

# İnce Daneli Malzeme Kalınlığının, Dane Çapının ve Şev Eğiminin Taşıma Gücüne Etkisi

Servet YILDIZ, Oğuzhan KELEŞTEMUR  
Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitim Bölümü, ELAZIĞ

## ÖZET

Bu çalışmada; Elazığ yöresinden alınan ince daneli malzeme kalınlığının, dane çapının ve şev eğiminin taşıma gücüne etkisi araştırılmıştır. Hazırlanmış deney düzeneğinin alt kısmına sırasıyla; 5, 10, 15 ve 20 cm kalınlıklarında ince daneli malzeme tabakalar halinde sıkıştırılarak serilmiştir. Bu malzeme üzerine de; 4.76, 9.53, 19.5, 25.40 ve 40.00 mm çaplarındaki dolgu malzemeleri; 1/4, 1/3.5, 1/3, 1/2.5 ve 1/2 şev eğimlerinde serilerek dolgular hazırlanmıştır. Hazırlanan dolgularda kayma ve çatlama oluşuncaya kadar düşey yönde yüklemeye devam edilmiştir. Aynı dolgular optimum su muhtevasında hazırlanarak taşıma gücünün değişimi incelenmiştir. Yapılan deneyler neticesinde; ince daneli tabaka kalınlığının artırılması ile taşıma gücünün azaldığı, dolgu malzeme çapının ve şev eğiminin artırılması ile de taşıma gücünün arttığı görülmüştür. Ayrıca, optimum su muhtevasında hazırlanmış dolgularda, taşıma gücünün çok büyük oranlarda azaldığı yapılan deneylerle tespit edilmiştir. Bulunan deney sonuçlarına bağlı olarak, dolgu taşıma gücünün; ince daneli malzeme kalınlığı, dolgu malzeme çapı ve şev eğimleri ile değişimleri grafiklerle gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Şev, Dolgu, İnce daneli malzeme, Taşıma gücü, Dane çapı.

## The Effect of the Thickness of Fine Grain Sized Material, Grain Diameter and Slope on Carrying Capacity

### ABSTRACT

In this study, the effect of the thickness of fine grain sized material taken from Elazığ province used in the earth fills on carrying capacity was investigated. Fine grain sized material which was repbeed as 5, 10, 15 and 20 cm of thickness and squared was laid down in to the experimental set up. The filling materials having 4.76, 9.53, 19.5, 24.40 and 40.00 mm of radii and 1/4, 1/3.5, 1/3, 1/2.5 and 1/2 of slopes were laid down of them. The filling materials were subjected to loading until the failure of material. The same filling materials have been prepared at the optimum water rate and tested for carrying capacity. From experimental results, it is seen that the carrying capacity decreases with increasing the thickness of fine grain sized materials and it increases with increasing the grain size and the slope of the filling material. In addition, the carrying capacity considerably decreases with the filling materials prepared at the optimum water rate. As a matter of feet, the carrying capacity, the thickness the radius and the slope of the filling material were studied and the nedationships were pusednted in various graphs.

**Key Words:** Slope, fill, fine grained material, carrying capacity, grain size.

### 1. GİRİŞ

Ülkemizin artan enerji sorunlarından birisi de şüphesiz akarsulardan yeterince yararlanılamamasıdır. Türkiye'nin akarsularından en iyi şekilde faydalanması, ancak dolgu barajlarla mümkündür. Çünkü, ülkenin ekonomik, jeolojik, teçhizat ve eleman durumu bu tip barajların inşasına daha uygundur. Toprak dolgu barajlar suyu biriktirmek amacı için dünyanın her yerinde kullanılan en yaygın bir yapı türüdür. Bir su biriktirme yapısı, genellikle baraj seddi, savak ve su alma tesislerinden ibarettir. Nitelikli bir toprak dolgu barajının yeri ve yüksekliği; barajdaki su yüksekliklerine göre stabil, sızma kayıplarına göre de minimum olması gerekir (1).

