

## DESIGNATION OF BEARING CAPACITY USING FOR SESISMIC DATA S SM K VER LERLE TA İMA GÜCÜ TAY N

<sup>1</sup>MENGÜLLÜO LU Nevzat., <sup>2</sup>ÖZTÜRK S.Melike.

<sup>1</sup>[info@jeodinamik.com](mailto:info@jeodinamik.com)

Ekim-2008

**Keywords:** Saffety of bearing capacity , Poisson ratio, frequency, sesismic effect, seismic deformation, pressure principle, foundation designing

**Anahtar Kelimeler:** Güvenli ta İma gücü, Poisson Oranı, Frekans, Sismik Etki, Sismik deformasyon, Basınç ilkesi, Temel boyutlandırılması

### ABSTRACT

While determining the endurance on the unit area (Saffety of bearing capacity) of structure basic design; dynamic (seismic) forces are usually neglected. In many standard methods of determining the ground bearing capacity, basic characteristics are remembered to make the estimation. Usually in these methods, the methods that depends on the characteristics of foundation, seismic effects and its characteristics are neglected while designing the foundation. Safety coefficients are partly considered to represent the sesismic effects but generally it's not enough.

In this study; seismic (dynamic) effects that usually neglected on ground bearing capacity estimating, poisson ratio which is considered as deformation risk diagnostic and shear wave strength were kept in mind with using the seismic datas.

### ÖZET

Zeminlerin ta İma gücü de eri belirlenirken sismik kuvvetlerin etkisi ço unlukla ihmal edilmektedir. Kullanılan emniyetli katsayıları, dı kuvvetlerden sismik etkiler kısmen dü ünülmekle birlikte ço unlukla yetersiz kalmakta veya geni de er aralıklar ekinde önerilmektedir. Bu çalı mada ço unlukla ihmal edilen zemindeki dinamik etkiler, sismik verilerle, Poisson oranı ve kayma dalga hızları göz önüne alınarak zeminin birim alandaki güvenli ta İma gücü(qsb) de eri ekinde regresyon ba ntılar önerilmi tir. Zeminin genel davranı mı yansıtacak bir ekilde qsb de eri tespit edilerek ta İyıcı sistemin boyutlandırılması mümkündür.

### 1. G R

Sismik yöntemlerle zeminin ta İma kapasitesinin saptanması konusu birkaç ara tırmacı (Keçeli A, Ercan A, Tezcan S, Özdemir Z, vd. ) tarafından tartı ılmı tır.

Laboratuar testlerine tabii tutulan numuneler zeminin çok küçük bir hacmini test etmektedir. Laboratuar testlerinde ço unlukla birbirlerinden oldukça farklı de erler elde edilmekle birlikte, do ada bulundu u gerçek artlar altında ölçüm olmamaktadır. Bir kayaç numunenin laboratuarda tespit edilen sismik hızları veya arazide ölçülen sismik hızlardan daha farklı elde edilebilmesi oldukça do aldır. Laboratuarda numune boyutunda de erler elde edilmektedir. Arazide farklı dayanım özellikteki birimler, do al ortamda (yeraltı suyu, süreksizlik Vd. özellikler) bir bütün olarak ölçülmekte ve zeminlerin genel karakteristik özelliklerini yansıtabilmektedir.

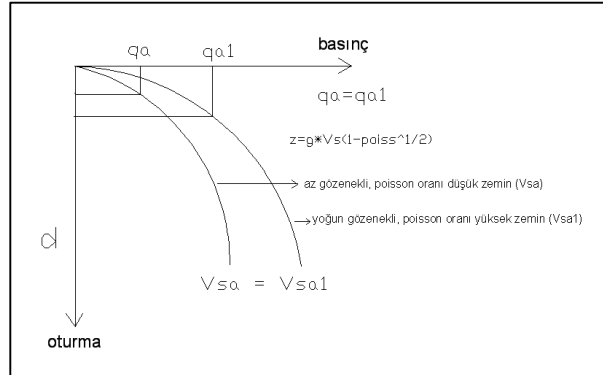
Zemini yerinde görmek ve tanımlamak çok önemlidir. Zemin – kaya mekanı i uygulamalarındaki laboratuar testlerinden elde edilen sonuçlarda zeminin mekanik ve fiziksel özellikleri hakkında numune boyutunda önemli ve kesin bilgiler vermektedir. Bunlara ba lı olarak olası deformasyon türleri belirlenebilmektedir. Ancak zeminlerin standart olmadı ı, her noktada farklılık gösterdi i, bu durumda ortamı bir bütün olarak de erlendirmek, sismik etki altındaki deformasyon risklerini belirlemek için bunların yanında jeofizik ölçümlerin alınması gereklili i sa lıklı bir tasarım için arttır. Bir cismin yava yava yüklenmesi ile ani yüklenmesi arasında büyük fark bulunmaktadır. Ani yükleme esnasında kinetik enerjisi olaca ndan bu enerjinin bir kısmı ekil de i tiren cisme geçecektir. Sismik dalgalar materyalin fiziksel özelliklerine göre yayılırlar ve içinde yayıldıkları materyalin eklini bozmasına neden olabilmektedir. Sismik deformasyon birbiri ardınca sıkı ma ve genle melerden ibarettir. Zeminin sismik (dinamik) yükler altındaki davranı ı, ba ka bir ifade ile

