

Modern zemin mekaniğinin kuruluşu: Karl Terzaghi ve Türkiye

Kemal ÖZÜDOĞRU

İTÜ İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34469, Ayazağa, İstanbul

“Yaşadıkça öğreniyoruz” Karl Terzaghi

Modern Zemin Mekaniğinin kurucusu Karl Terzaghi (1883-1963)'dir. Terzaghi'nin ataları bugün İtalya topraklarında bulunan Lombardiya, Ladi'de uzun bir askeri geçmişe sahiptirler. Karl Terzaghi'de 2 Ekim 1883'te Prag'da Albay Anton ve Amalia Terzaghi'nin çocukları olarak dünyaya gelir. Babasının 1890 yılında erken ölümü üzerine Karl Terzaghi'nin vasiliğini annesinin babası Karl Eberle üstlenir. Dedesi Karl Eberle 1846 yılında Viyana Teknik Üniversitesi'nden mezun olmuş deneyimli ve çok enerjik bir mühendistir. Makine Mühendisi olan dedesi uluslar arası bir konsorsiyumun genel müdürü olarak Romanya'da tütün fabrikasyonun organize etmiştir. Dedesinin sağlam karakterinin, güçlü ve sade kişiliğinin Terzaghi'nin ergenlik çağına kadarki gelişiminde etkisi büyük olmuştur.

Aile geleneğini sürdürmek üzere Karl Terzaghi küçük yaşta henüz dokuz yaşındayken askeri okula yatılı olarak verilir. Güns'teki bu askeri ortaokul Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nun Kraliyet Deniz Kuvvetleri'ne subay adayı yetiştirmektedir. Terzaghi'nin çağdaşı ve çağımızın önemli yazarlarından Robert Musil bu okuldaki hayatı “Genç Törles'in Anıları” isimli romanında ayrıntılarıyla anlatır. Okuldaki disiplin İspartalı yaşama biçimi Terzaghi'nin daha

sonraki hayatında karşılaştığı güçlüklerle baş edebilmesi açısından yararlı bir temel oluşturmuştur. Subaylardan özellikle Kutup Kaşifi Üsteğmen Julius Von Player, keşiflerle ilgili yaptığı konuşmalarla Karl Terzaghi'yi çok etkiler. Terzaghi onun etkisiyle 15 yıl kadar uzunca süren kaşif olma hülyaları kurar. Bu hülyası ancak 1906 yılında Alpler'e tırmanırken geçirdiği bir kaza sonucunda ağır yaralanınca sona erer.

Karl Terzaghi'nin 1898 yılında İmparatorluk Kraliyet Deniz Kuvvetleri Akademisi'ne girmek için yaptığı müracaat hafif bir göz arızası nedeniyle reddedilince o yıl askeri okulu terk eder ve Graz'daki fen lisesine geçerek oradan 1900 yılında mezun olur. Aynı yıl Graz Teknik Üniversitesi'nin Makine Mühendisliği Fakültesi'ne kaydını yaptırır. Mühendislik derslerine dört yıl boyunca ilk ve son dersin haricinde devam ettiğini söylemek zordur. Terzaghi aslında devamsız bir öğrenci değildir. Sadece, devam etmesi gerekenler, dersler değildir. Yoksa 19. yüzyıl felsefesi, felsefe tarihi, deneysel psikoloji, sanat tarihi, genel jeoloji, petrografi, paleontoloji, teorik astronomi gibi derslerin en devamlı öğrencisidir. Graz Teknik Üniversitesi'ndeki öğrencilik yıllarında kendisini önemli oranda etkileyen, kişiliğinin şekillenmesinde ve hayatının

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Prof. Dr. Kemal ÖZÜDOĞRU. kozudogru@ins.itu.edu.tr; Tel: (212) 285 66 28.