Dolgu barajlarda temelin iyi bir taşıma gücüne sahip olması gerekir. Bütün baraj tiplerinde emniyetli bir temel oluşturmak için alttan sızma önlenmelidir(2). Homojen dolgu barajlarda bütün gövde aynı malzemeden oluşur. Baraj inşaatı, ekonomik ve teknolojik yönden büyük kolaylıklar sağladığından, ince daneli malzemenin çok olduğu yerlerde tercih edilir. Bunun için ince daneli malzemeler üzerinde oluşturulan dolguların değişik şev eğimlerindeki davranışları hakkında bir çalışma yapılmıştır.

### 2. DOLGU MALZEMESİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Dolgu malzemesi olarak 4 nolu kare delikli elekten geçen kum ve 4.76, 9.53, 19.5, 25.4 ve 40.0 mm

çaplarında üniform dolgu malzemeleri seçilmiştir. 4 nolu elekten geçen kumlu malzemeler yıkayıp içerisindeki kil ve silt temizlendikten sonra sırasıyla aşağıdaki deneyler yapılmıştır. Kumlu malzemenin karakteristik özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Dane birim hacim ağırlığı :  $\gamma_s = 2.63 \text{ gr/cm}^3$

- Maksimum kuru birim

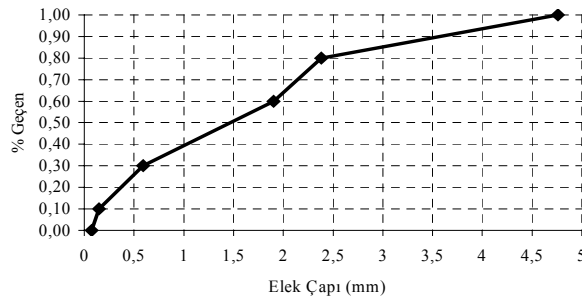
hacim ağırlığı :  $\gamma_{k \text{ maks}} = 1.58 \text{ gr/cm}^3$

- Optimum su muhtevası :  $W_{\text{opt}} = \% 23$

- Derecelenme sayısı :  $C_c = 1.96$

- Üniformluk sayısı :  $C_u = 7.99$

Bu malzemenin birleştirilmiş zemin sınıflandırmasına göre iyi derecelenmiş kum (SW) olduğu tesbit edilmiştir. Kum için granülometri eğrisi Şekil 1' de gösterilmiştir (4).



Şekil 1. Dolgu Malzemesinin Granülometri Eğrisi (Kum için )

### 3. İNCE DANELİ TEMEL MALZEMESİNİN ÖZELLİKLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

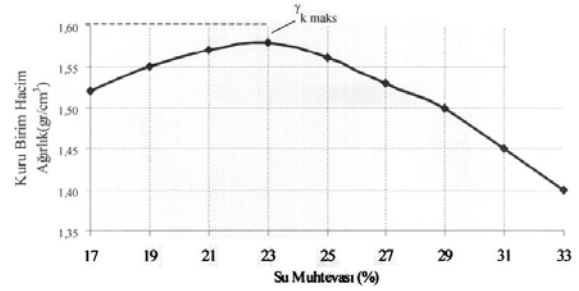
Denyede kullanılan ince daneli malzeme Elazığ yöresinde açılmış olan bir kanalizasyon inşaatının temelinden alınmıştır. Kanalizasyon inşaatından getirilen ince daneli malzemeye TS 1900'de verilen laboratuvar deneyleri uygulanmıştır. İnce daneli malzemenin kil oranı %54.6 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmanın amacı doğrultusunda sırasıyla :

- Kompaksiyon deneyi,
- Dane birim hacim ağırlığının tayini deneyi ile
- Likit limit ve plastik limit deneyleri yapılmıştır.

#### 3.1. Kompaksiyon Deneyi

Açıkta kurutularak 4 nolu elekten elenen ince daneli zemine standart kompaksiyon deneyi uygulanmış, deney sonucu elde edilen kompaksiyon eğrisinden kilin maksimum kuru birim hacim ağırlığı ve optimum su muhtevası bulunmuştur. Kompaksiyon deney sonuçları Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. İnce Daneli Malzemenin Standart Kompaksiyon Deney Sonuçları

#### 3.2. Dane Birim Hacim Ağırlığının Tayini Deneyi

TS 1900'de verilen deney tekniğine uygun olarak üç deney yapılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar ise aşağıda verilmiştir.

$$\gamma_{s1} = 2.66 \text{ gr/cm}^3$$

$$\gamma_{s2} = 2.64 \text{ gr/cm}^3$$

$$\gamma_{s3} = 2.59 \text{ gr/cm}^3$$

Üç deneyin ortalaması alınmış ve  $\gamma_s = 2.63 \text{ gr/cm}^3$  olarak bulunmuştur.

