

SERİ
SERIE B

CİLT
TOME XIX

SAYI
FASCICULE 1

1969

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTE DES SCIENCES FORESTIERES
DE L'UNIVERSITE D'ISTANBUL



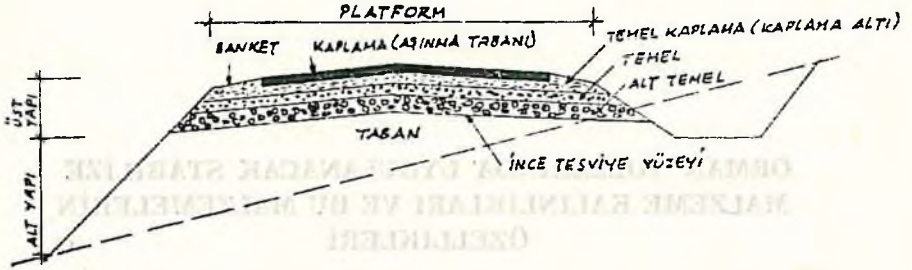
ORMAN YOLLARINDA UYGULANACAK STABİLİZE MALZEME KALINLIKLARI VE BU MALZEMELERİN ÖZELLİKLERİ

Yazan : Doç. Dr. Selçuk BAYOĞLU

1. Giriş

Yollarda üst yapı kalınlıklarının ne olması gerektiği yol mühendislerini ötedenberi meşgul etmiş ve bu maksatla çeşitli metodlar geliştirilmiş bulunmaktadır. Konu orman yolları için de büyük önem taşımakta, hangi şartlarda hangi kalınlıklarda üst yapı teşkili veya tatbikatta kullanılan ifadesi ile hangi kalınlıkta stabilize malzeme serilmesinin uygun olacağını ekonomi ve nakliyat tekniği bakımından bilinmesi gerekmektedir. Şüphesiz herşeyden önce inşa edilen bir orman yoluna serilecek üst yapı malzemesinin kalınlığının o yol üzerinde nakliyat yapılacak periyot boyunca bu maksadı sağlayabilecek değerde olması ancak bu miktarın da çok üzerinde bulunmaması en doğru çözüm şeklidir. İşte konu çeşitli şartlar altında inşa edilen orman yolları için bu en uygun üst yapı kalınlıklarının tayinidir. Bu maksat için de karayolu inşaatı için geliştirilmiş bulunan ve uygulama imkânları bakımından orman yolları için en uygun metodu seçmek en doğru yoldur. Üst yapı kalınlıklarının tayininde kullanılan metodlardan çoğu amprük olup bunlardan grup endeks metodu sadeliği sebebiyle halen köy ve il yolları yapımında uygulanmaktadır. Teknik özellikleri bakımından yakınlığı dolayısıyla bu methoddan orman yolları yapımında da üst yapı kalınlıklarının tayini için faydalanmak kabildir. Önemi dolayısıyla bu yazımızda adı geçen metodun kısaca izahı yapılacaktır.

Konuya girmeden önce hemen ifade edelim ki üst yapı ile kaplama (aşınma tabakası), temel kaplama (kaplama altı), temel ve alt temelden ibaret olan ve son üç tanesi seçme malzeme ile yapılan yol döşemesi kastedilmekte bunun altındaki tabii zemin ise alt yapıyı teşkil etmektedir. Dolayısıyla doldurularda alt yapı kazılan materyalin tabii ze-

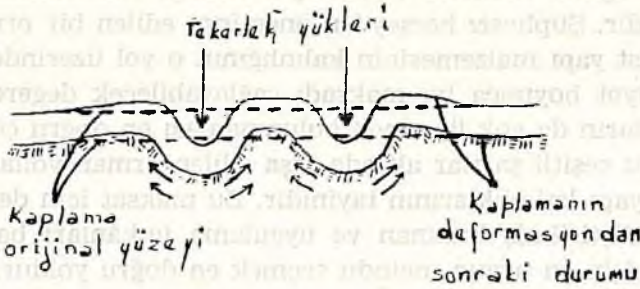


Şekil 1 — Bir yol enkesitinde üst yapıyı teşkil eden tabakalar.

min üzerine yığılması ile teşkil edilmekte kazılarda ise üst yapı altındaki tabii zemin alt yapıyı meydana getirmektedir¹⁾ (Şekil: 1).

2. Üst yapı kalınlığına tesir eden unsurlar

Elastiki (fleksibl) bir yol sathı üzerine bir tekerlek yükünün tatbiki gerek alt yapı ve gerekse üst yapıda geçici bir deformasyon meydana getirir. Bu deformasyonun, sathta bir inkisara sebep olmayacak kadar küçük olması gerekir. Tekerlek basıncının tesiri ile alt yapının yanlara



Şekil 2 — Taban toprağının yanlara doğru hareketi neticesinde fleksibl üst yapıda meydana gelen tekerlek izleri.