Makale metni 15.07.2003 tarihinde dergiye ulaşmış, 19.09.2003 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 29.02.2004 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

yönlenmesinde rol oynayan iki kişi olmuştur. Bunlar okulun seçkin profesörlerinden dünyaca ünlü hidrolik profesörü Forchheimer ile tatbiki mekanik profesörü Wittenbauer'dir. Terzaghi'ye göre bilimsel yöntemi her türlü bilgiye kuşkuyla bakmayı, doğa olaylarının teorik araştırmalarındaki hata paylarını değerlendirmeyi basit ve açık soru sormayı öğrenmede Forchheimer'in katkısı büyüktür. Önce hocası, sonra arkadaşı olan Wittenbauer'un ölümü nedeniyle Terzaghi, 14 Mart 1922 tarihinde günlüğüne şunları yazar: “-Ölüm olayını hiçbir zaman önemsemedim. Savaştan beri ölümle ilgili duygularımı tamamen yitirdim denebilir. Yaşayanlarla mücadele insanı o kadar tüketiyor ki ölümler için kuvvet kalmıyor. Fakat Wittenbauer'ın ölümü beni derinden etkiledi. O bir mücadele adamı ve araştırmacı simgesiydi. Onu daima hatırlayacağım.”

Terzaghi 1904 haziranında bitirme sınavını başararak Graz Teknik Üniversitesi'nden makine mühendisi olarak mezun olur. Mezuniyetinden sonra birkaç ay Andritz'teki bir makine fabrikasında gönüllü stajyer olarak çalışır. Bu süre zarfında hayatını makine mühendisi olarak sürdüremeyeceğini iyice anlar. 1904 yılı sonbaharında bir yıl sürecek askerlik görevi başlar. Piyade alayındaki askerlik görevi sırasında o zamanların jeoloji alanında çok ünlü temel bir kitabı olan Geikie'nin İngilizce olarak yazdığı “Arazi Jeolojisine Genel Bir Bakış” ı Almanca'ya çevirir. Askerlik hizmetini tamamladıktan sonra makine mühendisliğinin onu tatmin etmeyeceğinin farkında olan dedesi, onun istediği alanda bir yıl daha öğrencilik yapmasını destekler. O bir yıl süresinde Terzaghi çalışmalarını Graz Teknik Üniversitesi'nde çok sevdiği jeoloji ve inşaat mühendisliği disiplinlerinde yoğunlaştırır. Köprüler ve demiryolları ile ilgili derslere devam eder. Bundan sonra inşaat mühendisliği alanında çalışmaya karar verecek ve bu suretle jeoloji ile ilgisini hiç kaybetmeyecektir.

Terzaghi 1906 yılının sonbaharında Viyana'da Adolf Pittel Mühendislik ve Müteahhitlik Firması'nda proje mühendisi olarak çalışmaya başlar. Firmada bir yandan teknik bilgilerini arttırırken diğer yandan firmaca kendisine jeoloji alanındaki yeteneği ve bilgisi nedeniyle özel bir

değer verildiğini fark eder. Bu sırada görünürde temeli sağlam zemin tabakaları üzerine atılmış bir barajın çökmesi ve Viyana şehir merkezinde inşa edilmekte olan çok katlı, yüksek bir yapıda meydana gelen beklenmeyen aşırı oturmalar, Terzaghi'yi çok etkiler. Olaylar karşısındaki çaresizlik duygusu onu jeoloji ve temel mühendisliği bilimleri arasında olması gereken ilişki üzerine düşündürür. İşte bu sıralarda kendini bu ilişkiyi araştırmak üzere yönlendirmeye karar verir. Bu önemli bir karardır. Artık bundan sonra Terzaghi yolunu seçmiş durumdadır. Bu yolun ne kadar uzun ve zorlu geçeceğinin henüz farkında değildir. Bu yolda yürürken sıkılacak, bunalacak, ümitsizliğe kapılacak fakat yürümekten asla vazgeçmeyecektir. “Evreka” diyebilmesi için sabırla on beş yıl daha beklemesi gerekecektir. şirkette çalışırken işçi ve ustalarla iletişim kurmayı ve işi disiplinli bir şekilde yürütmeyi öğrenir. İş idaresi ve organizasyondaki başarısı amirlerinin gözünden kaçmaz. İçlerinden biri Terzaghi için “-Onun bizim dükkanda fazla kalacağımı zannetmiyorum. şimdiden onu Nil üzerinde dev bir barajın organizasyonunu yönetirken görüyorum” demiştir. Nitekim kehaneti doğru çıkacak ve Terzaghi ilerde Nil üzerindeki Aswan barajının danışma kurulu başkanı olarak görev yapacaktır. 1909 yılı sonbaharında çalıştığı yerdeki tünel işinin tamamlanmasından sonra Viyana'ya döner. Orada Adriyatik kıyısında, Hırvatistan'ın hidroelektrik güç santrallerinin projesini hazırlamak üzere bir şirketler grubundan aldığı teklifi kabul eder. Terzaghi bu görevde geçirdiği iki yılın çok mutlu geçtiğini söyler. Çünkü yeniden uçsuz bucaksız dağlarına kavuşmuş ve aklını kurcalayan sorunların çözümlüne katkıda bulunacağını umduğu faaliyetlerin içine girmiştir. 1911 yılı başlarında proje tamamlanır. Terzaghi bu süre zarfında Hırvatistan'daki karstların oluşumuyla ilgili bir teori geliştirmiştir. Bu teorisinde Terzaghi, Hırvatistan karstlarındaki polyelerin jeomorfolojik evrimini ve mevcut şev eğimlerini açıklar (polye: karstlarda rastlanan uzun, dar ve derin, kapak vadiler). MIT jeoloji profesörlerinden Herbert Einstein, Terzaghi'nin jeolog yanıyla ilgili araştırmasında bu teoriyi şöyle dile getirmektedir: “Terzaghi özellikle ormanlık ara-

