

**OTOYOL ALT TEMELİ DOLGULARINDA
KULLANILABİLECEK YUVARLAK VE KÖŞELİ DOLGU
MALZEMELERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Aydın KAVAK Yrd.Doç.Dr.	Cüneyt YILMAZ Araş.Gör.	Erdinç KESKİN İnş.Müh.	Utkan MUTMAN Araş.Gör.
----------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------

* KOÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü Kocaeli, TÜRKİYE

ÖZET

Motorlu taşıt sayısının artması yol standartlarıyla yapım tekniğinde önemli değişiklikler getirmiştir. Bu konuda çalışan planlamacı ve uygulamacılar toplumun istek ve şikayetlerini göz önünde bulundurmalıdır.

Temel, alt temel ve kaplama tabakaları yolun taşıyıcı kısmıdır. Bu tabakalardan alt temel tabakası kum, çakıl, taş kırığı ve yüksek fırın cürufu gibi daneli malzemelerden oluşmaktadır.

Bu çalışmada alt temel malzemesi için en uygun malzeme seçimi yapılmak istenmiştir. Bunun için dere yatağından alınan yuvarlak malzeme ve bu yuvarlak malzemenin kırılıp, işlenmesi sonucunda oluşmuş kırık malzeme kullanılmıştır. Bu iki malzeme aynı laboratuvar koşullarında aynı işlemlere tabi tutulmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde kırık malzemenin yuvarlak malzemeye oranla daha uygun olduğu görülmüştür.

GİRİŞ

Motorlu taşıt sayısında artışla beraber teknolojik gelişmelerin sonucu olarak taşıtların hızlarının ve ağırlıklarının da artması yol standartları ile yapım tekniğine önemli değişiklikler getirmiştir. Ulaştırma ile ilgili altyapı ve tesislerin seçimi, yapımı ve işletilmeleri konusunda planlamacılar ve uygulamacılar ülke olanak ve koşulları ile teknolojik gelişmeler yanında günümüz toplumunun belirtilen istek ve şikayetlerinin de göz önünde bulundurulmaları gerekmektedir.

Temel, temel altı (alt temel) tabakalarından ve kaplama tabakalarından oluşan üstyapı yolun esas taşıyıcı kısmıdır. Temel tabakası temel altı tabakası ile kaplama tabakası arasına yerleştirilen ve granülometrisi ile diğer koşulları belirli olan doğal kum, doğal çakıl veya kırma taş ile az miktarda bağlayıcı ince malzemeden oluşan tabakadır. Yol gövdesinde özel önemi olan bu tabakanın başlıca görevi kaplamadan intikal eden trafik yükünü taban üzerine yaymak, bu arada trafiğin darbe tesirini yok etmektir. Temel altı tabakası ise tesviye yüzeyi üzerine serilen ve genellikle kum, çakıl, taş kırığı, yüksek fırın cürüfu gibi daneli malzemelerden inşa olunan tabakadır. Kaplamadan gelen trafik yükünün taban üzerine yayılmasında üzerinde bulunan temel tabakasına olan yardımı yanında, su ve don tesirlerine karşı tampon bölgesi vazifesi de gören bu tabakanın teşkili ile daha pahalı malzemeden inşa olunan temel tabakasının kalınlığı azaltılmış, böylece ekonomi sağlanmış olur.

AMAÇ

Bu çalışmanın amacında otoyollar veya diğer yol inşaatları için değişik yol tabakalarında sıklıkla kullanılan dere malzemesi ve kırma taş tan oluşmuş dolgu malzemelerinin geoteknik özelliklerinin nümerik olarak karşılaştırılmasıdır.

METODOLOJİ

İZMİT Kullar bölgesinde, dere yatağından alınan; genel özellikleri itibariyle alüvyon olan malzeme (yuvarlak şekilde kaya ve taş parçacıkları, içerisinde orta daneli kalsit kristallerinden oluşan ve granüler dokuda olan rekristalize kireç taşı çakılı ve kum çakılı taşı parçacıkları, içerisinde kalsit bulunan) kullanılmıştır. Ayrıca dere yatağından alınan bu yuvarlak şeklindeki malzeme kırılıp, yıkanmak suretiyle işlenmiş ve yuvarlak malzemeler kırıklı malzeme haline getirilmiştir. Hem yuvarlak şekilde olan bu dere yatağı malzemesi, hem de kırılan malzemelerden aynı gradasyonda numuneler alınıp, aynı laboratuvar koşullarında aynı işlemlere tabi tutulmuştur. Her iki zemin numunesi için sırasıyla;

Elek Analizleri

Özgül Kütle Tayini

Geçirimlilik (Permeabilite) Tayini

Modifiye Kompaksiyon (Proktor)

Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR)

deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde TS 1900 standartları kullanılmıştır. Son olarak deneylerden elde edilen veriler toplanıp sonuçlar değerlendirilmiştir.