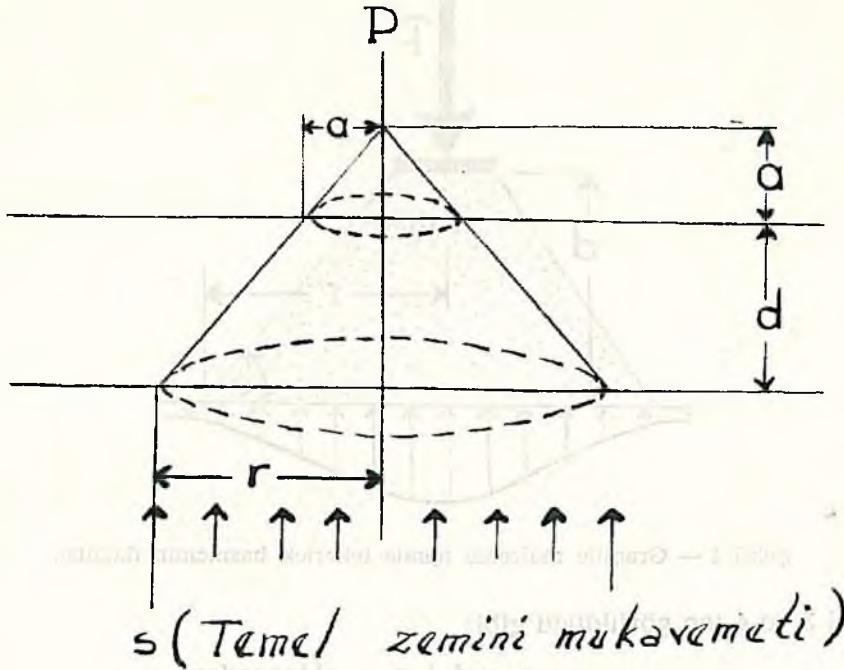
doğru hareketi (Şekil 2) veya bu basıncın üst yapının taşıma gücünü aşması halinde inkisar (çökme) meydana gelmektedir. Alt yapıda mev-

1) Daha fazla bilgi için bakınız.

1) Doç. Dr. Selçuk Bayoğlu — Yol İnşaatında Zemin Etüdleri; İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B. Cilt XVIII, Sayı 1, 1968.

2) Doç. Dr. Selçuk Bayoğlu — Yol İnşaatı Yönünden Toprakların Sınıflandırılması. İ. Ü. Or. Fak. Dergisi Seri B, Cilt XVIII, Sayı 2, 1968.

cut taşıma kabiliyeti zayıf olan noktalar üzerinden süratle geçen vasıtaların çökertici tesiri üst yapı tarafından hiç değilse bir süre için giderilebilmekte ise de yavaş seyreden kamyonlar ergeç bu noktalarda çökmelere sebep olmaktadır. İşte bu sebepten dolayı yol inşaatında kaplama, kaplama altı, temel ve alt temel tabakalarının bir bütün olarak ele alınması gerekir ve temel zemininin (alt yapı) taşıma kabiliyetine bağlı olarak bu tabakalara verilmesi gereken kalınlıklar ayrı ayrı tayin edilmelidir. Zira taşıma kabiliyetleri zayıf zeminler üzerine seçme malzemenin yeter kalınlıkta bir üst yapı teşkil etmek suretiyle bu zeminler üzerinde yol inşa etmek ve iyi netice almak her zaman için mümkündür. Üst yapı bir bütün olarak temeli teşkil eden zeminin yanlara doğru hareketini sınırlar ve dolayısıyla vertikal bir deformasyona engel olur. Ancak burada şu hususu belirtmek yerinde olur ki, bu husus sadece küçük bir sathı gelen yüksek tekerlek basıncı için doğrudur. Eğer birim sathı gelen bu basınç yolda büyük bir sathı için bahis konusu olsa

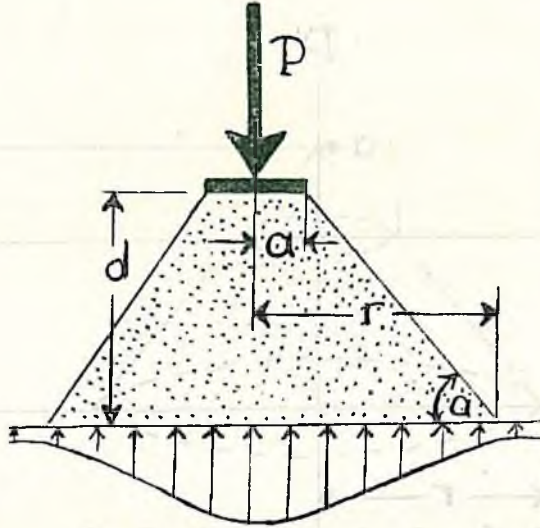


Şekil 3 — Tekerlek basıncının dağılışı.

idi o takdirde bilhassa büyük imlaların bulunduğu yerlerde zeminde kaymalar meydana gelirdi.

Yol sahında belli bir yüzeye gelen tekerlek basıncı temel zeminine gelinceye kadar daha geniş bir yüzeye yayılır. Bu yayılmanın 45° lik bir açı altında meydana geldiği kabul edilirse, yarıçapı a kadar olan bir yüzeyde tesir eden P tekerlek basıncı d kalınlığındaki üst yapıyı geçerek temel zemininde r yarıçapında bir yüzeye yayılır (Şekil 3). Aslında zeminler homojen ve izotrop olmadıkları için bu basınç temel zemininde üniform olarak yayılmaz, merkezde daha yüksektir ve kenarlara doğru gittikçe azalır (Şekil 4). Ancak problemi basitleştirmek için bu dağılışın üniform olduğunu yani temel zemininin her birim alanına aynı basıncın isabet ettiğini kabul edelim. Bu takdirde denge durumunun sağlanabilmesi yani zeminde bir göçme olmaması için temel zemini birim alan taşıma kabiliyeti S ile tekerlek basıncının bu zemin yüzeyindeki yayılış alanı çarpımının, tekerlek basıncına eşit olması gerekir. Yani,

$$P = \pi \cdot r^2 \cdot s \quad \text{olmalıdır.}$$



Şekil 4 — Granüle malzeme içinde tekerlek basıncının dağılışı.