zideki karbondioksit üretiminin hızıyla ilgili olarak ormanlık alanda ve erozyona uğramış alandaki kireçtaşı erimeleri farkını gözlemiştir. Bunun sonucunda polyelerin, sel basmalarının ormanları yok ettiği yerlerde yüksekte kalmış yerler olduğu kanısına varmıştır. Bu olayın kireçtaşı erimelerinin hızının azalmasına sebep olduğuna karar vermiştir.” Macaristan Devlet Jeoloji Enstitüsü tarafından 1913 yılında yayınlanan ve savaş yüzünden elli yıl sonra uygulanabilen bu teoriyi Karl Terzaghi 1958 yılında yeniden İngilizce olarak yazıp, bastırmıştır. Hırvatistan’daki çalışmasının ardından Terzaghi Sen Petersburg’da Nevski Prospekt Caddesi’nde bir banka binasının temel kazısı ile ilgili ciddi problemlerle uğraşmak üzere arkadaşından aldığı mektubu olumlu cevap vererek Rusya’ya gider. Kentin güzelliği ve ortamın çekiciliği Terzaghi’de hayranlık uyandırır. Orada karşılaştığı kil ve turba zeminde atılmış radye bir temeldir. Temel çukuru yeterli önlemler alınmadan kazıldığı için komşu binalarda önemli oturmalar meydana gelmiş ve bir kısım binalar yıkılma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. O sırada Rusya’da paskalya tatili vardır. Terzaghi problemi inceledikten sonra odasına kapanır, son Avusturya sigarasını da tüketir. Üçüncü günün sonunda yeni proje doğmuştur. Terzaghi işin başına geçtikten birkaç hafta sonra da iş süresinde başarıyla biter. Terzaghi 1911 Aralık ayına kadar Rusya’da çalışmaya devam eder. Rusya’daki çalışması sırasında kaleme aldığı “Dairesel Tank Tabanlarının Hesabı” isimli teziyle 16 Ocak 1912 Graz Teknik Üniversitesi’nde doktorasını verir. Şimdi sıra düşlerini gerçekleştirmeyi umduğu seyahati yapmaya gelmiştir. Bu bir bakıma çocukluğundan beri içinde taşıdığı keşif gezisine çıkma arzusunun da gerçekleşmesi olacaktır. Keşfedeceği yer Amerika’dır. Geziye çıkmadan hemen önce daha sonra evleneceği ilk eşi Olga Byloff ile tanışırlar. Bu tanışma Terzaghi’nin kız kardeşi Ella’nın 1911 yılında düğünü sırasında gerçekleşir. Bundan sonra sık sık görüşürler. Terzaghi 1912 yılının başlarında “Hoşça kal, yeşil Steirmark!” diyerek Avusturya’ya veda eder. Amerika’ya onu götürecek gemi 16 Şubat 1912 Cuma günü Cuxhaven limanından demir alır.