LABORATUVAR DENEYLERİ VE SONUÇLARI

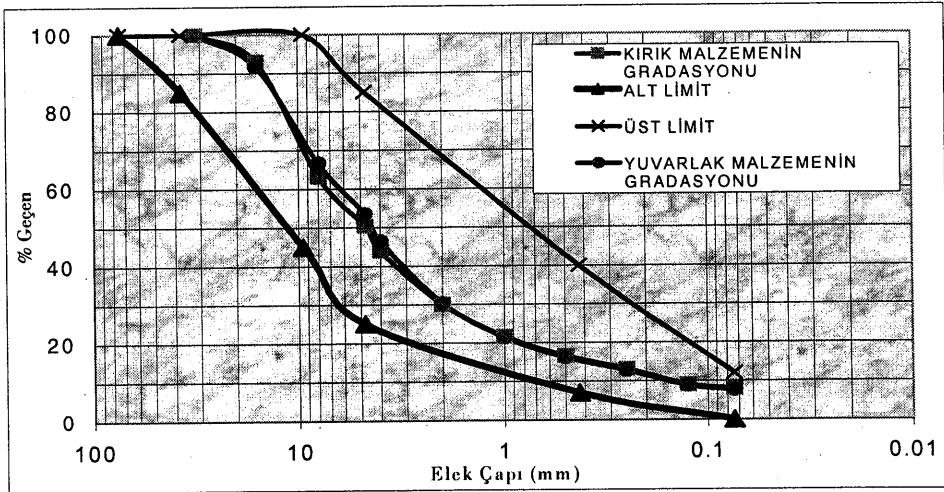
Elek Analizleri

Karayolları otoyol şartnamesinde otoyol alt temelleri için istenilen gradasyon dağılımı aşağıdaki Tablo 1 de verilmiştir.

ELEK AÇIKLIĞI		
mm	inç	% Geçen
75	3	100
37.5	1 ½	85-100
9.5	3/8	45-100
4.75	No 4	25-85
0.425	No 40	7-40
0.075	No 200	0-12

Tablo 1 Karayolları Şartnamesinde İstenilen Otoyol Alt Temel Malzemesinin Gradasyonu

Yapılan deneylerde kullanılan malzeme bu gradasyon dağılımı içinde kalan malzemedir. Şekil 1 de kırık malzeme için yapılan elek analizi sonuçlarında, malzemenin gradasyonunun istenilen aralıkta kaldığı görülmektedir.



Şekil 1 Kırık Malzemenin Otoyol Alt Temel Malzemesi Gradasyonu Arasında Kaldığını Gösteren Granülometri Eğrisi

Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi ve AASHTO ya göre kullanılan malzeme sınıflandırılmıştır.

Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemine göre iyi derecelenmiş çakıl (GW) ve siltli çakıl (GM), AASHTO ya göre iyi derecelenmiş taş parçacıkları, çakıl ve kum (A-1-a) olduğu belirlenmiştir.

Özgül Kütle Deneyleri

Özgül Kütle deneyi hem kırık hem de yuvarlak malzeme için 3 kez tekrarlanmıştır. Bu deneyin amacı incelenen iki tip zeminin aynı jeolojik ve kimyasal yapıya sahip olduklarının gösterilmesidir.

Her iki malzeme için yapılan özgül kütle deneyleri sonucunda kırık malzeme için ortalama olarak özgül kütle değeri $G_s=2.687$, yuvarlak malzeme için ortalama özgül kütle değeri $G_s=2.683$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre her iki malzemenin de siltli kum olduğu söylenebilir. Yani her iki malzemenin de jeolojik ve kimyasal özellikleri aynıdır.

Geçirimlilik (Permeabilite) Deneyleri

Bu deneyde standart kompaksiyon kalıbı ve çekici kullanılmıştır. Düşen seviyeli geçirimsizlik deneyleri yapılarak iki tip malzemenin de geçirimsizlik katsayıları bulunmuştur.

Her iki malzeme için 6 deney yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 2 de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

	KIRIK MALZEME		YUVARLAK MALZEME	
	k (cm/sn)	e (%)	k (cm/sn)	e (%)
DENEY 1	0.064	68.78	0.096	84.63
DENEY 2	0.072	70.23	0.088	79.53
DENEY 3	0.068	69.38	0.092	83.21
DENEY 4	0.078	76.39	0.086	78.16
DENEY 5	0.077	75.55	0.081	76.43
DENEY 6	0.065	69.11	0.079	76.06
Ortalamalar	$k_{ort} = 0.071 \text{ cm/sn}$	$e_{ort} = \% 71.57$	$k_{ort} = 0.087 \text{ cm/sn}$	$e_{ort} = \% 79.67$

Tablo 2 Kırılmış ve Yuvarlak Malzemelerin Düşen Seviyeli Permeabilite Katsayıları ve Boşluk Oranları

k: Geçirimsizlik katsayısı (cm/sn)

e: Boşluk oranı (%)

Modifiye Kompaksiyon Deneyleri

Bu deneyde dolgu malzemeleri daneli yapıda olduğu için modifiye kompaksiyon kalıbı ve çekici kullanılmıştır.

