

SERİ  
SERIES **B**  
SERIE  
SÉRIE

ÇİLT  
VOLUME **27**  
BAND  
TOME

SAYI  
NUMBER **1**  
HEFT  
FASCICULE **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**



## YOL İNŞAATINDA KULLANILAN ÜST YAPI MALZEMELERİNİN ARAZİDE ARAŞTIRILMASI YÖNTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Turgay AYKUT 1)

Yol inşaatı ile ilgili olarak toprak etüdüleri esas itibariyle iki amaç için uygulanmaktadır. Bunlardan birincisi tabii toprak birikintilerinin ya da kazıdan elde edilen toprağın dolduru temeli olarak kullanılabilen nitelikte bulunup bulunmadığının saptanması yani *taban etüdü*, diğeri ise toprağın inşaat malzemesi yani yolda üst yapı malzemesi olarak kullanılabilme olanağının ve yerlerinin arazide araştırılması ve saptanması ki, diğeri bir ifade ile *malzeme* araştırması ve bunların etüdüdür.

Güzergâh ve yakın çevresinden temin edilerek yol inşaatında kullanılan taş, kum, çakıl, toprak, kil ve hatta su gibi tabii materyale *malzeme* adı verilmektedir.

Yukarıda verilmiş bulunan bütün bu malzemelerden her birine ait tabiatta mevcut belirli ve tabii yığınaklara da genel olarak *ocak* adı verilmekte ve bu ocaklar neyi ihtiva ediyorsa bu kelimenin başına getirilmektedir. Örneğin taş ocağı, kum ve çakıl ocağı gibi.

Yukarıda söz konusu edilmiş bulunan malzeme yığınaklarını güzergâhta ya güzergâha yakın mesafeler içinde bulup çıkarmak amacıyla yapılan çalışmalara da *Malzeme Araştırması* adı verilmektedir.

Tabiatta mevcut malzeme ocaklarının değeri çeşitli koşullara bağlı olarak değişmektedir. Bu koşulları şimdi sırasıyla inceleyelim:

Herhangi bir malzeme ocağının değerini saptayan özelliklerden birisi ihtiva ettiği malzeme miktarıdır. Diğeri bütün koşulların eşit olduğu hallerde en kıymetli ocaklar en çok malzemeyi ihtiva eden ocaklardır.

Herhangi bir ocak malzemesinin kalite yönünden kullanılmaya engel bir durumda olmaması gerekmektedir. Kullanılan ve kullanılmayan malzemeler arasındaki limitler şartnamelerde belirtilmiştir. Herhangi bir ocaktan alınan örnekler üzerinde laboratuvarında yapılacak deneyler şart limitlerini geçecek biçimde sonuçlar verirse kuşkusuz bu malzeme yığınakları ocak olarak verilmemektedir. Şart limitleri altındaki malzemeler de kalite yönünden tasnif edilebilmektedirler.

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İşletme İnşaatı Kürsüsü Öğretim Üyesi, İstanbul.

Malzeme kalitesi en ideal biçimden başlar ve iyi özelliklerini kaybederek şart limitlerini aştığı anda malzeme olarak kullanılamaz duruma gelirler. Ocak etüdünde, malzeme kalitesi hakkında gözleme dayanarak kesin bir sonuca varmak mümkün değildir. Bu bakımdan güzergâh civarında mevcut bütün malzeme ocakları saptanarak detay çalışmaları yapılmalı ve daha sonra, alınan örnekler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri iyi sonuç vermediği takdirde de raporda söz konusu edilmeli, fakat bu gibi ocakların yanına kullanılamaz ifadesi konulmalıdır.

Özellikle teraslarda müşahede edilen bir özellik de danelerin kil ve özellikle kalker gibi bir bağlayıcı ile birbirine gevşek ya da sıkıca bağlanmış olması (konglomera) keyfiyetidir. Bu özellik de ocak değeri üzerine etki yapmakta, hatta işletmeyi imkânsız bir duruma getirmektedir.

Ocaklarda mevcut malzeme tabakası kalınlığı ile işletme koşulları arasında çok sıkı bir ilişki mevcuttur.

Herhangi bir ocakta mevcut malzeme tabakası ne kadar kalın olursa bu ocağın işletilmesi de o oranda kolay olmaktadır. Aksine olarak, ocakta mevcut malzeme tabakasının kalınlığı azaldıkça ocağın işletilmesi de güçleşerek neticede iş malzemenin satıhtan toplanması suretiyle temin edilmesi biçimine dönüşmektedir.

Ocakların işletilmesi sırasında hareket kolaylığını sağlayacak koşullardan birisi de ocak sahasının biçimidir. Çok dar bir koridor biçiminde uzun mesafeler içinde devam eden malzeme ocaklarındaki güç işletme koşullarına karşılık, dairevi ya da kareye yakın birikinti alanları çok uygun koşulları ihtiva ederler. Taşıt araçlarının manevrası depolama gerektirdiği takdirde elek ve konkasör kurma da dikkate alınır, ocak sahası biçiminin önemi ortaya çıkar.

Tabiiatta pek çok ocak sathı değişik kalınlıkta bir örtü tabakasıyla örtülü bulunmaktadır. Örneğin, kil, silt, killi çakıl, killi moloz ve özellikle bazı teraslarda saptanan konglomera ya da marnlı kalker gibi. Ocak işletmeye açılmadan önce söz konusu bu örtü tabakasının sıyrılıp atılması gereklidir. Örtü tabakasının kalınlığı arttıkça ocak da değerinden kaybetmektedir. Bu arada yumuşak topraktan, kayaya doğru gidildikçe ocağın işletilmesi de güçleşmekte ve hattâ olanaksız duruma gelmektedir.