Sismik hızları etkileyen faktörlerin ba ında malzemenin gözeneklili i, gözenek bo lu undaki su, tane yapısı, çimentolanma, yo unluk, süreksizlik yapıları ve sıkılık özelliklerdir. Zemine aktarılacak yükler nedeniyle zeminde olu acak gerilmeler temel alanını büyötmek suretiyle azaltılabilir. ( $P=F/A$ ) Yada tersi olarak emniyetli birim gerilme hedeflenerek Temel boyutlandırılabilir( $A=F/P$ ). Temel geometrisinin, zemin özellikleri ve güvenli ta ıma gücü katsayısı de erine ba lı olarak de i ti i bir gerçektir. Zeminin genel davranı mı yansıtabilecek bir ekilde zeminin birim alandaki güvenli ta ıma gücünü tespit ederek temellerin boyutlandırılması mümkündür.

## 2. TEOR VE YÖNTEM

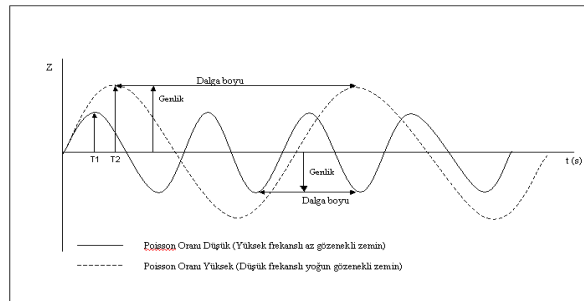
Sismik kuvvet etkisi altında kalacak zeminlerin olası deformasyon veya ta ıma gücü de erindeki azalma, o zeminin fiziksel özelliklerine ba lı olarak, sismik dalgaların etkisi ile olu acak kuvvetlerin etki büyüklü üne ba lıdır. Suya doygun bir zeminin, taneler arasını ba layan su taneciklerinden dolayı  $V_p$  dalgasının seyahat zamanı kısalmakta dolayısı ile Boyuna ( $P$ ) dalga hızı büyümeindedir.  $V_s$  kesme dalgasının ise seyahat zamanı uzamaktadır. Elastik yapıya  $P=0$  iken bir basınç uygulandı ı zaman, katı malzeme hacminde ve porozitede bir azalma meydana geldi i ve bunun elemandan dı arıya sıvı akımına neden olaca ı dü ünülebilir. Bu ekilde sıvı hacminde meydana gelecek bir de i im, katının poisson oranına ba lı olmaktadır.

Sismik Empedans,  $Z_p=g*V_p$  ve  $Z_s=g*V_s$  olarak ifade edilmektedir. Ancak burada Sismik direnç sadece  $V_s$  veya  $V_p$  olarak göz önünde bulundurulduklarında, tanım kısmen eksik kalaca ı dü ünüyoruz. Sismik direnç, aynı zamanda su içeri i, gözeneklilik ve sıkılık özelliklerine ba lı olarak etki gösterece inden, Sismik hızların ( $V_p - V_s$ ) birlikte de erlendirilmesi ve Poisson oranının önemi bir kat daha artmaktadır.



ekil-1

Yeri olu turan birimlerin moleküller arası kuvvetlilik (ba layıcılık, sıkılık, sertlik), gözeneklilik, taneler arası bo luklar (su,hava), yo unluk ve yapısal özellikler sismik hızları ve frekansı etkileyen faktörlerdir. Bu özelliklere ba lı Poisson oranı de erlerinde farklılıklar olmaktadır. Kayma dalga hızları aynı olan zeminlerin frekansları aynı olmayabilir. Poisson oranı de eri daha büyük olan zeminde, daha dü ük olan zemine göre, zeminin dalga boyunun büyümesini sa layacak ve periyot büyüyecektir. ( ekil-2)



