

Ankara Andezitlerinin Laboratuvarda Belirlenen Devinik Esneklik Özellikleri

Dynamic Elastic Properties of Ankara Andésites
Determined by Laboratory

Metin ÖZDOĞAN(*)

ÖZET

Bu yazıda Ankara andezitlerinin laboratuvar rezonans frekans yöntemi ile saptanan devinik esneklik değişmezleri verilmiş ve deney sonuçları tartışılıp yorumlanmıştır.

ABSTRACT

In this paper dynamic elastic constants of Ankara andésites determined by laboratory resonant frequency technique are given, and test results are interpreted and discussed.

(*) Maden Yüksek Mühendisi, Yurtören Ltd.Şti., Bağlayan Sok. 4/1,06660 ANKARA

1. GİRİŞ

Bu çalışmada denenen örnekler Ankara ilinin Çubuk, Hüseyingazi, Keçiören, Solfasol ve Yenimahalle yöresinde bulunan taşocaklarından alınan taze andezit bloklarından seçilmiştir. Laboratuvarda "Ax" çapında karotlardan hazırlanan toplam 41 adet numune denenmiştir. Her deney örneği enine, boyuna ve burulmasına titreştirilerek ölçümler yapılmıştır.

Devinik (dinamik) deneylerin tamamlanmasından sonra aynı örnekler yeniden hazırlanarak, tek eksenli basma dayanımları ve Shore Sertlikleri ölçülmüştür.

Ayrıca, her yöre andezitinin ince kesiti alınıp petrografik incelemesi yapılmıştır.

2. ANKARA ANDEZİTİ VE PETROGRAFİK YAPISI

Ankara andezitleri Tersiyer (Orta-üst Mio-sen) yaşlı olup Ankara çevresinde kütleler halinde bol miktarda bulunmaktadır (Erol, 1954; Kasapoğlu, 1986). Ankara andeziti yapıtaşı olarak günümüzde eski önemini yitirmişse de, halen yapılarda bir ölçüde dekoratif malzeme, merdiven taşı, bordur taşı vb. olarak kullanılmaktadır.

Bilindiği gibi, andezit bir lava olup diyoritin yüzey eşdeğeri olarak tanımlanmaktadır; kayaç hamurunda (matriks) kuvars vardır. Dasit ise gene bir lava olup, kuvarslı diyoritin yüzey eşdeğeri. Tipik andezit ve dasitler porfirik dokudur ve çok miktarda plajiyoklas iri kristalleri (fenokrist) içerirler. Bu irikristaller, genellikle ikizlenme (twinning) ve kuşaklanma (zoning) gösterirler (Moorhouse, 1959; Hurlbut, 1959).

İnce kesitler üzerinde yapılan mikroskopik incelemeler, Ankara andezitinin de porfirik dokuda olduğunu ve iyi oluşmuş irikristallar içerdiğini göstermektedir. İrikristaller içinde en çok bulunan plajiyoklas olup daha az miktarda piroksen, boyitft, opak mineraller, kuvars ve hornblend iri kristalleri vardır. Plajiyoklas irikristalleri çoğunlukla kuşaklı ve ikizlidir (Şekil 1).

Solfasol, Çubuk Barajı ve Keçiören andezitlerinde görülen kuvars irikristallerinin varlığı,

belki de bunların dasit diye adlandırılmalarının daha doğru olacağını göstermektedir. Ayrıca, çatlamlarda ve bazı boşluklarda kalsit ve klorit de ikincil mineraller olarak mevcuttur. Kayaç hamuru ise volkanik cam ve plajiyoklas mikrolitlerinden oluşmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. İkizlerime gösteren bir plajiyoklas iri kristali, Keçiören andeziti, 140 X



Şekil 2. Kayaç hamuru içinde plajiyoklas mikrolitleri, Keçiören andeziti, 140 X

3. KAYAÇLARIN DEVİNİK ESNEKLİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİNDE LABORATUVAR YÖNTEMLERİ

Biçim değiştirebilen ya da esnek ortamda ilerleyen dalgalara mekanik dalgalar denir. Bu ortamın herhangi bir parçasının özgün konumundan yer değiştirmesi, bu parçacığın bir denge konumu etrafında salınımına neden olur. Bu salınım, ortam esnek olduğu için, parçacıkların

bir diğeri etkilemesi sonucu ilerler. Bu bakımdan dalga, yalnızca esnek bir ortamda yayılabilir. Eğer parçacıklar birbirinden tümüyle bağımsız olsaydı, ortamda hiçbir dalganın yayılması olanaklı olmazdı.