Bilindiği üzere bir malzeme ocağının yeri ile bu ocaktan alınacak malzemenin inşaatta kullanılacağı yer arasındaki mesafenin ekonomik değeri büyüktür. Yol kenarında mevcut bulunan bir ocaktan alınacak malzemenin maliyeti ile, yol inşaat alanına, örneğin 20 km uzaklıkta bulunan diğer bir ocaktan alınacak malzemenin maliyeti arasındaki fark kuşkusuz çok belirgin ve fazladır. Mevcut ihtiyaca göre yüz-

binlerce metre küp malzemenin kullanılacağı yere uzak mesafelerden taşınıp getirilebilmesi, ayrıca bu işi başarabilecek sayıda ve kapasitede taşıma araçlarının varlığına ya da temin edilebilmesine bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle herhangi bir malzeme ocağı kullanma yerine yani inşaat alanına ne kadar yakın olursa değeri de o oranda artmaktadır. Aksine olarak taşıma mesafesi uzadıkça ocak da bu mesafeyle orantılı olarak değerinden kaybetmektedir.

Ocaklardan alınacak malzemelerin kullanılacakları yerlere kadar naklinde yararlanılacak yollara, özel deyimini ile *servis yolları* adı verilmektedir.

Servis yolu sathının düzgün olup olmaması, her mevsimde geçit verip vermemesi, yolun eğim ve trafik emniyeti durumu en önemli etkenleri teşkil etmektedir. Bunların önceden saptanması gerekli olmaktadır. Ocaklar ne kadar iyi, kaliteli ve bol malzemeyi ihtiva ederlerse etsinler, servis yolu yapılması mümkün olmayan malzeme ocaklarından yararlanmayı düşünmemelidir.

Akarsu boylarında ya da plâjlarda saptanan malzeme ocaklarında, ocakların işletilmesi belli bir safhaya kadar ilerledikten sonra, yeraltı su seviyesine kadar inilmekte ve bu seviyeden itibaren derine doğru ocağın işletilmesi güçleşmekte ve hattâ olanaksız duruma gelmektedir.

Sahipli arazide saptanmış bulunan malzeme ocaklarının işletmeye açılabilmesi için ya bu arazinin istimlâki ya da mal sahibi ile mali bir anlaşmaya varılması gerekmektedir. İstimlâk konusunda fazla ödemeye meydan vermeyecek biçimde ocak sahasının kesin olarak sınırlandırılıp saptanması gerekmektedir.

Sonuç olarak denilebilir ki, güzergâha en yakın ve dolayısıyla en ekonomik mesafeler için de değerli ve kaliteli malzeme ocakları saptayabilmek, malzeme araştırması çalışmalarının en önemli noktasını teşkil etmektedir.

Malzeme ocakları ile ilgili özellikleri yukarıda kısaca açıkladıktan sonra, şimdi yol inşaatında kullanılan malzemeleri ve bu malzemelerin temin edildiği ocakları incelemek gerekmektedir.

### I. Ariyet malzemeleri ve ocakları:

Ariyet, bir toprak kitlesinin teşkili için yol dışındaki alandan kazı suretiyle toprak malzemesi temini anlamına gelmektedir.

Yol güzergâhının geçtiği kesimlerde, organik ya da düşük yoğunlukta taban topraklarının bulunduğu alanlarda ya da topoğrafik ve jeolojik özelliği nedeniyle yan ariyet almaya elverişli bulunmayan zeminlerde dolduruların tesbiti için temin edilen malzemeye ariyet malzemesi ve bu ocaklara da ariyet malzemesi ocağı denmektedir. Güzergâh boyunca, is-

timlâk sınırları içindeki zemini teşkil eden taban malzemesinin dolduruda kullanılmasında bir sakınca yoksa çevreden ariyet malzemesi ocağı verilmesine gerek yoktur.

Ariyet ocağı malzemesinin grup indeksi değeri sıfıra ne kadar yakın olursa, malzeme kalitesi de o oranda değer kazanmaktadır.

Ariyet malzeme ocakları, araştırma bakımından büyük bir güçlük göstermezler. Birikinti (taşıntı) konileri, dere ya da sel yatağı birikinti alanlarıyla siltli, kumlu, çakıllı ve molozlu toprakları ihtiva eden alanlar belli başlı ariyet malzeme alanlarını teşkil eder.

Ariyet ocaklarındaki malzeme miktarı ocak alanı ile ortalama malzeme kalınlığı ya da derinliğinin çarpımı ile hesaplanmaktadır. İstimlâkın söz konusu olduğu ariyet ocaklarında sınırlar saptanırken, malzeme derinliğinin en fazla olduğu kesimler seçilerek gerekli tasarruf sağlanmalıdır. Ariyet malzemesi ocakları için verilen miktar hangi kesimlerden sağlanacaksa, bu kesimin sınırları ocak yerini göstermek üzere krokiler çizilerek işlenip ayırt edilmelidir. Ayrıca arazi sahibinin isminin de raporda belirtilmesi yararlı olmaktadır.

Ariyet malzemesinin kalite yönünden saptanması toprak laboratuvarında yapılmaktadır. Bunun için ocak sahasının değişik noktalarından bol sayıda toprak örnekleri alınmalıdır. Ariyet malzemesinin içinde kök, kütük, çalı, çöp v.b. uygun olmayan maddelerin bulunmamasına özen gösterilmelidir.

## II. Alttemel Malzemeleri ve Ocakları

Taban toprağının grup indeksi sıfırdan itibaren yirmiye doğru yükseldikçe yola serilmesi gereken malzeme kalınlığı da artmaktadır. Sıfır grup indeksini havi topraklar için bir alttemel malzemesi gerekli değildir. Yirmi grup indeksini havi topraklar ise en kalm alttemel malzemesine gerek gösterirler.

Bu açıklamadan da anlaşılacağı gibi yol tabanını kuvvetlendirmek amacıyla grup indeksi değeri düşük yol sathı üzerine serilen sıfır grup indeksli malzemelere *alttemel malzemesi* denmektedir.