ekil-2

Ba ka bir ifade ile, aynı kalınlıklara ve aynı kayma dalga hızlarına sahip iki zeminin Poisson de erleri farklı ise, aynı dinamik etki ve aynı basınç altında kalmaları durumunda, su durumu, gözeneklilik, yo unluk, sıklık veya sertlik özellikleri de i kenlik gösterece inden, zemin frekansları (baskın periyotları), zemin büyütme aralıkları (T1-T2), zemin büyütme oranları, dayanımları aynı olmayacaktır. Bu olgu zemin etüt çalı malarında dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan birisidir. Bir zeminin veya kaya ortamının frekansı, kayma dalga hızı de erinin yanında, Poisson de eri ile ili kilidir. Poisson oranı daha yüksek olan zeminlerde tekrarlı yükler daha fazla olaca 1 göz önüne alındı nda zeminin salınım süresi daha uzun, ivme de eri ve büyütme katsayısı daha büyük olacaktır. Bu özelliklere de ba lı olarak, deformasyon riski artaca ndan, ta ima gücünde azalmalar veya yenilmeler olabilecektir. Poisson oranının, bir deprem esnasında zeminin ta ima gücünü etkileyecek ve deformasyon riskini belirleyecek faktörlerden biri oldu u görülmektedir.

Kayma dalga hızının belirlenmesinin tek ba ına yeterli bir veri olmayaca 1, dinamik elastisite parametreleri,  $V_p/V_s$  oranının bilinmesi ve bu orana ba lı olarak hesaplanan Poisson oranı de erin tespitidir. Tüm bunlar ise zeminin mukavemetini etkileyen faktörlerdir. Zeminin frekansı, Dinamik Ta ima gücü ve olası deformasyonları Poisson oranı de erine de ba lı oldu u açıktır.

Birim alan üzerinde etki etti i yükün zeminin mukavemeti belirlenirken dinamik kuvvetlerin etkisi göz önüne alınarak, birim alandaki zeminin güvenli ta ima gücü yakla ımlar ve kuramsal olarak a a ıdaki ba ıntı önerilmektedir.

Klasik yöntemlerle zemin ve kaya birimler için ayrı ayrı formül kullanılsa da, sismik veriler yerin yapısal ve fiziksel özelliklerine ba lı olarak bir bütün olarak elde edildi inden

Yapılan korelasyonlar sonucunda zemin veya kaya ortam fark etmeksizin kaya ve zemin göçmeler kabul edilebilir sınırları içinde

$$K_1 = H \times g_1 (T/m^2), K_2 = g_2 \times V_s \times (1 - \text{pois}^{1/2}), K_p \quad (1)$$

Birim alanda ta ima gücü (qab) :  $K_1 + K_2$

H = Kaldırılacak do al malzemenin toplam dü ey kalınlı 1 (m)

$g_1$  = Kaldırılacak do al malzemenin ortalama tabii birim hacim a ırlı 1 (t/m<sup>3</sup>)

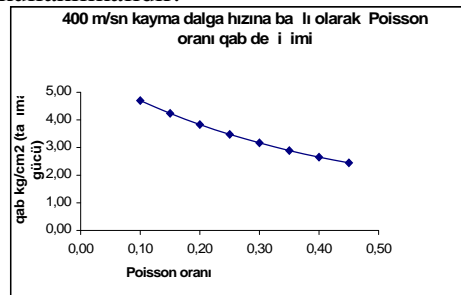
$g_2 (t/m^3) = T_{ayıncı}$  zeminin birim hacim a ırlı 1,  $V_s (m/s) = T_{ayıncı}$  zeminin kayma dalga hızı

Poisson oranı: Yük uygulanacak zeminin poisson (deformasyon) oranı de eri

$G_s$ : Güvenlik sayısı, Birim alanda güvenli ta ima gücü (qsb) =  $q_{ab}/G_s$ ;

zeminin yapısal özelliklerine ba lı olarak  $G_s = \text{min.} 1,5, \text{ max.} 2,5$  aralarında alınmalıdır.

Mukavemet hesaplamalarında, dı kuvvetler ve momentler tam olarak belli de ildir. Bunların büyüklükleri, do rultu ve yönleri ve zamana ba lı de i ken durumları yeteri kadar tayin edilmedi inden emniyet katsayısı kullanılmalıdır.



ekil-3

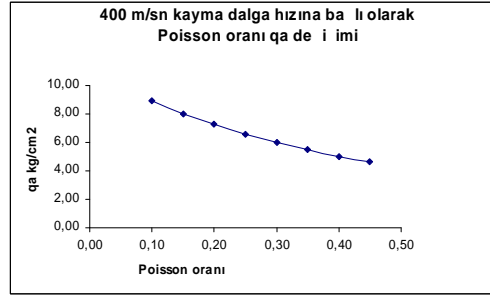
Birim hacim a ırlık Laboratuvar verileri veya sismik verilerle hesaplanabilir.

