 4. Particle - size distribution and sieve analysis curves

tedir. Böyle bir eğri logaritmik bir ıskalaya sahip apsis eksenini üzerinde dane büyüklüklerini ve aritmetik ıskalalı ordinat eksenini üzerinde de yüzde geçen miktarların işaretlendiği bir yarı logaritmik kâğıt üzerinde gösterilebilmektedir (Resim 4). Eğrinin biçimi toprağın genel olarak dane çapı dağılımı karakteristiklerini bir bakışta gösterebilmektedir. Eğer eğri nisbeten dik olarak seyrediyorsa dane çapı aralıkları dar olmakta ve danelerin dağılımı iyi değil demektir. Daha yatık bir eğri daha geniş bir dane büyüklük aralığını belirlemektedir. Eğer eğri bir parabol biçiminde ise dane büyüklük aralıkları en inceden en kalına doğru olan bir ilişkiyi göstermektedir.

İkinci Bölüm

ARAŞTIRMA SAHASININ GENEL TANITIMI

Herhangi bir orman mntikasında yol inşaatının gerçekleştirilebilmesi için ilk önce o mntıkada hakim olan doğal koşulların tetkik edilmesi gerekmektedir. Çünkü birçok hallerde inşa edilerek kullanılacak transport tesislerini mevcut olan doğal koşullar dikte eder. İşte bu çalışmayla olan yakın ilgisi dolayısıyla bu koşullar gözden geçirilecektir.

I. KASTAMONU MINTIKASININ COĞRAFİ DURUMU, TOPOĞRAFYASI VE JEOLJİSİ

Kastamonu mntikası kuzey Anadolu'nun orta kısmını oluşturmaktadır. Ankara - Kastamonu - İnebolu ve Kastamonu - Sinop Devlet Karayolları mntıkayı kuzey ve güney yönünde kesmektedirler. Kızılırmak'ın büyük kollarından Gökırmak ve Devrez Çayı başlıca büyük akarsularını teşkil ederler. Batıda Araç çayı bu bölgenin sularını Karabük yakınında Filyos ırmağına akıtır. Bölgede genellikle doğu - batı yönünde uzanan ve büyük vadilerle birbirinden ayrılan dağ silsileleri kuzeyden güneye doğru kıyı dağları, Ilgaz Dağları ve bu silsilelerin arasında bunlara paralel olarak teşekkül etmiş bulunan birçok depresyonlar - havzalar olmak üzere sıralanırlar. Bu havzalar batıda müstakil Araç havzası ve Gökırmak vadisi boyunca inkişaf etmiş olan Daday - Kastamonu - Taşköprü - Boyabat ve Devrez çayı vadisi boyunca yer yer teşekkül etmiş olan Ilgaz ve Tosya havzalarıdır.

Daday masifi Araç'ın kuzeyinde daha kristallofilien bir kompleks halini almaktadır. Burada bu kompleksin hakim unsuru kristalen kal-

kerlerin ve ofiolitik sahrelerin iştirak ettiği koyu renkli fillitlerdir. Araç'ın kuzeybatısında sarp yamaçlı ve ormanlık yüksek sırtlar esas itibariyle beyaz kuvarsitlerden oluşmuştur. Muhtelif yerlerde bu eski masifin üstünde mesozoik teşekkülleri kaplamaları vardır. Güneyde Daday masifi boyunca uzanan Tersiyer flişi koridoru, Safranbolu - Araç havzasını Kastamonu havzasıyla birleştirir. Kastamonu'daki greli - kalkerli kaide tersiyeri hafifçe dalgalanmış bir haldedir. Kastamonu havzasının asıl üst senklinal kısmı nümmülit bakımından zengin greli kalkerler ya da kalkerli sarı greler taşımaktadır. Bu kısımda pek çok volkanik malzeme de vardır. Taşköprü dolaylarındaki tersiyer flişi sahasının genel tertibi Kastamonu'nunkinin aynıdır. Boyabat dolaylarındaki tersiyer flişi sahası, Taşköprü ile Boyabat arasında, Küre çayı-Espir köprü yüksekliğinde çok daralmakta ve böylece doğudaki kısım yani Boyabat Tersiyer havzası ile iyice ayrılmış bir durumda bulunmaktadır. Ilgaz dağı masifinde metaformik rusuplar arasında en yaygın olanları çeşitli türleriyle fillit tipidir. Diğer sahalarda daha bariz bir biçimde ayrılırlar. Nitekim bütün güney kenarı boyunca, Tosya'dan Kargı'ya kadar, ince ince yapraklaşmış ve parlak renkli kırmızı, yeşil, eflatun ya da siyah fillitler görülmektedir. Ilgaz dağının mesozoik teşekkülleri kısmen bu dağı ihata eden rusubi çerçevede kısmen de taban üzerinde az çok yaygın münferit kaplamalar halinde bulunmaktadırlar. Devrekâni havzası zeminini teşkil eden tabakalar, dalgalanmadan pek az farklı gayet hafif dalgalanmalar gösterirler. Az dalgalanmanın sonucu olması muhtemel aldatıcı bir intiba halinde greli kalkerli fasiesleri Neojen tabakalarına çok benzerler. Fakat gerçekte daha önce sözü edilen Daday masifinin güney kenarında yine aynı masifi örten Senonien sahil fasiesi söz konusudur. Aşağıda mıntıkânın jeolojik yapısını ayrıntılı olarak gösteren bir harita verilmiş bulunmaktadır (Harita I).

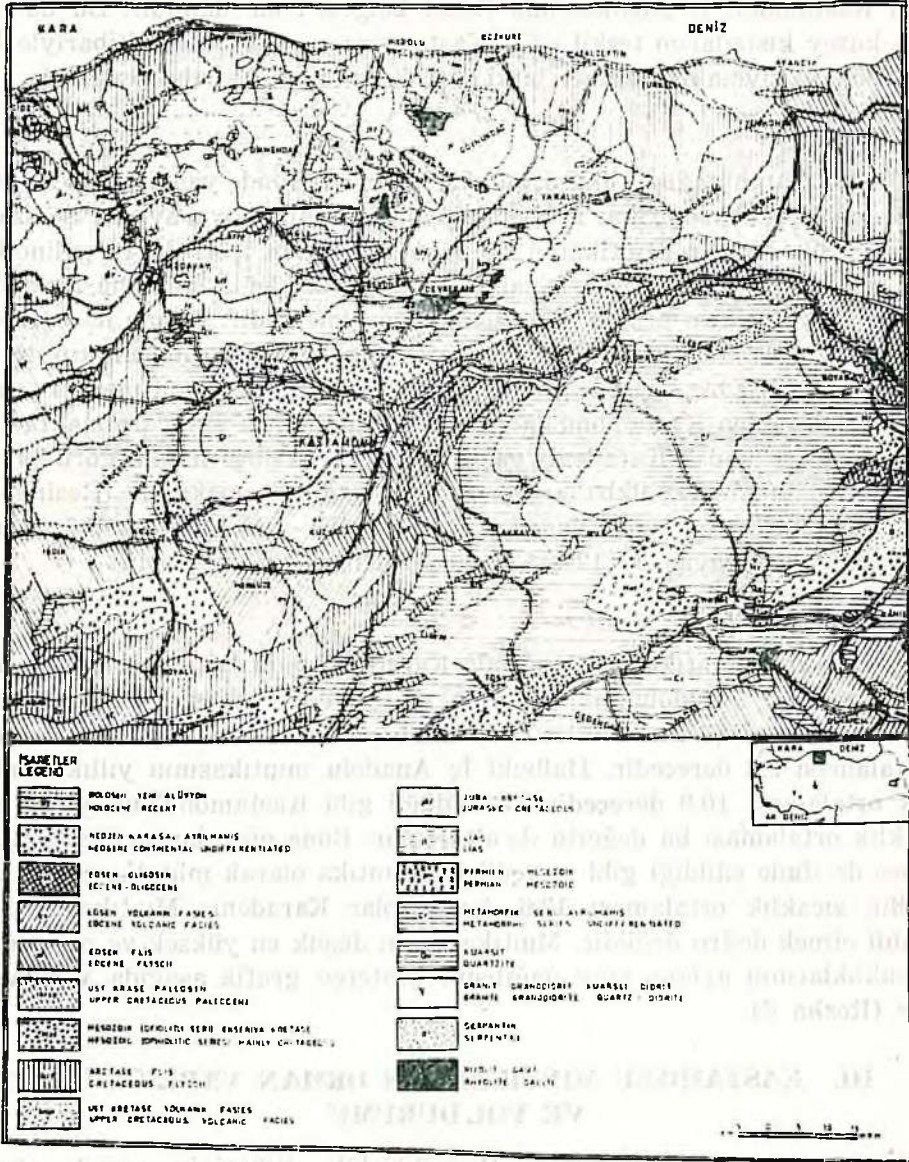
II. KASTAMONU MINTIKASININ İKLİMİ

Bilindiği gibi yol inşaatı iklim faktörlerinin de fazlasıyla etkisi altındadır. Bu faktörlerden özellikle yağışın biçimi ve dağılışının önemi ortadadır. Bu nedenle Kastamonu mıntıkasının iklimini burada incelemek yerinde olacaktır.

Kastamonu mıntıkasının iklimini iki bölümde incelemek gereklidir. Birinci bölüm Batı Karadeniz iklim mıntıkasına dahil olan bölüm, ikinci bölüm ise İç Anadolu iklim mıntıkasına dahil olan bölümdür.

Karadeniz mıntıkasında yüksek dağların üst kısımdan itibaren bir

hat geçirilecek olursa, sahile bakan kısımlarda yağışlar daha fazla ve sürekli, iç kısımlara bakan kesimlerde ise yağışlar daha azdır. Bunun sonucunda kuzeye bakan, yamaçlarda orman alanları daha fazla ve daha



Harita I. Kastamonu Mintikasının Jeoloji haritası

Map I. Geological map of Kastamonu region

yogun, iç kısımlarda ise daha azdır. Kastamonu özellikle sıcaklık faktoru bakımından Karadeniz'den ayrılmakta, İç Anadolu'ya daha çok yaklaşmaktadır. Bu nedenle en doğru biçim bu sahayı Karadeniz'le İç Anadolu iklim mıntıkası arasında bir geçiş şeridi olarak kabul etmektir. Bu yüzden Kastamonu İç Anadolu'nun ikinci bölgesi içine dahildir. Bu bölgenin kuzey kısımlarını teşkil eden Kastamonu ve Bolu iklim itibariyle İç Anadolu'ya uymakla beraber bitki örtüsü bakımından daha zengindir.

A. YAĞIŞ

Mıntıkanın yağış rejimi özetlenirse, her mevsimde yağış aldığı ve yağışların özellikle sonbahar aylarında fazla düştüğü, Mayıs ayında ise azaldığı görülmektedir. Mıntıkanın sahil kısımlarından içeri doğru gelindikçe, belli bir mesafeden sonra yağış karakterinin değiştiği, daha açık bir ifade ile yağışların azalmağa başladığı görülmektedir. Bunun nedeni bol rutubet ihtiva eden hava kütlelerinin sahillere rutubetlerini bırakıp, içlere daha kuru bir biçimde girmeleridir. Geçiş mıntıkasının merkezi olarak kabul edilen Kastamonu'da en fazla yağış Mayıs ayında olmaktadır. Burada hernekadar Karadeniz yağış rejiminin özelliği hakim görülüyorsa da, Kastamonu'da ilkbahara daha fazla yağış düşmektedir (Resim 5).

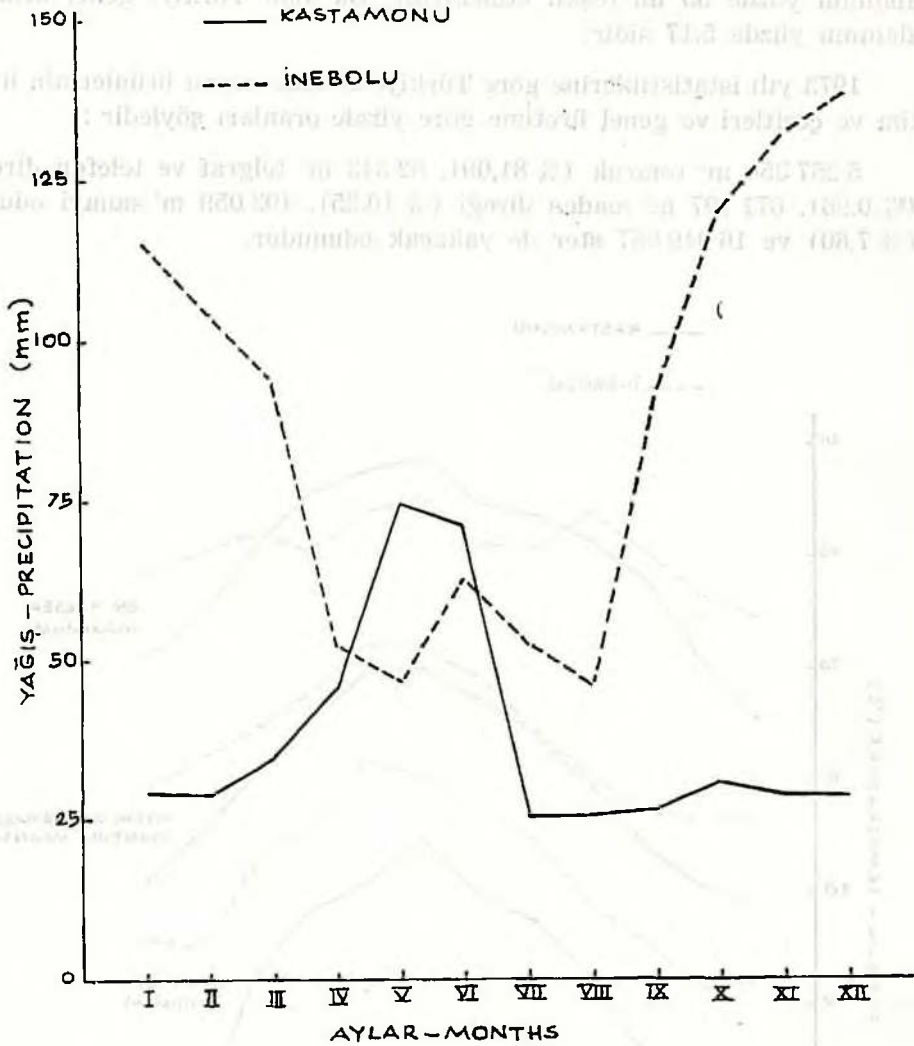
Bu mıntıkanın yıllık yağış ortalaması 400 - 500 mm. arasında olup yağışlı günler sayısı da 120 - 135 gün arasında değişmektedir.

B. SICAKLIK

Coğrafya mıntıka taksimatında Karadeniz mıntıkasına konmuş olan ve burada İç Anadolu mıntıkasında mütlâa edilen Kastamonu sıcaklık ortalamaları düşük merkezler arasındadır. Kastamonu'da yıllık sıcaklık ortalaması 9,8 derecedir. Halbuki İç Anadolu mıntıkasının yıllık sıcaklık ortalaması 10,9 derecedir. Görüldüğü gibi Kastamonu'nun yıllık sıcaklık ortalaması bu değer de altındadır. Buna göre bu merkezi, daha önce de ifade edildiği gibi mutedil bir mıntıka olarak mütalâa edilen ve yıllık sıcaklık ortalaması 13,6 derece olan Karadeniz Mıntıkası içine dahil etmek doğru değildir. Mıntıkanın en düşük en yüksek ve ortalama sıcaklıklarının aylara göre dağılışını gösteren grafik aşağıda verilmiştir (Resim 6).

III. KASTAMONU MINTIKASININ ORMAN VARLIĞI, ÜRETİM VE YOL DURUMU

Kastamonu mıntıkasının Başmüdürlük itibariyle genel alanı 1 897 200 hektar olup orman alanı 1 043 612 hektardır. Ormanlık alanın



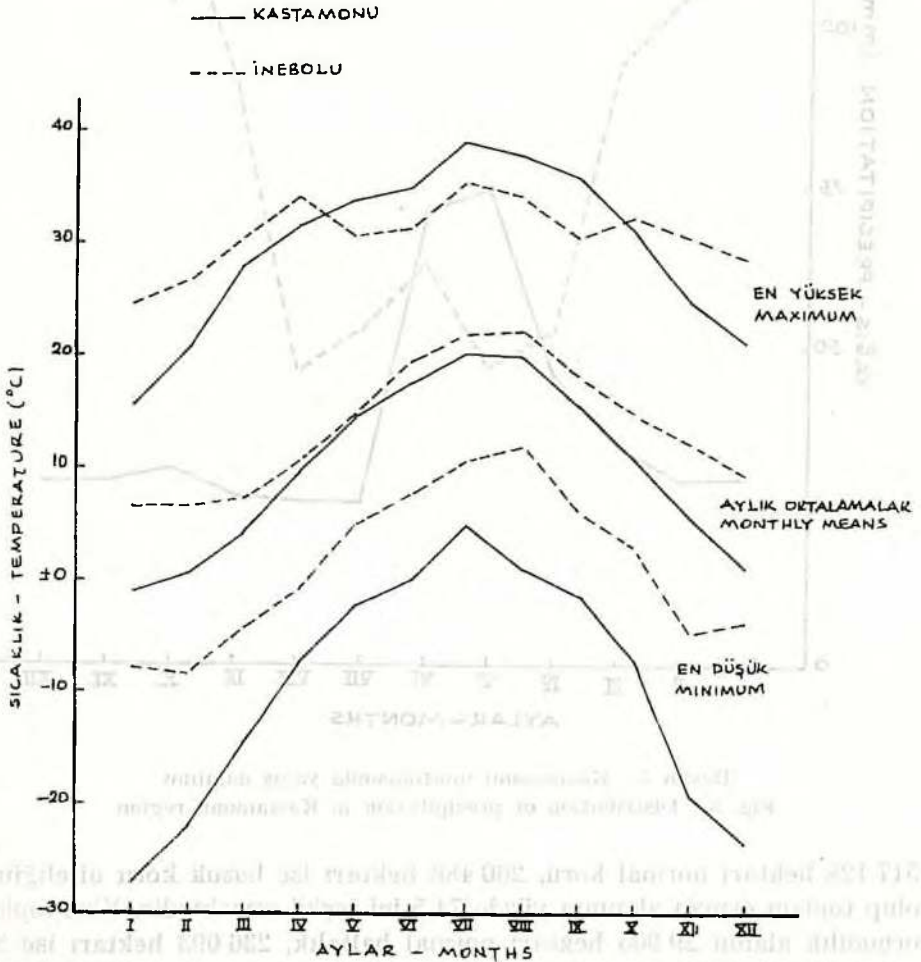
Resim 5. Kastamonu mntıkasında yağış dağılımı
Fig. 5. Distribution of precipitation in Kastamonu region

517 128 hektarı normal kuru, 260 486 hektarı ise bozuk kuru niteliğinde olup toplam orman alanının yüzde 74,5 ini teşkil etmektedir. Yine toplam ormanlık alanın 29 905 hektarı normal baltalık, 236 093 hektarı ise bozuk baltalıktır. Bu da toplam olarak ormanlık alanın yüzde 25,5 ini kapsamaktadır. Buna göre ormanlık alan, Başmüdürlük mntıkasının genel

alanının yüzde 55 ini teşkil etmektedir. Bu alan Türkiye genel orman alanının yüzde 5,17 sidir.

1973 yılı istatistiklerine göre Türkiye'de ana orman ürünlerinin üretim ve çeşitleri ve genel üretime göre yüzde oranları şöyledir :

5 257 350 m³ tomruk (% 81,09), 62 343 m³ telgraf ve telefon direği (% 0,96), 671 197 m³ maden direği (% 10,35), 493 059 m³ sanayi odunu (% 7,60) ve 16 949 087 ster de yakacak odunudur.



Resim 6. Kastamonu mintikasında en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklıklar
Fig. 6. Maximum, minimum and average temperatures in Kastamonu region

Kastamonu Orman Başmüdürlüğünün 1975 yılı üretim tertibi ise aşağıdaki gibidir :

514 395 m³ tomruk, 2 300 m³ telgraf ve telefon direği, 56 240 m³ maden direği, 27 065 m³ sanayi odunu ve 2 068 000 ster de yakacak odundur. Kastamonu Başmüdürlük mıntikasının tomruk, telgraf ve telefon direği, maden direği ve sanayi odunu itibariyle üretim tertibi toplamı 600 000 m³ olup bu miktar Türkiye'nin genel üretim tertibinin yüzde 11,14 ünü teşkil etmekte ve Türkiye'nin üretim tertibi bakımından ikinci büyük orman mıntikası olmaktadır. Bu da mıntikanın üretim bakımından ve orman nakliyatı yönünde olan büyük önemini belirtmeye yeterli görülmektedir.

Kastamonu mıntikasında, Başmüdürlük itibariyle genel yol şebekesi plânlarına göre yapılması gerekli yolların tüm uzunluğu 12 709 km dir. 1972 yılı sonu itibariyle plâna göre yapılması gerekli bu uzunluğun 4 027 km si yani yüzde 31,7 si inşa edilmiş bulunmaktadır. Bu duruma göre inşa edilmesi gerekli yol uzunluğu 8 682 km yani tüm yol uzunluğunun yüzde 68,3 ünü teşkil etmektedir. Mevcut yolların 3 454 km si (% 85,8) üst yapısız yani toprak yol ve 573 km si (% 14,2) de üst yapıly yol niteliğindedir. Yukarıda verilmiş bulunan değerlerden de anlaşıldığı gibi mevcut yolların uzunluğu Başmüdürlük mıntikasında yaklaşık olarak yüzde 32 ye ya da yapılması gerekli tüm yol uzunluğunun 1/3 üne ulaşabilmıştır. Bu durum bu yolların mevcut ve arttırılması düşünölen üretim miktarını fabrikalara ya da son depolara ulaştırabilecek kapasitede olmadığını ifade etmektedir. Bu nedenle istihsal edilen tomrukların fabrikalara ve son depolara süratle ve olanak dahilinde her mevsimde naklini sağlayabilecek nitelikte yollara ihtiyaç ve gerek vardır. Mıntıkada mevcut üst yapıly yol niteliğinde olan yolların durumları da, bunlar üst yapı inşaatı tekniğine uygun olarak yapılmadıkları için çok iyi değildir. Önce yollar da drenaj problemleri tam olarak halledilmiştir. Sonra üst yapı malzemesi olarak kullanılan gerek dere çakılı ve gerekse kırmataş uygun granülömetride kullanılmadığı için özellikli killi zeminlerde zemine gömölümekte ve böylece bu iş için harcanan para ve işçilik de boşa gitmektedir. Yine uygun karışımda ve özellikte malzeme kullanılmadığı için, özellikle yuvarlak danelerden meydana gelen dere çakılı ile iyi bir birleşme ve kaynaşma sağlanamadığından nakliyat sırasında büyük daneler vasıtalar tarafından kenarlara atılmakta ve bu suretle yol üzerine getirilmiş bulunan malzeme yararlı olmamaktadır.

Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı gerek Kastamonu mıntika-

sında ve gerekse tüm orman mintikalarımızda ana orman yollarının ve önemli yan yolların süratle fakat üst yapı inşaatı tekniğine uygun bir biçimde ve de ekonomik bir üst yapıya kavuşturulmasının gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Bunun için Kastamonu mintikasında örnek çalışma sahası olarak yollarının tamamı üst yapısız ve toprak yol niteliğinde olan Handüzü bölgesi seçilmiş ve bu bölgedeki mevcut yolların taban topraklarının etüdü yapılarak, taban toprakları sınıflandırılmış ve bu yolların üzerine getirilecek üst yapı kalınlıkları da saptanmış bulunmaktadır. Bu nedenle burada bu bölgenin de yeri, topoğrafyası, jeolojik yapısı, iklimi, orman ve yol durumunun kısaca etüd edilmesi gerekmiştir.

IV. HANDÜZÜ BÖLGESİNİN YERİ, TOPOĞRAFYASI VE JEOLJİSİ

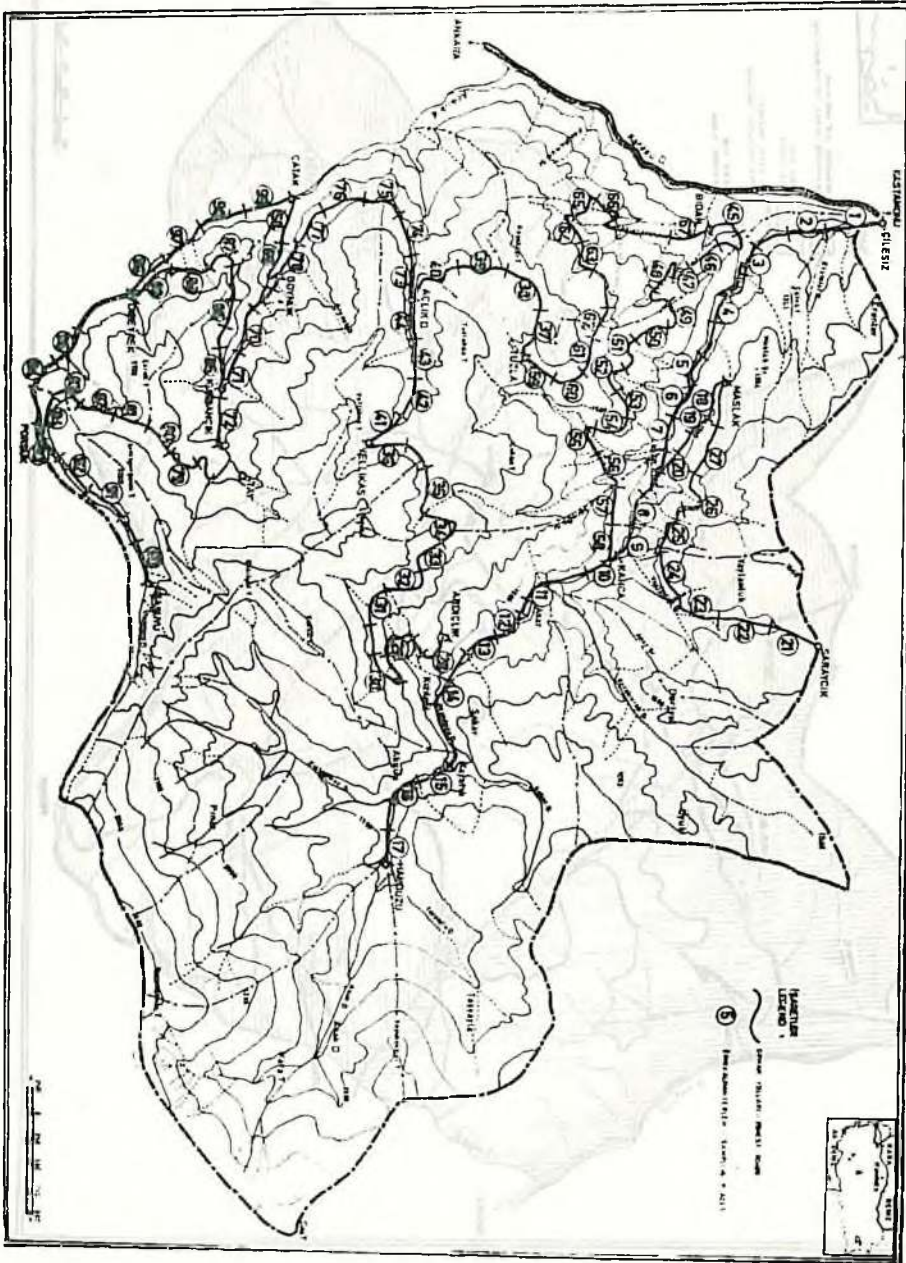
Örnek çalışma sahası olan Handüzü Bölgesi Harita Genel Müdürlüğünce hazırlanmış bulunan 1/25000 ölçekli paftalara ve Greenwhic'e göre $33^{\circ} 48' 07''$ — $33^{\circ} 57' 30''$ doğu boylamı ile $41^{\circ} 05' 54''$ — $41^{\circ} 10' 42''$ kuzey enlem dereceleri arasında yer almaktadır. Handüzü bölgesi Kastamonu'nun güneyindedir. Kastamonu-Ankara karayolu ile Karasu Deresi bölgenin batı sınırını katetmektedir. Bölgenin kuzey ve kuzeydoğusunda Kaşçılar, batısında Kuzyaka, güneyinde Bostan orman bölgeleri ve güneydoğusunda da Tosya Orman İşletmesi bulunmaktadır.

Handüzü Bölgesi dik ve dalgalı araziden müteşekkil olup, kuzeybatıdan güneydoğuya doğru denizden 1300 m ile 2400 m arasında değişik yükseklikler gösteren bir yapıya sahiptir. Bölgenin en yüksek tepesi Paşa pınarının tepesi (2341 m), en büyük sırtları ise güney ve doğu sınırını teşkil eden sırtlardır. Bölgenin üç önemli akarsuyu Karasu deresi ile Kızılkise ve Handüzü dereleri ve bunların kollarıdır (Harita II).

Handüzü bölgesinin batısında daha çok Kretase'ya ait teşekküller yer almakta, bölgenin orta kısmında ise Eosen'e ait teşekküller bulunmaktadır. Bölgenin diğer kısımlarında ve doğusunda ise ayrılmamış metamorfik seriler yer almaktadır (Harita III). Handüzü bölgesinin tamamında kahverengi orman toprakları hakimdir.

V. HANDÜZÜ BÖLGESİNİN İKLİMİ

Handüzü bölgesi içinde meteoroloji istasyonu bulunmadığından, bu çalışmada bölgeye en yakın bulunan Kastamonu meteoroloji istasyonunun verilerinden yararlanılmıştır. Kastamonu ve çevresinin iklimi daha önce açıklanmış bulunduğundan burada tekrar edilmemiştir.



Harita II. Handüzü bölgesinin topoğrafik haritası ve örnek alma yerleri
Map II. Topographic map of Handüzü district and sampling places

VI. HANDÜZÜ BÖLGESİNİN ORMAN VE YOL DURUMU

Bölge amenajman plânlarına göre, Handüzü Bölgesinin ormanlık alanını 4 669 hektar olup bunun 3 906 hektarı normal koru, 1 768 hektarı da bozuk koru niteliğindedir. Bölgenin genel alanı ise, 6 062 hektar olup bunun 1 392 hektarı açıklık alanıdır. Handüzü bölgesinde hektara isabet eden orman serveti 14 120 m³ ve cari artım da 7,6 m³ tür.

Handüzü bölgesinde genel yol şebekesi plânına göre yapılması gerekli yolların tüm uzunluğu 97 km dir. 1972 yılı sonu itibariyle bu plâna göre yapılması gerekli olan uzunluğun 55.350 km si yani yüzde 57 si inşa edilmiş bulunmaktadır. Buna göre bundan sonra inşa edilmesi gerekli yol uzunluğu 41,650 km olup bu uzunluk bölgenin tüm yol uzunluğunun yüzde 43 ünü teşkil etmektedir. Mevcut yolların tamamı üst yapı-sız yani toprak yol niteliğindedir.

Üçüncü Bölüm

ARAŞTIRMADA UYGULANAN YÖNTEMLER, UYGULAMA VE SONUÇLARI

Taban topraklarının etüdleriyle ilgili olarak arazide ve laboratuvar-da çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu bölümde araştırma bölgesindeki taban topraklarında uygulanan yöntemler ve alınan sonuçlar açıklanmış bulunmaktadır.

I. TABAN TOPRAKLARINDAN ÖRNEK ALMA YÖNTEMLERİ VE TOPRAK ÖRNEKLERİ

Taban topraklarından örnek alma yöntemleri olarak deneme çukurları, sondaj kuyuları, deneme tünelleri ve mevcut yarma şevlerinden yararlanma gibi başlıca dört yöntem bulunmaktadır.

Deneme çukurları genellikle 3 m ye kadar olan derinlikler için söz konusu olup, bu derinlikler için en çok kullanılan bir yöntem olmaktadır. Sondaj kuyuları çeşitli tipte burgular yardımıyla açılmaktadır. Bunlar çalışma biçimlerine göre elle ve motor gücüyle çalışanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bunların dışında darbeli, basınçlı su ve dönerli (rotary) sistemler de bulunmaktadır. Deneme tünelleri çok dik eğimli toprak tabakalarından oluşan yerlerde ve arazinin müsadde ettiği oranda uygulanabilmektedir.

Mevcut yarma ve yamaç şevlerinden yararlanarak örnek olma yöntemi pratik ve ucuz bir yöntemdir. Bu yöntemde örnek alınacak yerlerin seçimini gözle kolaylıkla yapmak mümkün olabilmektedir.

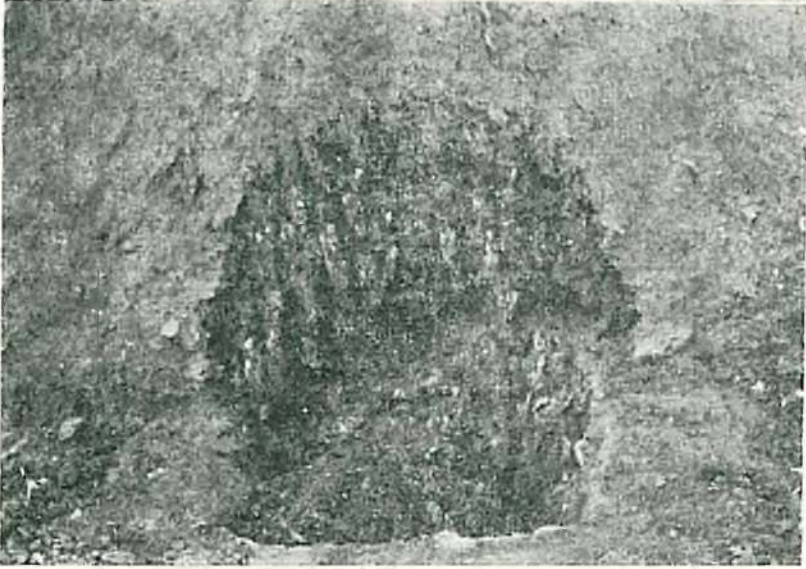
Her örnek alma yönteminde, yolun dolduruyula geçtiği kesimlerde siyah hattın, kazıyla ya da yarma ile geçtiği kesimlerde de kırmızı hattın 0,60 - 0,90 metre aşağısına kadar olan kısmından örnek alınması gerekmektedir.

Araziden alınan toprak örnekleri bozulmuş ve bozulmamış örnekler olmak üzere iki çeşittir. Bozulmuş örnekler, toprağın ya da malzemenin tabii yapısını bozan ya da değiştiren yöntemler yardımıyla alınır ve bu nedenle bozulmuş örnek adını alırlar. Bozulmamış örnekler, toprağın ya da malzemenin yapı ve özelliklerini muhafaza eden özel yöntemler yardımıyla alınmaktadır.

II. HANDÜZÜ BÖLGESİNDE MEVCUT YOLLARIN TABANLARINDAN TOPRAK ÖRNEKLERİNİN ALINMASI

Arazide yapılan ölçmeler sonucu, 1972 yılı sonu itibariyle Handüzü bölgesinde inşa edilmiş bulunan orman yollarının tüm uzunluğu 55,350 km olarak saptanmış olup, bu uzunluktaki yolların tamamından gerektiği biçimde toprak örnekleri alınmıştır. Bunun için bu yollar boyunca arazi önce yaya olarak gezilip incelenerek, toprak tipi kesimlerinin değiştiği yerler saptanmıştır. Sonra yeniden araziye çıkılarak, bu kesimlerden her kesim için, o kesimi temsil edecek nitelikte olmak üzere toprak örnekleri alınmıştır. Bu örnek alma işlemi, daha önce açıklanan örnek alma yöntemlerinden deneme çukurları ve mevcut şevlerden yararlanma ya da bunların her ikisi uygulanarak yapılmıştır (Resim 7). Örnek tipi olarak bozulmuş örnek tipi kullanılmıştır. Bu arada kaya ya da saf halde bulunan kum ve çakıl gibi sıfır grup indeksini önceden vereceği bilinen kesimlerden, taban malzemesi olarak örnek almaya gerek olmadığı için, araştırma bölgesinde bu nitelikte olan yerlerden toprak örneği alınmamıştır. Toprak örneği torbalandıktan sonra (Resim 8), her örnek için bir numara verilerek aşağıda örneği verilmiş bulunan etiket (örnek etiketi) doldurulmuştur (Form 1).

Handüzü bölgesinde toprak örneklerinin alınmış olduğu güzergâh sayısı 13 olup bunların adları, kod numaraları, her güzergâhtan alınan örnek sayıları ve bunların örnek numaraları aşağıda bir tablo halinde verilmiştir (Tablo I).



Resim 7. Bir toprak örneğinin alındığı yer (Foto : Aykut)
Fig. 7. A sampling place (Photo : Aykut)



Resim 8. Torbalanmış bir toprak örneği (Foto : Aykut)
Fig. 8. A sampled bag (Photo : Aykut)

ÖRNEK ETİKETİ (A) SAMPLE LABEL (A) (BU KISIM ÖRNEK TORBASINA EKLENİR) (THIS PART OF LABEL IS ATTACHED TO SAMPLE BAG)		
BÖLGE ADI DISTRICT NAME	ÖRNEK NO SAMPLE NO	YOLUN ADI VE KOD NO NAME OF ROAD AND ITS CODE NO
ÖRNEĞİN CİNSİ VE TİPİ TYPE AND KIND OF SAMPLE		

ÖRNEK ETİKETİ (B) SAMPLE LABEL (B) (BU KISIM ÖRNEK TORBASINA İÇİNE KONUR) (THIS PART OF LABEL IS PUT IN TO SAMPLE BAG)				
BÖLGE ADI DISTRICT NAME	ÖRNEK NO SAMPLE NO	YOLUN ADI VE KOD NO NAME OF ROAD AND ITS CODE NO		
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER SAMPLING PLACE	km	m	DERİNLİK DEPTH m	AÇIKLAMALAR REMARKS
ÖRNEĞİN CİNSİ VE TİPİ TYPE AND KIND OF SAMPLE				
ÖRNEĞİ ALAN VE ALIŞ TARİHİ TAKEN DATE AND BY				
ALINAN ÖRNEK MİKTARI AMOUNT OF SAMPLE				

ÖRNEK ETİKETİ (C) SAMPLE LABEL (C) (BU KISIM KONTROL İÇİN SAKLANIR) (THIS PART OF LABEL IS KEPT FOR CONTROL)				
BÖLGE ADI DISTRICT NAME	ÖRNEK NO SAMPLE NO	YOLUN ADI VE KOD NO NAME OF ROAD AND ITS CODE NO		
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER SAMPLING PLACE	km	m	DERİNLİK DEPTH m	AÇIKLAMALAR REMARKS
ÖRNEĞİN CİNSİ VE TİPİ TYPE AND KIND OF SAMPLE				
ÖRNEĞİ ALAN VE ALIŞ TARİHİ TAKEN DATE AND BY				
ALINAN ÖRNEK MİKTARI AMOUNT OF SAMPLE				

Tablo I

Table I

Yolun adı Road name	Kod No. Code No.	Örnek sayısı Sampling Numbers	Örnek No. Sample No.
Çilesiz — Handüzü	001	17	1 - 17
Kızılkise — Maslak (Erenler)	002	3	18 - 20
Maslak — Saraycık	003	7	21 - 27
Ardıçlık — Yellikaş	013	9	28 - 36
Tuzla — Açlık deresi	014	4	37 - 40
Açlık deresi — Yellikaş	014-t	4	41 - 44
Bidan (Dingel) — Kanca	015	14	45 - 58
Bidan — Tuzla	016	9	59 - 67
Çatak — Atay	017	5	68 - 72
Göynük — Açlık deresi	018	6	73 - 78
Atay — Porsuk	020	6	79 - 84
Kurbancık — Dibeyrek	021	5	85 - 89
Çatak — Asasuyu	022	10	90 - 99
Toplam (Total)		99	

Bundan sonra her güzergâhtan alınmış olan örneklere göre, güzergâh boyunca her örneğin temsil ettiği kesimler bir harita üzerinde örnek numaralarıyla birlikte gösterilmiştir. Daha önce de açıklandığı gibi, sıfır grup indeksini önceden vereceği bilinen kesimlerden taban malzemesi olarak örnek alınmamış ve bu nedenle bu kesimlere numara verilmemiştir (Harita II).

III. TOPRAKLARIN YOL İNŞAATI YÖNÜNDEN SINIFLANDIRILMASINDA KULLANILAN STANDART ARAÇLAR, YÖNTEMLER VE SONUÇLARI

Zeminlerri meydana getiren toprakların özelliklerini saptamak amacıyla laboratuvarında uygulanmakta olan yöntemlerle ilgili deneyler yapılmaktadır. Burada sırasıyla bu yöntemlerin ne maksatla, nasıl ve hangi araçlar yardımıyla uygulandıkları ve uygulama sonuçları açıklanmış bulunmaktadır.

Toprakların sınıflandırılmasında başlıca dört yöntemden yararlanılmaktadır. Bunlar sırasıyla elek analizi, likid limit, plâstik limit ve plastisite indeksinin saptanması yöntemleridir.

A. ELEK ANALİZİ YÖNTEMİ

Elek analizi yöntemi, herhangi bir zeminden alınan bir toprak örneği içinde bulunan çeşitli büyüklükteki danelerin iştirak oranlarını sap-

tamak için uygulanmaktadır. Yani toprak danelerinin büyüklük ve granülometrisi elek analizi yöntemiyle saptanmaktadır.

Elek analizi yönteminde kullanılan araç ve gereçler standart elek takımı, elek temizleme fırçası, 0,1 grama kadar tartan bir terazi, kurutma fırını, sallayıcı (shaker), örnekleri bölmek için örnek bölücü, desikatör, piriç ya da alüminyum geniş bir kap, havan ve lâstik uçlu havan tokmağıdır. Resim 9 da bu araç ve gereçlerden elek takımı ve terazi görülmektedir.



Resim 9. Elek analizi yönteminde kullanılan araç ve gereçler (Foto : Aykut)

Fig. 9. Devices and tools used for sieve analysis (Photo : Aykut)

Bu araştırmada memleketimizde Karayolları Genel Müdürlüğünce de kabul edilmiş bulunan standart Amerikan elekleri esas alınmış ve bunlar kullanılmıştır. Bu elekler standart açıklıkta delikler ihtiva etmekte ve yine standart kalınlıktaki tellerden yapılmış bulunmaktadır. Bunların boyut ve numaraları aşağıda verilmiştir (Tablo II)

Elek analizi yönteminin çeşitli biçimleri geliştirilmiştir. Burada da memleketimizde geniş bir uygulama alanı bulunan Karayolları Genel Müdürlüğünün uyguladığı yöntem uygulanmış bulunmaktadır.

Bu yönteme göre gözönünde tutulacak başlıca esas, elek analizi yöntemi formunda da (Form 2) görüldüğü gibi toprak örneğinin kaba

Tablo II

Table II

Elek No. Sieve No.	Elek açıklıkları ya da boyutları Sieve opening or sieve size	İnç - Inches	mm
		3	76,2
		2	50,8
		1,5	38,1
		1	25,4
		0,750	19,1
		0,375	9,52
4		0,187	4,76
10		0,0787	2,00
40		0,0165	0,42
200		0,0021	0,074

ELEK ANALİZİ YÖNTEMİ
SIEVE ANALYSIS METHOD

TARİH
DATE

BÖLGE ADI DISTRICT NAME		DENEY NO TEST NO		MALZEMİNİN CİNSİ KIND OF MATERIAL	
YOL KOD NO ROAD CODE NO		ÖRNEK NO SAMPLE NO			
I. TARTILAR WEIGHTS		II. RUTUBETİN SAPTANMASI DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT		III. NO. 4 DEN GEÇEN BÖLÜNMÜŞ ÖRNEK SEPERATED SAMPLE PASSING THROUGH NO. 4	
a) Örnek+kap ağırlığı Sample+container	gr	a) Kap+yaş örnek ağırlığı Container+wet sample	gr	a) Örnek+kap ağırlığı Sample+container	gr
b) Kap ağırlığı Wt. of container	gr	b) Kap+kuru örnek ağırlığı Container+dry sample	gr	b) Kap ağırlığı Wt. of container	gr
c) Örnek ağırlığı Wt. of sample	(a-b) gr	c) Rutubet Wt. of moisture	(a-b) gr	c) Örnek ağırlığı Wt. of sample	(a-b) gr
d) Kaba kısım Coarse	gr	d) Kap (No.) ağırlığı Wt. of container	gr	d) Kuru örnek ağırlığı Wt. of dry sample	gr
e) İnce kısım Fine	gr	e) Kuru örnek ağırlığı Wt. of dry sample	(b-d) gr	$\left(\frac{11c \times 100}{100 + w} \right)$	
f) Rutubet düzeltmesi Moisture correction	gr	w) Rutubet Moisture content	%	e) Toplam kuru ağırlık Total dry weight	gr
İnce kısım - fine = $\left(\frac{1e \times 100}{100 + w} \right)$		$\left(\frac{11c \times 100}{11e} \right)$		L = (1.d + 1.f)	

ELEK BOYUTLARI TEST SIEVE SIZE	ELEKTE KALAN RETAINED	(A) TOPLAM ELEKTE KALAN TOTAL RETAINED	(B) TOPLAM ELEKTE KALAN TOTAL RETAINED (%)		(C) TOPLAM ELEKTEN GEÇEN TOTAL PASSING (%)
			(F)	(G)	
	gr	gr	(E = 100 / M d)	(F = C No. 4 / 100)	(H)
KABA KISIM COARSE					
3 inc (lin)					
2 inc (lin)					
1 1/2 inc (lin)					
1 inc (lin)					
3/4 inc (lin)					
3/8 inc (lin)					
NO: 4					
	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
İNCE KISIM FINE					
NO: 10					
NO: 40					
NO: 200					

Form. 2. Elek analizi yöntemi formu

Form 2. A form of sieve analysis method

ve ince kısım olarak ikiye ayrılması ve rutubet düzeltmesinin sadece 4 nolu standart elekten geçen ince kısım üzerinde yapılmasıdır. Buna göre kaba kısım 4 nolu standart elek üzerinde kalan kısım ve ince kısım da 4 nolu standart elekten geçen kısım olarak tanımlanmaktadır.