Alttemel malzeme ocakları genellikle taban topraklarının grup indeksi değerlerinin yüksek olduğu yol kesimlerinde söz konusudur. Temel malzemelerinin bol ve yaygın bulunduğu kesimlerde özel olarak bir alttemel ocağı etüdüne gerek yoktur. Temel malzeme ocaklarından çekilen bir kısım malzeme ile alttemel tabakaları da inşa edilebilmektedir. Ancak temel malzemeleri bakımından fakir olan güzergâhlarda alttemel malzeme ocaklarının bulunması şarttır.

Alttemel malzemelerinde aranan koşullar temel malzemelerinde aranan koşullara göre çok daha toleranslı olmaktadır. İlgili tabloda bu sınırları görmek mümkündür (Tablo I).

Tablo I

Elekler	Yüzde geçen
4 inçlik	100
No. 4	30 - 70
No. 200	0 - 35
Grup indeksi:	En fazla 5

Yukarda da açıklandığı gibi alttemel malzemelerinin sadece granülometrik özellikleri ve grup indeksleri üzerinde durulmaktadır. Bu nedenle alttemel malzemelerine özellikle akarsu yataklarında, sel alanlarında ve birikinti konilerinde rastlamak mümkündür.

### III. Temel Malzemeleri ve Ocakları

Hazırlanan yol tabanı ya da alttemel tabakası üzerine serilecek belli granülometri ve özelliklere sahip olan seçilmiş malzemelere *temel malzemesi* adı verilmektedir.

Şartnamede granülometriyi meydana getiren danelerin biçimleri hakkında herhangi bir tanım yapılmamış ise de köşeli danelerin yuvarlak danelere olan üstünlüğü açık olarak bilinmektedir.

#### a. Akarsu yatakları:

Akarsu yatakları malzemelerinin özelliği devamlı tabii yıkama sonucu bağlayıcı kilden yoksun bulunmaları ve danelerin yuvarlak ve yassı oluşudur. Akarsu yatağı malzemelerinin bağlayıcı kil ilâve edilmeksizin temel tabakaları inşasında kullanılması mümkün değildir.

Tanımdan da anlaşılacağı gibi bu ocaklar akarsu boylarında aranacaktır. Akarsu deyimi ile yataklarında her mevsimde su bulunan dere, çay, ırmak ve nehirler anlaşılmaktadır. En kolay ve en çabuk bulunup saptanabilen ocaklar akarsu yatağı ocaklarıdır. Bu kolaylık akarsu boylarının hiçbir özel araştırma işine gerek göstermeksizin arazide kendiliğinden görülmesinden ileri gelmektedir (Resim 1). Akarsu yataklarında uygun ve verimli malzeme ocakları saptayabilmenin tek koşulu, akarsu mecrasının güzergâha yakın mesafeler içinde kalan kısmını menbada man-saba ya da mansabdan menba yönüne doğru, dikkatli bir biçimde etüd edilmesine bağlıdır. Akarsu yataklarında eğim azaldıkça ve vadi genişledikçe genel olarak malzemenin yığılma koşulları da sağlanmış olmaktadır. Özellikle dalgalı hareketlerin olduğu kesimler ve dağlık araziden hızla inen akarsuların düz ovaya açıldıkları yerler genel olarak ocak yeri olarak en iyi kesimlerdir.

Akarsu boylarında temel malzemesi olmaya elverişli yığınlar saptandıktan sonra, sıra ocakta mevcut malzeme miktarının saptanmasına gelir. Malzeme yığınının kapladığı alan akarsu boyu ocaklarında genel olarak satıhta görülebilmektedir. Ocak yayılışının gerçek sınırlarını saptamak amacıyla sondaj çukurlarının kazdırılmasına gerek var-



Resim. 1: Bir akarsu yatağı ocağı  
(Kastamonu) Foto: Aykut

dır. Böylece malzeme yığınağının yayılış sınırları saptandıktan sonra, saha kabaca geometrik yüzey biçimlerine bölünerek ya da benzetilerek alanı hesap edilir.

Malzeme derinliği açtırılan sondaj çukurlarının derinliği esas alınarak saptanır ve bu sondaj çukurlarının daima ortalama derinliği alınır. Esas sondaj çukurlarındaki malzeme derinlikleri bir çukurdan diğerine fazlaca değişiyorsa, bu takdirde hiç değilse belli alanlar için ortalama derinlik saptanması yoluna gidilir. Böylece alan ile derinlik çarpımı ocaktaki malzeme hacmini verir. Akarsu boyu malzeme ocaklarında malzeme miktarı saptanırken karşılaşılan başlıca problemlerden biri de belli bir derinlikten sonra su ile karşılaşılmasıdır. Uygulamada su yüzeyinden itibaren hangi derinliğe kadar malzeme alınabileceğini kuşkusuz kullanılan vasıtanın tipi ve kapasitesi tayin eder. Yalnız su tabakasının derinliği arttıkça maliyetin de yükseleceği, hatta işletmenin güçleşeceği ve olanaksız hale gelebileceği de gözönünde tutulmalıdır.

Malzeme ocaklarından alınacak örneklerin o alanı temsil edebilmesi için örnek alınacak yerlerin uygun seçilmesine gerek vardır. Gerek ocak yanında ve gerekse açılmış sondaj çukurlarının ortaya koyduğu kesitlerde yapılan gözlemler ocağın ihtiva ettiği malzemenin karakteri hakkında kabaca bir fikir verebilmektedir. Eğer ocak malzemesi, açılan çukurlarda az çok homojen bir karakterde ise, seçilecek bir kaç çukurdan örnek alınır. Ocakta birbirinden çok az farklı kesimler müşahade edilmişse, bunlar birbirinden gerçeğe yakın bir biçimde ayrılarak, her

kısım için ayrı ayrı örneklerin alınmasına ve bu durumun raporda belirtilmesine gerek vardır.