Parçacıkların devinimi, dalganın ilerleme yönüne dikse bu tip dalgaya enine ya da kesme dalgası; şayet devinimi dalganın ilerleme yönüne paralelse bu tip dalgaya da boyuna ya da basınç dalgası denir. Hem enine, hem de boyuna dalgaların özelliğini taşıyan dalgaya ise burulma dalgası adı verilir.

Puis (dalgacık) ise ortamda ilerleyen tek bir dalgaya verilen addır. Her parçacık, puis kendine ulaşıncaya değin durağandır; puis kendine ulaşınca, kısa bir süre devinir ve sonra yeniden hareketsiz kalır.

3.1. Puis Yöntemi ile Esneklik Özelliklerinin Belirlenmesi

Kayaçların eşyönlü (izotropik), eşyapılı (homojen) ve doğrusal esnek özellikler taşıdığı varsayılarak, deney örneklerinde pulsların ilerleme hızları ölçülmek suretiyle kayaçların devinik esneklik özellikleri saptanabilir. Eşyönlü bir katı malzeme, V_p hızı ile ilerleyen basınç ve V_s hızı ile ilerleyen kesme dalgaları olmak üzere iki tür bünyesel dalgaya sahiptir. Bu hızları, yüklü ve yüksüz deney örneklerinde ölçmek olasıdır. Yüklü deneyler, kayaç örneğinin istenilen bir yük altında devinik esneklik özelliklerinin saptanmasını sağlar (Obert ve Duval, 1967; Şişman, 1990).

3.2. Rezonans Frekans Yöntemi ile Esneklik Özelliklerinin Belirlenmesi

Gene, esneklik özellikleri, kayaç deney örneğinin eşyönlü, eşyapılı ve doğrusal esnek olduğu varsayımı ile deney örneğinin rezonans frekansını ölçmek suretiyle belirlenebilir. Silindirik ya da prizmatik deney örnekleri enine, boyuna ve burulmasına olmak üzere üç çeşit titreştirilebilirler (Jaeger ve Cook, 1979).



Şekil 3. Enine rezonant frekansın ölçülmesi ve rezonans gösterici ile elektrikli sesölçer cihazları

4. ANKARA ANDEZİTLERİ ÜZERİNDE FREKANS TEKNİĞİ İLE YAPILAN DENEYLER

Ankara andezitlerinin esneklik özellikleri, frekans tekniğiyle bulunmuştur. Deney örnekleri A S T M Standartı (1958) ve literatüre (Sutherland, 1963, Obert-Duval, 1967) göre hazırlanmış ve denenmiştir.

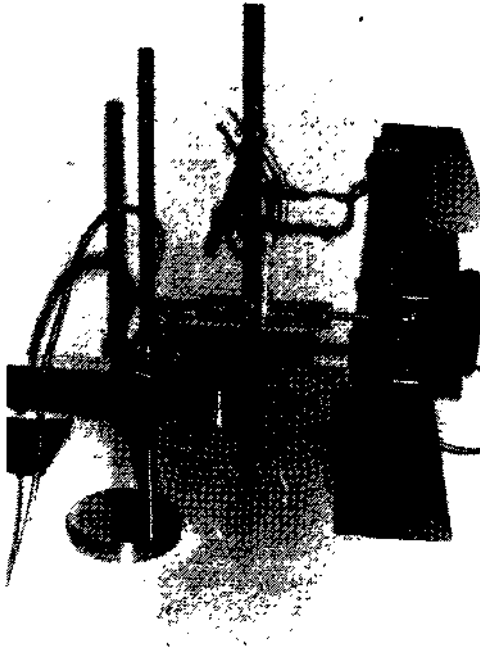
Deney aygıtı olarak kullanılan elektrikli sesölçer (elektro sonometre), mekanik titreşimleri üreten ve bunları algılayan olmak üzere iki ana bölümden oluşur. Titreşim yaratan devre (driving circuit) değişken frekanslı bir ses salınım üretici (audio oscillator), bir yükselteç (amplifier) ve bir titreştirici birimden (driver) meydana gelir. Titreşim algılama devresi ise, algılayıcı (pick-up), yükselteç ve rezonans göstericisinden (resonance indicator) oluşur.