Topraklarda 0,074 mm den daha büyük daneler yani 200 nolu standart elek üzerinde kalan daneler genellikle elek analizi yoluyla analiz edilirler. 0,074 mm den daha küçük daneler yani 200 nolu standart elekten geçen daneler ise bu danelerin yerçekimi sedimentasyonu esasına dayanan bir yöntem (Hidrometre yöntemi) ile analiz edilirler.

Elek analizinde araziden getirilmiş bulunan örnekten yeter miktarda ki bir kısım ayrılarak havada kurutulup tartılmakta ve yukardaki sıraya göre verilmiş bulunan değişik çaplı eleklerden elenmekte ve her elekte kalan miktarın ağırlığı saptanmaktadır. Bu değerlere dayanarak da örnekte ağırlık olarak her dane büyüklüğünden yüzde ne miktar bulunduğu hesap edilmektedir.

B. HANDÜZÜ BÖLGESİ ORMAN YOLLARI TABAN TOPRAKLARININ ELEK ANALİZİ SONUÇLARI

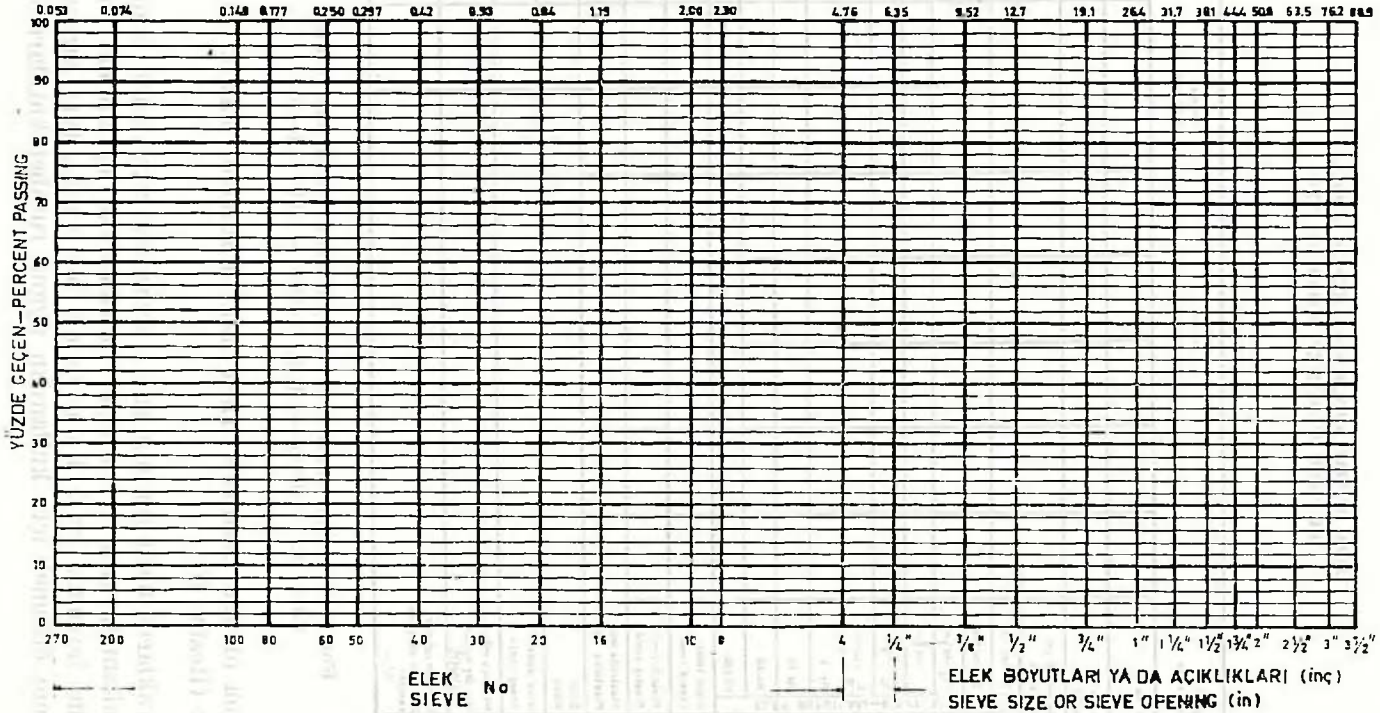
Handüzü bölgesi orman yolları taban topraklarına ait örnekler, elek analizi yöntemi kapsamında açıklandığı biçimde ayrı ayrı analiz yapılmış ve sonuçlar her güzergâh için, aşağıda örneği verilen elek analizi grafiği formunda (Form 3) ifadesini bulmuştur (Resim 4).

Bundan başka her güzergâha ait örneklerle ilgili elek analizi yüzde geçen sonuçları da toplu olarak taban topraklarıyla ilgili deney sonuçları formunda (Form 4) yer almıştır (Tablo IV).

C. TOPRAKLARIN LİKİD LİMİTİNİN SAPTANMASINDA KULLANILAN STANDART YÖNTEM

Bir toprağın ya da toprak örneğinin likid limiti, bu toprağın ya da örneğin plastik durumdan likid duruma geçtiğinde ihtiva ettiği rutubet oranıdır. Toprak örneğinin ihtiva ettiği rutubet oranında bu değerden

ELEK ANALİZİ GRAFİĞİ
SIEVE ANALYSIS GRAPH
ELEK BOYUTLARI YA DA AÇIKLIKLARI (mm)
SIEVE SIZE OR SIEVE OPENING (mm)



Örneç no :
Sample no :

Yol kod no :
Road code no :

Yolun adı :
Road name :

Form 3. Elek analizi grafiğı formu
Form 3. A form of sieve analysis graph

TABAN TOPRAKLARIYLA İLGİLİ DENEY SONUÇLARI
THE TEST RESULTS OF SUBGRADE SOILS

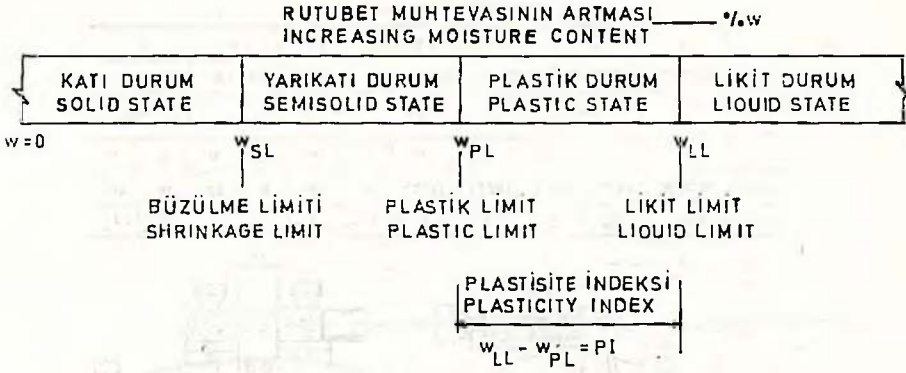
Bölge adı District name		Yol kod no Road code no	Yolun adı Road name				
Deney No Test No							
Örnek No Sample No							
Örneğin alındığı yer Sampling place							
ELEK ANALİZİ—YÜZDE GEÇEN SİEVE ANALYSIS—PERCENT PASSING	3 inç (in)						
	2 inç (in)						
	1½ inç (in)						
	1 inç (in)						
	¾ inç (in)						
	¾ inç (in)						
	No 4						
	No 10						
	No 60						
	No 200						
FİZİKSEL ÖZELLİKLER PHYSICAL PROPERTIES	Likid limit Liquid limit						
	Plastik limit Plastic limit						
	Plastisite indeksi Plasticity index						
	Sınıf Class						
SIKIŞTIRMA COMPACTION	Grup indeksi Group index						
	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft ³)						
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)						

Form 4. Taban topraklarıyla ilgili deney sonuçları formu

Form 4. A form of test results of subgrade soils

bir azalma olduğu takdirde örnek likid durumdan plastik duruma geçmektedir (Resim 10).

Toprakların likid liminin saptanması için uygulanan standart yöntemde kullanılan araç ve gereçler takriben 4,5 inç çapında porselen bir pota, 3 inç boyunda ve ¾ inç eninde bir spatül, tartı sırasında rutubet kaybını önlemek için kullanılan uygun rutubet kutuları, 0,1 grama



Resim 10.

Fig. 10.

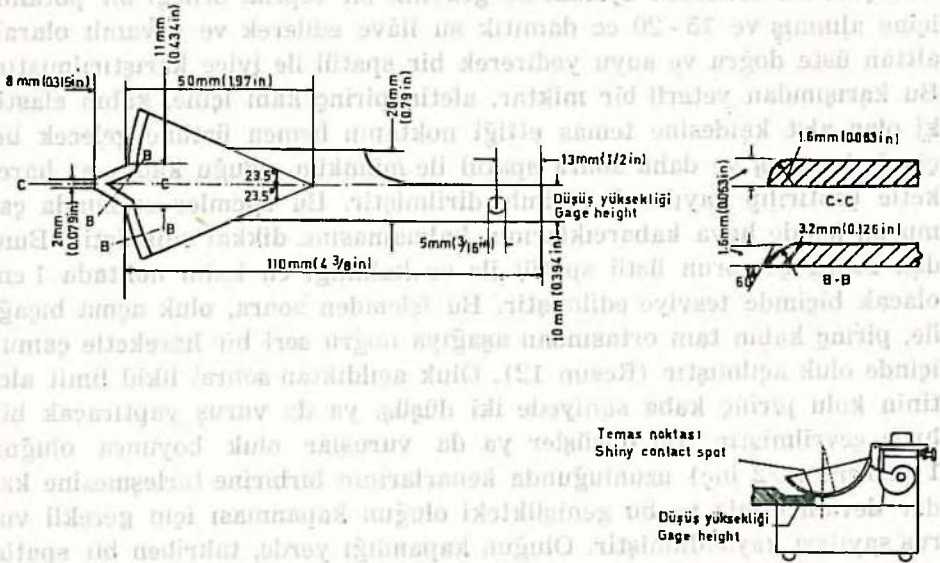
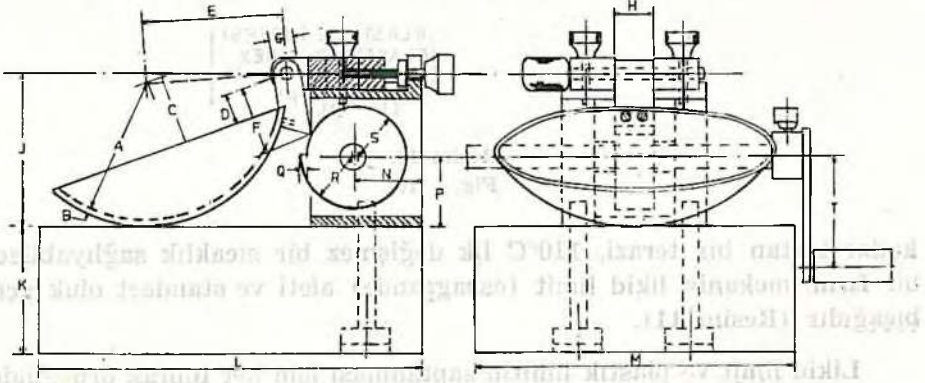
kadar tartan bir terazi, 110°C lik değişmez bir sıcaklık sağlayabilecek bir fırın, mekanik likid limit (casagrande) aleti ve standart oluk açma bıçağıdır (Resim 11).

Likid limit ve plastik limitin saptanması için her toprak örneğinden, 40 nolu standart elekten geçen yaklaşık olarak 500 gramlık örnek ayrılmıştır. Bu örnekten ayrılan 50 gramlık bir toprak örneği bir potanın içine alınmış ve 15 - 20 cc damıtık su ilâve edilerek ve devamlı olarak alttan üste doğru ve suyu yedirerek bir spatül ile iyice karıştırılmıştır. Bu karışımdan yeterli bir miktar, aletin pirinç kabı içine, kabın elastiki olan alet kaidesine temas ettiği noktanın hemen üstüne gelecek biçimde konmuş ve daha sonra spatül ile mümkün olduğu kadar az hareketle bastırılıp yayılarak biçimlendirilmiştir. Bu işlemler sırasında çamurun içinde hava kabarcıklarının kalmamasına dikkat edilmiştir. Bundan sonra çamurun üstü spatül ile ve kalınlığı en kalın noktada 1 cm olacak biçimde tesviye edilmiştir. Bu işlemden sonra, oluk açma bıçağı ile, pirinç kabın tam ortasından aşağıya doğru seri bir hareketle çamur içinde oluk açılmıştır (Resim 12). Oluk açıldıktan sonra, likid limit aletinin kolu pirinç kaba saniyede iki düşüş, ya da vuruş yaptıracak bir hızla çevrilmiştir. Bu düşüşler ya da vuruşlar oluk boyunca oluğun 1 - 1,5 cm (1/2 inç) uzunluğunda kenarlarının birbirine birleşmesine kadar devam etmiş ve bu genişlikteki oluğun kapanması için gerekli vuruş sayıları kaydedilmiştir. Oluğun kapandığı yerde, takriben bir spatül eninde ve kabın bir kenarından diğer kenarına kadar, oluğa dik olarak

BOYUTLAR—DIMENSIONS

	A	B	C	D	E	F	G
mm	54±0.25	2±0.25	27±0.25	12.5±0.25	56±0.5	25±0.5	10±0.25
in	2 1/8	5/64	1 1/16	1/2	2 7/32	1	25/64

	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T
mm	16±0.25	60±1	51±1	152±1	127±1	27	28	6	22	19	45
in	5/8	2 3/8	2	6	5	1 1/16	1 3/32	1/4	55/64	47/64	1 3/4



Resim 11. Likid limit aleti ve oluk açma bıçağı
Fig. 11. Liquid limit device and grooving tool

bir rutubet dilimi örneği alınmış ve uygun bir kutuya konmuş ve örnek kutu ile tartılarak ağırlığı saptanmış ve likid limit, plastik limit ve



Resim 12.

Fig. 12.

plastisite indeksinin saptanması formuna (Form 5) kaydedilmiştir. Bundan sonra formda görülen sıraya göre örnekteki su ve örneğin kuru ağırlıkları saptanmıştır. Deneye, bu sonuca 25 - 35, 20 - 30 ve 15 - 25 vuruş sayısında ulaşılacak biçimde örnek sulandırılarak devam edilmiştir. Her örneğin yüzde rutubet oranı da, fırında kurutulmuş olan toprak ağırlığının yüzdesi olan rutubet muhtevası olarak ve aşağıdaki biçimde hesap edilmiştir.

$$\text{yüzde rutubet} = \frac{\text{suyun ağırlığı}}{\text{fırında kurutulmuş örneğin ağırlığı}} \cdot 100$$

Bundan sonra yarı logaritmik bir kâğıt üzerinde apsis eksenini üzerinde vuruş sayıları logaritmik ölçekle ve ordinat eksenini üzerinde de rutubet muhtevası aritmetik ölçekle işaretlenmiş ve böylece rutubet muhtevası ile vuruş sayıları arasındaki ilişkileri gösteren grafik (akma eğrisi) çizilmiştir. Akma eğrisi üç ya da daha fazla noktanın mümkün olduğu kadar yakınından geçen düz bir doğru olmuştur. Toprak örneğinin likid

LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDEKSİNİN SAPTANMASI
DETERMINATION OF THE LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT AND PLASTICITY INDEX

TARİH :/...../.....
DATE

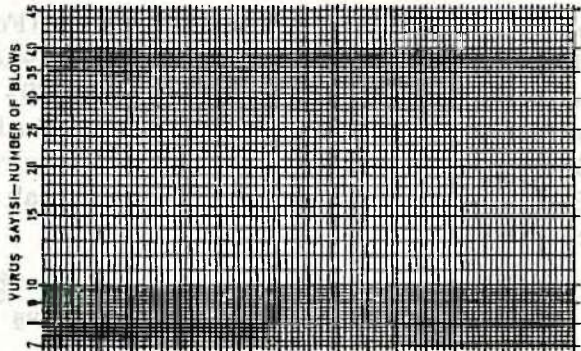
BÖLGE ADI : DISTRICT NAME		DEMEY NO : TEST NO		ÖRNEĞİN CİNSİ : KIND OF SAMPLE	
YOL KOD NO ROAD CODE NO		ÖRNEK NO : SAMPLE NO		LL	PL
Saptama sayısı Determination No	1	LL	2	LL	3
Kap No Container No				PL	1
Vuruş sayısı Number of blows				PL	2
Kap + ıağ örnek ağırlığı Container + wet specimen gr					
Kap + kuru örnek ağırlığı Container + dry specimen gr					
Kap ağırlığı Wt. of container gr					
Rutubet Wt. of moisture gr					
Kuru örnek ağırlığı Wt of dry specimen gr					
Rutubet Moisture content %					

Likid limit
Liquid limit

Plastik limit
Plastic limit

Plastisite indeksi
Plasticity index

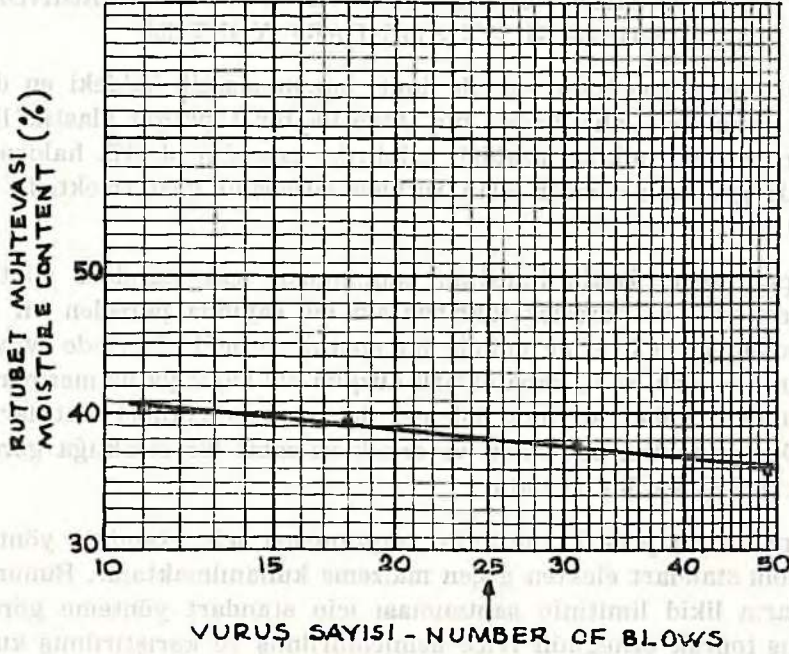
AÇIKLAMALAR
REMARKS



RUTUBET MUHTEVASI—MOISTURE CONTENT (%)

Form 5. Likid limit, plastik limit ve plastisite indeksinin saptanması formu
Form 5. A form of determination of liquid limit, plastic limit and plasticity index

limit değeri ise 25 vuruş sayısından çıkan dikin akma eğrisini kestiği noktaya tekabül eden rutubet miktarıdır (Resim 13).



Resim 13. Likid limit grafiği (akma eğrisi)

Fig. 13. Liquid limit graph (flow curve)

D. HANDÜZÜ BÖLGESİ ORMAN YOLLARI TABAN TOPRAKLARININ LİKİD LİMITLERİ

Handüzü bölgesi orman yolları taban topraklarının likid limitleri yukarıda yöntemin uygulanması kısmında açıklandığı biçimde her örnek için en az üç defa olmak üzere hesaplanmış ve daha önce örneği verilmiş bulunan likid limit, plastik limit ve plastisite indeksinin saptanması formuna (Form 5) kaydedilerek, rutubet muhtevası ile vuruş sayıları arasındaki ilişkileri gösteren akma eğrileri, her örnek için ayrı ayrı çizilmiştir. Bilindiği gibi likid limitin saptanamadığı durumlarda pek tabii olarak akma eğrisi de çizilememektedir.

Bundan başka her güzergâha ait örneklerle ilgili likid limitler, akma eğrilerinden yararlanarak saptanmış ve toplu olarak, taban topraklarıyla ilgili deney sonuçları formunda (Form 4) yer almıştır (Tablo IV).

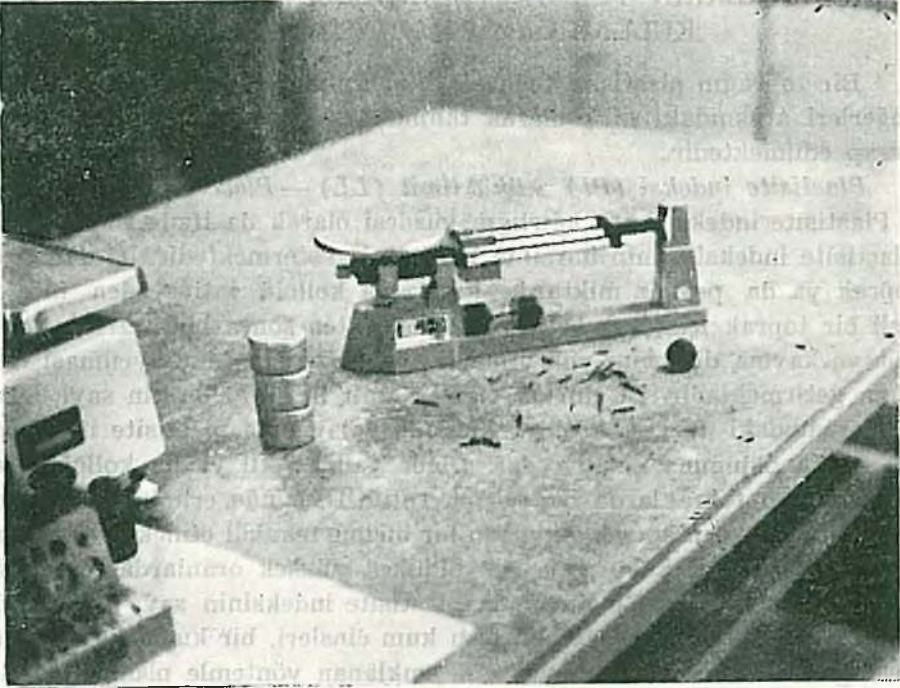
E. TOPRAKLARIN PLASTİK LİMİTİNİN SAPTANMASINDA KULLANILAN STANDART YÖNTEM

Bir toprak örneğinin plastik limiti bunun plastik haldeki en düşük rutubet oranıdır. Daha başka bir ifade ile bir toprağın plastik limiti, toprağın rutubet miktarı azaldığı takdirde, toprağın plastik halden yarı katı hale geçmesine neden olan rutubet yüzdesini göstermektedir (Resim 10).