Terzaghi’de çocukluğundan beri var olan uzaklara gitmek isteği, önceleri kutup keşiflerine katılma hevesine dönüşmüş, bu konuda karşılaştığı fiziksel engeller, içindeki bu derin arzuyu yok edememiş fakat Amerika gezisi gibi daha elverişli alanlara yönelmiştir. Mühendislik öğrenimi sırasında çok sevdiği jeoloji ve mühendislik problemleri arasındaki tarflenebilir ilişki noksanlığı onun böyle bir geziyi gerçekleştirmesinde esas itici gücü teşkil etmiştir. Ondaki bu derin uzaklara gitme ve keşif arzusunun kökenini belki de babasını çok küçük yaşta kaybetmiş olmasından kaynaklanan boşluk duygusuna bağlamak mümkündür. Ve belki de bu nedenle hayatı boyunca en çok sevdiği iki ünlü kişinin Polonya kökenli İngiliz yazar Joseph Conrad ile İngiliz gazeteci ve keşif Sir Henry Morton Stanley’in aynen kendisi gibi babalarını küçük yaşta kaybedip dedeleri tarafından yetiştirilen kişiler olmaları tesadüf değildir.

Terzaghi’nin Amerika’ya gittiği yıllarda Başkan Roosevelt’in önceki yıllarda yapılması kararlaştırılan “Reform Kararnamesi” sulama programı başlamak üzeredir. Bu program her birinin keşif bedeli yaklaşık 80 milyon dolar civarında olan, yüksekliği 100 m’ye yakın 60 kadar baraj ve sulama tesislerinin inşaat ve imalatını kapsamaktadır. Terzaghi bu programdan haberdardır ve uygulama esnasında karşılaşılabilecek problemlerin çözülmesi esnasında edinilecek deneyimlerin sistematik bir şekilde değerlendirilmesiyle eksikliğini hissettiği jeolojik malzemeyle mühendislik prensipleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarabileceğini umar. Amerika’da yapacağı bu bilgi toplama ve keşif gezisi esnasında işe girip çalışmayı düşünmüş olmakla birlikte, her ihtimale karşı maddi bir birikimi mevcuttur. Bu birikimin kaynağını çalışırken biriktirdiği paralarla, varlıklı dedesinden aldığı destek ve Avusturya Mühendisler ve Mimarlar Birliği’nin araştırma bursu teşkil eder. Bu bursa 31 Mart 1912’de Amerika’da sürekli bir iş bulma sıkıntısı ile karşılaştığı zaman başvurmuştur.

Terzaghi, Amerika gezisi esnasında gezip gördüğü yerlerin hemen hemen hepsindeki şantiye organizasyonlarını çok beğenir. Şantiyelerde

gereksiz hiçbir sarfiyat ve enerji kaybı olmadığı ve şantiyelerin akılcılık ilkesine göre yönetildiği kanısına varır. Buna rağmen akılcılık ilkesinin ve yüksek verim kaygısının bulunmadığı fakat insanlar arasındaki ilişkilerin çok samimi ve sıcak olduğu Rusya'daki şantiyeleri sık sık özler.