Denenen örneğin rezonans frekansı, rezonans göstericiden anlaşılabilirdiği gibi katod ışınli salınımölçer ekranında da elipsi bir şekil olarak görülebilir. Deney örneğinin desteği, örneğin önemli bir engel ile karşılaşmadan serbest bir biçimde titreşmesini sağlayacak şekilde olmalıdır.

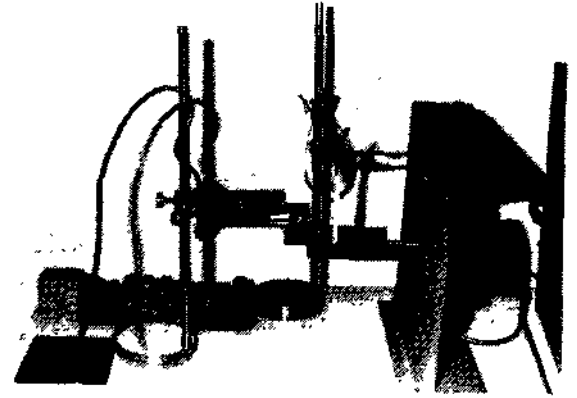
Boy/çap oranı çok küçük ya da çok büyük olan deney örneklerini temel modlarda titreştirmek genellikle çok zor olmaktadır. Bu nedenle, literatürde bu oranın 3-5 arasında olması öneril-

mektedir. Esneklik değerlerinin hesaplanmasında kullanılan eşitlikler de, boy/çap oranının 2'den büyük olması durumunda geçerlidir (Obert ve Duval 1967; Jaeger ve Cook 1979; Özgenoğlu, 1972).

Andezit deney örneklerinde, boy/çap oranı dört olarak seçilmiştir; deneyler, 2,5 cm çapında ve 10 cm boyunda silindirik örnekler ile yapılmıştır. Her örnek, enine, boyuna ve burulmasına titreştirilip rezonans frekanslarda ölçümler alınmış ve esneklik özellikleri belirlenmiştir (Şekil 3, 4 ve 5).



Şekil 4. Boyuna titreşimde titreştirici ve algılayıcı birimlerin konumları



Şekil 5. Burulmasına titreşimde titreştirici ve algılayıcı konumları

5. ÖLÇÜM SONUÇLARI

Çizelge 1'de Ankara andezitlerinin rezonant frekans tekniği ile yapılan deneyler sonucunda elde edilen devinik esneklik değişmezleri verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi, gerek enine, gerek boyuna ve gerekse burulmasına rezonant frekanslarından saptanan esneklik modülleri ve Poisson oranı değerleri Çubuk andezitlerinde en yüksek, Hüseyingazi andezitlerinde ise en düşüktür. Bu da denenen andezitler içinde en sağlamların Çubuk ve en zayıfların ise Hüseyingazi andeziti olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2'de ise Ankara andezitlerinin bazı diğer mühendislik özellikleri verilmiştir. Görüleceği üzere, statik esneklik modülü ve tek eksenli basma dayanımı değerleri, devinik ölçüm so-

Çizelge 1. Ankara Andezitlerinin Devinik Esneklik Özellikleri

Yöresi	Enine Esneklik Modülü, E,, GPa	Boyuna Esneklik Modülü, E,, GPa	Katılık Modülü G, GPa	Poisson Oranı u
Hüseyingazi	24	21	10	0,12
Keçiören	29	26	11	0,17
Yenimahalle	30	29	12	0,21
Solfasol	33	31	12	0,30
Çubuk	34	36	15	0,19
Ankara Andezitli	30±4	29±5	12±2	0,20±0,004

Çizelge 2. Ankara Andezitlerinin Diğer Bazı Mühendislik Özellikleri

Yöresi	Birim Ağırlığı gr/cm ³	Shore Sertliği	Tek Eksenli Basma Dayanımı MPa	Statik Esneklik Modülü, E _s , GPa
Hüseyingazi	2,29	25	36	9
Keçiören	2,30	33	42	7
Yenimahalle	2,25	35	41	11
Solfasol	2,48	48	68	10
Çubuk	2,41	42	122	17
Ankara Andeziti	2,35±0,08	37±8	62±32	11±3

nuçlarma göre yapılan sağlamlık sıralamasını doğrulamaktadır. Buna göre de en sağlam kayaç Çubuk andezitleri, en zayıf kayaç ise Hüseyingazi andezitleridir.