#### b. Sel Yatakları :

Yataklarında mevsimden mevsime ya da şiddetli yağışlardan sonra su bulunan akarsu mecralarına «sel yatağı» adı verilmektedir. Sel rejimi karakterinin özellikleri, sık sık mecra değiştirmek, özellikle dirençsiz tabakalar üzerinden akıp gelmeleri halinde çok çeşitli unsurlardan meydana gelen malzeme getirmeleridir. Pek çok sel yatağı malzeme ocağında, arzu edilen kilin bızatihi malzeme içinde ve arasında mevcut olduğu görülmektedir. Kuşkusuz bu arzu edilen bir özelliktir ve malzeme ocağının değerini arttırmaktadır. Bazı hallerde kilin arzu edilen oranı aştığı görülmekte, hatta bazı sel yatağı malzemeleri bu nedenle kullanılamaz bir duruma gelmektedir. Malzeme uzun süre sürüklenmeden depo edildiğinden daneler çok defa yuvarlaklaşma olanağı bulamamakta ve köseli olmaktadır. Bu da sel yatağı malzemelerinin kalitesini yükselten diğer bir özelliktir.

Güzergâh üzerinde ne kadar kuru dere varsa ayrı ayrı gezilerek malzeme ihtiva edip etmedikleri kontrol edilir. Kolayca ufalanıp ayrışarak bol malzeme veren gevşek konglomera ya da şisti kayaların bulunduğu alanlarda bu tip ocaklara daha çok rastlanmaktadır. Sel yatağında ocak araştırması yaparken selin geldiği zemin cinsi ön plânda düşünülerek araştırma bu özelliğe göre yapılmalıdır. Sel yatağı malzeme depolarına özellikle sellerin dağlardan ovaya indikleri yerlerde rastlanmaktadır. Kuvvetli eğim nedeniyle dağlardan hızla inen seller ovalarda eğimin çok azalması nedeniyle beraberinde sürükledikleri malzemeyi daha uzaklara taşıyamamakta ve en iri danelilerden başlamak üzere büyükden küçük danelilere doğru çeşitli malzemeleri buralarda depo etmektedirler.

Araştırmacı önce bütün sel yataklarını gezerek gözlemlerini yapmakta ve daha sonra bu gözlemlere dayanarak ümitli bulunduğu ocak sahasında sondaj çukurları kazdırmak suretiyle etüdlerini tamamlamaktadır.

Sel yatağı malzeme ocaklarında malzeme miktarının saptanması birçok durumda büyük emek ve hassas bir çalışma gerektirmektedir. Bu durum daha çok malzemenin bir noktadan diğerine hızla meydana gelen derinlik değişmelerinden ileri gelmektedir. Satihta dağılışı itibariyle iyi düzenlenmiş bir sondaj çukuru sistemiyle ocağın alanını bulmak oldukça kolay olmaktadır. Asıl güçlük malzeme derinliğinin çok sık değişmesinden ileri gelmektedir. Derinlik değişmelerinin saptanması sondaj çukurlarının esaslı ve tekniğine uygun bir biçimde kazdırılmasıyla mümkün olmaktadır. Sondaj çukurlarıyla ulaşılamıyacak kadar derin olan malzeme depolarının, gerçek derinliklerinin saptanmasında elektrikli ya da mekanik sondaj yöntemlerinden yararlanılabilir. Mekanik sondaj



elektrikli sondaja göre daha üstün ve avantajlı olmaktadır. Çünkü elektrikli sondajda ancak bir grafik üzerinde izlenebilen derinlik, mekanik sondajda gözle görülebilmektedir.

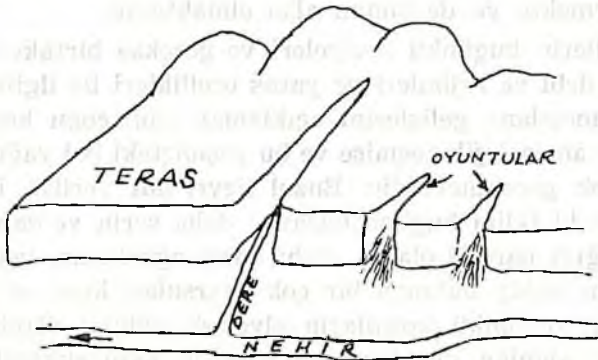
Yukarda kısaca açıklanan yöntemlerin uygulanması sonucu sel yataklardaki malzemelerin derinlik değişimi belli olmaktadır. Bu sonuçların verdiği olanaklarla bir ya da birkaç üniteye ayrılan ocağın, metre-kare olarak saptanan alanı derinlik ile çarpılmak suretiyle ihtiva ettiği malzeme hacmi saptanabilmektedir.

Sel rejimindeki düzensizlik ve kararsızlık, aynı biçimde malzeme kalitesinde de kendisini göstermektedir. Satihtan itibaren derine doğru ya da yatay yönlerde, özellikle granülometri ve kil miktarı bakımından devamlı bir değişim, sel yatağı malzeme ocaklarının özelliklerindedir. Bu durum gözönünde tutularak, sel yatağı malzeme ocaklarında pek çok ve derin sondaj çukurları kazdırılarak malzemenin birçok noktalardan çok iyi bir biçimde müşahade edilmesi gereklidir. Uygulamada pek çok sel yatağı malzeme ocağında şartnameye uyan ve uymayan malzeme yığınlarının yanyana yer aldığı saptanmıştır. Sel yataklarının diğer bir özelliği de az ya da çok kalın bir toprak tabakası ile örtülü bulunmasıdır. Ocağın işletilmesi sırasında satıhtaki bu örtü tabakasının sıyrılıp atılması gerekmektedir. Sel yataklarında kil miktarının istenilen oranda bulunması ve danelerinin de köşeli olması değerini arttırmaktadır.

### c. Teras Malzemeleri :

Bir kısım vadilerin yamaçları basamaklı olur. Bu basamaklar çoğu kez düzgün bir uzanış gösterirler. Bu düzgünlük bu basamakların hem birbiri üzerindeki sıralanışında gözlenir, hem de bunların akarsuya doğru olan eğimli kesimlerinde görülür. İşte bu tür basamaklara teras adı verilmektedir (Resim. 2).