Toprakların plastik limitinin saptanması için standart yöntemde kullanılan araç ve gereçler takriben 4,5 inç çapında porselen bir pot, 3 inç boyunda ve 3/4 inç eninde bir spatül, örneği üzerinde yuvarlamak için bir buzlu cam, kaba elyaflı düzgün bir kağıt ya da mermer, tartı sırasında rutubet kaybını önlemek için uygun rutubet kutuları, 0,1 grama kadar tartan bir terazi ve örnekleri sabit bir sıcaklığa göre kurutacak 110°C lik bir fırındır.

Toprakların plastik limitinin saptanması için standart yöntemde de 40 nolu standart elekten geçen malzeme kullanılmaktadır. Bunun için toprakların likid limitinin saptanması için standart yöntemde göre hazırlanmış toprak örneğinin iyice nemlendirilmiş ve karıştırılmış kısmından takriben 8 gram ağırlığında bir örnek alınmıştır. Bu örnek sıkıldığı zaman top haline gelebilecek bir plastikliğe sahip olduğu an yukarıda açıklanan karıştırma safhasının herhangi bir anında alınmış ve top haline getirilmiştir. Bundan sonra top halindeki bu örnek bir mermer üzerinde ince silindirler teşkil edecek biçimde avuç içi ve parmaklarla yuvarlanmıştır. Bu silindirlerin çapı 3 mm ye indiği zaman örnek tekrar top haline getirilip yuvarlanmış ve bu işlem 3 mm ya da 3 mm den daha büyük silindirler çatlayıp parçalanıncaya kadar devam etmiştir (Resim 14). Daha sonra ufalanan toprak parçaları biraraya getirilerek darası alınmış uygun bir rutubet kutusuna konmuştur. Örnek kutu ile beraber tartılmış ve ağırlığı likid limit, plastik limit ve plastisite indeksinin saptanması formunda (Form 5) ilgili sütuna kaydedilmiştir. Bundan sonra formda görülen sıraya göre örnekteki su ve örneğin kuru ağırlıkları saptanmıştır. Toprak örneğinin plastik limiti kurutulmuş toprak ağırlığının yüzdesi olan rutubet muhtevası olarak ifade ve aşağıdaki biçimde hesaplanmıştır.

$$\text{Plastik limit} = \frac{\text{Suyun ağırlığı}}{\text{fırında kurutulmuş örneğin ağırlığı}} \cdot 100$$



Resim 14. Plastik limitin saptanması (Foto : Aykut)

Fig. 14. Determination of plastic limit (Photo : Ayhut)

F. HANDÜZÜ BÖLGESİ ORMAN YOLLARI TABAN TOPRAKLARININ PLASTİK LİMİTLERİ

Handüzü bölgesi orman yolları taban topraklarının plastik limitleri, yukarıda yöntemin anlatıldığı kısımda açıklandığı biçimde her örnek için en az iki defa olmak üzere hesaplanmış ve daha önce örneği verilmiş bulunan likid limit, plastik ve plastisite indeksinin saptanması formuna (Form 5) kaydedilerek, adı geçen örnek için plastik limit değeri en yakın tam sayı olarak hesaplanmış bulunmaktadır. Plastik limitin saptanmadığı durumlarda bu değer ilgili formda non plastik (NP) olarak ifade edilmiştir.

Her güzergâha ait örneklerle ilgili plastik limit değerleri toplu olarak taban topraklarıyla ilgili deney sonuçları formunda (Form 4) yer almış bulunmaktadır (Tablo IV).

G. TOPRAKLARIN PLASTİSİTE İNDEKSİNİN SAPTANMASINDA KULLANILAN STANDART YÖTEM

Bir toprağın plastisite indeksi, likid limit değerleri ile plastik limit değerleri arasındaki fark olarak tanımlanmakta ve aşağıdaki formülle hesap edilmektedir.

$$\text{Plastisite indeksi (PI)} = \text{likid limit (LL)} - \text{Plastik limit (PL)}$$

Plastisite indeksi kuru ağırlığın yüzdesi olarak da ifade edilmektedir. Plastisite indeksi zemin harcının inceliğini göstermektedir. İri daneli bir toprak ya da pek az miktarda kil ya da kolloid ihtiva eden ince daneli bir toprak için, rutubetin plastik limitten sonra biraz artışı kohezyon ve kayma direncini yok etmeye yetecek kadar dane ayrılması meydana getirmektedir. Bu durum plastik limit ile likid limitin sayı değerleri arasındaki farkın küçük olduğuna dolayısıyla plastisite indeksinin de küçük olduğuna delalet eder. Diğer yandan kil ya da kolloid oranı yüksek olan topraklarda bu ayırma rutubeti, içinde erimiş bulunan danelikler yüzünden az çok yapışkan bir biçime tekabül etmekte ve kitlenin direncini ortadan kaldırmak için oldukça yüksek oranlarda suyun ilavesi gerekmektedir. Bu durumda plastisite indeksinin sayı değeri yüksek olmaktadır. Oldukça temiz bazı kum cinsleri, bir kısım kaya tozları ve diğer bazı malzemenin, yukarda açıklanan yöntemle plastik limitleri saptanamamaktadır. Böyle plastik limiti olmayan topraklar, plastik olmayan topraklar ya da non plastik (NP) adını almaktadırlar. Plastik limiti likid limite eşit olan ya da iki değeri birbirine çok yakın olan toprakların plastisite indeksleri sıfırdır. Kural olarak non plastik zeminler ya da topraklar bir aşınma tabakasıyla uygun bir biçimde kaplandıkları takdirde en iyi bir yol malzemesidir. Yapılan deneyler plastisite indeksi yüksek olan toprakların temel altı ve temel tabakası yani üst yapı malzemesi olarak kullanılmaya elverişli olmadığını göstermektedir. Birçok şartnameler bu değeri sınırlamakta ve altından fazla olmaması gerektiğini belirtmektedirler.

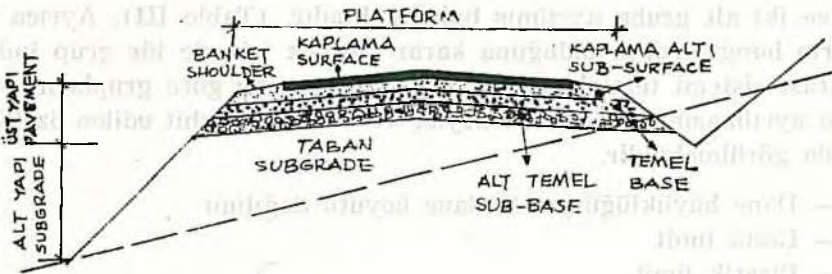
H. HANDÜZÜ BÖLGESİ ORMAN YOLLARI TABAN TOPRAKLARININ PLASTİSİTE İNDEKSLERİ

Handüzü bölgesi orman yolları taban topraklarının plastisite indeksleri, yukarda bu indeksin hesaplanmasıyla ilgili yöntem kısmında açıklandığı biçimde her örnek için ayrı ayrı hesaplanmış ve daha önce örneği verilmiş bulunan likid limit, plastik limit ve plastisite indeksinin saptanması formuna (Form 5) kaydedilmiştir. Bilindiği gibi likid limit ya da plastik limitin saptanamadığı ya da plastik limitin likid limite eşit ya da bu iki değeri birbirine çok yakın olan toprakların plastisite

indeksleri non plastik olarak ifade edilmiştir. Buna göre her güzergâha ait örneklerle ilgili plastisite indeksleri toplu olarak taban topraklarıyla ilgili deney sonuçları formunda (Form 4) yer almış bulunmaktadır (Tablo IV).

IV. TOPRAKLARIN YOL İNŞAATI YÖNÜNDEN SINIFLANDIRILMASI

Yol inşaatında üst yapı olarak adlandırılan ve geniş kapsamı ile kaplama (aşınma tabakası), temel ve alt temel tabakalarından oluşan yol üst yapısı, tabii zemin'den ibaret bulunan alt yapı ya da taban üzerine oturmaktadır (Resim 15). Dolayısıyla alt yapı üst yapı için bir temel ya da dayanak görevi yapmaktadır. Kazılarda doğrudan doğruya kazı sonucu elde edilen tabii zemin alt yapıyı meydana getirmektedir. Buna karşılık doldurularda ise alt yapı kazı fazlası malzeme ile civardan kazılarak elde edilen toprakların (ariyet) tabii zemin üzerine taşınması suretiyle meydana getirilmektedir. Bu kısa açıklamadan anlaşılacağı üzere üst yapının esas biçimini koruyabilmesi, geniş ölçüde onun hemen altında bulunan ve ona temel teşkil eden alt yapının ya da tabanın stabilitesine bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle yol inşaatında alt yapıyı meydana getiren taban topraklarının detaylı bir biçimde etüd edilmesi ve bunların taşıma kabiliyetlerine göre, üzerlerine getirilecek ya da inşa edilecek üst yapı kalınlıklarının saptanması gerekmektedir.



Resim 15. Bir yolun enine kesidi

Fig. 15. A road cross-section

Yol güzergâhı boyunca yer alan her türlü toprak ve kayaların, taban malzemesi olarak, inşa edilecek yol için elverişlilik derecelerini saptamak amacıyla yapılan sınıflandırmaya taban topraklarının sınıflandırılması denmektedir. Bu sayede güzergâh boyunca bir uçtan diğer uca kadar yol tabanını teşkil edecek olan toprak cinslerinin yol mühendisliği bakımından yeni bir incelemesi yapılmış ve ayrıca yollar için az el-

verişli bulunan taban topraklarının özelliklerinin düzeltilmesi için alınması gerekli önlemlerin biçimi de bu yolla saptanıp bir esasa bağlanmış olmaktadır. Bu sınıflandırmanın diğer büyük bir yararı da yol üzerince gctirilecek üst yapı kahnlıklarının önceden saptanabilmesinc olanak verebilmesidir.

A. TOPRAKLARIN SINIFLANDIRILMASI ESASLARI

Yol alt yapı malzemesi olarak toprakların elverişlilik durumunu saptamak amacıyla çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Bunların en önemlileri Casagrande sınıflandırması, İngiltere Yol Araştırma Laboratuvarı sınıflandırması, Birleşik Amerika Devlet Karayolları İdarcsi Sınıflandırması ve Birleşik Amerika Devlet Karayolları Mensupları Birliği (AASHO) sınıflandırması'dır. AASHO'nun uzun yıllar yapılan denemelere dayanarak ortaya koyduğu bu sınıflandırma memleketimizde de karayolları idaresi tarafından benimsenmiş ve kabul edilmiştir. Bu sınıflandırma sisteminin orman yollarında da kullanılmasının uygun olacağı önerilmektedir. Bu nedenle bu sınıflandırma sistemi aşağıda detayı ile açıklanmış bulunmaktadır.

1. Birleşik Amerika Devlet Karayolları Mensupları Birliği Sınıflandırması

Bu sınıflandırmaya göre topraklar yedi esas gruba ayrılmaktadır. Bu gruplardan birinci, ikinci ve yedinci gruplar da kendi aralarında iki, dört ve iki alt gruba ayrılmış bulunmaktadır. (Tablo III). Ayrıca toprakların hangi grupta olduğuna karar vermek için de bir grup indeksi numarası sistemi tertiplenmiştir. Bu yeni sisteme göre grupların birbirinden ayrılmasını sağlayan deneyler ve bunlarla tesbit edilen özelliklerle aşağıda görülmektedir.

- Dane büyüklüğü ya da dane boyutu dağılımı
- Likid limit
- Plastik limit
- Plastisite indeksi
- Grup indeksi

Yukarıda verilmiş bulunan ilk dört husus daha önce ayrıntılarıyla açıklandığı için burada tekrar edilmeyecektir. Bu nedenle sadece grup indeksi ayrıntılarıyla açıklanmış bulunmaktadır.

a) Grup indeksi

Grup indeksi esas itibariyle amprik bir sabitedir ve bir toprağın kendi dahil bulunduğu grup içerisinde temel malzemesi olarak elverişli

Tablo III : Taban topraklarının sınıflandırılması

Table III : Classification of subgrade soils

Genel sınıflandırma General classification	Daneii Malzemeler (% 35 ya da daha az kısmı 200 nolu elekten geçen malzeme- meler) Granular materials (35 % or less passing No. 200 sieve)							Silt-kil malzemeleri (% 35 den fazla kısmı 200 nolu elekten geçen) Silt-clay materials (more than 35 % passing No. 200 sieve)			
	A - 1		A-3	A - 2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-1	A2-5	A-2-6	A-2-7				
Elek analizi-yüzde geçen Sieve nalysis-percent- tage passing No. 10 elek-sieve No. 40 elek-sieve No. 200 elek-sieve	max. 50 max. 30 max. 15	max 50 max. 25	min. 51 max. 10	max. 35	max. 35	max. 35	max. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
40 nolu elekten geçen kısmın özellikleri Characteristics or fraction passing No. 40 sieve Likid limit (yüzde) Liquid limit (percent) Plastisite indeksi (yüzde) Plasticity index (percent)	max. 6		NP	max. 40	min. 41	max. 40	min. 41	max. 40	min. 41	max. 40	min. 41
Grup indeksi Group index	0		0	0		max. 4		max. 8	max. 12	max. 16	max. 20
Toprağı teşkil eden önemli malzemeler Usual types of significant constituent materials	Taş parçaları çakıl ve kum Stone fragments gravel and sand		İnce kum Fine sand	Siltli ya da killi çakıl ve kum Silty or clayey gravel and sand				Siltli topraklar Silty soils		Killi topraklar Clayey soils	
Taban olarak elverişli- lik değeri General rating as a subgrade	Çok iyi ile iyi Excellent to good					Orta ile zayıf Fair to poor					

SINIFLANDIRMA İŞLEMİ : Toprakların dahil oldukları grupların saptanması, yukarıda verilmiş bulunan unsurların tesbitiyle yapılmaktadır. Bu unsurlar saptandıktan sonra tabloda soldan sağa doğru giderek grupları elemine etmek suretiyle hangi grubun özelliklerine uygun ise bu toprak o gruba dahil edilmektedir.

CLASSIFICATION PROCEDURE : With required test data available, proceed from left to right on above chart and correct group will be found by process of elimination. The first group from the left into which the test data will fit is the correct classification.

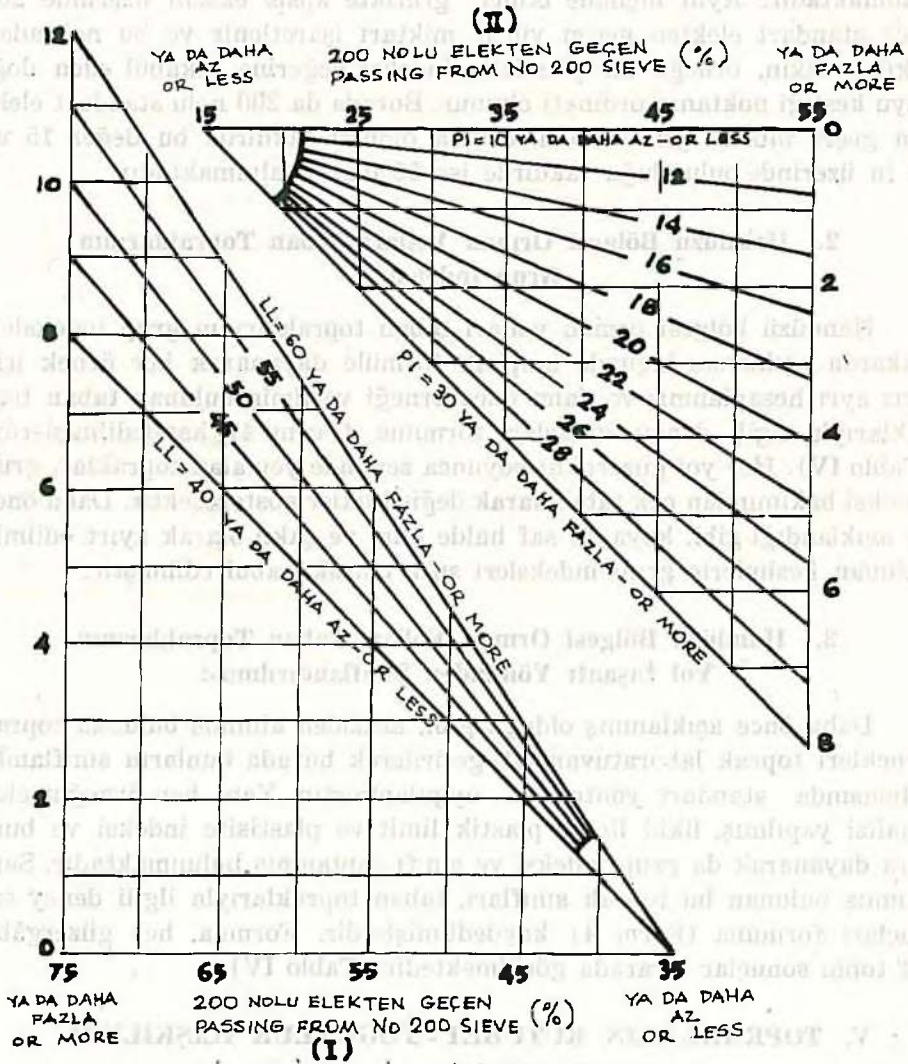
lik derecesinin ölçüsüdür. Dolayısıyla grup indeksi tek başına bir toprağın hangi gruba dahil olduğunu tahmine yaramamaktadır. Bir taban toprağının grubu her şeyden önce dane büyüklük dağılımı ile likid limit ve plastisite indekslerinin değerleriyle ortaya çıkmaktadır. Yine bir toprağın grup indeksi değeri yükseldikçe buna paralel olarak taban ya da temel zemini malzemesi özelliği de bozulmaktadır. Grup indeksi bir formül yardımıyla hesap edilmekte olup, bu formül esas itibariyle toprağın 200 nolu standart elekten geçen miktarı ile likid limit ve plastisite indekslerinin bir fonksiyonudur. Toprakların grup indeksleri sıfır ile yirmi arasında değerler almaktadır. Grup indeksi formülü:

$$\text{Grup indeksi (GI)} = 0,2 a + 0,005 ac + 0,01 bd$$

Burada:

- a: 200 nolu standart elekten geçen yüzde değerın 35 den büyük, 75 den küçük olan kısmıdır. Bu nedenle 0 ile 40 arasında değerler almaktadır. Buradan anlaşılacağı gibi 200 nolu standart elekten geçen kısmı yüzde 35 den az olan topraklar için $a=0$ ve yüzde 75 den fazla olan topraklar için de $a=40$ dir. Diğer bir ifade ile 200 nolu standart elekten yüzde 75 inden fazlası geçen topraklar için de bu yüzde değeri 75 olarak alınır.
- b: 200 nolu standart elekten geçen yüzde değerın 15 den büyük, 55 den küçük olan kısmıdır. Bu nedenle 0 ile 40 arasında değerler almaktadır. Bundan dolayı 200 nolu standart elekten geçen kısmı yüzde 15 den az olan topraklar için $b=0$ ve yüzde 55 den fazla olan topraklar için de $b=40$ dir. Yani 200 nolu standart elekten yüzde 55 inden fazlası geçen topraklar için de bu yüzde değeri 55 olarak alınır.
- c: Likid limit değerinin 40 dan fazla ve 60 dan küçük olan kısmıdır. Bu nedenle 0 ile 20 arasında değerler almaktadır. Bundan dolayı likid limiti 40 dan az olan topraklar için $c=0$ ve 60 dan büyük olan topraklar için de $c=20$ dir. Diğer bir deyişle likid limiti 60 ı aşan topraklar için de bu yüzde değeri 60 olarak alınır.
- d: Plastisite indeksi değerinin 10 dan büyük ve 30 dan küçük olan kısmıdır. Bu nedenle 0 ile 20 arasında değerler almaktadır. Bundan dolayı plastisite indeksi 10 dan küçük olan topraklar için $d=0$ ve 30 dan büyük olan topraklar için de $d=20$ dir. Diğer bir ifade ile plastisite indeksi 30 u aşan topraklar için de bu yüzde değeri 30 olarak alınmaktadır.

Grup indeksini, yukarda verilen ve açıklaması yapılmış bulunan formül yerine, bu maksat için hazırlanmış grafikler yardımıyla da saptamak mümkündür (Resim 16). Bunun için önce birinci grafikte apis ekseninde 200 nolu standart elekten geçen yüzde miktarı işaretle-



Resim 16. Grup indeksi grafikleri

Fig. 16. The group index graphs

nir ve bu noktadan çıkılan dikin örneğe ait likid limit değerine tekabül eden doğruyu kestiği noktanın ordinatı okunur. Grafikte de görüldüğü gibi burada 200 nolu standart elekten geçen miktar yüzde 35 in altında olduğu takdirde 35, yüzde 75 in üzerinde olduğu takdirde 75 olarak alınmaktadır. Aynı biçimde ikinci grafikte apsis eksenini üzerinde 200 nolu standart elekten geçen yüzde miktarı işaretlenir ve bu noktadan çıkılan dikin, örneğe ait plastisite indeksi değerine tekabül eden doğruyu kestiği noktanın ordinatı okunur. Burada da 200 nolu standart elekten geçen miktar yüzde 15 in altında olduğu takdirde bu değer 15 ve 55 in üzerinde bulunduğu takdirde ise 55 olarak alınmaktadır.

2. Handüzü Bölgesi Orman Yolları Taban Topraklarının Grup İndeksleri

Handüzü bölgesi orman yolları taban topraklarının grup indeksleri yukarıda açıklanan biçimde ampirik formüle dayanarak her örnek için ayrı ayrı hesaplanmış ve daha önce örneği verilmiş bulunan taban topraklarıyla ilgili deney sonuçları formuna (Form 4) kaydedilmişlerdir (Tablo IV). Her yol güzergâhı boyunca zeminde yer alan topraklar, grup indeksi bakımından pek tabii olarak değişiklikler gösterecektir. Daha önce de açıklandığı gibi, kaya ve saf halde kum ve çakıl olarak ayırt edilmiş bulunan kesimlerin grup indeksleri sıfır olarak kabul edilmiştir.