#### 3.3. Likit Limit ve Plastik Limit Deneyi

Açıkta kurutularak 40 nolu elekten geçen kil malzemesinin likit limit deneyi 5 ayrı su muhtevasında yapılmış ve bu su muhtevalarına karşı gelen darbe sayıları tespit edilerek logaritmik ölçekte gösterilmesi sonucunda 25 darbeye karşı gelen su muhtevasının değeri likit limit olarak alınmıştır. Plastik limitin tayini için ise 3 ayrı deney yapılmıştır. Her deneyde numunenin kırılmadan 3 mm. çapında silindirler haline geldiği su muhtevası plastik limit değeri olarak alınmıştır. Deney sonuçlarına göre killi malzemenin kıvam limitleri aşağıda verilmiştir.

$$W_L = \% 36.3$$

$$W_P = \% 23.8$$

$$PI = W_L - W_P = \% 12.5$$

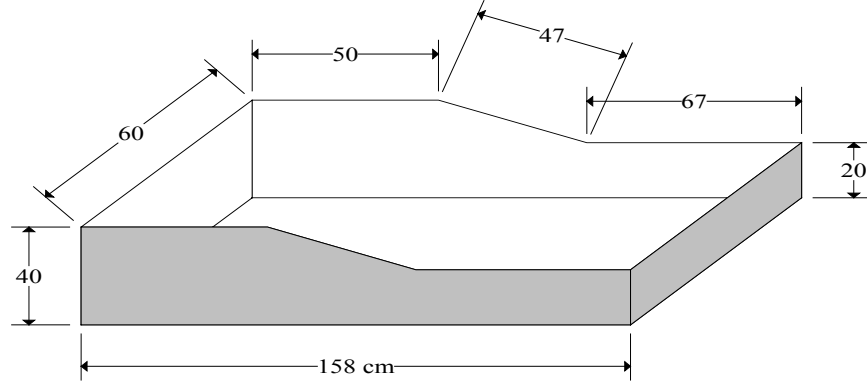
### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

#### 4.1. Deneylerde Kullanılan Alternatifler ve Deney Düzenine Boyutları

Deneylerde kullanılan alternatifler Tablo 1'de verilmiştir. Yapılan deneylerde dolgulara yük uygulaması MFL Prof Und Mess System marka ve 500 kN kapasiteli bir hidrolik pres ile yapılmıştır. Cihazın hareketli olan üst kısmı yükleme esnasında sabitleştirilmekte, yük hareketi piston vasıtasıyla alttan verilmektedir. Deney düzenine boyutları Şekil 3' de verilmiştir.

Tablo 1. Denyede Kullanılan Alternatifler

İnce Daneli Malzeme Kalınlığı (cm)	5, 10, 15, 20
Şev Eğimi	1/4, 1/3.5, 1/3, 1/2.5, 1/2
Dolgu Malzemesi Çapları (mm)	4.76, 9.53, 19.5, 25.40, 40.0
İnce Daneli Temel Malzemesinin Durumu	Kuru, su altında



Şekil 3. Deneysel Düzeneğin Boyutları

#### 4.2. Dolguların Hazırlanması

Dolgu malzemesi üç ayrı tabaka halinde serilmiş ve her tabakaya 2.5 kg ağırlığındaki tokmakla 25 darbe uygulanarak sıkıştırma işlemi yapılmıştır (3). Önce deney kalıbının en alt kısmına 5 cm kalınlığında ince daneli malzeme sıkıştırılarak serilmiştir. Bu malzemenin üzerine sırasıyla 4.76, 9.53, 19.5, 25.40 ve 40.0 mm çaplarındaki dolgu malzemeleri ayrı ayrı 1/2, 1/2.5, 1/3, 1/3.5 ve 1/4 şev eğimlerinde sıkıştırılarak dolgular hazırlanmıştır. Daha sonra, ince daneli malzeme kalınlığı artırılarak aynı işlemler tekrarlanmıştır. Bu işlemlerin tamamı optimum su muhtevasında tekrar yapılarak dolgular teşkil edilmiştir. Toplam 300 adet deney numuneleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