Akarsulara aşağı yukarı paralel olarak uzanan teraslar bazan yalnız bir basamak halinde buldukları halde, bazan iki, üç ve hatta birkaç



Resim. 2

basamak halinde bulunurlar. Bu basamaklar arasındaki nisbi yükseklik çok farklı olmamakla beraber bu değer en çok 10 - 60 m arasında değişebilmektedir.

Terasların üstleri genellikle düz ya da ait oldukları akarsuya doğru hafif eğimli olurlar. Bu eğimin önünde az çok dik bir yamaç vardır. Burası terasın önüdür. Burada hemen ifade etmek gerekir ki, bir akarsu vadisinin her iki yamacında bu teras düzlüklerinin, mutlaka büyük bir düzende ve simetrik bir biçimde uzandığını görmek her zaman mümkün değildir.

Çünkü meydana geldikleri zamandan beri bugüne kadar teras seviyeleri aşınmış ve yıpranmıştır. Bunun için, bir vadinin her iki yamacında terasların aynı genişlikte ve aynı biçimde bulunmaları gerekmez. Hatta, vadinin bir yamacında geniş ve düzgün teraslar bulunduğu halde, karşı yamaçta bunlara ya hiç rastlanmayabilir, ya da sadece kalıntılar halinde rastlanmaktadır. Çünkü uzun yıpranmalar sonucu eski düzgün teras seviyeleri bozulmuş bulunmaktadır.

Terasların jeomorfolojide ve jeolojide büyük önemi vardır. Çünkü her bir teras seviyesi arazinin gelişmesi sırasındaki değişim safhasını ifade etmektedir. Uygulamada ise terasların değeri ihtiva ettiği kum ve çakıldan dolayısıyla her türlü yol ve yapı malzemesi olarak kullanılabilme özelliğinden dolayıdır.

Terasların esas yapısını yatay olarak sıralanmış kum ve çakıl tabakaları teşkil etmektedir. Birikme olayının geçmişteki gidişine ve akış tarzına göre, değişik büyüklükteki kum - çakıl danelerinden meydana gelen tabakalar birbiri üzerine sıralanmış olarak bulunmaktadır.

Bazan bu tabakaların hepsi ya da bir kısmı sızan kireçli suların etkisiyle çimentolaşır ve birbirine yapışarak konglomera tabakalarını meydana getirirler. Birikinti terasını teşkil eden tabakaların yapısı, çoğu kez çapraz biçimdedir. Örneğin kum tabakası sivri bir uçla çakıl yığınının içine girmekte ya da bunun aksi olmaktadır.

Gerek göllerin bugünkü seviyeleri ve gerekse birtakım akarsuların yine bugünkü debi ve rejimleri ve yatak özellikleri ile ilgili bulunmayan bu depoların meydana gelişlerini açıklamak için, çoğu kez on binlerce yılla ifade olunan jeolojik geçmişe ve bu geçmişteki bol yağışlı iklim devrelerine gitmek gerekmektedir. Buzul devri adı verilen bu devirlerde memleketimizdeki iklim bugüne nazaran daha serin ve daha bol yağışlı idi. Bu bol yağışa paralel olarak, daha fazla aşındırma, taşıma ve biriktirme kudretine sahip bulunan bir çok akarsular, kum ve çakıldan ibaret alüvyonları o günkü koşulların elverişli olduğu alanlarda örneğin eğimin azaldığı alanlar, menderes kavisleri ve aynı akarsuların sığ göllere döküldüğü delta yerlerinde depo etmişlerdir. Daha sonra iklim bu-

güne doğru değişikliğe uğrayınca, akarsuların debileri azalmış, boyları kısalmış, rejimleri düzenli hale gelmiş ve hatta bazıları tamamen kuruyarak akamaz olmuşlardır.

Bir taraftan bu olaylar olurken, diğer taraftan da morfolojik tekmülün tabii sonucu olarak yeryüzü tedrici olarak aşınmaya maruz kaldığı sırada geniş alüvyal alanların kil ve silt gibi ince elemanlardan meydana gelen kısımları hızla taşınıp seviye kaybederken çakıl ve kumdan meydana gelen depolar erozyona karşı gösterdikleri dirençler nedeniyle bu alüvyal düzlükler üzerinde basık biçimli sırtlar halinde yüksekte kalarak terasları oluşturmuşlardır.

Teras malzeme ocakları dağılışı itibariyle bir çeşit gruplaşma gösterirler. Jeolojik anlamda yakın ya da uzak eski devirlerin özellikle sığ iç göl çevreleri ve alanlarıyla bugünkü büyük akarsu ya da sel yataklarının akışlarına paralel doğrultudaki yakın yerleri, memleketimizin teras malzeme ocağı itibariyle en zengin kesimlerini teşkil ederler.

Terasların üzerleri nadiren açıktır. Kum ve çakıl çoğu kez satıhta görülmez. Bu eski depolar genel olarak kalınlığı az çok değişen bir toprak tabakası ile örtülüdür. Bu örtü tabakası açık renklidir ve üzerlerinde köstebeklerin çıkarttığı değişik oranda kum ve çakıl öbekleri bulunur. Terasların üzerleri diken cinsinden otlarla kaplı bulunur. Ekili alanlarda ise yakın çevresine göre cılız ve sarımtrak renkte kalan taze ekinler, terasın saptanmasında kolaylık sağlarlar.