3. Handüzü Bölgesi Orman Yolları Taban Topraklarının Yol İnşaatı Yönünden Sınıflandırılması

Daha önce açıklanmış olduğu gibi, araziden alınmış bulunan toprak örnekleri toprak laboratuvarına¹⁾ getirilerek burada bunların sınıflandırılmasında standart yöntemler uygulanmıştır. Yani her örneğin elek analizi yapılmış, likid limit, plastik limit ve plastisite indeksi ve bunlara dayanarak da grup indeksi ve sınıfı saptanmış bulunmaktadır. Saptanmış bulunan bu toprak sınıfları, taban topraklarıyla ilgili deney sonuçları formuna (Form 4) kaydedilmişlerdir. Formda, her güzergâha ait toplu sonuçlar birarada görülmektedir (Tablo IV).

V. TOPRAKLARIN RUTUBET - YOĞUNLUK İLİŞKİLERİ

Bilindiği gibi toprakların çoğu suyu emdiklerinde hacimleri de büyümektedir. İyi bir temel zemini ve temel tabakası olmaya uygun özellikte topraklar, su emmeleri halinde çok az kabarırlar. Bu nedenle bütün toprak işlerinde zeminin sıkıştırılması büyük önem taşımaktadır. Yol

¹⁾ Karayolları 15. Bölge Müdürlüğü Toprak Laboratuvarı, Kastamonu.

inşaatında arzu edilen sonucun elde edilebilmesi için sırasıyla gerek tabanın ve gerekse alt temel, temel tabakası ve yol üstünün mümkün olduğu kadar fazla sıkışık (kompakt) bir kitle haline getirilmesi gerekmektedir. Toprakların yoğunluğu arttıkça yük taşıma kabiliyetleri de artmaktadır. Belli bir malzeme ile inşa edilen bir yol, eğer bu malzeme doğru ve uygun bir biçimde sıkıştırılmış ise, çok iyi sonuçlar verebilmektedir. Aksine olarak, eğer bir malzeme ya da toprak doğru bir biçimde ve yeter derecede sıkıştırılmayacak olursa, özellikle boşlukların su ile dolması halinde bu yolun tamamen elden çıkmasına neden olabilmektedir.

Sıkışma kitlenin özgül ağırlığı ile ölçülmektedir. Sıkışmanın nedeni hakkında bilinenler henüz çok az olmakla beraber, bu olayda suyun çok önemli bir rol oynadığı kesin olarak anlaşılmış bulunmaktadır. Kuru bir toprak örneğine ilâve edilen su, yağlanma nedeniyle sıkışmayı kolaylaştırmaktadır. Ancak belli bir miktardan sonra, su artık toprağın ince danelerle dolabilecek boşluklarını da işgal ettiği için, sıkıştırmanın devamı halinde bunun yoğunluğunda bir artış sağlanamayacaktır. Bu nedenle toprağın yoğunluğunu en yüksek değere ulaştıran ve sıkışmayı sağlayan rutubet miktarı için bir optimum değer mevcut bulunmaktadır. Tatbikatta bir toprağı en yüksek yoğunluğu kazanacak biçimde sıkıştırabilmek için buna verilmesi gereken su miktarının saptanması bu bakımdan büyük önem taşımaktadır.

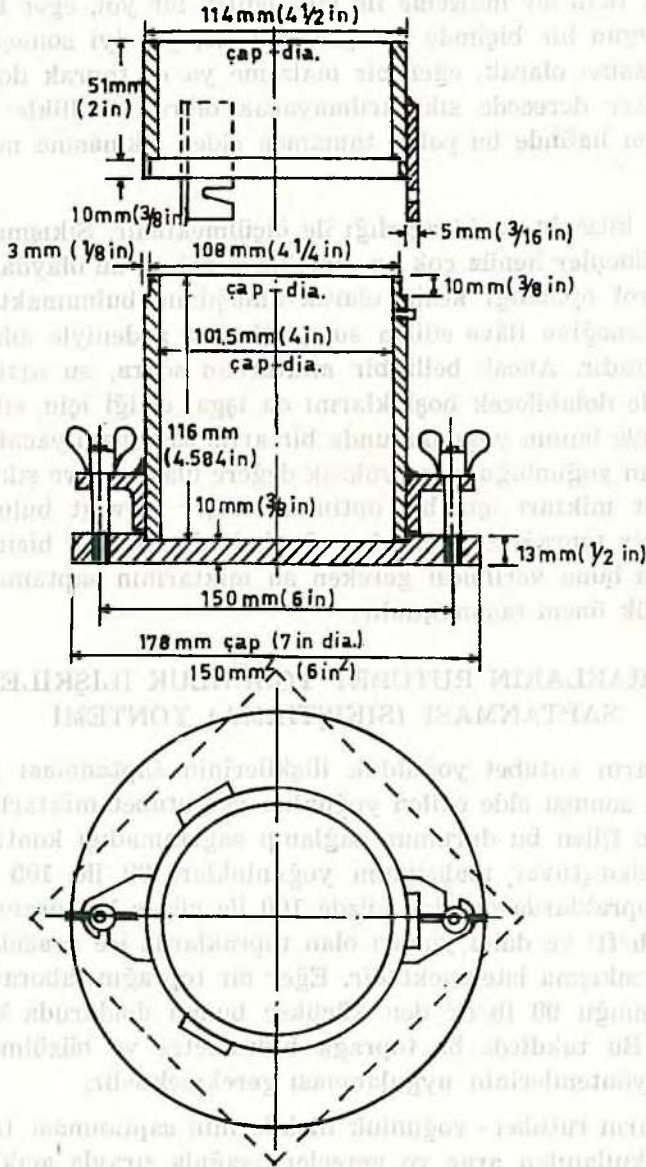
A. TOPRAKLARIN RUTUBET YOĞUNLUK İLİŞKİLERİNİN SAPTANMASI (SIKIŞTIRMA) YÖNTEMİ

Toprakların rutubet yoğunluk ilişkilerinin saptanması yönteminin uygulanması sonucu elde edilen yoğunluk ve rutubet miktarlarına bakılarak arazide fiilen bu durumun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilebilmektedir. Laboratuvar maksimum yoğunlukları 90 ile 105 lb/ft³ arasında olan topraklarda arazide yüzde 100 ile yüzde 105 oranında bir sıkışma, 105 lb/ft³ ve daha yukarı olan topraklarda ise arazide yüzde 95 oranında bir sıkışma istenmektedir. Eğer bir toprağın laboratuvar maksimum yoğunluğu 90 lb/ft³ den küçükse bunun dolduruda kullanılması tehlikelidir. Bu takdirde bu toprağı hidrometre ve büzülme limitinin saptanması yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir.

Toprakların rutubet - yoğunluk ilişkilerinin saptanması (sıkıştırma) yönteminde kullanılan araç ve gereçler aşağıda sırayla açıklanmıştır:

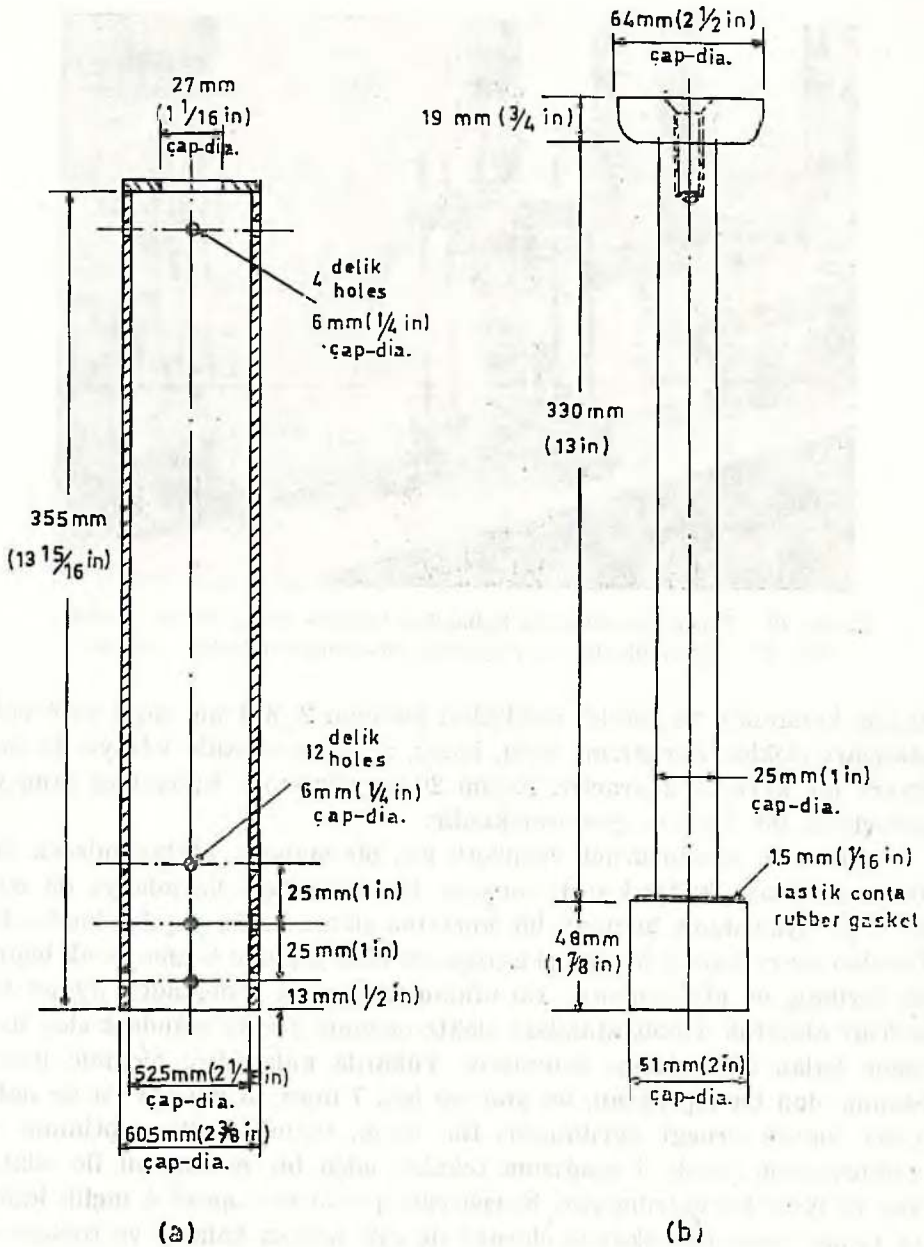
Dört inçlik standart kalıp (Resim 17), 5,5 libre ağırlığında tokmak ve bunun klavuzu (Resim 18), örnek çıkarıcı (Resim 19), en az 25 lb kapasite

de ve 0,1 grama kadar tartan bir terazi, rutubet örneklerini kurutmak için ısısı termostatla kontrol altında tutulabilen 110°C de çalışan bir kurutma fırını, 12 inç uzunluğunda bir ağzı bilenmiş çelik bir cetvel, yön-

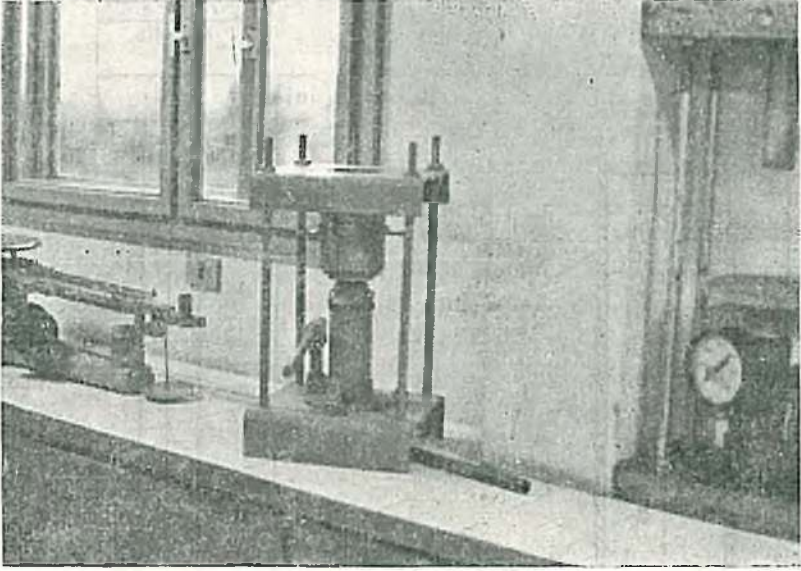


Resim 17. Standart kalıp

Fig. 17. Standard mould



Resim 18. Tokmak (b) ve kılavuz (a)
Fig. 18. Rammer (b) and its guide (a)



Resim 19. Örnek çıkartmakta kullanılan hidrolük kırık (Foto : Aykut)
 Fig. 19. Hydraulic jack for ejecting the sample (Photo : Aykut)

temde kullanılan ve gerekli özellikleri bulunan 2, 3/4 inç çaplı ve 4 nolu standart elekler, karıştırma kabı, kaşık, mala ve spatula v.b. ya da mekanik bir karıştırıcı araçtır. Resim 20 bu yöntemde kullanılan araç ve gereçlerin bir kısmını göstermektedir.

Araziden alınan örnek rutubetli ise, bir malayla ufalanabilecek duruma gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma açık havada ya da ısı 60°C ye ayarlanmış bulunan bir kurutma cihazı ile de yapılabilir. Bundan sonra toprak örnekleri agreganın esas yapısını bozmayacak biçimde kırılmış ve ufalanmıştır. Bu ufalanmış toprak örneğinden uygun bir miktar alınarak 4 nolu standart elekte elenmiş 4 nolu standart elek üzerinde kalan iri malzeme atılmıştır. Yukarıda anlatıldığı biçimde hazırlanmış olan bu topraktan, bu yöntem için 7 libre (3,200 kg) ya da daha fazla toprak örneği ayrılmıştır. Bu örnek, tahmin edilen optimum su muhtevasının yüzde 4 aşığına tekabül eden bir miktar su ile ıslatılmış ve iyice karıştırılmıştır. Karıştırılmış olan bu toprak 4 inçlik kalıpta (yaka kısmı da takılmış olarak) üç eşit tabaka halinde ve toplam sıkıştırılmış derinliği 5 inç olacak biçimde sıkıştırılarak biçimlendirilmiştir. Her tabaka 12 inç yükseklikten serbest olarak düşen tokmakla ve üniform olarak dağıtılan 25 vuruşla sıkıştırılmıştır. Ancak bu 12 inç yükseklik, toprak örneğinin sıkıştırılmış her bir tabakasının üst yüzey seviyesinden



Resim. 20. Toprakların rutubet - yoğunluk ilişkilerinin saptanması yönteminde kullanılan araç ve gereçler (Foto : Aykut)

Fig. 20. Devices and tools used for determination of the moisture content and density relation (Photo : Aykut)

İtibaren alınmış ve daima kontrol altında tutulmuştur. Sıkıştırma işleminden sonra kalıbın ilâve yaka kısmı çıkarılmış ve itinalı bir biçimde çelik cetvel ile, kalıbın üst kenarı tesviye yüzeyi olarak kullanılarak, sıkıştırılmış toprak düzeltilmiş ve sonra tartılmıştır. Sıkıştırılmış örnek ağırlığı + kalıp ağırlığından, kalıp ağırlığı çıkarılarak elde edilen yaş örnek ağırlığı 0,06615 gibi bir katsayı ile çarpılarak sıkıştırılmış örneğin lb/ft^3 olarak yaş yoğunluğu saptanmıştır. Bundan sonra sıkıştırılmış toprak örneği özel bir kriko yardımıyla çıkarılmış ve düşey olarak ortasından kesilmiştir. Rutubet muhtevasının saptanması için kesilen bu parça yüzeylerinin birinden önce örnek alınıp derhal tartılmış, sonra bu örnek 110°C lik bir fırında sabit bir ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kullanılan bu yöntemde rutubet ihtiva eden toprak örneği 100 gramdan az olmamıştır. Bu safhadan sonra, malzemenin kalan kısmı 4 nolu standart elekten geçecek duruma gelinceye kadar ufalanmış ve her defasında toprak örneğinin rutubet muhtevasını yeter derecede artıracak kadar su (% 1-3) ilave edilmiş ve yukarıda açıklanmış bulunan yöntemle ilgili deney en az 3-5 defa tekrar edilmiştir. Bu tekrar yapılırken, rutubet miktarı arttıkça yoğunluk da artmış, fakat belli bir rutu-

bet oranından sonra da yoğunluk düşmeye başlamıştır. İşte bu anda yani yoğunluğunun düşmeye başlamasından itibaren deneye son verilmiştir. Rutubet miktarları ile her rutubet miktarına tekabül eden yoğunluklara dayanılarak bir eğri çizilmiştir. Genellikle düzgün bir parabol biçiminde olan ve yüzde rutubet muhtevasıyla kuru yoğunluk arasındaki ilişkiyi veren bu eğrinin tepe ya da maksimum noktasına tekabül eden rutubet muhtevasına, sıkıştırılmış toprak örneğinin *optimum rutubet muhtevası* ve aynı sıkıştırma koşullarında toprak örneğinin optimum rutubet muhtevasına tekabül eden lb/ft³ cinsinden yoğunluğuna da *maksimum kuru yoğunluk* denmektedir. Toprakların rutubet - yoğunluk ilişkilerinin saptanması yöntemiyle ilgili olarak ve örneği verilmiş bulunan kuru yoğunluk ile rutubet muhtevası arasındaki ilişkinin saptanması formunda (Form 6) da görüldüğü biçimde kuru yoğunluk ve rutubet muhtevası saptanmış bulunmaktadır.

B. HANDÜZÜ BÖLGESİ ORMAN YOLLARI TABAN TOPRAKLARININ RUTUBET YOĞUNLUK İLİŞKİLERİ

Handüzü bölgesi orman yolları taban topraklarının rutubet - yoğunluk ilişkileri, daha önce açıklandığı biçimde saptanmış bulunmaktadır. Bunun sonucu her yol güzergâhı üzerinde tesbit edilmiş bulunan kesimlerden alınmış toprak örneklerinin kuru yoğunluk ve rutubet muhtevaları saptanmış ve bu saptanan değerlere dayanarak her örnek için kuru yoğunluk ile rutubet muhtevası arasındaki ilişkiyi veren eğriler (sıkıştırma eğrisi) ayrı ayrı çizilmiş bulunmaktadır. Çizilmiş bulunan bu eğriler yardımıyla her örneğin maksimum kuru yoğunlukları ve optimum rutubet muhtevaları saptanmış olup bu değerler de taban topraklarıyla ilgili deney sonuçları formunda (Form 4) yer almış bulunmaktadır (Tablo IV).

VI. ÜST YAPI KALINLIĞININ SAPTANMASI YÖNTEMLERİ

Yollarda üst yapı kalınlıklarının ne olması gerektiği problemi, yol mühendislerini öteden beri meşgul etmiş ve bu maksatla çeşitli yöntemler geliştirilmiş bulunmaktadır. Aynı konu orman yolları için de büyük bir önem taşımakta, hangi koşullarda, ne kadar kalınlıkta üst yapı teşkili ya da tatbikatta kullanılan ifadesi ile hangi kalınlıkta stabilize malzeme serilmesinin uygun olacağını bilinmesi, ekonomi ve nakliyat tekniği bakımından gerekli olmaktadır. Kuşkusuz her şeyden önce inşa edilen bir orman yoluna serilecek üst yapı malzemesi kalınlığının, o yol

KURU YOĞUNLUK İLE RUTUBET MUHTEVASI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN SAPTANMASI
(SİKİŞTİRME YÖNTEMİ)
DETERMINATION OF DRY DENSITY AND MOISTURE CONTENT RELATION
(COMPACTION METHOD)

Örnek No :
Sample No :

Deney No :
Test No :

Deneyi yapan :
Operator :

Yol kod no :
Road code No :

Tarih :
Date :

YOĞUNLUĞUN SAPTANMASI
DETERMINATION OF DENSITY

Saptama sayısı Determination No		1	2	3	4	5
a) Kalıp + sıkıştırılmış örnek ağırlığı Wt. of mould + compacted specimen	gr					
b) Kalıp ağırlığı Wt. of mould	gr					
c) Sıkıştırılmış örnek ağırlığı Wt. of compacted specimen	gr					
d) Yaş yoğunluk Wet density ($k = \frac{6635}{1000}$)	lb/ft ³ lb/cuft					
e) Kuru yoğunluk Dry density ($d = \frac{k \times 100}{100 + k}$)	lb/ft ³ lb/cuft					

RUTUBETİN SAPTANMASI
DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT

Saptama sayısı Determination No		1	2	3	4	5
Kap No Container No						
f) Kap + yaş örnek ağırlığı Wt. of container + wet specimen	gr					
g) Kap + kuru örnek ağırlığı Wt. of container + dry specimen	gr					
h) Rutubet Wt. of moisture (f-g)	gr					
i) Kap ağırlığı Wt. of container	gr					
j) Kuru örnek ağırlığı Wt. of dry specimen (g-i)	gr					
k) Rutubet Moisture content ($\frac{h \times 100}{j}$)	%					

Form 6. Kuru yoğunluk ile rutubet muhtevası arasındaki ilişkinin saptanması formu
Form 6. A form of determination of dry density and moisture content relation

üzerinde nakliyat yapılacak periyod boyunca bu maksadı sağlayabilecek değerlerde olması ancak bu miktarın da çok üzerinde bulunmaması en doğru gözüm biçimi olacaktır. İşte bu nedenledir ki çeşitli koşullar altında inşa edilen orman yolları için en uygun üst yapı kalınlıklarını saptamak gerekmektedir. Bu maksatla karayolu inşaatı için geliştirilmiş bulunan ve fakat uygulama olanakları bakımından orman yolları için de en uygun yöntemi seçmek gerekmektedir.

Bugün üst yapı kalınlığını saptamak için elliye yakın yöntem geliştirilmiştir. Bunlar genel olarak dört grupta sınıflandırılabilir. Bu dört gruptan ikisi tamamiyle amprik, bir tanesi yarı amprik ve sonuncu grup da teorik yöntemleri kapsamaktadır. Bu yöntemlerin birbirleriyle çok az müşterek yanları bulunmaktadır. Ancak her koşulda bu kalınlık, nisbi taşıma gücüne ve alt yapı ya da tabanın diğer karakteristiklerine dayanmaktadır. Bu gruplardan birinci gruba dahil bulunan amprik yöntemlerden grup indeksi yöntemi sadeliği ve tatbik kolaylığı nedeniyle bugün köy ve il yolları yapımında uygulanmaktadır. Teknik özellikler bakımından birbirine yakınlığı dolayısıyla, orman yolları yapımında da bu yöntemden yararlanmak mümkündür. Ayrıca bu yöntemi memleketimiz Devlet Karayolları Teşkilâtı da yıllarca ve başarıyla uygulamış bulunmaktadır.