#### 4.3. Taşıma Gücü Değerleri

Yüklemeye şevlerde kaymalar oluşuncaya kadar devam edilmiştir. Göçme yükü dolgunun taşıma gücü olarak alınmıştır. Kuru malzeme üzerinde yapılan deneylerde ince daneli malzeme kalınlığına, dolgu malzeme çapına ve şev eğimine bağlı olarak elde edilen dolgu taşıma güçleri Tablo 2' de verilmiştir

Tablo 2. Kuru Malzeme İle Oluşturulan Dolguların Taşıma Güçleri (kN)

İnce Daneli Malzeme Kalınlığı (cm)	Şev Eğimi	Malzeme Dane Çapı (mm)				
		4.76	9.53	19.5	25.40	40.00
5	1/4	57.5	80.0	98.0	105.0	130.0
	1/3.5	53.0	70.0	78.0	85.0	98.0
	1/3	45.0	55.0	66.0	70.0	78.5
	1/2.5	35.0	37.5	52.5	57.5	60.0
	1/2	32.0	30.0	39.0	47.0	52.0
10	1/4	50.0	76.0	90.0	95.0	105.0
	1/3.5	35.0	60.0	70.0	72.5	85.0
	1/3	25.0	50.0	55.0	65.0	77.5
	1/2.5	17.5	30.0	40.0	52.5	60.0
	1/2	15.0	16.0	27.5	30.0	42.0
15	1/4	37.5	68.0	80.0	82.5	95.0
	1/3.5	30.0	50.0	65.0	67.5	82.5
	1/3	22.5	45.0	47.5	60.0	72.5
	1/2.5	15.0	27.5	37.5	47.5	55.0
	1/2	12.0	14.5	23.5	30.0	41.0
20	1/4	30.0	62.5	76.0	78.0	89.0
	1/3.5	27.5	47.5	57.5	62.0	80.0
	1/3	20.0	40.0	42.5	50.0	70.0
	1/2.5	17.5	25.0	34.0	43.0	48.5
	1/2	15.0	13.0	20.0	23.0	38.0

Kuru olarak yapılan deneylerden sonra ince daneli malzeme su altında bırakılarak dolguların taşıma güçleri tekrar hesaplanmıştır. Optimum su muhtevasındaki malzeme ile oluşturulan dolguların taşıma güçleri Tablo 3' de verilmiştir.

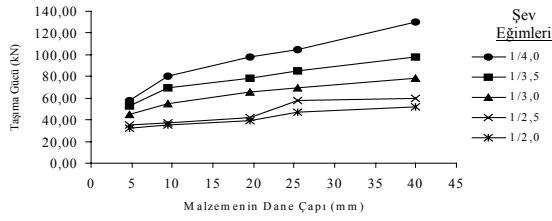
Tablo 3. Optimum Su Muhtevasındaki Malzeme İle Oluşturulan Dolguların Su Altındaki Taşıma Güçleri (kN)

İnce Daneli Malzeme Kalınlığı (cm)	Şev Eğimi	Malzeme Dane Çapı (mm)				
		4.76	9.53	19.5	25.40	40.00
5	1/4	26.0	33.0	45.0	51.0	57.5
	1/3.5	22.5	30.0	42.5	47.5	56.0
	1/3	20.0	30.0	41.0	43.0	51.5
	1/2.5	18.0	28.0	38.0	39.5	49.0
	1/2	15.0	22.5	28.0	31.0	42.0
10	1/4	16.5	21.0	27.5	31.0	39.0
	1/3.5	12.0	17.0	20.0	27.5	33.0
	1/3	11.5	16.5	18.0	21.5	25.0
	1/2.5	9.0	11.0	17.0	20.0	23.5
	1/2	9.0	10.0	13.0	18.0	22.0
15	1/4	11.0	13.5	18.0	21.5	30.0
	1/3.5	9.0	11.0	11.5	17.0	19.5
	1/3	9.0	10.0	11.0	16.0	17.5
	1/2.5	8.0	9.5	10.0	13.5	14.0
	1/2	8.5	9.0	9.0	11.0	12.5
20	1/4	11.5	13.0	17.0	18.0	20.0
	1/3.5	9.0	11.0	11.5	15.0	17.5
	1/3	8.0	9.5	11.0	12.5	13.0
	1/2.5	8.0	8.5	9.0	11.0	13.0
	1/2	7.5	8.0	8.75	10.0	11.0