Tabiatta tamamıyla serbest kum ve çakıldan meydana gelen teraslar mevcut olduğu gibi, tabii bir bağlayıcı ile az ya da çok çimentolaşmış (konglomera) teraslar da mevcuttur. Diğer bir kısım teraslarda ise, malzeme deposunun üstten belli kalınlıktaki bir kısmı çimentolasharak serbest malzeme üzerinde adeta bir kapak gibi oturmuş bulunmaktadır. Malzemenin serbest kum ve çakıldan ibaret bulunduğu teraslar kuşkusuz işletme için çok uygun koşullar ihtiva ederler. Fakat çimentolaşmanın ileri bir safhaya vardığı teraslarda işletme güçleşmekte, hatta çoğu kez olanaksızlaşmaktadır. Malzeme üzerinde konglomeralanmış bir kapağın bulunduğu ocaklarda ise, işletme sırasında bu kapağın kırılıp atılarak ocağın üstünün açılması gerekmektedir. Ender olmakla beraber, bazı teraslarda bu kapak kalker de olabilmektedir.

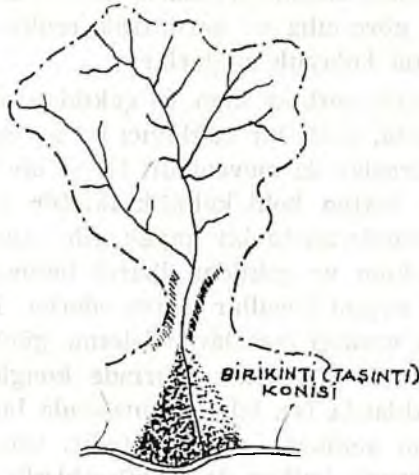
Sondaj çukurları açmak suretiyle teras ocaklarının dağılışı yerleri ve kapladıkları alanlar kolaylıkla bulunabilmektedir. Malzemenin satıhtan dibe doğru serbest kum ve çakıldan ibaret bulunduğu teraslarda, derinlik tetkiki ve saptanması için aynı yöntemden yararlanmak mümkündür. Fakat malzemenin çok derin ve kalın bulunduğu ya da değişik oranlarda çimentolaştığı ve özellikle üstte sert bir kapağın bulunduğu teras ocaklarında derinlik saptanması çok güç ve hatta olanaksızdır. Böyle

durumlarda elektrik ya da mekanik sondaj yöntemlerinden yararlanarak derinlik saptanmaktadır.

Ocak sathından itibaren malzeme tabanına ya da ocak sathının bir ucundan diğer ucuna kadar teras malzemelerinin kalite bakımından aynı karakteri koruduğu ender olarak görülmüştür. Hatta bazı teraslarda malzeme arasında silt, kil ya da marndan meydana gelen değişik kalınlıkta bandların varlığı görülmektedir. Örnek alabilmek için ocak sathı çeşitli kesimlere ayrılmakta ve her kesim için ayrı ayrı örnekler alınmaktadır.

#### d. Birikinti (Taşıntı konileri :

Bir akarsu dağlık bir yerden çukur bir düzlüğe indiği zaman eğim birdenbire düştüğü için derenin akış hızı azalır. Bunun sonucu, dağlık yerden koparıp getirdiği kum, çakıl, kil gibi ufak taş parçalarını daha ileriye götüremez ve bu kesime yığmaya başlar. Çünkü hız azaldığından bunları artık taşıyamaz olmuştur. İşte böyle bir yerde bu tür yığılmalarla sivri kısmı akarsuyun kaynak yönünde ve koni biçiminde kabarık bir yer şekli meydana gelir ki buna *birikinti* ya da *taşıntı konisi* denmektedir (Resim 3).



Resim. 3

Birikinti konilerinin büyüklük ve eğimleri çok çeşitli olur. Birikinti konisinin başlayacağı yer, bir ovanın kenarı olabileceği gibi, bir derenin esas vadiye ya da uzunca bir çukur alana doğru akması halinde de belirlenebilir. Buna göre birikinti konisi çanağının biçimleri ince uzun ve çoğu kez kıvrıntılı ve bükümlüdür. Çanak boyunca uzanan karşılıklı

iki yamaç oldukça dik bulunabileceği gibi, az eğimli de olabilir. Çanağın iki ucu ise az eğimli bir arazi parçasıdır.

Çanağın oluşumuna neden olan bu seddin yapısı kum, çakıl ve kilden meydana gelmektedir. Tabakalar çapraz yapılıdır. Bu tür çanaklar, yandan gelen derelerin fazla miktarda birikinti maddesi sürüklediği ve fakat bu maddelerin yığıldığı yerden geçen derenin zayıf ve cılız akması yüzünden taşınıp götürülemediği ya da yarılamaadığı yerlerde hızla oluşmaktadırlar.

Sağlam kayalardan meydana gelmemelerine rağmen, yuvarlaklaşmak için yeter miktarda sürüklenmediklerinden, birikinti konileri malzemeleri genel olarak köşeli daneleri ihtiva ederler. Bu özellik kuşkusuz iyi bir özelliktir. Yalnız kolayca parçalanmaya uygun kayalardan meydana geldikleri için, birikinti konisi malzemelerinin dona karşı ve özellikle aşınmaya karşı olan dirençlerinin az olduğu bilinmektedir. Bu durum özellikle gıstlerden meydana gelen yamaçlardan inen materyalin teşkil ettiği koniler için söz konusudur.

Birikinti konisinin eteğine doğru inildikçe malzemenin incelendiği ve plâstikleştiği, aksine olarak koninin tepe noktasına doğru çıkıldıkça, granülometrik yönden danelerin irileştiği ve kil miktarının azaldığı görülmektedir. Hatta bazı konilerin üst kesimlerinde hiç kile rastlanmamaktadır. Konilerin orta kesimleri en normal malzemeyi ihtiva ettikleri için, örnekler genellikle bu kesimlerden alınır ve ocak olarak da bu kesimler önerilir.

Birikinti konilerinde ocak alanının dağılışını topoğrafik özelliklerinden anlamak ve saptamak kolaydır. Asıl güçlük malzeme derinliğinin saptanmasındadır. Bu da sondaj çukurları açmak suretiyle yapılır. Birikinti konilerinde, derinliğin saptanması için elektrik sondajı da kullanılmaktadır.