1912 yılı sonuna yaklaşılmış, Terzaghi hala iş bulamamış ve parası bitmeye yüz tutmuş durumdadır. Mühendis olarak iş bulamayacağını anlar ve Columbia Nehri'nin Big Eddy kesimindeki savakların yapımı esnasında sondör olarak çalışmaya başlar. Esas amacı hem para kazanmak, hem de Amerikan sondaj ve tahrip tekniklerini öğrenmektir. Terzaghi, bu sırada birlikte olduğu sıradan işçilerin duygu ve düşünce dünyalarını yakından tanıma fırsatı bulur. Aralarında birçok kişiyi kişisel cesaret, yardımseverlik ve teşhis yeteneği bakımından iyi okullarda okumuş akranlarından daha üstün bulur. Terzaghi onlarla birliktelikten büyük zevk alır. Yıllar sonra onlardan öğrendiği sondaj ve tahrip tekniğine ait bilgilere, kendi sosyal sınıfındaki kişilerden ve meslektaşlarından hiçbirinde rastlayamadığını itiraf edecektir. Aynı yıl kış sonuna doğru bir tahrip mermisinin vaktinden önce patlamasıyla yaralanır. Portland Oregon'daki hastaneden çıktıktan sonra yeniden iş ararken kenar mahallelerden birindeki bir Kafe'de, bir mimarla tanışır. Mimar ona, Portland'da yapılmakta olan bir kilisenin kubbelerini hesaplayacak bir mühendis bulamadığından bahseder. Terzaghi kubbeyi hesaplar. Bu mimarın çok hoşuna gider ve Terzaghi'ye iş bulmakta yardımcı olur. Böylece bir yandan "Portland Gas and Coke co." şirketinin temel mühendisliği işlerini yaparken diğer yandan bir yıl boyunca topladığı zengin malzemeyi umduğunu bulma amacıyla tasnif eder ve değerlendirmeye çalışır. Sonuç umut kırıcı olur. Bütün gayretlerine rağmen incelediği jeolojik malzeme ile malzemenin inşaat sırasındaki davranışı arasında belirli bir bağlantı ortaya çıkaramaz. Birşeylerin eksikliğini hisseder, ama bu eksikliğin ne olduğunu henüz teşhis edemez. Çünkü vakit henüz erişmemiştir.

Amerika'da mühendislerin karşı karşıya kaldığı kabul edilemez durum ve bazı ilginç kişilerin

teşvikleri onda pamuk ve hurma yetiştirme işine yatırım yapma hevesi uyandırmışsa da gene de parasını Meksika'da inşaat işine yatırmıştır. Fakat Meksika ihtilali sırasında tüm parasını kaybetmiştir. Güney Amerika'da, Arjantin'e gidip iş yapmak üzere hazırlık yaparken, oradan gelen ekonomik krizle ilgili haberler bu seyahati engeller. Bunun üzerine Avusturya'ya dönmeye karar verir. Viyana'da iki meslektaşı ile anlaşılıp bir inşaat şirketi kurmaya karar verirler. Yıl 1914'tür. İlk siparişlerini almalarının akabinde, Birinci Dünya Savaşı patlar. Şirket planları suya düşer. Terzaghi'ye 5 Ocak 1914'de Sırp cephesine üsteğmen olarak atandığı emri gelir. Görevi Tuna Nehri'nin Sava Kolu bölgesindeki piyade mevzilerinin genişletilmesi işidir. Emrine vasıflı ve vasıfsız işçilerden oluşan 260 kişi verilir. Terzaghi işi baştan sıkı tutar. Sarhoş ve dik kafalı olanları tespit edip ayıkladıktan sonra adamlarını Wienerberg'de tuğla fabrikasında onlar için hazırlanan koğuşlarına düzenli bir şekilde yerleştirmeyi başarır. Kendi konutunu da askerlere yakın bir yerden seçer. Daha sonra oraya kendisinininki gibi üç birlik daha gelir. Onların komutanları Terzaghi'nin gösterdiği performansı gösteremedikleri için askerler arasında disiplinsizlik ve karmaşa baş gösterir. Fakat bu durum uzun sürmez, çok geçmeden her üç birlik de komutanlarıyla birlikte, Terzaghi'nin emrine verilir. Neticede disiplin sağlanır. Görev yerlerine sevk zamanı yaklaşmaktadır. Ancak, askerler arasında sağlık sorunları olanlar, hasta ve zayıflar vardır. Terzaghi'nin onların hekim kontrolü için yaptığı defalarca başvuru sonuçsuz kalır ve sağlık kontrolü yapılmadan sevk edileceklerine dair haberler gelir. Terzaghi'nin vicdanı buna elvermez ve sağlık kontrolünü kendisi yapmaya karar verir. Muayenesi sonunda 16 fitik, 4 körlük derecesinde görme zayıflığı, 4 ağır tüberküloz, 2 frengi, 8 ağır varis, 1 ağır egzamalı askerle 14 çok zayıf askeri tespit eder ve onların maaşlarını ödeyerek terhis eder ve karlı bir gecede evlerine uğurlar. Askerlerin ayrılırken Terzaghi'ye ifade ettikleri minnettarlık onu çok duygulandırır.