A. GRUP İNDEKSİ YÖNTEMİ

Daha önce de açıklandığı gibi, bugün üst yapı kalınlıklarının saptanması genellikle amprik yöntemlerle yapılmaktadır. Bu yöntemler esas itibariyle daha önce yapılmış bulunan yolların etüdü ile deneme yollarında yapılan araştırmaların sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Sadeliği ve tatbik kolaylığı nedeniyle bugün köy ve il yollarının üst yapı kalınlıklarının saptanmasında grup indeksi yönteminden yararlanılmaktadır.

Bu yönteme göre yol üzerine serilecek malzeme ya da getirilecek üst yapı kalınlığının hesabında iki ayrı doneden yararlanılmaktadır. Bunlardan birincisi taban toprağının ya da temel zemininin grup indeksi, ikinci done ise günlük ortalama trafik sayısı ya da yoğunluğudur. Bilindiği gibi grup indeksi amprik bir sabitedir ve bu sabite bir formül yardımıyla hesap edilmektedir. Taban toprakları grup indeksi adı altında 21 grupta toplanmakta ve değerleri 0 ile 20 arasında değişmekte ve bu değerler yükseldikçe taban toprağının yol inşaatı yönünden olan özellikleri de bozulmaktadır.

Daha önce de verilip açıklandığı gibi grup indeksi formülünde toprağın 200 nolu standart elekten geçen miktarı ile likid limit ve plastisite indeksi değerlerinden yararlanılmaktadır.

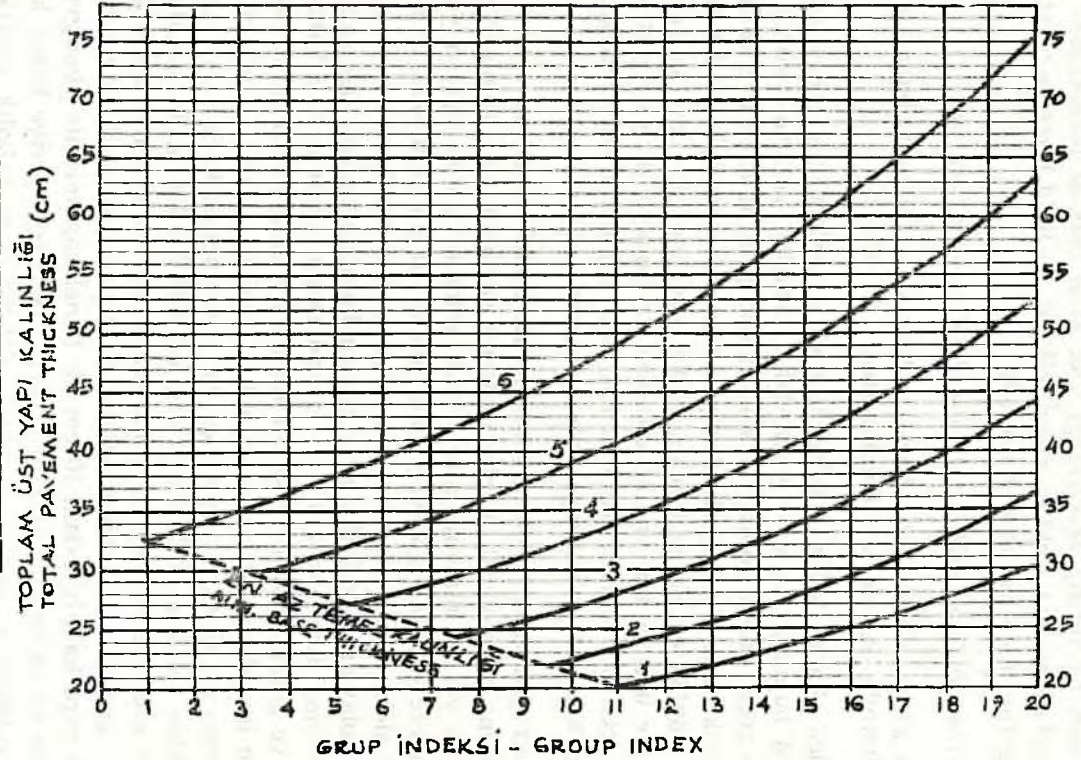
$$\text{Grup indeksi (GI)} = 0,2 a + 0,005 ac + 0,01 bd \text{ dir.}$$

Ayrıca grup indeksi daha önce verilmiş ve açıklanmış bulunan grafikler yardımıyla da hesap edilebilmektedir (Resim 16).

Araziden alınmış bulunan taban toprağı örnekleri için laboratuvarında elde edilmiş bulunan değerler yukardaki formülde yerlerine konulduğu zaman, adı geçen taban toprağı örnekleri için grup indeksi değerleri bulunmuş olmaktadır. Bu değerlerden yararlanmak suretiyle de bu taban toprağının günlük ortalama toplam trafik sayısına göre kaç santimetre kalınlıkta bir üst yapıya ya da stabilize kaplamaya ihtiyaç gösterdiği bu maksat için hazırlanmış bulunan üst yapı kalınlıklarını veren grafikten (Resim 21) kolaylıkla saptanabilmektedir.

Bilindiği gibi taban toprağı üzerine alt temel, temel ve temel kaplama (kaplama altı) olarak üç cins malzeme serilmektedir. Bunlardan temel kaplama ya da kaplama altı olarak adlandırılan ve orman yolları için bir aşınma tabakası görevi yapan tabaka 10 cm kalınlıkta ve tamamını 1 inçlik elekten geçen konkasör malzemesi ile yani kırma taşla yapılmaktadır. Dolayısıyla kalınlık grafiğinden bulunan toplam üst yapı kalınlığından temel kaplama kalınlığı çıkarıldıktan sonra geriye kalan kısım temel ve gerekli görülüyorsa alt temele ayrılmış olmaktadır. Yollar da üst yapı inşaatında alt temel kalınlığı zeminin ya da tabanın cinsine temel kalınlığı ise trafik sıklığına ya da yoğunluğuna bağlı bulunmaktadır. Gerçekten üst yapı kalınlık grafiğinin tetkikinden de kolaylıkla anlaşılabilen gibi her trafik yoğunluk grubu için en az temel kalınlıkları bu grafikte gösterilmiş bulunmaktadır. Sonuç olarak grafikten okunacak toplam üst yapı kalınlığından, 10 cm lik temel kaplama ile yine grafikten alınacak en az temel kalınlığı çıkarılacak olursa geriye kalan kısım alt temel kalınlığını vermiş olacaktır. Yol üst yapı kalınlık grafiğinde apsisi ekseninde zeminin ya da taban toprağının grup indeksi değerleri ordinat ekseninde ise temel zemini ya da yol tabanı üzerine yapılması gereken üst yapı kalınlıkları gösterilmiştir (Resim 21). Grafikte sırasıyla 18000 ve 24000 librelilik (8163 ve 10884 kg) aks yükleri ve değişik günlük ortalama kamyon (ve otobüs) trafik yoğunluğu için altı eğri verilmiş bulunmaktadır. Bu eğrilerden her birisinin hangi trafik yoğunluğu ve aks yükü için olduğu, grafiğin sol tarafındaki cetvelde gösterilmiştir. Her eğri için yani çeşitli aks yükleri ve trafik yoğun-

GÜNLÜK ORTALAMA TRAFİK SAYISI AVERAGE DAILY TRAFFIC DENSITY İKİ AKS LI TAHT TWO-AXLE TRUCK		
EĞRİ No. LINE No	AKS YÜKÜ AXLE LOAD	
	18 000 lb 8163 kg	24 000 lb 10884 kg
1	50 VE DAHA AZ-OR LESS	—
2	50-125	50 VE DAHA AZ OR LESS
3	125-275	50-125
4	275-750	125-275
5	750 VE DAHA FAZLA-OR MORE	275-750
6	—	750 VE DAHA FAZLA-OR MORE



Resim 21. Üst yapı kalınlıklarını saptamakta kullanılan grafik
Fig. 21. A graph used for determination of pavement thicknesses

lukları için uygulanabilecek en az temel kalınlıkları eğrilerin sol taraf-taki sonlarını birleştiren kesik bir çizgiyle sınırlandırılmıştır.

Bütün bu açıklamalardan kolaylıkla anlaşılabilceği gibi, yol tabanı üzerine getirilecek üst yapı kalınlığı, taban yoğunluğunun ya da zeminin grup indeksi değerine göre saptanmaktadır. Aynı trafik yükü altında grup indeksi yüksek olan taban topraklarında ya da zeminlerde daha kalın, grup indeksi küçük olanlarda ise daha ince bir stabilize malzeme tabakasına ya da üst yapıya gerek bulunmaktadır.

B. HANDÜZÜ BÖLGESİ ORMAN YOLLARININ ÜST YAPI KALINLIKLARI

Handüzü bölgesi orman yollarında her örneğin temsil ettiği çeşitli kesimlere ait grup indeksi değerleri hesaplanmış ve bu değerler taban topraklarıyla ilgili deney sonuçları formunda topluca gösterilmiştir (Tablo IV). Hesaplanmış bulunan grup indeksi değerleri, yukarıda açıklanan grup indeksi yöntemine uygulanarak yol güzergâhlarının değişik kesimlerine ait üst yapı kalınlıkları saptanmış ve bu kalınlıklar örnek nolarına göre bir tablo halinde verilmiş bulunmaktadır (Tablo V). Handüzü bölgesinde yapılan incelemeler sonunda, bu bölgenin yollarında mevcut trafik yoğunluğu günde 50 ve daha aşağı sayıda kamyon olmak üzere saptanmış ve üst yapı kalınlıklarının hesabında üst yapı kalınlık grafiğindeki trafik yoğunluğu eğrilerinden 1 nolu eğri kullanılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ÜST YAPI TİPLERİ VE YOL İNŞAATININ PLANLANMASI

I. ORMAN YOLLARINDA UYGULANABİLECEK ÜST YAPI TİPLERİ

Daha önce de açıklandığı gibi, orman yollarında günlük ortalama ve yıllık toplam trafik sayısının az olması nedeniyle bu yollarda daha çok bazı hafif tip kaplamalar söz konusu olmaktadır.

Orman yollarında üst yapı tiplerini iki grupta toplamak mümkündür.

— Birinci grup : Temel zemininin basit bir biçimde islah etmek suretiyle inşa edilen yollar olup, tozla mücadele için yapılacak yağlama

stabilizasyonu ve kalsiyum klorür ile muamele gibi tedbirlerle, zemine çimento karıştırmak suretiyle meydana getirilen üst yapı tipleri,

— İkinci grup : Alelade kil - kum, çakıl ve kırma taş kaplamalar olup bu gruba giren yollarda sıkıştırma trafikle ve silindirler yardımıyla sağlanabilmektedir.

Trafiğe dayanıklı bir aşınma tabakası elde edebilmek için uygulanan yöntemler üç esas grupta toplanmış bulunmaktadır.

— İki ya da daha fazla sayıdaki zemin toprağını karıştırmak suretiyle maksada uygun bir karışım elde etmek,

— Zemin toprağını bitümle ya da başka bir bağlayıcı ile muamele etmek suretiyle hem daneciklerin birbirine bağlanması ve hem de boşlukların doldurulması sağlanarak, böylece suyun nüfuzuna karşı dayanıklı bir yüzey elde etmek,

— Kumlu ya da gevşek zeminlerin portland çimentosu ile stabilize edilmesi ya da sertleştirilmesiyle dış etkilere dayanıklı bir yol inşa etmek.

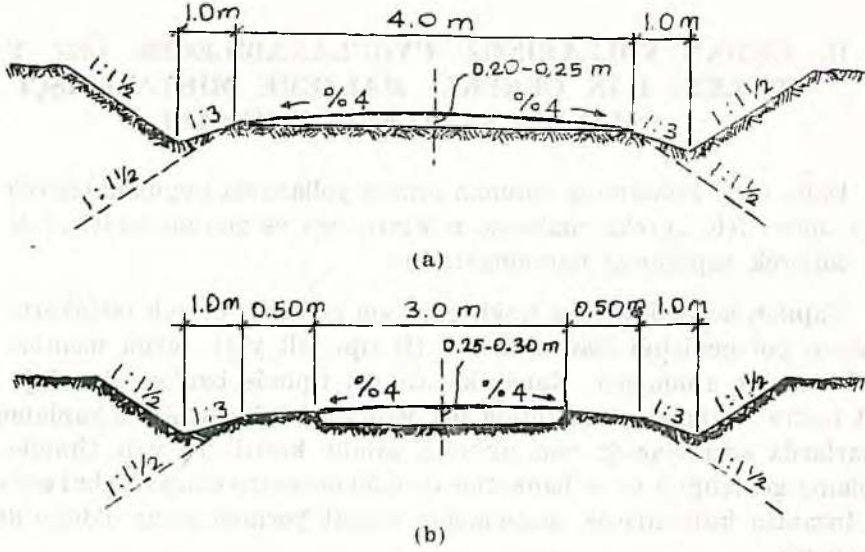
Orman yolları için en çok söz konusu olabilecek üst yapı tipleri de aşağıda sıra ile verilmiştir.

A. KUM - KİL VE TOPSOİL YOLLAR

Kum - kil ve topsoil yollar dış görünüşleri ve fiziki özellikleri bakımından birbirinin aynıdır. Her iki yol üst yapı tipi de belli oranda karışmış kil ve kumdan meydana gelmektedir. Eğer karışımı teşkil eden unsurlar daha önce saptanmış olan oranlarda yol zemini üzerinde karıştırılarak seriliyorsa buna kum - kil yol adı verilir. Buna karşılık inşa edilen yolun civarındaki arazinin üst toprak tabakası uygun karışımda olur ve bu malzeme getirilerek yol üzerine serilirse bu tip yollar da topsoil yol adını alırlar. Bu tip yollarda kanat kesitli ve sandık kesitli kaplama biçimleri söz konusudur (Resim 22 a, b).

B. ÇAKIL YOLLAR

Çakıl yollar, tabii ya da konkasörde kırılarak elde edilen suni çakıl ya da kırma taşla inşa edilirler. Genel olarak tabii çakıl temin edilmesi mümkün olan hallerde bu tip inşaat ekonomik olmaktadır. Tabii malzeme ocaklarından elde edilen çakıllar çok iri olduğu takdirde elenecek ya da kırılarak çok ince olduğu takdirde ise başka bir malzeme ile



Resim 22 a. Kanat kesitli bir yol

b. Sandık kesitli bir yol

Fig. 22 a. A feather-edge section road

b. A trench section road

karıştırılarak kullanılabilir. Diğer taraftan temiz çakılda bağlanma iyi olmayacağı için karışım az miktarda kil ve balçık ihtiva etmelidir.

C. STABİLİZE TOPRAK YOLLAR

Çakıl yollarda trafik yoğunluğu fazlaştıkça, daha sık tesviye edilmesi gereği ortaya çıkmaktadır. Fakat aynı malzemeye kil ve kalsiyum klorür ilave edilmesi suretiyle yol sathının daha iyi bir biçimde stabilizasyonu sağlanabilmektedir. Stabilize edilmiş yol sathı iri ve ince agrega bağlayıcı özelliğe haiz malzeme ve kalsiyum klorürün uygun oranlarda karıştırılması suretiyle elde edilir ve bu sath her türlü hava koşullarında en yüksek stabiliteyi sağlar.

D. TABANIN YA DA TABİİ TEMEL ZEMİNİNİN TAKVİYESİ

Bazan trafik yoğunluğu çok az olan yollarda bir kaplama ya da üst yapı inşasına lüzum kalmadan, vasıtaları doğrudan doğruya tabii temel zemini üzerinden geçirmek kabildir. Fakat trafik tesiriyle sathta malzeme kaybı çukurluklar ve iz teşekkülü gibi bozuklukların meydana gelmesine engel olmak için bunların takviye edilmesi gerekmektedir. Bu takviye biçimleri bitümlü muamele, çakılla takviyeli yağlama ve Road Packer (RRP) ile muamele gibi biçimlerdir.

II. ORMAN YOLLARINDA UYGULANABİLECEK ÜST YAPI TIPLERİ İÇİN GEREKLİ MALZEME MİKTARI, İŞÇİ VE MAKİNA SAATLERİNİN HESABI

Daha önce açıklanmış bulunan orman yollarında uygulanabilecek üst yapı tipleri için gerekli malzeme miktarı, işçi ve makine saatleri de hesap edilerek saptanmış bulunmaktadır.

Yapılan hesaplara esas teşkil eden yol genişliği olarak tatbikatta uygulanan yol genişliği olan 4 metre (B tipi tali yol), birim uzunluk ise bir kilometre alınmıştır. Kanat kesitli yol tipinde banket olmadığı için dört metre genişliğin tamamının üst yapıyla kaplanacağı ve kaplamanın kenarlarda sıfır olacağı esas alınmış, sandık kesitli üst yapı tipinde ise, kaplama genişliği 3 m ve banketler de 0.50 er metre olarak kabul edilmiştir. İnşaatta kullanılacak malzemenin inşaat yerinde hazır olduğu düşünülmüştür.

Sıkıştırmanın orman yolları inşaatında da gerekli olduğu düşünülerek bunun silindirle yapılması önerilmiştir. Sıkıştırmada 8 - 10 tonluk tandem silindir, 3 - 4 tonluk Karayollarınca imal edilen vibrasyonlu silindirlerin kullanılması uygun görülmüştür.

Sıkıştırmada kullanılacak su miktarının saptanmasında esas olan maksimum kuru yoğunluğu sağlayacak rutubet miktarı, kullanılacak malzemenin ağırlık olarak yüzde 7 si oranında alınmıştır.

Bilindiği gibi, stabilize malzemelerin sıkıştırılmasında esas alınacak maksimum kuru yoğunluğun hesabı ayrı bir biçimde bir formülden yararlanarak çizilen bir eğri yardımıyla yapılmaktadır.

Bu esaslar içinde çeşitli üst yapı tiplerine ait gerekli malzeme miktarı, işçi ve makine saatleri hesaplanmış ve bir tablo halinde verilmiş bulunmaktadır (Tablo VI).

III. ORMAN YOLLARI İNŞAATININ İKLİM FAKTÖRLERİ AÇISINDAN PLANLANMASI

Daha önce de açıklandığı gibi toprağın su muhtevasının, kohezif toprakların taşıma güçlerine ve mukavemetlerine olan büyük etkisi nedeniyle, yol inşaatında hava koşulları büyük önem taşımaktadır. Bu durum hem yol inşaatı çalışmalarında ve hem de üst yapı inşaatında önemlidir.

Yol inşaatında toprak işlerinde yağışça zengin bir iklim, bir taraftan kazma gücünü azaltır, alet ve makinaların faydalı olmayan sürelerini uzatır ve malzemenin ziyan olmasına neden olur. Diğer taraftan hareketli toprak kitlelerinin yüksek miktarda su ihtiva etmesine ve bu nedenle dolduru kitlelerinin belirgin bir biçimde dirençlerinin azalmasına, kayma ve kopmalara sebep olur. Dolduru kitlelerinde, zaten zor olan sıkıştırma işlemi, olanaksızlaşır.

Kural olarak doldurulardan oluşan taşıyıcı tabakaların yapımında da hava koşulları önemli rol oynar. Burada dolduru malzemesinin inşaat alanına taşınması büyük bir problem olur. Çünkü alt yapı ya da taban bu sırada büyük bir yüke maruz kalır. Kuru hava koşulları alt yapının daha yüksek bir taşıma gücünü sağlamasını ve daha az malzeme kullanılmasını ve mevcut yolların daha az zarar görmesini sağlar.

Yol inşaatında hava koşulları zorluklarının, inşaatın, hava koşulları itibariyle uygun olan periyodlara aktarılmasıyla karşılanması olağandır. Bu nedenle, daha önceki hava koşulları seyrinin ve genel olarak toprak rutubetinin çok ya da az olması olasılığı ile mevsimlerin yol inşaatında toprak işlerinde ya da sıkıştırma işleminin planlanmasında göz önüne alınması gerekmektedir. «Bir inşaat yerindeki işlerin doğru olarak organize edilebilmesi için yağışların dağılımının bilinmesi zorunlu olmaktadır». Ancak bazı mntıklalarda hava koşullarının normal gidişi, kesin olarak sınırlanan uygun hava koşulları periyodlarına ayrılamaz ya da uygun periyodlar kesin olarak tanımlanamaz. Sadece yağış dağılımı, çok önemli olmasına rağmen, önümüzdeki sorun için mntıkadaki hava koşullarının iyi ya da kötü olduğunu belirten yeterli bir gösterge değildir. Çünkü fazla yaz yağışları, yüksek ısılar ve yüksek buharlaşma gücü yol inşaatı için fazla sakıncalı değildir. Bu nedenle hava koşullarının hükümlendirilmesi için önemli iklim faktörlerinin analizlerine gerek vardır. Bu nedenle yol inşaatının iklim faktörleri açısından plânlanması konusu incelenerek, Handüzü bölgesinde Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarının yol ve üst yapı inşaatı için en uygun aylar olduğu saptanmış, ancak bazı tedbirlerle inşaatın diğer aylara da kaydırılabileceği mümkün görülmüştür.

Hem elverişsiz hava koşullarına karşı mücadele ve hem de uygun hava koşullarından en iyi biçimde istifade edilmesi, her türlü hava değişikliklerine kısa sürede uyabilen, hızla intibak edebilme niteliğinde ve organizasyon yönünden hareketli bir uygulama planını gerektirmektedir. Burada mevcut imkânların sağlanması yanında gerekli alet ve makinaların devamlı olarak çalışmaya hazır durumda bulundurulması da çok önemlidir.

IV. ORMAN YOLLARINDA ÜST YAPI İNŞAATI İLE İLGİLİ ÖNERİLER

Orman yollarında üst yapı inşaatını, tam ve tekniğine uygun olarak gerçekleştirebilmek için, öncelikle her Başmüdürlük mntikasında şimdilik birer tane olmak üzere toprak stabilizasyon laboratuvarlarının kurulması gereklidir. Bu laboratuvarlarda bulunması gerekli araç ve gereçler bundan önceki bölümlerde açıklanmıştır. Bu laboratuvarların kurulmasında Orman Fakültesi Orman İşletme İnşaatı Kürsüsünden ve Karayolları teşkilâtından geniş ölçüde yararlanmak mümkündür. Çünkü laboratuvarlarda kullanılan araç ve gereçlerin çoğunu Karayolları teşkilatı kendi olanaklarıyla yapmaktadır. Hatta örneklerinden yararlanarak bu araç ve gereçlerin büyük bir kısmını orman teşkilâtı da yine kendi olanaklarıyla yapabilir.