Plaka tipi Yapı Ta ıyıncı sistemin (Temelin) boyutları belli ise ;

$$\text{Ta ima gücü: } q_a = g_1 \cdot h_1 \cdot K_1 + g_2 \cdot V_{s2} \cdot (1 - \text{Pois}_2^{1/2}) \cdot K_2 \quad (2)$$

$K_1 = (1 + 0.3 B/L)$  (Meyerhof)

$K_2 = (2 - 0.2 B/L)$



#### ekil-4

ekil-4: ta ıyıcı sistemin B=10m, L=20m, kabulü ile sabit kayma dalga hızı verisine ba lı olarak poisson oranının de i imine göre elde edilen ta ıma gücü de erlerin de i imini ifade etmektedir.

ekil-3 ve ekil-4 te Sürsaj yükler (K1) sabit oldu undan hesaplanan de erler grafikte eklenmemi tir. 2. formülde zeminin yapısal özelliklerine ba lı olarak  $G_s = \min. 2,0, \max. 3,0$  aralarında alınmalıdır.

ekil-3 ve ekil-4 te sabit kayma dalga hızı (400m/s) verisine ba lı olarak, farklı Poisson de erlerine sahip zeminlerin önerilen formüllere ba lı olarak hesaplanan, birim alandaki ta ıma gücü de erlerinin farklı oldu u görülmektedir. Aynı kayma dalga hızına sahip zeminlerin, Poisson oranı de erleri arttıkça ta ıma gücü de erlerinde azalma olmaktadır.

### 3. SONUÇLAR VE TARTI MA

Sismik kuvvet etkisi altında kalacak zeminlerin olası deformasyon veya ta ıma gücü de erindeki azalma, o zeminin fiziksel özelliklerine ba lı olarak olu acak çekme ve basınç kuvvetlerin etki büyüklü üne ba lıdır.

Tasarlanan ta ıyıcı sistem özelliklerine ba lı olarak yapılan güvenli ta ıma gücü de eri hesaplamasının yanında, zeminin genel davranı mı yansıtabilecek bir ekilde zeminin birim alandaki güvenli ta ıma gücünü tespit ederek, Ta ıyıcı sistemlerin tasarımı yapılabilmektedir.

Bir zeminin veya kaya ortamının frekansı, yapısal ko ulları, kayma dalga hızı de erinin yanında, Poisson de erine de ba lıdır. Aynı kayma dalga hızlarına sahip, ancak  $V_p/V_s$  oranı ve Poisson oranları farklı ise birimlerin frekansları, sismik dirençleri ve bunlara ba lı olarak ta ıma güçlerde farklıdır.

Karma yapıdaki (Heterojen) zeminlerin ta ıma gücü hesaplamalarında laboratuvar deney sonuçlarından elde edilen verilere göre hesaplanmasının yanında, sismik verilerine ba lı olarak hesaplanması ve iki de er mukayese edilerek, daha çok yoruma ba lı olarak de erin verilmesinden daha uygun ve daha gerçekçi olacaktır.

Deprem bölgelerinde in a edilecek yapılar için, ta ıma gücüne yönelik zemin özellikleri, sadece zeminin statik ortamdaki özelliklerine göre tespit edilmemelidir. Zeminin dinamik özellikler de göz önünde bulundurularak hesaplamaların ve tasarımların yapılması arttır.

Bu çalı mada zeminin mukavemeti belirlenirken zemindeki dinamik kuvvetlerin etkisi göz önüne alınmı ve zeminin birim alandaki güvenli ta ıma gücü de eri(1), ayrıca temel geometrisine ba lı olarak (2) kuramsal ve regresyon ba ıntılar önerilmi tir.

#### 4. Te ekkür

Bu çalı mada bizlere yardımcı olan Yıldız Mengüüllüo lu ve grafik çizimlerinde katkı koyan Jeofizik Müh. Fuat Yardımcı, ya te ekkür ederiz

#### 5. Kaynaklar

Kurultay Öztürk (1987) Prospeksiyon Jeofizi i; Keçeli A.(2000) Sismik Yöntemle Kabul Edilebilir veya Emniyetli Ta ıma Kapasitesi Saptanması; Curun N. (1977) Cisimlerin Mukavemeti; Tezcan S, Keçeli A, Özdemir Z., Sismik Yöntem ile Zeminlerde ve Kayaçlarda Emniyetli Ta ıma Gücünün Kuramsal olarak Tayini; Ercan A. 2001 Kıran(Afet) Bölgelerinde Yer Ara tırma Yöntemleri; Köseo lu S. (1987) Temeller; Özaydın K. (1982 ) Zemin Dinami i