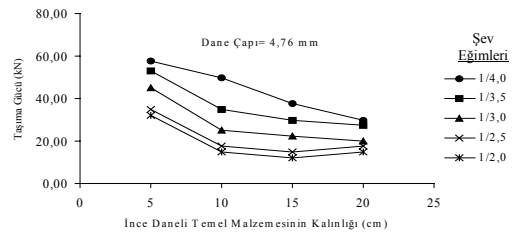
#### 4.4. Taşıma Gücü-İnce Daneli Malzeme Kalınlığı-Malzeme Dane Çapı ve Şev Eğimi Eğrileri

Deneylerde elde edilen sonuçlara göre; taşıma gücü, ince daneli malzeme kalınlığı, şev eğimleri ve dolgu malzeme çapları arasındaki değişimler aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir. Başlangıçta kuru olarak oluşturulan dolgulardaki eğriler çizilmiştir. Şekil 4 (a, b, c, d)'de taşıma gücü-ince daneli temel malzeme kalınlığına bağlı eğriler, Şekil 5 (a, b, c, d, e)'de ise dolguda kullanılan malzeme kalınlığına bağlı olarak taşıma gücü-dane çapı eğrileri çizilmiştir. Daha sonra, optimum su muhtevasında oluşturulan dolgulardaki malzemeye ait taşıma gücü-ince daneli malzeme kalınlığı ve taşıma gücü-dane çapı eğrileri çizilmiştir. Şekil 6 (a,b,c,d)'de optimum su muhtevasında oluşturulan dolgulardaki taşıma gücü-ince daneli

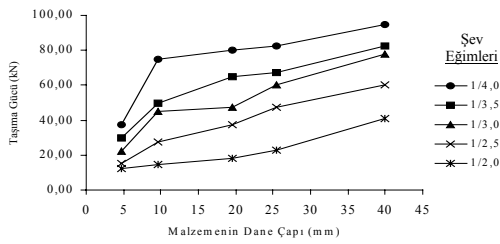
malzeme kalınlığı eğrileri ve Şekil 7 (a, b, c, d, e)'de ise taşıma gücü-dane çapı eğrileri gösterilmiştir.



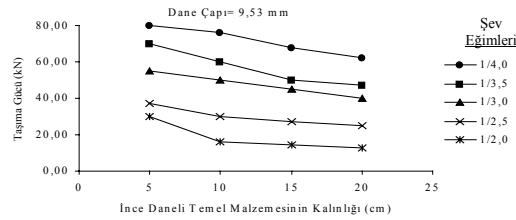
Şekil 4.a. İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığı 5 cm Olan Yükleme Durumunda Taşıma Gücünün Malzemenin Dane Çapına Bağlı Olarak Değişimi



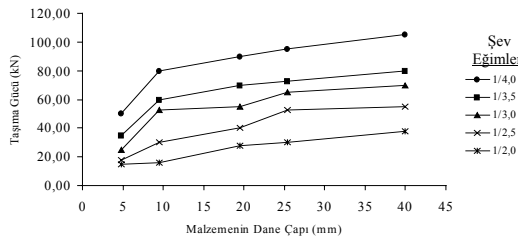
Şekil 5.a. Taşıma Gücü-İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığının Değişimi



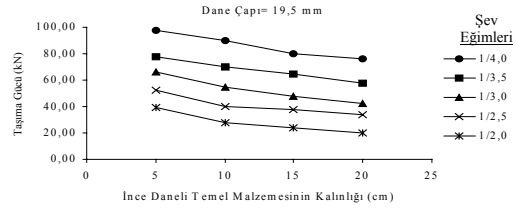
Şekil 4.b. İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığı 10 cm Olan Yükleme Durumunda Taşıma Gücünün Malzemenin Dane Çapına Bağlı Olarak Değişimi