Üst yapı inşaatına başlamadan önce, taban topraklarının etüdleri yapılmalı ve alınan toprak örnekleri bu laboratuvarlarda analiz edilerek incelenmelidir. Bundan başka kullanılacak üst yapı malzemeleri de aynı biçimde etüd edilerek, üst yapı inşaatına uygunlukları saptanmalıdır. Belki ilk görünüşte bu uygulama biraz zor ya da komplike gibi görünürse de, bu etüdlerin yapılmasıyla, yol tabanı üzerine getirilecek üst yapı malzemesinin, uygun miktarda kullanılması sağlanacak, bu da malzeme yönünden büyük bir tasarruf sağlayacak ve üst yapı inşaatı için harcanan paralar boşa gitmiyecek ve yerinde kullanılmış olacaktır.

Ana orman yollarının ve önemli yan yolların süratle üst yapıya kavuşturulması gerekmektedir. Bu husus daha önce de açıklandığı gibi özellikle Kayın mntıklarında daha da önem kazanmaktadır. Ana orman yollarında değişik zemin koşulları için kanat kesitli kaplama biçimlerinden bir tanesi, yan yollar için ise tabii temel zemininin takviyesi ile ilgili yöntemlerden bitimle ya da çakılla takviyeli yağlama biçimlerinden biri önerilebilir.

STUDIES ON THE CONSTRUCTION OF FOREST ROAD PAVEMENTS IN KASTAMONU REGION (TURKEY)¹⁾

Dr. Turgay AYKUT²⁾

The annual timber production in forests is increasing steadily in recent years and this volume has to be transported to the sales depots or mills within a short period of time. In order to be able to realize this task we need new and powerful equipments and roads which will fit their requirements.

Most of the existing forest roads in Turkey are earth roads without a base course and surfacing. Besides, in a great extent the drainage structures on these roads are insufficient or even do not exist.

Surfacing with or without a base course is essential for a given traffic volume. Therefore for all of the forest roads in every region pavement structures should be realized economically and in a way which will fit its technical specifications.

Pavements in forest roads are always constructed on a stable subgrade. Therefore the selection of a stable and a suitable subgrade material is the most important part of the design of pavements. Soils should be surveyed as a construction material because of their changing peculiarities and their important place in pavement construction.

In this study we have chosen the Handüzü district for subgrade material surveys and the subgrade materials of all the roads in this region have been surveyed.

First of all we have determined the sections where the structures have hanged, and then we have taken 99 samples (Table I) (Map II) from these sections.

¹⁾ This is a summary of the Habilitation Thesis prepared under the same title at the Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, University of Istanbul.

²⁾ Docent, at the Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, University of Istanbul.

In order to classify the soils from the standpoint of road construction, the sieve analysis has been carried out and the results have been written on the form (Form 4) concerned (Table IV).

Afterwards the liquid limit and plastic limit values of the same samples have been determined. The plasticity indices then have been calculated and all the results have been shown on the related columns (Form 4) (Table IV).

Depending upon these values the group index values of all of the forest roads in the district have been determined, subgrade materials have been classified from the standpoint of road construction, and all the results shown on Form 4 (Table IV).

The thicknesses of the pavement structures of all the roads in the district have been determined by group index method using the above mentioned values and the results have been shown on a table (Table V).

Type of pavement structures that could be used on forest roads have been accepted here as sand - clay and topsoil, gravel, soil stabilization and the improvement of the subgrades. The required material, labour hour and machine hour values for these types of structures have been calculated one by one and the results shown on a table (Table VI).

Finally, planning the forest road construction has been studied from the viewpoint of climatical factors and we have come to conclusion that July, August and September are the most convenient time for this purpose, and only with some measures the construction period could be extended beyond this period.

In order to be able to realize the construction of pavements properly, a soil stabilization laboratory is to be established in every region. The subgrade materials should be surveyed before the pavement structure starts and the samples taken for this purpose should be tested at these laboratories. Also the materials to be used for surfacing should be surveyed in the same way, to determine if they are suitable for the construction.

For the excess roads one of the feather section type of pavement structures, and for the secondary roads improvement of subgrades such as sprinkling of oil or granular material treated with light asphaltic oil could be recommended.

Tablo IV: Taban Topraklarıyla İlgili Deney Sonuçları

Table IV: The Test Results of Subgrade Soils

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 001			Yolun adı : Çilesiz - Handüzü				
District name :		Road code No. :			Road name :				
Test No.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Deney No.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Örnek No.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Örneğin alındığı yer	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	
Sampling place	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	--	--	--	--	--	--	--
	2 inç (in)	--	--	--	--	--	--	--	--
	1½ inç (in)	--	--	--	--	100	--	--	--
	1 inç (in)	--	--	--	--	96	--	--	--
	¾ inç (in)	--	--	--	--	91	--	100	--
	⅜ inç (in)	--	--	--	--	70	--	92	--
	No. 4	100	100	100	100	35,1	100	75,8	100
	No. 10	80	71	59	71	30	80	57	77
	No. 40	57	40	34	37	24	31	33	47
No. 200	40	21	25	24	11	18	20	31	
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	28	26	--	32	--	25,8	34	27
	Plastik limit Plastic limit	11	14	--	15	--	18,1	17	17
	Plastisite indeksi Plasticity index	17	12	NP	17	NP	7,7	17	10
	Sınıfı Class	A-6	A-2-6	A-1-b	A-2-6	A-1-a	A-1-b	A-2-6	A-2-4
	Grup indeksi Group index	3	0	0	1	0	0	0	0
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	121,8	123,2	119,6	123,0	121,9	123,6	127,6	128,5
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	10,7	10,6	14,9	12,6	11,5	11,6	10,3	10,6

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 001				Yolun adı : Çilesiz - Handüzü			
District name :		Road code No. :				Road name :			
Test No.	Deney No.	9	10	11	12	13	14	15	16
Örnek No.	Sample No.	9	10	11	12	13	14	15	16
Örneğin alındığı yer		Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita
Sampling place		Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—
	2 inç (in)	—	—	—	—	100	—	—	—
	1½ inç (in)	—	—	—	—	95	—	—	—
	1 inç (in)	—	—	—	—	92	—	—	100
	¾ inç (in)	—	—	—	—	85	—	—	99
	⅜ inç (in)	—	—	—	—	75	—	—	86
	No. 4	100	100	100	100	59,8	100	100	63,5
	No. 10	76	80	91	72	47	80	81	44
	No. 40	46	52	59	47	28	59	51	27
No. 200	34	37	43	33	13	44	32	18	
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	—	27	25	36	—	32	—	—
	Plastik limit Plastic limit	—	16	17	17	—	19	—	—
	Plastisite indeksi Plasticity index	NP	11	8	19	NP	13	NP	NP
	Sınıfı Class	A-2-4	A-6	A-4	A-2-6	A-1-a	A-6	A-2-4	A-1-b
	Grup indeksi Group index	0	1	3	3	0	3	0	0
Şıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	122,5	120,8	123,1	125,6	120,1	113,6	122,2	128,0
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	11,2	12,5	11,8	13,6	11,8	13,4	11,6	12,0

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü	Yol kod No. : 001	Yolun adı : Çilesiz - Handüzü
District name : Handüzü	Road code No. : 001	Road name : Çilesiz - Handüzü
Test No.	17	
Deney No.	17	
Örnek No.	17	
Sample No.	17	
Örneğin alındığı yer	Harita	
Sampling place	Map II	
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in) —
		2 inç (in) —
		1½ inç (in) —
		1 inç (in) —
		¾ inç (in) —
		⅜ inç (in) —
		No. 4 100
		No. 10 78
		No. 40 48
No. 200 19		
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit —	
	Plastik limit Plastic limit —	
	Plastisite indeksi Plasticity index NP	
	Sınıfı Class A-1-b	
	Grup indeksi Group index 0	
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density 120,7 (lb/ft³)	
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%) 12,4	

Table IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. :		Yolun adı : Kızılkışe - Maslak	
District name :		Road code No. :		Road name :	
Deney No.		18	19	20	
Test No.					
Örnek No.		18	19	20	
Sample No.					
Örneğin alındığı yer		Harita	Harita	Harita	
Sampling place		Map II	Map II	Map II	
Elekt Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elekt Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—
		2 inç (in)	—	—	—
		1½ inç (in)	—	—	—
		1 inç (in)	—	—	—
		¾ inç (in)	—	—	—
		⅜ inç (in)	—	—	—
		No. 4	100	100	100
		No. 10	77	74	81
		No. 40	26	41	58
No. 200	9	26	48		
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	—	—	39,0	
	Plastik limit Plastic limit	—	—	24,7	
	Plastisite indeksi Plasticity index	NP	NP	14,3	
	Sınıfı Class	A-1-b	A-1-b	A-4	
	Grup indeksi Group index	0	0	4	
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	80,2	123,6	104,2	
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	38,0	12,3	18,8	

Tablo-IV (Devamı)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü District name :		Yol kod No. : 003 Road code No. :			Yolun adı : Maslak - Saraycık Road name :			
Deney No. Test No.		21	22	23	24	25	26	27
Örnek No. Sample No.		21	22	23	24	25	26	27
Örneğin alındığı yer Sampling place		Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II
Elekt Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elekt Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	—	—
	2 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—
	1½ inç (in)	—	—	—	—	—	—	—
	1 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—
	¾ inç (in)	—	—	—	—	—	—	—
	⅜ inç (in)	—	—	—	—	—	—	—
	No. 4	100	100	100	100	100	100	100
	No. 10	80	77	76	86	69	82	90
	No. 40	60	43	28	54	43	62	67
No. 200	52	31	11	37	30	51	54	
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	44	—	—	27,0	32	—	42
	Plastik limit Plastic limit	34	—	—	23,0	—	—	24
	Plastisite indeksi Plasticity index	10	NP	NP	4	NP	NP	18
	Sınıfı Class	A-4	A-2-4	A-1-b	A-5	A-2-4	A-4	A-7-6
	Grup indeksi Group index	4	0	0	0	0	0	8
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	105,2	123,8	135,8	122,8	118,0	107,4	108,6
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	17,3	11,7	10,5	11,8	11,8	17,7	17,1

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 013			Yolun adı : Ardıçlık - Yellikaş					
District name :		Road code No. :			Road name :					
Deney No. Test No.	28	29	30	31	32	33	34	35		
Örnek No. Sample No.	28	29	30	31	32	33	34	35		
Örneğin alındığı yer Sampling place	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II		
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—	
		2 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—	
		1½ inç (in)	—	—	—	—	—	—	—	
		1 inç (in)	—	—	—	—	—	100	—	—
		¾ inç (in)	—	—	—	—	100	97	—	—
		⅜ inç (in)	—	—	—	—	98	90	—	—
		No. 4	100	100	100	100	90,6	83	100	100
		No. 10	90	77	92	93	79	70	71	93
		No. 40	73	50	82	75	54	41	40	80
		No. 200	55	35	74	60	38	26	29	63
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	26	—	—	37,3	33,0	—	37	53,1	
	Plastik limit Plastic limit	13	—	—	20,0	21,5	—	26	30,7	
	Plastisite indeksi Plasticity index	13	NP	NP	17	11,5	NP	11	22,4	
	Sınıfı Class	A-6	A-2-4	A-4	A-6	A-6	A-1-b	A-2-6	A-7-5	
	Grup indeksi Group index	6	0	0	8	2	0	1	13	
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	112,4	126,7	128,8	106,0	116,8	120,0	113,0	85	
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	14,7	10,4	10,9	18,8	14,1	13	15,6	27,2	

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 013	Yolun adı : Ardıcılık - Yellikaş
District name :		Road code No. :	Road name :
Deney No.		36	
Test No.			
Örnek No.		36	
Sample No.			
Örneğin alındığı yer		Harita	
Sampling place		Map II	
Eleme Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Eleme Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—
		2 inç (in)	—
		1½ inç (in)	—
		1 inç (in)	—
		¾ inç (in)	—
		⅜ inç (in)	—
		No. 4	100
		No. 10	97
		No. 40	84
No. 200	68		
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	38,2	
	Plastik limit Plastic limit	21,1	
	Plastisite indeksi Plasticity index	17,1	
	Sınıfı Class	A-6	
	Grup indeksi Group index	10	
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	99,4	
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	17,8	

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzül		Yol kod No. : 014		Yolun adı : Tuzla - Açıkkderesi		
District name :		Road code No. :		Road name :		
Deney No.		37	38	39	40	
Test No.						
Örnek No.		37	38	39	40	
Sample No.						
Örneğin alındığı yer		Harita	Harita	Harita	Harita	
Sampling place		Map II	Map II	Map II	Map II	
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	
		2 inç (in)	—	—	—	
		1½ inç (in)	—	100	100	100
		1 inç (in)	—	98	90	91
		¾ inç (in)	—	94	80	89
		⅜ inç (in)	—	82	55	80
		No. 4	100	69,5	40,7	69,1
		No. 10	90	56	31	54
		No. 40	60	42	21	37
		No. 200	32	35	15	30
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	—	50,4	45,8	32,8	
	Plastik limit Plastic limit	—	26,3	31,5	23,7	
	Plastisite indeksi Plasticity index	NP	24,1	14,3	9,1	
	Sınıfı Class	A-2-4	A-7-5	A-2-7	A-2-4	
	Grup indeksi Group index	0	3	0	0	
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	127,5	104,0	104,4	112,1	
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	11,7	18,5	20,0	16,3	

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 014a				Yolun adı : Açlıkderesi - Yellikay	
District name : Handüzü		Road code No. : 014a				Road name : Açlıkderesi - Yellikay	
Deney No.		41	42	43	44		
Test No.		41	42	43	44		
Örnek No.		41	42	43	44		
Sample No.		41	42	43	44		
Örneğin alındığı yer		Harita	Harita	Harita	Harita		
Sampling place		Map II	Map II	Map II	Map II		
Elekt Analiz - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elekt Boyutları - Sieve Size						
	3 inç (in)	—	—	—	—		
	2 inç (in)	—	—	—	—		
	1½ inç (in)	—	—	—	—		
	1 inç (in)	—	—	—	—		
	¾ inç (in)	—	—	—	—		
	3/8 inç (in)	—	—	—	—		
	No. 4	100	100	100	100		
	No. 10	73	73	65	71		
No. 40	35	38	32	35			
No. 200	19	21	23	23			
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	—	—	—	—		
	Plastik limit Plastic limit	—	—	—	—		
	Plastisite indeksi Plasticity index	NP	NP	NP	NP		
	Sınıfı Class	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b		
	Grup indeksi Group index	0	0	0	0		
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	123,6	125,6	131,4	131,9		
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	11,0	11,5	8,8	9,7		

Table IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 015			Yolun adı : Bidan - Kanca				
District name :		Road code No. :			Road name :				
Deney No.		45	46	47	48	49	50	51	52
Test No.		45	46	47	48	49	50	51	52
Örnek No.		45	46	47	48	49	50	51	52
Sample No.		45	46	47	48	49	50	51	52
Örneğin alındığı yer		Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita
Sampling place		Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—
		2 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—
		1½ inç (in)	—	—	—	—	—	—	—
		1 inç (in)	—	—	100	—	—	—	—
		¾ inç (in)	100	100	86	—	—	—	—
		⅜ inç (in)	93	93	65	—	—	—	—
		No. 4	79,6	77,4	50,7	100	100	100	100
		No. 10	63	52	39	76	77	69	80
		No. 40	41	31	27	47	63	36	53
		No. 200	23	23	21	29	48	26	36
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	—	43,3	41,1	—	30,3	—	39	—
	Plastik limit Plastic limit	—	10,3	27,7	—	18,3	—	25	—
	Plastisite indeksi Plasticity index	NP	23,0	13,4	NP	12,0	NP	14	NP
	Sınıfı Class	A-1-b	A-2-7	A-2-7	A-2-4	A-6	A-2-4	A-2-6	A-2-4
	Grup indeksi Group Index	0	0	0	0	4	0	1	0
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	131,3	116,0	102,3	116,3	110,8	120,6	109,8	121,8
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	11,2	15,9	20,5	13,2	17,6	12,8	19,0	10,8

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü District name :		Yol kod No. : 015 Road code No. :			Yolun adı : Bidan - Kanca Road name :		
Deneş No. Test No.		53	54	55	56	57	58
Örnek No. Sample No.		53	54	55	56	57	58
Örneğin alındığı yer Sampling place		Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	—
	2 inç (in)	—	—	—	—	—	—
	1½ inç (in)	—	—	—	—	—	—
	1 inç (in)	—	—	—	—	—	—
	¾ inç (in)	—	—	—	—	—	—
	¾ inç (in)	—	—	—	—	—	—
	No. 4	100	100	100	100	100	100
	No. 10	89	85	79	84	78	86
	No. 40	72	32	44	41	45	46
No. 200	61	13	24	17	36	30	
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	37,3	—	—	—	40	—
	Plastik limit Plastic limit	24,5	—	—	—	26	—
	Plastisite indeksi Plasticity index	12,8	NP	NP	NP	14	NP
	Sınıfı Class	A-6	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-6	A-2-1
	Grup indeksi Group index	6	0	0	0	1	0
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	104,7	127,5	123,4	110,8	119,2	117,6
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	18,9	11,6	14,1	16,4	13,7	13,2

Tablo -IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 016				Yolun adı : Bidan - Tuzla			
District name : Handüzü		Road code No. : 016				Road name : Bidan - Tuzla			
Deney No.	59	60	61	62	63	64	65	66	
Test No.									
Örnek No.	59	60	61	62	63	64	65	66	
Sample No.									
Örneğin alındığı yer		Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	Harita	
Sampling place		Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	Map II	
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	—	—	
	2 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—	
	1½ inç (in)	—	—	—	—	100	—	—	
	1 inç (in)	—	—	—	—	93	—	—	
	¾ inç (in)	—	—	—	—	89	—	—	
	⅜ inç (in)	—	—	—	—	72	—	—	
	No. 4	100	100	100	100	50,7	100	100	100
	No. 10	91	97	88	91	34	82	72	86
	No. 40	71	79	67	71	20	33	32	57
	No. 200	49	61	58	54	14	10	21	43
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	39	57,1	32	38	40,4	—	—	30,0
	Plastik limit Plastic limit	22	30,2	23	23	15,3	—	—	18,0
	Plastisite indeksi Plasticity index	17	26,9	9	15	25,1	NP	NP	12,0
	Sınıfı Class	A-6	A-7-5	A-4	A-6	A-2-6	A-1-b	A-1-b	A-6
	Grup indeksi Group index	7	14	4	6	0	0	0	3
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	106,6	92,4	111,4	109,4	111,6	111,8	124,4	113,3
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	17,7	25,5	16,8	15,5	17,0	16,5	12,8	16,8

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 017		Yolun adı : Bidan - Tuzla	
District name : Handüzü		Road code No. : 017		Road name : Bidan - Tuzla	
Deneş No.		67			
Test No.		67			
Örnek No.		67			
Sample No.		67			
Örneğin alındığı yer		Harita			
Sampling place		Map II			
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—		
		2 inç (in)	100		
		1½ inç (in)	97		
		1 inç (in)	91		
		¾ inç (in)	87		
		⅜ inç (in)	79		
		No. 4	70,6		
		No. 10	61		
		No. 40	42		
		No. 200	30		
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	—			
	Plastik limit Plastic limit	—			
	Plastisite indeksi Plasticity index	NP			
	Sınıfı Class	A-2-4			
	Grup indeksi Group index	0			
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	127,4			
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	10,5			

Table IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 016			Yolun adı : Çatak - Atay		
District name : Handüzü		Road code No. : 016			Road name : Çatak - Atay		
Deneş No. Test No.		68	69	70	71	72	
Örnek No. Sample No.		68	69	70	71	72	
Örneşin alındığı yer Sampling place		Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	
		2 inç (in)	—	—	—	—	
		1½ inç (in)	—	—	—	100	—
		1 inç (in)	100	—	—	94	—
		¾ inç (in)	96	—	—	89	—
		⅜ inç (in)	87	—	—	74	—
		No. 4	69,6	100	100	57,1	100
		No. 10	51	66	79	37	72
		No. 40	28	34	50	14	26
		No. 200	15	17	34	8	5
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	—	—	31	—	43,9	
	Plastik limit Plastic limit	—	—	20	—	14,4	
	Plastisite indeksi Plasticity index	NP	NP	11	NP	29,5	
	Sınıfı Class	A-1-b	A-1-b	A-2-6	A-1-a	A-2-7	
	Grup indeksi Group index	0	0	0	0	0	
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	124,8	126,8	120,8	102,7	99,2	
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	10,8	10,9	12,2	19,4	20,4	

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 018			Yolun adı : Göynük - Açlıkderesi		
District name :		Road code No. :			Road name :		
Deney No. Test No.	73	74	75	76	77	78	
Örnek No. Sample No.	73	74	75	76	77	78	
Örneğin alındığı yer Sampling place	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	—
	2 inç (in)	—	—	—	—	—	—
	1½ inç (in)	—	—	—	—	—	—
	1 inç (in)	—	—	—	—	—	—
	¾ inç (in)	—	—	—	—	—	—
	⅜ inç (in)	—	—	—	—	—	—
	No. 4	100	100	100	100	100	100
	No. 10	82	81	74	71	86	78
	No. 40	50	58	45	42	53	42
No. 200	30	40	33	32	33	26	
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	—	—	29,6	38,1	32	—
	Plastik limit Plastic limit	—	—	19,0	21,4	16	—
	Plastisite indeksi Plasticity index	NP	NP	10,6	16,7	16	NP
	Sınıfı Class	A-2-4	A-4	A-2-6	A-2-6	A-2-6	A-2-4
	Grup indeksi Group index	0	0	2	2	2	0
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	122,0	113,8	126,6	116,6	124,8	126,7
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	12,6	15,4	11,4	14,2	12,4	10,5