Terzaghi komutasındaki işçi taburu ile güneydoğu cephesinde yollar, tüneller, köprüler gibi inşaat işlerini başarıyla gerçekleştirir. Alman

ordusunun yardımıyla 9 Ekim 1915'te Belgrad düşünce işler yavaşlar. Terzaghi daha aktif bir göreve tayinini ister ve Aspern'deki hava filosu birliğine tayini çıkar. Terzaghi'nin taburu Avusturya-Macaristan İmparatorluğu Askeri İnşaat Amirliği tarafından üstün hizmet belgesiyle ödüllendirilir. Terzaghi 1915 yılları sonlarında Aspern'deki hava filosunun uçaklarının test edilmesinde kullanılan hava alanının komutanı olur. Orada dünyaca ünlü Theodore Von Karman ve Richard Von Mises ile karşılaşır tanışır. Terzaghi'nin komutanlığının başlangıcında test uçakları sık sık arızalanmaktadır. Ağır yaralanmalar ve ölümler olur. Bu tür kazalar haftada en az iki, üç kez olmaktadır. Terzaghi kendisi de makina mühendisliği eğitimi gördüğü için bunun uçakların tasarım hatası yüzünden olduğunu fark etmekte gecikmez. Düzeltmesi için yaptığı girişimler fayda vermeyince merkezden emir çıkarttırıp her uçak kalkışında tasarımcılardan birinin de pilotun yanında yer almasını sağlayacak Böylece kısa sürede kazalar hemen hemen, tamamen ortadan kalkacaktır. Terzaghi'nin Aspern'deki görevi 1916 yılı sonbaharında biter. Viyana'da, Avusturya Dışişleri Bakanlığı'na çağrılır ve kendisine İstanbul'da Yüksek Mühendis Mektebi'nde profesör olarak yol ve temel inşaatı dersleri vermek üzere davet mektubu verilir. Daveti yaptıran Terzaghi'nin Graz Teknik Üniversitesi'nden hocası Forchheimer'dir. Forchheimer o sırada Avusturya Devleti Danışma meclisi üyesidir ve İstanbul Yüksek Mühendis Mektebi'nde (bugünkü İstanbul Teknik Üniversitesi) Osmanlı Devleti'nde mühendislik eğitiminin yeniden organize edilmesi işiyle görevlendirilmiştir. Forchheimer, Terzaghi'deki cevheri önceden fark edenlerden biridir. Bu davetin amacı Avrupa savaşın ortasında çalkanırken hem sevdiği ve beğendiği Terzaghi'ye nisbeten sakin bir akademik ortam sağlamak hem de kendine bildik, güvenilir bir dost temin etmektir. Terzaghi bu daveti kabul eder. Bu arada Terzaghi'nin hayatında önemli bir değişiklik olur. Tanıştıktan sonra ilişkileri sürekli devam eden Olga Byloff ile evlenirler. Bu sırada Olga hamiledir, kızları 13 Mayıs 1916'da dünyaya gelir ve onlar haziran ayında

evlenirler. Terzaghi ailesiyle birlikte eylül ayı başlarında, İstanbul'a gelir. Gelişini şöyle anlatır: “-1916'da güzel bir Eylül akşamı İstanbul'a geldim. Dünyanın en güzel limanlarından birini çevreleyen bu şehri parıldayan güzelliğiyle görür görmez büyülendim ve birçok ulustan birçok insanın daha önce başına geldiği gibi bu büyüğü o gün bu gündür yenemedim”.