Ankara andezitlerinin devinik esneklik modülü değerleri, statik esneklik modülü değerlerinden oldukça yüksektir. Ancak, devinik değerler, yörelere göre andezitlerin göreceli esneklik değerleri hakkında bir bilgi vermektedir.

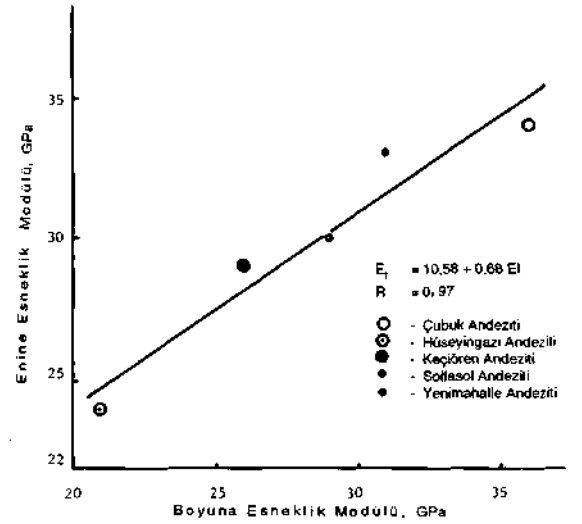
Devinik esneklik modülü değerlerinin, statik esneklik modülü değerlerinden yüksek çıkması doğaldır. Zira her iki yöntemde sözkonusu olan gerilmelerin düzeyleri çok farklıdır. Devinik deneylerde hemen hemen herhangi bir gerilme sözkonusu değildir. Bu bakımdan, esneklik modülünün sıfır yükte saptandığı kabul edilebilir. Ayrıca, devinik deneylerin çatlak, gözenek vb. varlığından etkilenmediği bilinmektedir (King 1983 Jaeger ve Cook 1979). Öte yandan statik deneylerde, çatlak, gözenek ve boşlukların sıfır ile kritik bir yük arasında kapanması sözkonusu olmaktadır.

Gene yukarıda izah edilen nedenlerden ötürü, devinik Poisson oranı değerleri, statik Poisson oranı rakamlarından oldukça düşük çıkmaktadır.

6. SONUÇ

Enine esneklik modülü, E_i ile boyuna esneklik modülü, E_l, arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir (Şekil 6). Enine esneklik

modülü ile katılık modülü, G, arasında yine doğrusal bir ilişkinin varlığı görülmektedir (Şekil 7).