Şekil 3 ve 4 ten görüldüğü gibi:

$$r = d + a \quad \text{olduğundan}$$

$$P = \pi \cdot s (d + a)^2 \quad \text{şeklinde yazılabilir.}$$

Şu halde bu formülden faydalanarak tekerlek yükü ve bu yükün yol sahındaki oturma alanının yarıçapı bilindiği takdirde temel zemi-

ninin taşıma kabiliyetine göre teşkil edilmesi gereken üst yapı kalınlığı kolaylıkla tesbit edilebilir. Yukarıdaki eşitlik üst yapı kalınlığı için çözümlerse,

$$d = \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot s}} - a \quad \text{elde edilir.}$$

Burada temel zeminin taşıma gücü s , bu maksatla kullanılan basit tablalı aletle tayin edildikten sonra bu zemin üzerinde teşkil edilmesi gereken üst yapı kalınlığı kolaylıkla bulunabilir. Şüphesiz bu denemelerde temel zeminine yapılan basıncın alanının, gerçekte üst yapı teşkil edildikten sonra bu üst yapı kalınlığına göre tekerlek basıncının dağılacığı alana eşit veya ona yakın olması gerekir. Ancak burada da belli bir tekerlek yükü altında tecviz edilebilecek çökme miktarının değeri önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Zira bunun kabul edilen değerine bağlı olarak üst yapı kalınlıkları önemli değişiklikler gösterecektir.

Burada bahis konusu olan tekerlek yükleri genellikle karayolları idarelerince tesbit edilmiş bulunmaktadır. Şüphesiz orman yolları bakımından bu sınırlama yağışlı mevsimlerde özellikle büyük önem taşımaktadır. Zira bu devrelerde temel zemini rutubetlidir ve dolayısıyla stabil bir durumda bulunmayabilir. Genellikle karayolları idareleri tarafından tesbit edilen aks yükleri 18.000 lb (8163 kg) ve 24.000 lb (10884 kg) olup memleketimizde karayolları idaresince bunlardan ilki uygulanmaktadır. Diğer taraftan tekerlek yükünün yaklaşık olarak 4000 lb (1812 kg) aşması halinde çift lastik kullanılmaktadır. Temel zeminine intikal edecek basınç bir taraftan da lastiklerdeki hava basıncına bağlı olup bu da 80 - 90 psi (lb/inç²; 5.6 - 6.3 kg/cm²) olarak sınırlandırılmıştır.

Yol üst yapı kalınlıklarının tayininde gözönüne alınması gereken diğer bir husus ta günlük ortalama trafik sayısıdır ve bu fazlalaştıkça üst yapı kalınlığının artırılması icabetmektedir. Bu maksat için çeşitli sınıflandırmalar yapılmış olup bizim burada 8163 kg. lık azami aks yükü faydalanacağımız sınıflandırma 5 kademelidir ve şöyledir :

Sınıf	Günlük ortalama ticari trafik sayısı
1	50 ve daha az
2	50 - 125
3	125 - 275
4	275 - 750
5	750 ve daha fazla

3. Üst yapı kalınlıklarının tayini ve Grup Endeks Metodu

Bugün üst yapı kalınlıkları çoğunlukla ampririk olan metodlarla yapılmaktadır. Bu metodlar esas itibariyle daha önce yapılmış bulunan yolların etüdü ile deneme yollarında yapılan araştırmaların neticesinde ortaya çıkarılmıştır. Sadelik ve tatbikattaki kolaylığı bakımından bugün köy ve il yollarının üst yapı kalınlıklarının tayininde grup endeks metodundan yararlanılmaktadır. Teknik standartları bakımından orman yolları da bu yollara yakın bulunduğundan bizim de aynı metodu benimsememiz yerinde olacaktır.

Daha önceki bir yazımızda da izah edildiği üzere¹⁾ grup endeksi ampririk bir sabitedir. Grup endeksi bir formül yardımıyla hesabedilmekte ve 0 ile 20 arasında değişmekte ve değeri yükseldikçe yol inşaatı yönünden toprağın evsafı düşmektedir. Formülde toprağın 200 nolu standart elekten geçen miktarı ile likit limit ve plâstisite endeksi değerlerinden yararlanılmaktadır. Grup endeks formülü:

$$G \cdot I = 0,2 a + 0,005 ac + 0,01 bd \quad \text{dir.}$$

Bu formülde: a, 200 nolu standard elekten geçen yüzde miktarın 35 ten büyük ve 75 ten küçük olan kısmını ifade etmekte yani 0 ile 40 arasında değerler almaktadır; b, gene 200 nolu standart elekten geçen yüzde miktarın 15 ten büyük ve 75 ten küçük olan kısmını ifade etmekte yani 0 - 40 arasında değerler almaktadır; c numunenin likit limit değerinin 40 dan fazla ve 60 tan küçük olan kısmını ifade etmekte yani 0 ile 20 arasında değerler almaktadır; d, plâstisite endeksinin 10 dan büyük ve 30 dan küçük olan kısmıdır yani 0 ile 20 arasında değerler almaktadır.