Yukarda, birikinti konilerinin malzeme özelliklerinden bahsedilirken, koninin tepesinden eteğine doğru granülometrinin tedricen incelendiğine işaret edilmişti. Bu nedenle, birikinti konilerinin meydana gelmesinde koni tepesinden tabanına doğru, yollarına devam eden sel mecralarının, her zaman sabit kalmadıkları, aksine bir selden diğerine yer değiştirdikleri bilinen bir olaydır. Fakat bazı konilerde, belli bir peryod içinde az çok sabit kalmış sel mecraları da mevcuttur. Bu durumlar gözönünde tutularak örnekler buna göre alınmalı ve değerlendirilmelidir.

Herhangi bir birikinti konisi üzerinden ve ortasından, sel sularıyla yarılmış su ile daimi temas sonucu yıkanmış, çok özel bir kesimden alınacak örnekler kuşkusuz o koniyi temsil etmemektedir.

e. Yamaç döküntüleri :

Yamaç döküntülerine yüksek dağların eteklerinde ve kurak bölgelerde dik ve çıplak yamaçların aşağı kısımlarında rastlamak mümkündür.

Dik yamaçların eteğine biriken moloz alanlarında, heyelân yerlerinde, morenli yerlerde, kalker tüfü teşekkülü kesimlerinde yamaç döküntülerinin çeşitli örneklerini görmek mümkündür. Muhtelif büyüklükte köşeli taş parçalarının yukarlardan kopup gelmesiyle yamaç döküntüleri meydana gelmektedir. Bu yamaçların eğimleri % 45 - 55 civarındadır. Yamaç döküntüleri ile bunları meydana getiren yamaçların zemin cinsi ve yapısı arasında çok sıkı bir ilişki mevcuttur.

Gerçekten gevşek konglomera ya da bazı şisti kayalar, yamaç döküntülerinin meydana gelmesine pek uygun koşullar gösterdikleri halde, bazı sert kayalar örneğin som kalker ve bazaltlar buna elverişli değildir.

Yamaç döküntü malzemelerinin başlıca özelliği çakıllarının köşeli oluşudur. Değişik granülometrilik bu köşeli malzeme arasında kum tanımına girecek kadar ince boyutta danelere pek rastlanmamaktadır. Şartname hükümlerine uygun granülometri yanında iri çakıl, moloz ve hattâ kaya parçalarına rastlamak mümkün olmaktadır.

Yamaç döküntülerinden meydana gelmiş bulunan malzeme ocaklarında, ocağı işletmeden önce gerçeğe yakın malzeme miktarının saptanması çok güç hattâ olanaksızdır. Granülometrik yönden yamaç döküntüsü yığınlarının gayri mütecanis oluşu, diğer yandan stabil olmayan döküntü üzerinde sondaj çukurlarının açtırılmayışı bu tip ocakların ihtiva ettikleri malzemenin miktarı hakkında önceden yapılacak uygun tahminlere engel olmaktadır. En doğru yöntem kaba bir tahminden ibaret olmaktadır.

Gerek granülometrik yönden ve gerekse ihtiva ettiği değişik kil miktarı dolayısıyla yamaç döküntü malzemeleri hakkında başlangıçta kesin değerlere sahip olmak güçtür. Bunun için bol sayıda örnek alarak ocağın granülometrik özelliği ve ihtiva ettiği kil miktarı hakkında gerçeğe yakın ortalama değerler almaya çalışılmalıdır.

f. Plaj Malzemeleri :

Kıyılarıdaki birikme biçimleri arasında en uygun olanı ve en çok rastlanan plajlardır. Plaj çakıl ve özellikle kumların birikmiş olduğu kıyı şeridi diye tanımlanabilir.

Sadece kumlardan ya da sadece çakıllardan oluşan plajlar bulunduğu gibi, bunların her ikisinin de birarada bulunduğu plajlar da vardır. Siliksli, silisli, gre ve buna benzer taşların bulunduğu yerlerde plaj hemen hemen tümüyle çakıllarla örtülüdür.

Halbuki kolayca kum haline gelebilen granit cinsinden taşların ya da yumuşak grelerin v.b. bulunduğu kıyı bölgelerinin plajlarında çakıllar ender olarak görülmektedir ve bu plajlarda kum hakimdir. Plajın esas materyalini teşkil eden bu petrografik unsurlar arasına ayrıca deniz, hayvanlarının kabukları da karışmaktadır. Plajlar kayalık kıyıların ya da tepelik bölgelerin önünde bulunabildikleri gibi geniş kıyı ovalarının kenarlarında da yer almaktadırlar.

Plaj malzemelerinin karakteristik özelliklerinin başında bunların bağlayıcı kilden yoksun bulunuşları, daha başka bir deyişle malzemenin yıkanmış olarak depo edilmiş bulunması gelmektedir. Diğer bir özellik de danelerin granülometrik bakımdan az çok monoton bir yapıya sahip oluşlarıdır.

Plaj malzeme ocaklarında, ocak sathının gözle teşhisi mümkündür. Derinliğin ise yandaki deniz ya da göl seviyesi sınırlamaktadır. Plajlarda hangi derinliğe kadar su içinde malzeme çekilebileceği hususunu, işletmede kullanılacak olan aracın cinsi saptamaktadır. Etüd sırasında malzeme miktarının saptanması, su seviyesi üzerinde kalan kısım için yapılmaktadır. Fakat su seviyesinin altında da malzemenin devam edip etmediği hususunun da belirtilmesi gerekli olmaktadır.

Plaj malzemelerinin yatay ve düşey doğrultularda özellikle granülometrik bakımdan hassas bir biçimde etüd edilmesi ve ancak bu etüdlere sonunda örneklerin alınması gerekmektedir.

Yukarda söz konusu olan tabii seçme temel malzemelerinin bulunmadığı güzergâh kesimlerinde, çevreden uygun özellikte taş sağlanması yoluna gidilir. Burada söz konusu taş, konkasörde kırılarak istenilen granülometride çakıl üretimine elverişli olmalıdır.