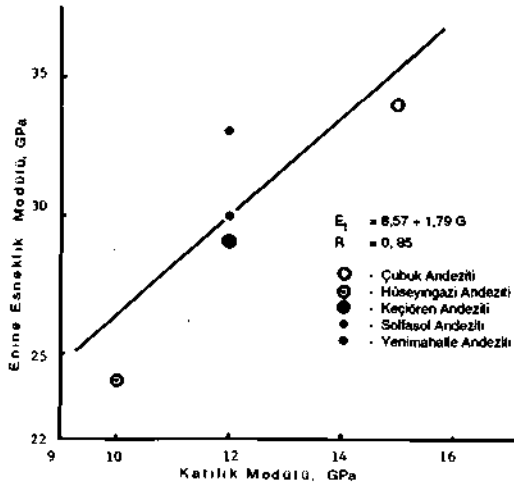


Şekil 6. Boyuna esneklik modülü ile enine esneklik modülü ilişkisi

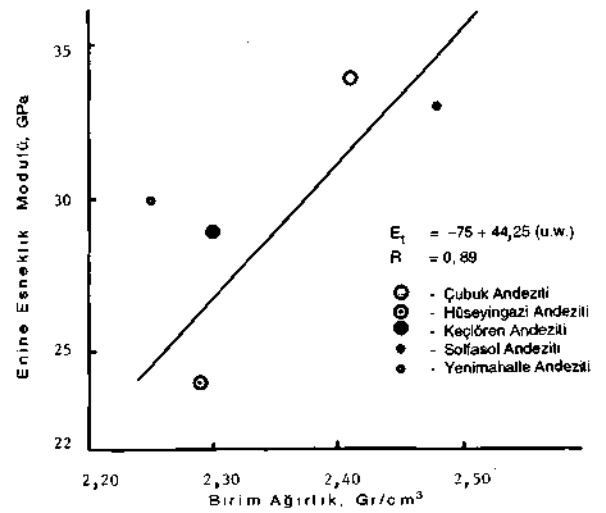
Devinik esneklik modülü ile statik esneklik modülü arasındaki bağdaşım Şekil 8'de verilmiştir.

Enine esneklik modülü ile birim ağırlık, Shore sertliği ve Poisson oranı arasındaki ilintiler sırasıyla Şekil 9, 10 ve 11'de görülmektedir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi devinik esneklik değerleri kayaçların birbirine göre göreceli bir biçimde kıyaslanmasında kullanılabilir.



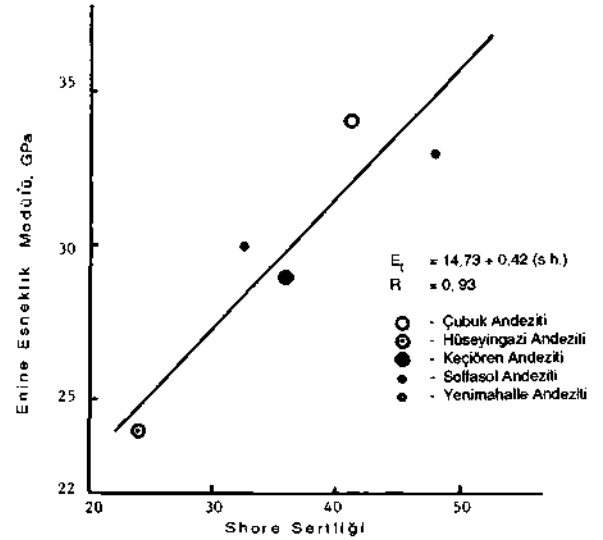
Şekil 7. Katılık modülü değerleri ile enine esneklik modülü ilişkisi



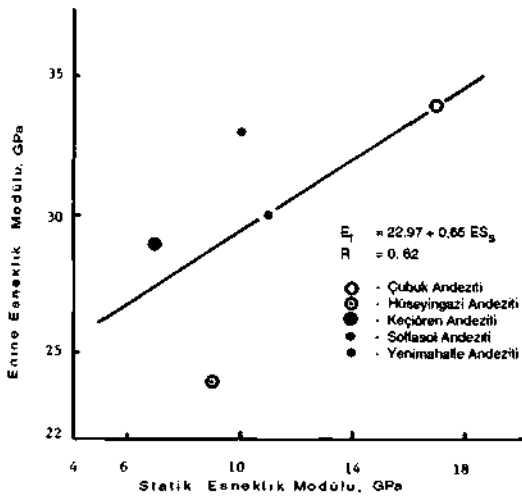
Şekil 9. Birim ağırlık ile enine esneklik modülü ilişkisi

Ayrıca, bu tür deneyler kayaçların yöne bağlı özelliklerinin belirlenmesi için çok yararlı olmaktadır. Gene bu tür deneylerde, kayaç örnekleri tahrip edilmediğinden, ölçümlerin tekrarlanabilme şansı vardır ve istenirse aynı deney örnekleri hazırlanıp statik olarak da denenebilir.