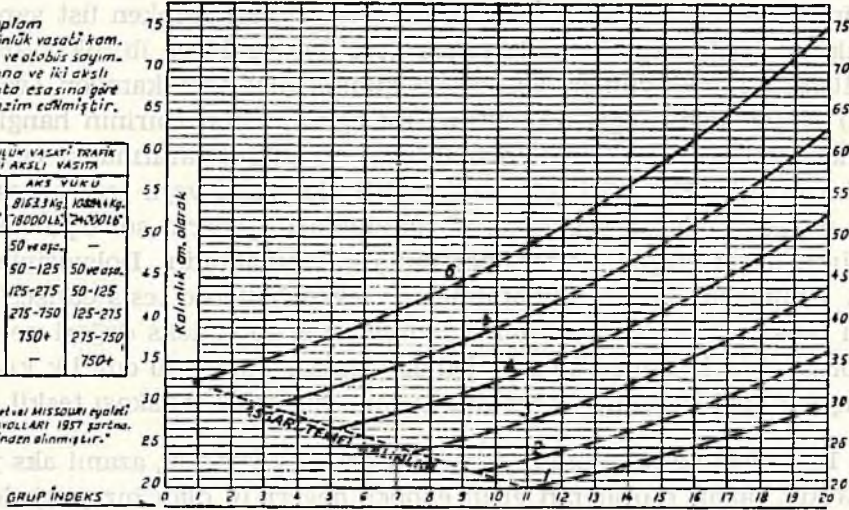
Alınan zemin nümunesi için bulunan değerler yukarıdaki formülde yerlerine koyulduğu zaman bu zemin için grup endeks değeri bulunmuş olur. Bu değerden faydalanmak suretiyle de bir taban toprağının günlük ortalama toplam kamyon (ve otobüs) trafiğine göre kaç santimetre kalınlıkta üst yapıya (stabilize kaplamaya) ihtiyaç göstereceği bu maksat için hazırlanmış kalınlık grafiğinden (Şekil 5) tesbit edilebilir.

¹⁾ Doç. Dr. Selçuk Bayoğlu — Yol İnşaatı Yönünden Toprakların Sınıflandırılması İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt XVIII, Sayı 2, 1968.

Toplam
Günlük vasat² kam-
yon ve otobüs sayım-
larına ve iki akslı
vasita esasına göre
Lanzim edilmiştir.

GRUP İNDEKSİ	GÜNLÜK VASAT ² TRAFİK İKİ AKSLI VASITAYI	
	ANS YUKU	
	81633 kg	10884 kg
	78000 kg	24000 kg
1	50 ve azı	—
2	50-125	50 ve azı
3	125-275	50-125
4	275-750	125-275
5	750+	275-750
6	—	750+

"Bu çizim MISSOURI eyaleti KAYAKLARI 1937 sayısındaki mesinden alınmıştır."



Şekil 5 — Üst yapı toplam kalınlıklarını veren şema.

Daha önce de ifade edildiği gibi taban toprağı üzerine alt temel, temel, ve temel kaplama (kaplama altı) olarak üç cins malzeme serilmektedir. Bunlardan temel kaplama veya kaplama altı olarak isimlendirilen ve orman yolları için aşınma tabakası vazifesi gören kısım 10 cm kalınlıkta ve tamamı 1 inçlik elekten geçen konkasör malzemesi ile yapılmaktadır. Dolayısıyla kalınlık şemasından bulunan toplam kalınlıktan temel kaplama kalınlığı olan 10 cm. çıkarıldıktan sonra arta kalan kısım temel ve lüzum görülüyorsa alt temele ayrılacaktır. Bu her üç tabaka için uygun malzeme granülometrisi ileride ayrıca belirtilecektir. Yollarda üst yapı inşaatında alt temel kalınlığı zeminin cinsine, temel kalınlığı ise trafik sıklığına bağlı bulunmaktadır. Gerçekten kalınlık şemasının tetkikinden kolaylıkla anlaşılacağı gibi her trafik kesafet grubu için asgari temel kalınlıkları bu şemada gösterilmiş bulunmaktadır. Binnetice şemadan okunacak toplam üst yapı kalınlığından 10 cm. lik temel kaplama ile gene şemadan okunacak asgari temel kalınlığı çıkarıldıktan sonra arta kalan kısım alt temel kalınlığını verecektir. Diğer iki tabakadan daha kaba malzeme ile de yapılabilen alt temel kalınlığı çok az olduğu takdirde, veya temel malzemesinin ocaklardan bol miktarda temin edilebildiği yerlerde bu her iki tabaka da aynı malzeme kullanılarak tesis edilir.

Kalınlık şemasında absis üzerinde zeminin grup endeks değerleri, ordinat üzerinde ise temel zemini üzerine gelmesi gereken üst yapı kalınlıkları verilmiştir. Şemada sırası ile 18000 ve 24000 lb. lik (8163 kg ve 10884 kg) aks yükleri ve değişik günlük ortalama kamyon (ve otobüs) trafiği için 6 eğri mevcuttur. Bu eğrilerden herbirinin hangi trafik kesafeti ve aks yükü için olduğu şemanın sol tarafındaki cetvelde gösterilmiştir. Her eğri için yani çeşitli aks yükü veya trafik kesafeti için uygulanabilecek asgari temel kalınlıkları eğrilerin sol uçlarını birleştiren kesik çizgi ile sınırlandırılmış bulunmaktadır. Dolayısıyla meşîâ 5 numarlı eğrinin, kullanılması gereken hallerde tesis edilecek üst yapı tabakasının kalınlığı, temel zemininin grup endeks değeri ne olursa olsun, hiçbir zaman 30 cm. den az olamaz. Bunun 10 cm. lik kısmını 1 inçlik temel kaplama 20 cm. lik kısmını da temel tabakası teşkil eder.