Böyle taşlar, çevrede açılmış ya da açılmamış taş ocaklarından ya da iri ufaklı molozların bulunduğu dere yataklarından sağlanabilmektedir.

Taş ocaklarının yerleri seçilirken, bu yerlerin konkasör kurulmasına ve işletilmesine uygun bulunmasına dikkat edilmelidir. Taşın cinsi ve yapısı itibarıyla de homojen olmasına önem verilmeli, konkasörle kırılmaları güç ya da olanaksız olan taşlardan meydana gelen ocakların etüdü ve seçiminde özen gösterilmelidir.

Konkasör malzemelerinin önemli bir kusuru maliyetlerinin yüksek oluşu ve taşların kırılabilmesi için fazla süreye gerek göstermesidir.

#### IV. Üst Yapı Malzemelerinin Özellikleri

Üst yapı malzemelerinin özellikleri, memleketimiz karayolları idaresi tarafından uygulanan şartnamelerden aynen alınmıştır. Bu şartnameler alt temel, temel ve temel kaplama tabakaları inşaatında kullanılan çeşitli karışımların granülometri ve kalitesini içine almaktadır. Bu şart-

namelere göre söz konusu malzemelerde bulunması gerekli genel özellikler aşağıdaki gibidir:

— 10 nolu standart elek (2,0 mm) üzerinde kalan kaba agregası, taş parçaları, çakıl ya da curuf sert ve dayanıklı olmalıdır. Hiçbir zaman donarak ve çözülerek ya da ıslanarak ve kuruyarak tecezzi etmiş malzeme bu amaçlar için kullanılmamalıdır.

— 10 nolu standart elekten geçen ince agregası, tabii ya da konkasörle kırılarak elde edilen kum ve 200 nolu standart elekten (0,074 mm) geçen ince mineral daneleri ihtiva etmelidir.

— 200 nolu standart elekten geçen kısmı, 40 nolu elekten (0,42 mm) geçen kısmın 2/3 ünden fazla olmamalıdır. 40 nolu standart elekten geçen kısmın likid limiti 25 den plastisite indeksi ise 6 dan büyük olmalıdır.

— Karıştırılmış malzeme bitkisel maddeler ve yumrularını ve de kil topraklarını ihtiva etmemeli Tablo II deki granülometrik özelliklere uymalıdır:

**Tablo II**

Yüzde geçen

Elekler	A tipi	B tipi	C tipi	D tipi	E tipi	F tipi
2"	100	100	—	—	—	—
1"	—	75 - 95	100	100	100	100
3/8"	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100	50 - 85	60 - 100
No. 4	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85	35 - 65	50 - 85
No. 10	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70	25 - 50	40 - 70
No. 40	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45	15 - 30	25 - 45
No. 200	2 - 8	0 - 12	0 - 12	0 - 12	5 - 15	5 - 15

a. Alttemel Malzemeleri :

Alttemelde kullanılacak malzemeler yukarıda ifade edilen dört özelliğe sahip olmalı ayrıca aşağıda verilmiş bulunan tablodaki granülometriye uymalıdır (Tablo III):

**Tablo III**

Elekler	Yüzde geçen
3"	100
1 <sup>1/2</sup> "	85 - 100
3/8"	45 - 100
No. 4	85 - 85
No. 40	7 - 40
No. 200	0 - 12



## b. Temel Malzemeleri :

Temel tabakasında kullanılacak malzemeler de yukarıda sıralanan dört koşulu gerçekleştirmeli ve ayrıca Tablo II de gösterilen A, B, C, D, E ve F tiplerindeki granülometriye uymalıdır.

## c. Temel Kaplama ya da Kaplama Altı Malzemeleri :

Temel kaplama malzemeleri de yukarıda verilen dört koşulu sağlamalı ayrıca da Tablo II de C, D, E, ya da F tipleriyle gösterilen granülometriye uymalıdır. Burada önemli olan bir nokta da, orman yollarında olduğu gibi, bitümlü kaplama ya da diğer bir kaplamanın yapılmayacağı ve dolayısıyla temel kaplamanın esas kaplama görevi yapacağı halde Tablo II de C, D, E tipleriyle gösterilen granülometrilere, 200 nolu standart elekten geçen yüzde oranının en az 8, ve keza yukarıda verilen limitler yerine de likid limitin en fazla 25, plastisite indeksinin ise 4 - 9 olması gerektiği keyfiyetidir.

## Literatür

- Aykut, Turgay, 1977 : Kastamonu Mıntıkası Orman Yollarında Üst Yapı Tekniği Üzerine Araştırmalar  
İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 27, Sayı 1.
- Bayoğlu, Selçuk, 1968 : Yol İnşaatında Zemin Etüdleri  
İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XVIII, Sayı 1.
- Bayoğlu, Selçuk, 1969 : Orman Yollarında Uygulanabilecek Stabilize Malzeme Kalınlıkları ve Bu Malzemelerin Özellikleri  
İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XIX, Sayı 1.
- Bulut, İ; Balcı, H. : 1962 Taban Etüdü ve Araştırması  
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 105.
- Silversides, C.R., 1949 : Construction and Maintenance of Forest Truck Roads  
Pulp and Paper Research Institute of Canada,  
Woodlands Research Index No. 60 (B - 8 - b)
- RRL, 1968 : Soil Mechanics for Road Engineers  
Her Majesty's Stationary Office, London.
- KGM, 1973 : Karayolları Fenni Şartnamesi  
Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınlarından, No. 170/1
- Tavşanoğlu, F., 1973 : Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları  
İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınlarından, No. 1744/182.
- Tavşanoğlu, F., 1974 : Ormanlarda Toprak Yolların Stabilize Edilmesi  
İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXIV, Sayı 1.
- Tavşanoğlu, F., 1974 : Sel Yataklarının Tahkimi  
İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınlarından, No. 1972/203
- Woods, K.B., 1960 : Highway Engineering Handbook  
Mc Graw - Hill Book Company, Inc. New. York