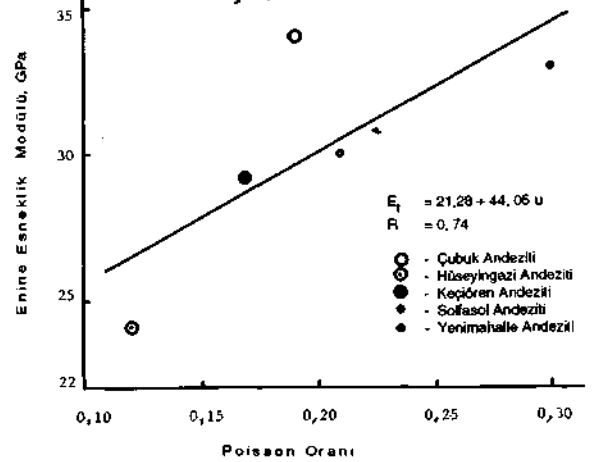
Örneğin, herhangi bir kayaç kütlesinin enjeksiyon yapıldıktan sonra ne ölçüde güçlendirildiği devinik yöntemlerle enjeksiyon öncesi ve sonrası alınan kayaç örneklerinin esneklik modülleri kıyaslanarak anlaşılabilir.



Şekil 10. Shore sertliği ile enine esneklik modülü ilişkisi



Şekil 8. Statik esneklik modülü ile devinik esneklik modülü ilişkisi



Şekil 11. Poisson oranı ile enine esneklik modülü ilişkisi

KAYNAKLAR

- EROL, O., 1954; "Ankara ve Yöresi Jeolojisi" Rapor, M.T.A., Yayınlanmamış.
- HURLBUT, C.S.; 1959, "Dana's Manual of Mineralogy", J. Wiley and Sons, N. York.
- JAEGER, J.C. and COOK, N.G., 1979; "Fundamentals of Rock Mechanics", 3rd. Ed., Chapman and Hall, London.
- KING, M.S, 1983; "Static and Dynamic Elastic Properties of Rocks from Canadian Shield", Technical Note, Int J. Rock Mech. Min. and Geomech. Abstr., Vol. 20 No. 5, s.237-241.
- KASAPOĞLU, E.K.; 1986; "Ankara Andezitlerinin Jeo-Mühendislik Özellikleri", I. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, s. 139-170, Ankara.
- MOOREHOUSE, W.W., 1959; "The Study of Rocks in Thin Section", Harper and Row, N. York.
- NATHANIEL, I., 1972, "Laboratory Determination of Some Static and Mechanical Properties of Ankara Andésite", Bilimde Uzmanlık Tezi, O.D.T.Ü., Yayınlanmamış, Ankara.
- OBERT, L and DUVALL, W.I., 1967; "Rock Mechanics and the Design of Structures in Rock", John Wiley and Sons, New York.
- ÖZDOĞAN, M., 1973; "Laboratory Determination of Dynamic Elastic Constants of Ankara Andésite by Resonant Frequency Technique", Bilimde Uzmanlık Tezi, O.D.T.Ü., Yayınlanmamış, Ankara.
- ÖZDOĞAN, M., 1985; "Kayaçların Esneklik özelliklerinin Saptanması ve Buna Göre Mühendislik Açısından Dizelenmesi", Madencilik, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayın Organı, Ankara, Cilt 24, Sayı 2, s.41-48.
- ÖZGENOĞLU, A., 1972; "Laboratory Determination of Young's Modulus of Elasticity of Some Western Anatolian Marbles by Sonic Method", Bilimde Uzmanlık Tezi, O.D.T.Ü., Yayınlanmamış, Ankara.
- SUTHERLAND, R.B., 1963; "Some Dynamic and Static Properties of Rock", Proc. Symp. Rock Mech., 5th, Minnesota, Ed. C. Fairhurst, Pergamon Press, London.
- ŞİŞMAN, H. ve Arkadaşları, 1990; "Kaya Mekaniğinde Sismik Dalga Hızları ile Bazı Kayaç Parametreleri Arasındaki İlişkiler", II. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, s. 221 -237, Ankara.
-"Sonometer Operating Instructions", Electro Products Lab. Inc., Chicago.
-1958; "Tentative Method of Test for Fundamental Transverse, Longitudinal and Torsional Frequencies of Concrete Specimens", A.S.T.M. Standart Bulletin, Part 4, Philadelphia.

Ç Ö Z Ü M L Ü
M A D E N C İ L İ K
P R O B L E M L E R İ
D O Ç . D R . E R G İ N A R I O Ğ L U



TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI YAYINI

Fiyatı

Üye :15.000.-TL

Öğrenci :10.000.-TL

Diğer :25.000.-TL

İsteme Adresi: TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Selanik Caddesi 19/3, 06650 Kızılay-Ankara