Bir misâl olarak günlük ortalama trafik sayısı 235, azami aks yükü 8163 kg., taban toprağının grup endeks değeri 16 olan bir projede üst yapı kalınlığının ne şekilde tayin edildiğini görelim: Bahis konusu günlük ortalama trafik sayısı ve aks yükü için 3 no. lu eğriden faydalanılacaktır. Buna göre de 16 grup endeks değeri için toplam üst yapı kalınlığı 36 cm. olacaktır. Bu kalınlığın üstten 10 cm. lik kısmını 1 inçlik kırma taş temel kaplama malzemesi teşkil edecek geri kalan 26 cm. lik kısmın temel tabakası olacaktır.

Bir diğer misâl olarak ta orman nakliyatı dışında diğer nakliyat ta yapılan ve günlük ortalama trafik sayısı 300 olan bir ana orman yolunda bulunması gereken temel ve alt temel kalınlıklarını tayin edelim. Bu projede azami aks yükü gene 8163 kg. taban toprağının grup endeks değeri 19, alt temel malzemesinin grup endeks değeri ise 6 olsun. Bahis konusu trafik sayısı ve azami aks yükü için 4 nolu eğriden faydalanarak taban toprağının grup endeksi 19 için lüzumlu üst yapı kalınlığı 50 cm olarak bulunur. Diğer taraftan grup endeks değeri 6 olan alt temel malzemesinin ihtiyaç göstereceği temel ve temel kaplama tabakası kalınlığı gene aynı eğriden faydalanmak suretiyle 28 cm. olarak bulunur. Taban toprağının lüzum gösterdiği üst yapı kalınlığı 50 cm. den alt temel malzemesinin gerektirdiği 28 cm. çıkarılırsa arta kalan 22 cm. alt temel tabakasının kalınlığını verecektir. Temel tabakası için bulunan 28 cm. nin de 18 cm. lik kısmı temel malzemesi, 10 cm. lik kısmı ise 1 inçlik temel kaplama (konkasör) malzemesi ile teşkil edilecektir.

Memleketimizde karayolu inşaatında esas alınan aks yükü 18000 lb. (8163 kg.) olduğundan sadece bu aks yüküne göre olan üst yapı kalın-

lıklarının uygulanması gerekmektedir. Diğer taraftan özellikle orman içindeki tali yolların çoğunda günlük ortalama trafik sayısı 50 nin altında bulunduğundan bu yollardaki üst yapı kalınlığını tayin için 1 nolu eğriden faydalanılacaktır. Dolayısıyla bu yollar için üst yapı kalınlığı, temel zemininin grup endeks değerine bağlı olarak 20 - 30 cm. arasında değişecektir demektir. Yani bu yollar için 10 cm. lik bir temel kaplama ve 10 - 20 cm. lik bir temel tabakası ihtiyaca kâfi gelecektir. Ana orman yollarında günlük ortalama trafik sayısı 50 yi aşıya bile büyük çoğunlukla 125 in altında bulunacağından bu gibi yollarda üst yapı kalınlığının tayininde 2 nolu eğriden faydalanılacaktır. Bu takdirde de toplam üst yapı kalınlığı zeminin grup endeks değerine göre 22 - 36 cm. arasında değişecek ve gene bunun 10 cm. lik kısmını temel kaplama tabakası teşkil edecektir. İstisnai olmakla beraber bundan daha kesif trafige maruz ana orman yolları için ise aynı şekilde 3, 4 ve 5 nolu eğrilerden faydalanılacaktır.

Bütün bu izahlarımızdan kolaylıkla anlaşılacağı gibi serilecek stabilize malzeme kalınlığı taban toprağının grup endeks değerine göre tayin edilmektedir. Aynı trafik yükü altında grup endeksi yüksek olan topraklarda daha kalın, grup endeksi düşük olanlarda ise daha ince bir stabilize malzeme tabakasına ihtiyaç bulunmaktadır.

4. Üst yapı malzemelerinin özellikleri

Buraya kadar ki izahlarımızda grup endeks metodu ile çeşitli taban topraklarının gerektirdiği üst yapı yani alt temel, temel ve temel kaplama kalınlıkları üzerinde durduk. Şimdi de sırası ile bu tabakaları teşkil eden malzemelerin kısaca özelliklerini belirtelim. Bu özellikler memleketimizde karayolları idaresi tarafından A. A. S. H. O. şartnamelerden alınarak uygulanan şartnamelerden aynen alınmıştır. Bu şartnameler alttemel, temel ve temel kaplama tabakaları inşaatında kullanılan çeşitli karışımların granülometri ve kalitesini içine almaktadır. Bu şartnamelere göre bahis konusu malzemelerin haiz bulunması gereken genel özellikler şöylece sıralanabilir :

1. 10 Nolu elek (2.0 mm.) üzerinde kalan kaba agrega, taş parçaları, çakıl veya cüruf, sert ve dayanıklı olmalıdır. Hiçbir zaman donarak ve çözülerek veya ıslanarak ve kuruyarak tecezzi etmiş malzeme bu maksatlar için kullanılmamalıdır.

2. 10 nolu elekten geçen ince agrega, tabii veya konkasörle kırılarak elde edilen kum ve 200 nolu elekten (0.074) geçen ince mineral daneleri ihtiva etmelidir.

3. 200 nolu elekten geçen kısmı, 40 nolu elekten (0.42 mm) geçen kısmın 2/3 ünden fazla olmamalıdır. 40 nolu elekten geçen kısmın likit limiti 25 ten plâstik endeksi ise 6 dan büyük olmamalıdır.