Terzaghi 12 Eylül 1916'da Mühendis Mektebi Alisi'nde (İstanbul Teknik Üniversitesi) görevine başlar. Savaş yıllarıdır. Osmanlı ordusu, ittifak devletleri Almanya ve Avusturya'nın yanında, itilaf devletleri Rusya, İngiltere ve Fransa'ya karşı savaşmaktadır. Savaş dolayısıyla teknik üniversite öğrencilerinin çoğu cepheden gelen genç subaylardır. Bunlar eğitimlerini tamamladıktan sonra tekrar birliklerine katılmak üzere cepheye gideceklerdir. Terzaghi'nin okulda verdiği dersin adı usul-ü umumiye-i inşaat (genel inşaat yöntemleri)'tir. Bu dersler bugünkü adıyla temel inşaatı, yol ve demiryolu derslerinin konularını kapsar. Derslerin haftada 10 saat ve Fransızca olarak verilmesi gerekmektedir. Terzaghi birkaç hafta içinde ders notlarını Fransızca olarak hazırlar. Asistanı İlyas (Cural) Bey sınıfta ona yardımcı olmaktadır. Böylece dünyada ilk kez daha sonra bütün dünyanın modern zemin mekaniğinin kurucusu olarak selamlayacağı Terzaghi tarafından zemin mekaniği ve temel inşaatı dersleri İstanbul Teknik Üniversitesi'nde verilmeye başlanır. Bu derslerin orijinal ders notları 1995 yılında “İTÜ tarafından organize edilip yapılan “Zemin Mekaniğinin 70 Yılı” adlı uluslararası sempozyum sırasında tıpkı basımı yapılarak katılımcılara verilmiştir.

Terzaghi Tophane ve Tünel arasında eski adıyla yazıcı sokağında (Şimdiki Serdarı Ekrem Caddesi) Helbig apartmanında (Şimdiki Doğan apartmanı) küçük bir daire kiralar, odası Boğaziçi ve Marmara manzaralıdır. Toplam süresi on saatten fazla olan dersleri haftanın iki günü aralıksız beşer saat ve üçüncü gün birkaç saat ders vererek tamamlar. Geri kalan zamanını kafasını öteden beri meşgul eden zeminler için mukavemet bağıntılarını ortaya çıkaracak çalışmalara ayırır. Artık vakit erişmek üzeredir. Bu işin

ancak deney yoluyla yapılabileceğine karar verir ve coşkuyla işe koyulur. Deneylerde ilk kullandığı malzeme kumdur.

O yıllar deney yapabilmek için okulda gerekli araçlar yoktur. Kurduğu laboratuvarının araçları boş sigara kutuları, okulun mutfak terazisi ve birkaç çelik şeritten ibarettir. Bir istinat duvarı arkasındaki yanal toprak basınçlarına ait ilk öncü çalışmaları bu aletlerle yapar. Elde ettiği sonuçları önce Avusturya’da bir inşaat mühendisliği dergisinde sonra da 1920 yılında Amerika’da çıkmakta olan “Engineering News Record”ta “Eski toprak basıncı teorileri ve yeni deney sonuçları” başlığı altında yayımlar. Bulduğu sonuçlar ileride çok pahalı ve gelişmiş aletle yapacağı deneylerle bulacağı sonuçların aynıdır. İstanbul’da Terzaghi’nin ihtiyacı olan alet edevat, kütüphane gibi olanaklar çok sınırlıdır ama ileride kendisinin sık sık belirteceği gibi İTÜ’deki ortam çalışma özgürlüğü açısından çok avantajlıdır. 1916-1918 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi’nde geçirdiği iki yılını Terzaghi “hayatının en mutlu ve en verimli iki yılı” olarak dile getirir. O sıralar Avusturya Türkiye’nin müttefik ve dostudur. Bu nedenle Terzaghi’nin itibarı ve sosyal statüsü bir eğitim elçisi olarak imrenilecek düzeydedir. Başlangıçta aldığı maaş ailesiyle birlikte ihtiyaçlarını fazlasıyla karşılamaktadır. Terzaghi, bu dönemde 1860-1917 yılları arasında basılmış, zemin mekaniği ve temel mühendisliğini ilgilendiren çok sayıda dokümanı, Avusturya’yı ziyaretleri esnasında Viyana’daki kitapçı ve kütüphanelerden temin ederek yüzlerce kitap, makale ve raporu sistematik olarak inceleyip, değerlendirme imkanı bulabilmiştir.