Aşağıda Tablo 3 te hem kırık hem de yuvarlak malzeme için yapılan modifiye proktor deneyi sonrası elde edilen su muhtevaları ve yoğunlukları verilmiştir.

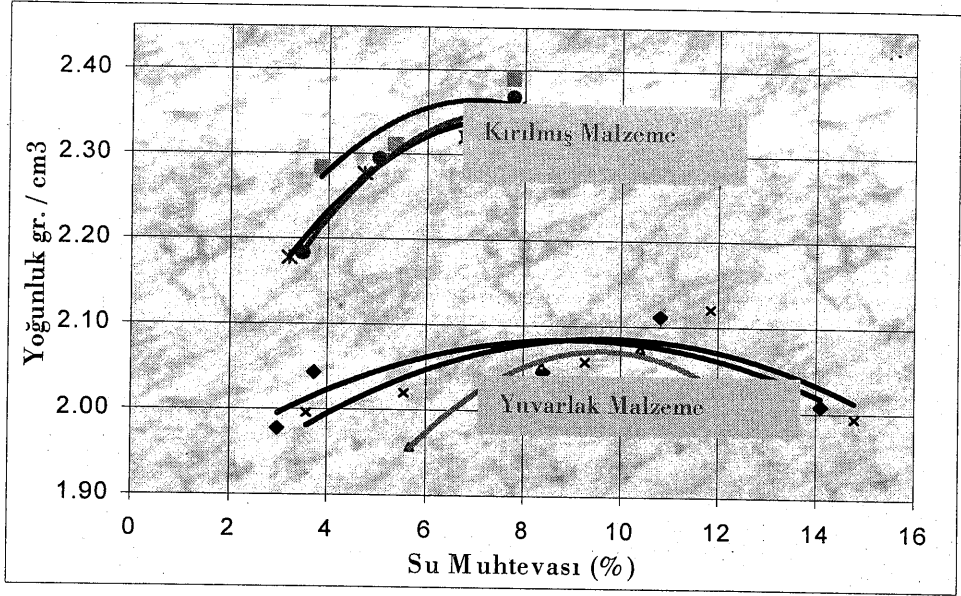
	KIRIK MALZEME		YUVARLAK MALZEME	
	W_{opt} (%)	$\rho_{m,k}$ (gr/cm ³)	W_{opt} (%)	$\rho_{m,k}$ (gr/cm ³)
DENEY 1	7.00	2.365	9.00	2.085
DENEY 2	7.50	2.325	9.50	2.070
DENEY 3	7.50	2.350	9.50	2.088
Ortalamalar	7.33	2.345	9.33	2.081

Tablo 3 Kırık ve Yuvarlak Malzeme İçin Optimum Su Muhtevaları ve Yoğunlukları

w_{opt} : Optimum su muhtevası (%)

$\rho_{m,k}$: Maksimum Kuru Yoğunluk (gr/cm³)

Ayrıca aşağıdaki Şekil 2 de her iki malzeme için yapılan Modifiye Kompaksiyon deneylerinin sonuçları grafik halinde karşılaştırılmıştır.

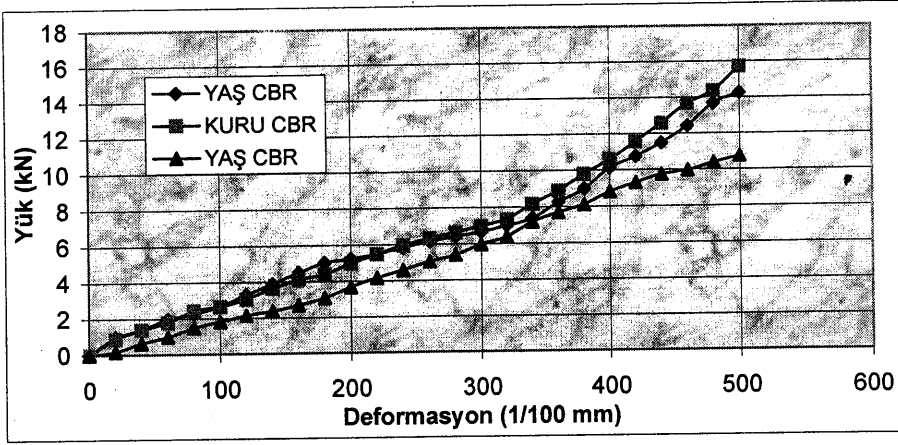


Şekil 2 Kırık Malzeme İçin Yapılan CBR Sonuçları

Deney sonuçları incelendiğinde kırılmış malzeme için ortalama optimum su muhtevası % 7.33, maksimum kuru yoğunluğu 2.345 gr/cm^3 , yuvarlak malzeme içinse sırasıyla % 9.33 ve 2.081 gr/cm^3 olarak bulunur. Bu duruma göre kırılmış malzeme yuvarlak malzemeye oranla daha uygun sıkışmaktadır.

Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) Deneyleri

Bu deney hem malzemelerin sıkıştırılıp 4 gün suda bekletilmek suretiyle yapılmış hem de kuru halde sıkıştırılarak yapılmıştır. Bu deney için CBR kalıbı kullanılmıştır. Belirli deformasyonlara bağlı olarak yük okumaları yapılmış ve bu yük okumaları kalibrasyon ile gerçek değerlerine çevrilmiştir. Şekil 2 de kırık malzeme için yapılan CBR deneyinin grafiği görülmektedir.



Şekil 3 Yuvarlak Malzeme İçin Yapılan CBR Sonuçları

Kuru CBR değeri % 76.35 olarak bulunmuştur. Yaş CBR ise ortalama olarak % 60.93 olarak bulunmuştur.

Aşağıda Şekil 3 te ise Yuvarlak malzeme için yapılan CBR ler görülmektedir.

Kuru CBR değeri %57.65 olarak bulunmuştur. Yaş CBR ise ortalama olarak % 36.45 olarak bulunmuştur.

Tablo 4 te Yuvarlak Malzeme ve Kırık Malzeme için deneyler sonucunda elde edilen değerler karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

	KIRIK MALZEME	YUVARLAK MALZEME
1.Deney – Yaş CBR (%)	69.12	40.05
2. Deney – Yaş CBR (%)	52.75	32.85
Yaş CBR lerin ortalaması (%)	60.93	36.45
3. Deney - Kuru CBR (%)	76.35	57.65

Tablo 4 Yuvarlak ve Kırılmış Malzemelerin CBR Değerleri

SONUÇLAR

Her iki malzeme için yapılan düşen seviyeli permeabilite deneyleri sonucunda kırılmış malzemenin permeabilite katsayısı 0,071 cm/sn yuvarlak malzemenin ki ise 0,087 cm/sn. olarak bulunmuştur. Bur değerlerden de anlaşılabileceği gibi yuvarlak malzeme kırılmış malzemeye oranla % 19 daha geçirgendir. Boşluk oranları incelendiğinde ise yuvarlak malzemenin boşluk olarak ortalama olarak % 79.67, kırık malzemenin boşluk oranı ise % 71.57 olarak bulunmuştur. Bu da yuvarlak malzemenin, kırık malzemeye oranla daha boşluklu olduğunu göstermektedir.

Yapılan modifiye proktor deneyleri sonucunda kırılmış malzemenin yuvarlak malzemeye göre daha düşük su muhtevasında daha fazla sıkışma yaptığı gözlenmiştir. Kırılmış malzemenin optimum su muhtevası olan % 7,33'deki maksimum kuru yoğunluğu 2,345 gr/cm³, yuvarlak malzemenin ise optimum su muhtevası olan % 9,33'deki maksimum kuru yoğunluğu 2,081 gr/cm³ olarak bulunmuştur. Kırılmış malzeme yuvarlak malzemeye göre % 13 oranında daha iyi sıkışma yapmıştır.

Her iki numune içinde yapılan ikişer yaş ve birer kuru CBR deneyleri sonucunda. Kırılmış malzeme için Yaş CBR ortalama değeri % 72,735 kuru CBR değeri ise % 52,75 olarak bulunmuştur. Yuvarlak malzeme için ortalama yaş CBR değeri % 48,85 kuru CBR değeri % 32,85 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi kırılmış malzemenin taşıma oranı % 28 daha fazla çıkmıştır.

Yapılan bu deneylerin sonuçları incelendiğinde kırılmış malzeme, yuvarlak malzemeye oranla otoyol alt temel malzemesi kullanımı için daha elverişli olduğu açıkça görülmektedir. Kırılmış malzemenin zemin özellikleri yuvarlak malzemeye oranla daha uygundur.

KAYNAKLAR

1. ÖZAYDIN, K., Zemin Mekaniği, Birsen Yayınevi, İSTANBUL, 1995
2. KUMBASAR, N., KİP, F., Zemin Mekaniği Problemleri. İSTANBUL, 1995
3. BOWLES, J. E., Engineering Properties of Soils and Their Measurement, 1992
4. Türk Standardı, TS1900
5. 3. Ulusal Ulaşım Kongresi Bildirileri, İSTANBUL, 1995
6. 4. Ulusal Ulaşım Kongresi Bildirileri, DENİZLİ, 1998