4. Karıştırılmış malzeme bitkisel maddeler ve yumrularını keza kil topraklarını ihtiva etmemeli tablo 1 deği granülometri özelliklerine uymalıdır.

a. ALT TEMEL MALZEMELERİ

Alt temelde kullanılacak malzeme yukarıda ifade edilen dört özelliğe sahip olmalı ayrıca tablo 1 deki A, B, C, D, E veya F'de gösterilen granülometriye uymalıdır.

b. TEMEL TABAKASI MALZEMELERİ

Bu malzemenin de yukarıda sıralanan dört şartı gerçekleştirilmesi ayrıca tablo 1 de A, B, C, D, E veya F'de gösterilen granülometriye uyması gerekir.

TABLO 1 — ÜST YAPI MALZEMELERİ (STABİLİZE MALZEME) İÇİN GRANÜLİMETRİ ÖZELLİKLERİ

Kare şeklinde delikli eleklerden geçen kısmın ağırlık itibarıyla % si

ELEKLER	Granül. A	Granül. B	Granül. C	Granül. D	Granül. E	Granül. F
2 inç	100	100	—	—	—	—
1 inç	—	75-95	100	100	100	100
3/8 inç	30-65	40-75	50-85	60-100	—	—
No. 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
No. 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
No. 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
No. 200	2-8	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

c. TEMEL KAPLAMA (AŞINMA TABAKASI = KAPLAMA ALTI) MALZEMELERİ

Temel kaplama malzemesi yukarıdaki 4 şartı sağlamalı ayrıca da C, D, E, veya F de gösterilen granülometriye uymalıdır. Burada önemli olan bir nokta da, orman yollarında olduğu gibi bitümlü kaplama veya diğer bir kaplamanın yapılmıyacağı ve dolayısıyla temel kaplamanın esas kaplama vazifesi göreceği hallerde tablo 1 de C, D, E granülometrisi için gösterilen 20 nolu elekten geçen asgari yüzdenin 8, ve keza yukarıda 3. maddede verilen limitler yerine de azami likit limitin 25, plâstik endeksin ise 4 - 9 olması gerektiği kayfiyettir.

5. Stabilize malzemelerin karıştırılması

Bir ocak malzemesinin stabilizasyon maksadı için kullanılabilmesi hususu ancak bu malzemenin gerekli laboratuvar denemeleri yapıldıktan sonra tesbit edilebilir. Bu hususu gözle anlamaya çalışmak çok hatalı sonuçlar doğurabilir.

Yapılan laboratuvar denemeleri sonunda bağlayıcı malzemenin ek sık olduğu tesbit edildiğinde bu hiçbir zaman şev veya banketlerden alınacak toprağın ilâvesi suretiyle halledilmemelidir. Zira toprakların kısa mesafelerde özellikleri değişmektedir. Halbuki stabilize malzemeyle karıştırılacak bağlayıcı toprak miktarı o toprağın plastisite endeksinde bağlı bulunmakta ve buna göre ayrıca hesabedilmektedir. Dolayısıyla yol boyunca özelliği değişen topraklar için karışım nisbetlerinin ayrı ayrı hesab edilmesi gerekir ki bu çok güç ve hatta imkânsızdır. Bunun için tatbikatta belli toprak ocakları tesbit edilir ve lüzumlu toprak buralardan alınır. Bu ocaklardan toprak alındıkça özellikleri değişirse yeniden numune alınıp laboratuvarda plâstisite endeksi tayin edilir ve karıştırılacak bağlayıcı nisbeti tekrar hesab edilir. Ocaktan alınan topraklar içinde topraklar bulunmamalı varsa bunlar ufalanmalıdır.

Bağlayıcı toprağın serilmesi şu şekilde yapılmalıdır. Granüle (daneli) malzeme yol kenarına figüre edildikten sonra greyderle yayvanlaştırılarak toprak bunun üzerine daha önce tesbit edilen nisbet dahilinde damperli kamyonla muntazam bir şekilde serilmelidir. Bağlayıcı toprağın kümeler halinde dökülmesi asla doğru değildir zira bu takdirde greyder granüle malzeme ile toprağı iyi bir şekilde karıştıramaz.