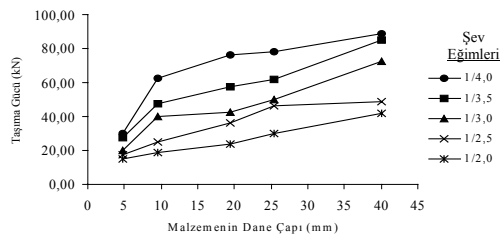
Şekil 5.b. Taşıma Gücü-İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığının Değişimi



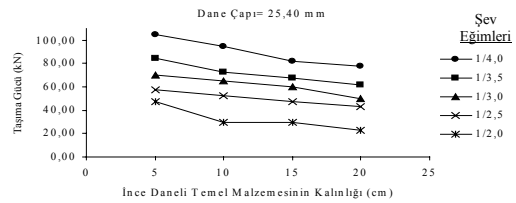
Şekil 4.c. İnce daneli Temel Malzeme Kalınlığı 15 cm Olan Yükleme Durumunda Taşıma Gücünün Malzemenin Dane Çapına Bağlı Olarak Değişimi



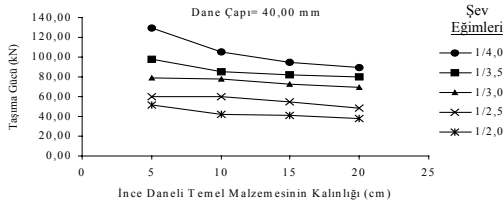
Şekil 5.c. Taşıma Gücü-İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığının Değişimi



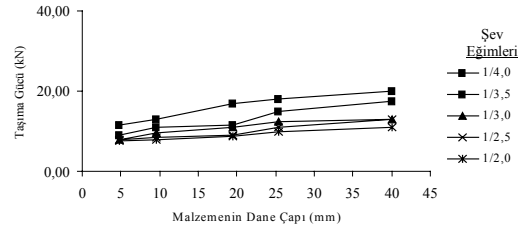
Şekil 4.d. İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığı 20 cm Olan Yükleme Durumunda Taşıma Gücünün Malzemenin Dane Çapına Bağlı Olarak Değişimi



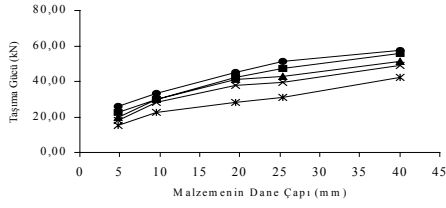
Şekil 5.d. Taşıma Gücü-İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığının Değişimi



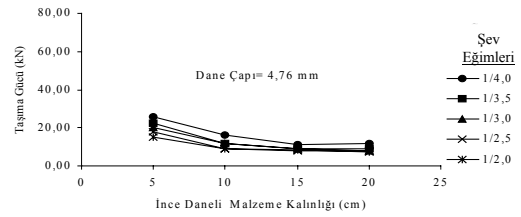
Şekil 5. e. Taşıma Gücü-İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığının Değişimi



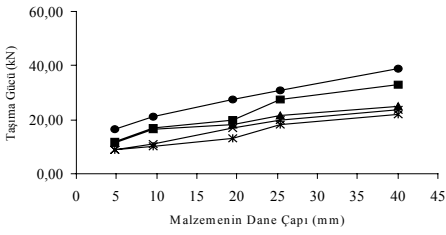
Şekil 6. d. İnce Daneli Malzeme Kalınlığı 20 cm Olan Yükleme Durumunda Taşıma Gücünün Malzemenin Dane Çapına Bağlı Olarak Değişimi



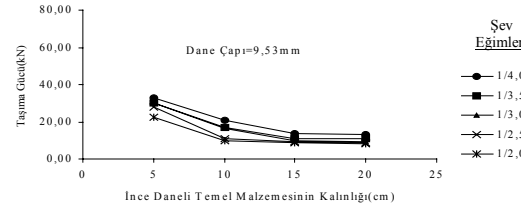
Şekil 6. a. İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığı 5 cm Olan Yükleme Durumunda Taşıma Gücünün Malzemenin Dane Çapına Bağlı Olarak Değişimi