Tablo IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 020			Yolun adı : Atay - Porsuk			
District name : Handüzü		Road code No. : 020			Road name : Atay - Porsuk			
Deney No. Test No.		79	80	81	82	83	84	
Örnek No. Sample No.		79	80	81	82	83	84	
Örneğin alındığı yer Sampling place		Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	—	
		2 inç (in)	—	—	—	—	—	
		1½ inç (in)	—	—	—	—	—	
		1 inç (in)	—	—	—	100	—	—
		¾ inç (in)	—	—	—	95	—	—
		⅜ inç (in)	—	—	—	80	—	—
		No. 4	100	100	100	77,2	100	100
		No. 10	96	100	71	73	76	74
		No. 40	88	99	53	67	42	38
		No. 200	80	86	34	60	24	21
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	43,6	28	—	37,4	—	—	
	Plastik limit Plastic limit	29,7	17	—	22,3	—	—	
	Plastisite indeksi Plasticity index	13,9	11	NP	15,1	NP	NP	
	Sınıfı Class	A-7-5	A-6	A-2-4	A-6	A-1-b	A-1-b	
	Grup indeksi Group index	10	8	0	10	0	0	
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft ³)	99,0	117,4	123,4	105,3	117,0	131,0	
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	22,2	12,2	11,0	18,8	15,3	9,0	

Table IV (Devam)
Table IV (Continued)

Bölgce adı District name :		Yol kod No. Road code No. :		Yolun adı Road name :	
Handizü		021		Kurbanlık - Dibeayrek	
Deneş No.	85	86	87	88	89
Örnek No.	85	86	87	88	89
Sample No.	85	86	87	88	89
Örneğin alındığı yer Sampling place		Harita Harita Harita Harita Harita Map II Map II Map II Map II Map II			
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing					
Elek Boyutları - Sieve Size					
No. 4	100	100	100	100	100
No. 10	81	69	86	73	40
No. 40	54	39	61	37	35
No. 200	38	27	48	21	26
Fiziksel Özellikler Physical Properties					
Likid limit	30	31	—	—	—
Plastik limit	20	—	—	—	—
Plastisite indelksi	10	NP	NP	NP	NP
Sınıfla Class	A-4	A-1-b	A-4	A-1-b	A-1-b
Grup indelksi Group index	0	0	0	0	0
Max. kuru yoğunluk Max. dry density					
	118.3	126.2	129.0	122.5	127.0
Optimum rutubet Optimum moisture content (%)					
	13.8	11.2	10.0	11.4	10.1
Sıkıştırma Compaction					

Tablo IV (Devamı)
Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 022				Yolun adı : Çatak - Asasuyu				
District name :		Road code No. :				Road name :				
Deney No. Test No.		90	91	92	93	94	95	96	97	
Örnek No. Sample No.		90	91	92	93	94	95	96	97	
Örneğin alındığı yer Sampling place		Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	Harita Map II	
Elek Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Elek Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—	
		2 inç (in)	—	—	—	—	—	—	—	
		1½ inç (in)	—	—	—	—	—	—	—	
		1 inç (in)	—	100	—	—	—	—	—	
		¾ inç (in)	—	93	—	—	—	—	100	
		⅜ inç (in)	—	84	—	—	—	—	96	
		No. 4	100	66,4	100	100	100	100	81,9	100
		No. 10	81	54	75	81	82	74	56	77
		No. 40	46	36	40	49	53	36	27	36
		No. 200	30	27	27	30	37	21	19	17
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit Liquid limit	—	—	—	—	28	—	—	—	
	Plastik limit Plastic limit	—	—	—	—	19	—	—	—	
	Plastisite indeksi Plasticity index	NP	NP	NP	NP	9	NP	NP	NP	
	Sınıfı Class	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-4	A-1-b	A-1-b	A-1-b	
	Grup indeksi Group index	0	0	0	0	1	0	0	0	
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk Max. dry density (lb/ft³)	129,0	130,2	125,6	130,7	122,4	124,2	119,6	129,3	
	Optimum rutubet Optimum moisture content (%)	8,4	8,3	11,0	9,1	11,8	10,9	13,1	9,4	

Table IV (Continued)

Bölge adı : Handüzü		Yol kod No. : 022		Yolun adı : Çatak - Asauyu	
District name		Road code No.		Road name	
Deneş No.		98	99		
Test No.					
Örnek No.		98	99		
Sample No.					
Örneğin alındığı yer		Harita Harita			
Sampling place		Map II Map II			
Eleş Analizi - Yüzde Geçen Sieve Analysis - Percent Passing	Eleş Boyutları - Sieve Size	3 inç (in)	—	—	
		2 inç (in)	—	—	
		1½ inç (in)	—	—	
		1 inç (in)	—	—	
		¾ inç (in)	—	100	
		⅜ inç (in)	—	95	
		No. 4	100	77,8	
		No. 10	74	57	
		No. 40	35	24	
		No. 200	9	13	
Fiziksel Özellikler Physical Properties	Likid limit	—	—		
	Liquid limit				
	Plastik limit	—	—		
	Plastic limit				
	Plastisite indeksi	NP	NP		
Plasticity index					
Sınıfı	A-1-b	A-1-b			
Class					
Grup indeksi	0	0			
Group index					
Sıkıştırma Compaction	Max. kuru yoğunluk				
	Max. dry density (lb/ft³)	126,2	126,9		
	Optimum rutubet				
	Optimum moisture content (%)	11,4	10,5		

Table V: Üst Yapı Kalınlıkları
Table V: Pavement Thicknesses

Yolun adı Road name	Kod No. Code No.	Örnek No. Sample No.	Grup indeksi index Group	Üst yapı kalınlığı Pavement Thickness cm		
				Kırmatas Crushed- stone	Temel Base	Toplam Total
Çilesiz-Handüzü	001	1	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	2	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	3	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	4	1	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	5	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	6	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	7	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	8	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	9	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	10	1	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	11	3	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	12	3	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	13	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	14	3	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	15	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	16	0	10	10	20
Çilesiz-Handüzü	001	17	0	10	10	20
Kızılkise-Maslak	002	18	0	10	10	20
Kızılkise-Maslak	002	19	0	10	10	20
Kızılkise-Maslak	002	20	4	10	10	20
Maslak-Saraycık	003	21	4	10	10	20
Maslak-Saraycık	003	21	0	10	10	20
Masiak-Saraycık	003	22	0	10	10	20
Maslak-Saraycık	003	23	0	10	10	20
Maslak-Saraycık	003	24	0	10	10	20
Maslak-Saraycık	003	25	0	10	10	20
Maslak-Saraycık	003	26	0	10	10	20
Maslak-Saraycık	003	27	8	10	10	20
Ardıçlık-Yellikaş	013	28	6	10	10	20
Ardıçlık-Yellikaş	013	29	0	10	10	20
Ardıçlık-Yellikaş	013	30	0	10	10	20
Ardıçlık-Yellikaş	013	31	8	10	10	20
Ardıçlık-Yellikaş	013	32	2	10	10	20
Ardıçlık-Yellikaş	013	33	0	10	10	20
Ardıçlık-Yellikaş	013	34	1	10	12	22
Ardıçlık-Yellikaş	013	35	13	10	10	20
Ardıçlık-Yellikaş	013	36	10	10	10	20

Tablo V (Devam)
Table V. (Continued)

Yolun Adı Road name	Kod No. Code No.	Örnek No. Sample No.	Grup indeksi Group index	Üst yapı kalınlığı Pavement Thickness cm		
				Kırmataş Crushed- stone	Temel Base	Toplam Total
Tuzla-Açlık deresi	014	37	0	10	10	20
Tuzla-Açlık deresi	014	38	3	10	10	20
Tuzla-Açlık deresi	014	39	0	10	10	20
Tuzla-Açlık deresi	014	40	0	10	10	20
Açlık deresi-Yellikaş	014a	41	0	10	10	20
Açlık deresi-Yellikaş	014a	42	0	10	10	20
Açlık deresi-Yellikaş	014a	43	0	10	10	20
Açlık deresi-Yellikaş	014a	44	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	45	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	46	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	47	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	48	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	49	4	10	10	20
Bidan-Kanca	015	50	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	51	1	10	10	20
Bidan-Kanca	015	52	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	53	6	10	10	20
Bidan-Kanca	015	54	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	55	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	56	0	10	10	20
Bidan-Kanca	015	57	1	10	10	20
Bidan-Kanca	015	58	0	10	10	20
Bidan-Tuzla	016	59	7	10	13	23
Bidan-Tuzla	016	60	14	10	10	20
Bidan-Tuzla	016	61	4	10	10	20
Bidan-Tuzla	016	62	6	10	10	20
Bidan-Tuzla	016	63	0	10	10	20
Bidan-Tuzla	016	64	0	10	10	20
Bidan-Tuzla	016	65	0	10	10	20
Bidan-Tuzla	016	66	3	10	10	20
Bidan-Tuzla	016	67	0	10	10	20
Çatak-Atay	017	68	0	10	10	20
Çatak-Atay	017	69	0	10	10	20

Tablo V (Devam)
Table V (Continued)

Yolun Adı Road name	Kod No. Code No.	Örnek No. Sample No.	Grup indeksi Group index	Üst yapı kalınlığı Pavement Thickness cm		
				Kirmetaş Crushed- stone	Temel Base	Toplam Total
Çatak-Atay	017	70	0	10	10	20
Çatak-Atay	017	71	0	10	10	20
Çatak-Atay	017	72	0	10	10	20
Göynük-Açlık deresi	018	73	0	10	10	20
Göynük-Açlık deresi	018	74	0	10	10	20
Göynük-Açlık deresi	018	75	2	10	10	20
Göynük-Açlık deresi	018	76	2	10	10	20
Göynük-Açlık deresi	018	77	2	10	10	20
Göynük-Açlık deresi	018	78	0	10	10	20
Atay-Porsuk	020	79	10	10	10	20
Atay-Porsuk	020	80	8	10	10	20
Atay-Porsuk	020	81	0	10	10	20
Atay-Porsuk	020	82	10	10	10	20
Atay-Porsuk	020	83	0	10	10	20
Atay-Porsuk	020	84	0	10	10	20
Kurbancık-Dibeyrek	021	85	0	10	10	20
Kurbancık-Dibeyrek	021	86	0	10	10	20
Kurbancık-Dibeyrek	021	87	0	10	10	20
Kurbancık-Dibeyrek	021	88	0	10	10	20
Kurbancık - Dibeyrek	021	89	0	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	90	0	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	91	0	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	92	0	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	93	0	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	94	1	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	95	0	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	96	0	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	97	0	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	98	0	10	10	20
Çatak-Asasuyu	022	99	0	10	10	20

Tablo VI: Değişik Üst Yapı Tipleri İnşaatı İçin Gerekli Malzeme Miktarı, İşçi ve Makina Saatleri

Table IV: The Required Material, Labour Hour and Machine Hour Values for Different Types of Pavement Construction

Yapılan işin nevi Kind of labour	Kullanılan makina ya da işçi Used machine or worker	Gerekli Required		
		Malzeme miktarı Material	İşçi saati Labour hour	Makina saati Machine hour
Kum - kil yollar (sandık kesitli) Sand-clay roads (trench section)				
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Sandık açılması Forming the trench	Traktör-buldozer Tractor-bulldozer			5,04
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	720 m ³		7,20
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			8,64
Reglaj Fine grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00
Temel zemini kumlu (kanat kesitli) Sandy subgrade (feather-edge section)				
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	213 m ³		2,13
Kabartma Loosening	Traktör-ripper Tractor-ripper			2,08
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			7,56
Reglaj Fine Grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00
Temel zemini killi (kanat kesitli) Clayey subgrade (feather-edge section)				
Reglaj Fine grading	Greyder Grader			2,00
Malzeme Serilmesi Spread of material	Greyder Grader	417 m ³		4,17
Kabartma Loosening	Traktör-ripper Tractor-ripper			1,06
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			7,56
Reglaj Fine grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00

Table VI (Devam)
Table VI (Continued)

Yapılan işin nevi Kind of labour	Kullanılan makina ya da işçi Used machine or worker	Gerekli Required		
		Malzeme miktarı Material	İşçi saati Labour hour	Makina saati Machine hour
Topsoil yollar (kanat kesitli) Topsoil roads (feather-edge section)				
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	610 m ³		6,40
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			7,68
Reglaj Fine grading	Greyder Grader		15,00	2,00
Topsoil yollar (sandık kesitli) Topsoil roads (trench section)				
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Sandık açılması Forming the trench	Traktör-buldozer Tractor-bulldozer			5,04
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	720 m ³		7,20
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			8,64
Reglaj Fine grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00
Çakıl yollar (kanat kesitli) Gravel roads (feather-edge section)				
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	307 m ³		3,07
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			3,68
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Sulama Watering	Arazöz Water-tank	34,380 ton		4,47
Sıkıştırma Compaction	Silindir Roller			6,14
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	203 m ³		2,03

Tablo VI (Devam)
Table VI (Continued)

Yapılan işin nevi Kind of labour	Kullanılan makina ya da işçi Used machine or worker	Gerekli Required		
		Malzeme miktarı Material	İşçi saati Labour hour	Makina saati Machine hour
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			2,43
Reglaj Fine grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00
Sulama Watering	Arazöz Water-tank	22,730 ton		2,95
Sıkıştırma Compaction	Silindir Roller			4,06
Çakıl yollar (sandık kesitli) Gravel roads (trench section)				
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Sandık açılması Forming the trench	Traktör-buldozer Tractor-bulldozer			5,04
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	360 m ³		3,60
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			4,32
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Sulama Watering	Arazöz Water-tank	40,320 ton		5,24
Sıkıştırma Compaction	Silindir Roller			7,20
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	240 m ³		2,40
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			2,88
Reglaj Fine grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00
Sulama Watering	Arazöz Water-tank	26,880 ton		3,49
Sıkıştırma Compaction	Silindir Roller			4,80

Tablo VI (Devam)
Table VI (Continued)

Yapılan işin nevi Kind of labour	Kullanılan makina ya da işçi Used machine or worker	Gerekli Required		
		Malzeme miktarı Material	İşçi saati Labour hour	Makina saati Machine hour
Stabilize toprak yollar Stabilized soil roads				
Kazıma Scraping	Traktör-buldozer Tractor-bulldozer			1,44
Figüre Figuring	İşçi Worker	205 m ³	102,50	
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			2,46
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader			2,05
Kabartma Loosening	Traktör-ripper Tractor-ripper	205 m ³		1,02
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			4,92
Reglaj Fine grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00
Sulama Watering	Arazöz Water-tank	45,920 ton		5,96
Sıkıştırma Compaction	Silindir Roller			8,20
Kalsiyum klorür uygulaması Applying Calcium chloride	Basınçlı dağıtıcı Pressure distributor	900 kg		1,64
TABİİ TEMEL ZEMİNİNİN TAKVİYESİ TREATMENTS OF NATURAL SUBGRADE				
Bitümle muamele Oil surface treatment				
Reglaj Fine grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00
Bitüm uygulaması Applying bituminous material	Basınçlı dağıtıcı Pressure distributor	9000 lt		1,64
Bitüm uygulaması Applying bituminous material	Basınçlı dağıtıcı Pressure distributor	4520 lt		1,64
Bitüm uygulaması Applying bituminous material	Basınçlı dağıtıcı Pressure distributor	4520 lt		1,64

Tablo VI (Devam)
Table VI (Continued)

Yapılan işin nevi Kind of labour	Kullanılan makina ya da işçi Used machine or worker	Gerekli Required		
		Material miktarı Malzeme	İşçi saati Labour hour	Makina saati Machine hour
Çakılla takviyeli yağlama Oil treatment with gravel blotter				
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Sıkıştırma Compaction	Trafikle With traffic			
Bitüm uygulaması Applying bituminous material	Basınçlı dağıtıcı Pressure distributor	4520 lt		1,64
Bitüm uygulaması Applying bituminous material	Basınçlı dağıtıcı Pressure distributor	7400 lt		1,64
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	100 m ³		1,00
Karıştırma Mixing	Greyder Grader			1,20
Reglaj Fine grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00
Road packer ile muamele Road packer treatment				
Tesviye Grading	Greyder Grader			2,00
Kabartma Loosening	Traktör-ripper Tractor-ripper			3,60
Road packer uygulaması Applying road packer	Basınçlı dağıtıcı Pressure distributor	4000 ton		1,64
Sulama Watering	Arazöz Water-tank	100 ton		13,00
Malzeme serilmesi Spread of material	Greyder Grader	200 m ³		2,00
Reglaj Fine grading	Greyder ve işçi Grader and worker		15,00	2,00
Sıkıştırma Compaction	Silindir Roller			14,40

LITERATURE

- Agg, Thomas. R. 1940 : The Construction of Roads and Pavements
McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Akın, Nejat. 1958 : Toprak Mühendisliği ve Yol İnşaatında Tatbikat
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No: 67.
- Aykut, Turgay. 1972 : Bolu Mintikasında Orman Nakliyatının Nakliyat Tekniği Bakımından Araştırılması
İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınlarından, No. 1752/190.
- Aykut, Turgay. 1974 : Toprakların Yol Mühendisliği Yönünden Sınıflandırılması
İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXIV, Sayı 1.
- Bayoğlu, Selçuk. 1965 : Orman Yolları Yapımında Toprak İşleri Üzerine Araştırmalar
Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 405/22.
- Bayoğlu, Selçuk. 1966 : Orman Yollarında Kullanılabilecek Hafif Kaplama Tipleri
İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XVI, Sayı 2.
- Bayoğlu, Selçuk. 1968a : Yol İnşaatında Zemin Etüdüleri
İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XVIII, Sayı 1.
- Bayoğlu, Selçuk. 1968b : Yol İnşaatı Yönünden Toprakların Sınıflandırılması
İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XVIII, Sayı 2.
- Bayoğlu, Selçuk. 1969a : Orman Yol Şebekelerinin Planlanması ve Orman Yollarının Makine ile İnşasıyla İlgili Esaslar
İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınlarından; No. 1449/148.
- Bayoğlu Selçuk. 1969b : Orman Yollarında Uygulanabilecek Stabilize Malzeme Kalınlıkları ve Bu Malzemelerin Özellikleri
İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XIX, Sayı 1.
- Blumenthal, M. 1948 : Bolu Civarı İle Aşağı Kızılırmak Mecrası Arasındaki Kuzey Anadolu Silsilelerinin Jeolojisi
Maden Tettkik ve Arama Enstitüsü Yayınlarından, Seri B, No. 13
- Bruce, A. G. 1943 : Highway Design and Construction
International Textbook Company, Scranton.
- Bruce and Clarkeson. 1950 : Highway Design and Construction
International Textbook Company, Scranton.
- BSI. 1957 : Site Investigations
Britist Standard Code of Practice CP 2001
British Standard Institution (BSI), London.
- BSI. 1967a : Methods of Testing Soils for Civil Engineering Purposes
British Standard 1377
British Standards Institution (BSI), London.

- BSI. 1967b : Methods of Test for Stabilized Soils
British Standard 1924
British Standards Institution (BSI), London.
- Bulut, İ; Balcı, H. 1962 : Taban Etüdü ve Malzeme Araştırması
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 105.
- Bulut, İ; Balcı, H; Apak, E; Ülkü, A. 1967 : Arazi Etüdları
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 145.
- Cilason, Nejat. 1964 : Toprak Stabilizasyonu
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 122.
- Çölaşan, Emin. 1960 : Türkiye İklimi, Ankara.
- Çölaşan, Emin. 1970 : Türkiye İklim Klavuzu
Ongun Kardeşler Matbaası, Ankara.
- Doruk, Mahmut. 1972 : Sıkıştırma ve Sıkıştırma Makinaları
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, Özel Sayı 85.
- EM. 1952 : Soil Mechanics Design
Department of the Army Corps of Engineers, Office of the Chief of Engineers, Engineering Manual, Civil Works Construction
EM 1110-2-1901.
- EM. 1970 : Laboratory Soils Testing
Department of the Army Office of the Chief of Engineers
EM 1110-2-1906
- Hafner, Franz. 1971 : Forstlicher Strassen-und Wegebau
Österreichischer Agrarverlag, Wien.
- Harrison, J. L. 1951 : Forest Engineering
Oliver and Boyd, London.
- Hennes, R. G. and Ekse, M. I. 1955 : Fundamentals of Transportation Engineering
McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Jümkis, A. R. 1967 : Introduction to Soil Mechanics
D. Van Nostrand Company, Inc. London.
- Ketin, İhsan. 1962 : Türkiye Jeoloji Haritası (Sinop)
Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınlarından
- KGM. 1952 : Yol ve Hava Alanı İnşaat Makinalarının Kullanılış Şekilleri
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 2/1.
- KGM. 1953 : Yol Yapımında Toprak
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 18/10.
- KGM. 1960 : Karayolları Numune Alma Talimatnamesi
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 82.
- KGM. 1966 : Zemin Mekaniği
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 144.

- KGM. 1967 : Toprak Mühendisliği Bilgileri ve Deneyleri
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 146.
- KOBYÇ. 1972 : Kastamonu Orman Başmüdürlüğü Yol Çalışmaları
Yeni Kastamonu Matbaası, Kastamonu.
- Kurter, Ajun. 1971 : Kastamonu ve Çevresinin İklimi
İ. Ü. Coğrafya Enstitüsü Yayınlarından, No. 1627/62.
- Lambe, T. William. 1964 : Soil Testing for Engineers
John Wiley and Sons, Inc. New York.
- ME. 1944 : Roads, Airfields, and Mechanical Equipment, Part I, Roads
Military Engineering, Vol. V, The War Office.
- Rosenak, Sidney. 1963 : Soil Mechanics
B. T. Batsferd Ltd. London.
- RRL. 1968 : Soil Mechanics for Road Engineers
Her Majesty's Stationary Office, London.
- Spangler, M. G. 1951 : Soil Engineering
International Textbook Company, Scranton.
- Tavşanoğlu, Faik. 1969 : Orman Yollarının Makina İle İnşası İçin Arazide Yapılması Gerekli Ölçmeler, Proje Tanzimi ve Yolların Yapımı ve Bakımı
İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınlarından, No. 1449/148.
- Tavşanoğlu, Faik. 1973 : Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları
İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınlarından, No. 1744/182.
- Tavşanoğlu, Faik. 1974a : Ormanlarda Toprak Yolların Stabilize Edilmesi
İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXIV, Sayı 1.
- Tavşanoğlu, Faik. 1974b : Toprak Stabilizasyonu ile İlgili Deneylerin Yapılması
İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXIV, Sayı 2.
- Terzaghi, K.; Peck, R. E. 1962 : Soil Mechanics in Engineering Practice
John Wiley and Sons, Inc. London.
- TM. 1957 : Road ad Airfields
Department of the Army Technical Manual, TM-5-250.
- Umar, Faruk. 1972 : Yol İnşaatı Dersleri
İ. T. Ü. İnşaat Fakültesi Ders Notları.
- USDA. 1954 : Road Handbook
United States Department of Agriculture, Forest Service.
- Winterkorn, H. F; Aichhorn, W. 1960 : Grundlagen der Bodenstabilisierung im Straßen-und Wegebau
Im Selbstverlag der Forschungsgesellschaft, Wien.
- Woods, Kenneth. B. 1960 : Highway Engineering Handbook
McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
-