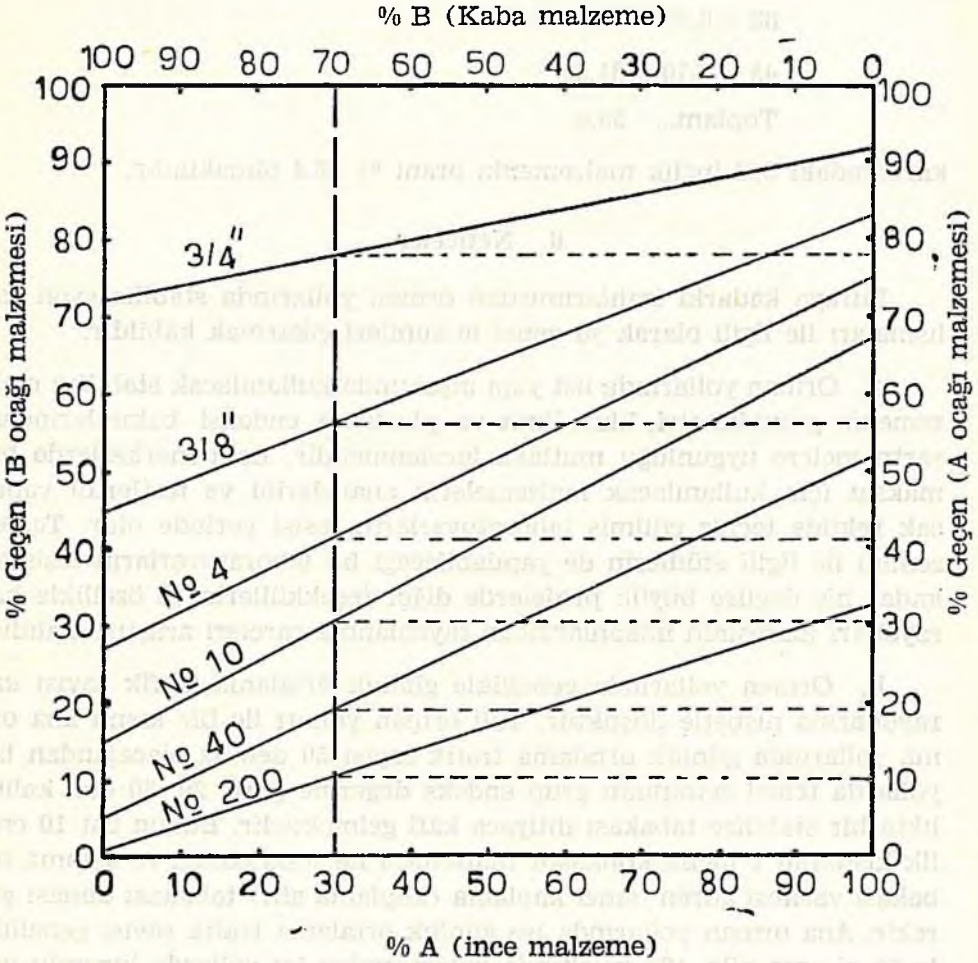
Diğer taraftan bir ocaktan alınan malzemenin tabii granülometrisi mevcut şartnameye uymadığı takdirde bu, malzemenin hiçbir şekilde

kullanılamıyacağı manasına gelmez. Şartnamelere uymama keyfiyeti ya plastisite endeksi bakımından ya da granülometri bakımından olabilir. Plastisite endeksi yukarıda izah edildiği gibi hesabedilecek miktarda uygun bir bağlayıcı (toprak) ilâvesi suretiyle halledilir.

Granüle malzemenin şarnameye uymaması halinde ise ocağın malzemesi ya ince yahutta kabadır. Bu gibi durumlarda kaba malzemeye ince, ince malzemeye ise kaba malzeme ilâvesi suretiyle şarnamelere uygun bir karışım elde edilir. Tatbikatta bu, teker teker şartnamelere uygun malzeme vermeyen iki veya daha fazla sayıdaki ocaktan elde edilen malzemeleri karıştırmak suretiyle sağlanmaktadır. Burada bir mîsâl olarak biri kaba diğeri ince malzeme veren 2 ocak malzemesinden şarnameye uygun stabilize malzeme elde edilmesini görelim. Sırası ile A ve B ocaklarından elde edilen malzemelerin elek analizlerinin neticesi ile şarnameye göre istenen hususlar aşağıda gösterilen şekilde olsun:

Elekler	% de geçen (ağırlık olarak)		Şartname limitleri
	A ocağı malzemesi (ince)	B ocağı malzemesi (Kaba)	
1 inç	100	100	100
3/4 inç	92	72	70 - 100
3/8 inç	83	45	50 - 80
No. 4	75	27	35 - 65
No. 10	67	15	25 - 50
No. 40	52	5	15 - 30
No. 200	33	1	5 - 15

A ve B ocak malzemelerinden şarnameye uygun bir karışım elde etmek için bunların hangi nisbetler dahilinde karıştırılacağını tayinde yararlanılan grafik usul şekil 6 da gösterilmiştir. Burada karenin sağ kenarına A sol kenarına ise B ocak malzemesinin elekten yüzde geçenleri işaretlenir. Her eleğe tekabül eden A ve B ocaklarının değerleri ayrı ayrı birer doğru ile birleştirilir. Ayrıca grafiğin sağ kenarında da şartname ile tesbit edilmiş limitler belirtilir. Bundan sonra şeffaf bir cetvel rastgele olarak ve karenin alt ve üst kenarlarına dik olacak şekilde tatbik edilir. Cetvel kenarının herbir elek için % geçenleri birleştiren doğruyu kestiği noktanın sol ve sağ kenardaki izdüşümleri bu karışıma ait elek analizi neticesidir. Cetvel kenarının karenin alt ve üst kenarında işaretlediği değerler ise sırası ile A ve B malzemesinin karışımına iştirak nisbetini ifade etmektedir. Dolayısıyla rastgele seçilen



Şekil 6

düsey doğrunun (cetvel kenarı) çeşitli elekler için sağladığı % ler şartnameye uymadığı takdirde cetvel sağa sola hareket ettirilerek uygun bir karışım elde edilmeye çalışılır. Misalimizde A malzemesinden % 30, B malzemesinden % 70 alınıp karıştırılırsa şartnameye uygun bir malzeme elde edilmiş olur. Burada her elek malzemesinin % miktarı doğrudan doğruya grafikten tayin edilebileceği gibi A ve B malzemelerinin elek analiz neticelerini bunların iştirak nisbetleri (misalimizde % 30 ve % 70) ile çarpmak ve her elek için bu iki malzemeye ait çarpım neticelerini toplamak suretiyle de bulunabilir. Meselâ A ve B malzemelerinin 3/8 inçlik elekten geçen yüzdeleri 83 ve 45 olduğuna göre bu malzemeler % 30 ve % 70 arasında karıştırıldıklarında :

$$83 \times 0.30 = 24.9$$

$$45 \times 0.70 = 31.5$$

$$\text{Toplam... } 56.4$$

karışımındaki 3/8 inçlik malzemenin oranı % 56.4 olmaktadır.