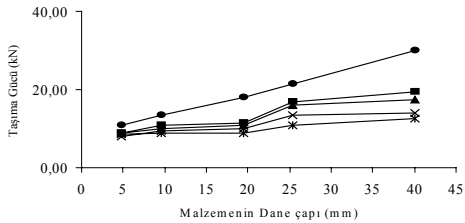
Şekil 7. a. Optimum Su Muhtevasında Oluşturulan Dolgularda Taşıma Gücü-İnce Daneli Malzeme Kalınlığının Değişimi



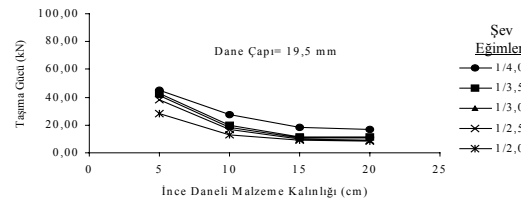
Şekil 6. b. İnce Daneli Temel Malzeme Kalınlığı 10 cm Olan Yükleme Durumunda Taşıma Gücünün Malzemenin Dane Çapına Bağlı Olarak Değişimi



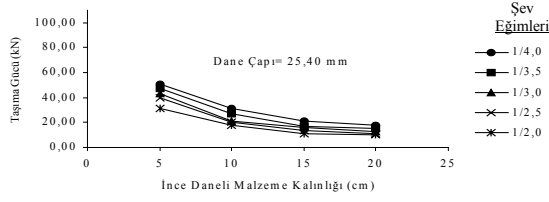
Şekil 7. b. Optimum Su Muhtevasında Oluşturulan Dolgularda Taşıma Gücü-İnce Daneli Malzeme Kalınlığının Değişimi



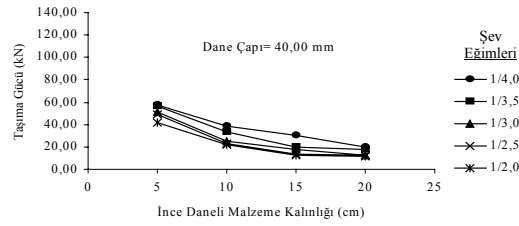
Şekil 6. c. İnce Daneli Malzeme Kalınlığı 15cm Olan Yükleme Durumunda Taşıma Gücünün Malzemenin Dane Çapına Bağlı Olarak Değişimi



Şekil 7. c. Optimum Su Muhtevasında Oluşturulan Dolgularda Taşıma Gücü-İnce Daneli Malzeme Kalınlığının Değişimi



Şekil 7. d. Optimum Su Muhtevasında Oluşturulan Dolgularda Taşıma Gücü-İnce Daneli Malzeme Kalınlığının Değişimi



Şekil 7. e. Optimum Su Muhtevasında Oluşturulan Dolgularda Taşıma Gücü-İnce Daneli Malzeme Kalınlığının Değişimi

## 5. SONUÇLAR

Tablo 2' de görüleceği üzere, kuru olarak oluşturulan dolguların taşıma güçleri ince daneli malzeme kalınlığı arttıkça azalmaktadır. Şev eğimlerinin artırılması durumunda benzer azalmalar görülmektedir. Diğer taraftan malzeme dane çapı arttıkça taşıma gücü artmaktadır. Tablo 3' de ise optimum su muhtevasında oluşturulan dolgularda (su altındaki dolgularda) taşıma güçleri kuru olarak hazırlanan dolgulara göre daha çok azalmaktadır.

Bu nedenle; taşıma gücünün ve dolayısıyla stabilitenin en iyi şekilde sağlanması için dolgu alanlarının özellikle sudan korunması gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

1. K. Özal, Küçük Toprak Barajların Planlama, Projelendirme, İnşaat ve İşletme Esasları, Ankara, 1967.
2. A. Tuna, Toprak Dolgu Barajların Yapı Malzemesi, Dolgu Tipleri ve Stabilitate Analizleri, Fırat Üniversitesi Basımevi, Elazığ, 1985.
3. TS 1900, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Deneyleri, Ankara, 1987.
4. TS 1500, İnşaat Mühendisliğinde Zeminlerin Sınıflandırılması, Ankara, 1974.