6. Neticeler

Buraya kadarki izahlarımızdan orman yollarında stabilizasyon çalışmalarını ile ilgili olarak şu genel hükümleri çıkarmak kabildir.

a. Orman yollarında üst yapı inşaatında kullanılacak stabilize malzemenin granülometri, likit limit ve plastisite endeksi bakımlarından şartnamelere uygunluğu mutlaka incelenmelidir. Belli merkezlerde bu maksat için kullanılacak malzemelerin analizlerini ve testlerini yapacak şekilde teçhiz edilmiş laboratuvarların tesisi yerinde olur. Temel zemini ile ilgili etüdlerin de yapılabileceği bu laboratuvarların tesisine kadar hiç değilse büyük projelerde diğer teşekküllerin ve özellikle karayolları idaresinin imkânlarından faydalanma çareleri araştırılmalıdır.

b. Orman yollarında genellikle günlük ortalama trafik sayısı karayollarına nisbetle düşüktür. Tali orman yolları ile bir kısım ana orman yollarında günlük ortalama trafik sayısı 50 den az olacağından bu yollarda temel zemininin grup endeks değerine göre, 20 - 30 cm. kalınlıkta bir stabilize tabakası ihtiyaca kâfi gelmektedir. Bunun üst 10 cm. lik kısmının 1 inçlik konkasör malzemesi ile tesis edilen ve aşınma tabakası vazifesi gören temel kaplama (kaplama altı) tabakası olması gerekir. Ana orman yollarında ise günlük ortalama trafik sayısı genellikle 50 yi aşsa bile, 125 in altında kalacağından bu yollarda lüzumlu üst yapı kalınlığı 22 - 36 cm, arasında olacaktır. Bunun da üst 10 cm. lik kısmını yukarıda belirtilen şekilde temel kaplama tabakası teşkil edecektir. Şu halde üst yapı kalınlığı konusu, stabilize malzeme özelliklerinin tesbitinden nisbeten daha az önem taşımaktadır denebilir.

c. Aynı ocaktan, daha kolaylıkla ve daha ucuz elde edilebildiği takdirde temel kaplama, temel ve alt temel malzemesi olarak aynı malzemeden faydalanılabilir.

d. Orman yollarında temel kaplama tabakası hemen daima nihai kaplamayı (aşınma tabakasını) teşkil ettiğinden ve binnetice artık daha müttekâmil bir kaplama bahis konusu olmadığından malzeme seçiminde bu hususun gözönüne alınması gerekir.

e. Pahalı bir kaplama tesisi orman yollarında hemen hiç uygulanmadığından üst yapı kalınlıklarının tayininde yapılan hata ve eksikliklerin maliyeti yüksek karayollarındaki ölçüde büyük kayıplara sebebiyet vermeyeceği aşikârdır. Bu sebeple de orman yollarında üst yapı kalınlığının tayini bütün dünyada çoğunlukla ihmal uğramıştır. Diğer taraftan karayollarına nisbetle çok dar olarak inşa edilen orman yollarında alt yapının sıkıştırılması da birçok güçlükler arz etmektedir. Ancak orman nakliyatının hemen tamamının kurak yaz periyodu içinde yapılmasının, alt yapının sıkıştırılmamış olmasından doğabilecek zararları azaltacak yönde tesir ettiği de bir gerçektir. Ancak bütün bu ifade edilen hususlara rağmen orman yollarında da alt yapının sıkıştırılması, bilhassa zemin şartlarına uygun olarak üst yapı kalınlıklarının tayini ve bu maksat için de şartnamelerle belirtilen özellik ve granülometride stabilize malzeme kullanılması çok yerinde olacaktır. Bu, bütün yıl nakliyat yapabilme imkânını sağlayacak ve böylece bugünkü zararların büyük kısmı önlenebilecektir. Bilhassa kayın ormanlarında kısa periyot içinde nakliyatı gerçekleştirip tomrukları istife almak zarureti büyük kayıplar meydana getirmektedir.

LİTERATÜR

- 1 — Akın, N. — Toprak Mühendisliği ve Yol İnşaatında Tatbikat Karayolları Genel Müdürlüğü yayınlarından No. 67 Ankara 1958.
- 2 — Bayoğlu, S. — Yol İnşaatında Zemin Etüdüleri. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B. Cilt XVIII, Sayı. 1, 1968.
- 3 — Bayoğlu, S. — Yol İnşaatı Yönünden Toprakların Sınıflandırılması. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B. Cilt XVIII, Sayı 2, 1968.
- 4 — Bruce, A. G. Clark-
sen, J. — Highway Design and Construction. International Text-
book Co. Scranton, Pennsylvania 1952.
- 5 — Bulut, I.; Apak, E.
Balci, H. Ülkü, A. — Arazi Etüdüleri. Karayolları Genel Müdürlüğü Yayın-
larından No. 145, Ankara 1967.
- 6 — — — — — Toprak Mühendisliği Bilgileri ve Deneyleri. Karayolla-
rı Genel Müdürlüğü Yayınlarından No. 146, Ankara
1967.
- 7 — Umar, F. — Yol İnşaatı Dersleri. İstanbul Teknik Üniversitesi
Teknik Okulu Yayınlarından No. 6, İstanbul 1958.
- 8 — Woods, K. B. — Highway Engineering Handbook. Mc Graw Hill Book
Co. New York 1960.
- 9 — — — — — Yol Yapımında Toprak. Karayolları Genel Müdürlüğü
Yayınlarından No. 18/10. Ankara 1953.