Terzaghi’ler hafta sonlarını genellikle Boğaziçi veya Marmara kıyısında yaptıkları gezilere ayırırlar. İlk yıllar Terzaghi’nin eşiyle olan ilişkilerinin sorunsuz olduğu yıllardır. Sonradan bu ilişkiler bozularak ayrılığa kadar varacaktır. Boğaziçi’nin asma köprü veya tüp geçitle geçilmesi meselesi Terzaghi İstanbul Teknik Üniversitesi’nde çalıştığı yıllarda gündeme gelir. Bu işle bir İngiliz firması ilgilenmektedir. Terzaghi geçiş için önerilen güzergahlardan biri

boyunca yapılan zemin araştırmalarına iştirak ederek İngiliz firmasına ön rapor hazırlar. Bir ara bölgede petrol taşıyıcı bitümlü kaya tabakalarının araştırmasıyla da özel olarak ilgilenmiş, Amerikan ve bazı Avrupa firmalarıyla irtibat kurarak konuşmalar yapmıştır. Fakat esas keşfi bölgedeki kil kaynaklarının seramik endüstrisi açısından çok elverişli olduğunun tespitidir. Nitekim Terzaghi’nin bu keşfi fazla zaman geçmeden değerini bulmuş ve bölgede Türkiye’nin en gelişmiş endüstrilerinden biri olan seramik endüstrisi kurulmuştur.

1918 yılında Terzaghi’nin ekonomik durumu giderek bozulur. Maaşı yetmemeye başlar. Dışarıya iş yapabilmek için de zamanı yoktur. 6 Haziran 1918’de İstanbul’daki Avusturya Askeri Ateşeliğine mektup yazarak maddi destek talebinde bulunur. Çünkü okuldaki Alman öğretim üyelerine Alman Hükümeti yemek desteğine ilaveten %30 maaş farkı ödemektedir. O yıl aksilikler birbirini kovalar. Osmanlı Devleti 30 Ekim 1918’de Mondros Mütarekesini imzalamış ve İstanbul, İtilaf devletleri ordusu tarafından işgal edilmiştir. İngiliz Yüksek Komiserliğinin tebliğiyle Terzaghi’nin İstanbul Teknik Üniversitesi’ndeki işine müddet tanımadan ve hazırlıksız olarak son verilir. Terzaghi eşi ve çocuğuyla İstanbul’da parasız kalır. İyi bir tesadüfle o sırada İstanbul, Boğaziçi’nde mühendislik eğitimi veren bir Amerikan kuruluşu olan Robert Kolej’inin hocaya ihtiyacı vardır. Okulun termodinamik ve gaz makineleri hocası kişisel bir nedenle ani olarak işinden ayrılmıştır. Terzaghi’nin aynı zamanda makine mühendisi oluşu bu dersi vermek üzere teklif almasına neden olur. Şartların ağır olmasına ve ders vereceği konularda kendini yeterli hissetmemesine rağmen kontratı imzalamakta tereddüt etmez, çünkü görünürde başka çaresi yoktur. O sırada Robert kolej Mühendislik Okulu’nun Başkanı Dr. Caleb F. Gates’dir. Dr. Gates 1881 yılında Türkiye’ye gelmiş ve Robert Kolej’in mühendislik bölümünü kendisi kurmuştur. Dindar ve iyi yürekli bir insandır. Terzaghi’ye iş vermekle aynı zamanda onun sınır dışı edilmesini erteletmiş olacaktır. İşgal kuvvetlerinin kurduğu komisyon Robert Kolej’de iş verildiği için Terzaghi’nin oturma

iznini 20 Şubat 1919'a kadar uzatmıştır. 19 Ocak'a kadar ayrılması kesin görülen Terzaghi son anda İsveç Büyükelçisinin araya girmesiyle İstanbul'da kalabilmiştir. Fakat bunun bedeli çok ağırdır. Haftada 17 saat ders vermesi gerekmektedir. Bunlar gaz makineleri dersine ilaveten sulama, su kaynakları betonarme ve teorik hidrolik dersleridir. Terzaghi Robert Kolej'de ders vermeye 10 Aralık 1918'de başlar. Birkaç hafta geçtikten sonra mühendislik okuluna ait bir binada küçük bir zemin mekaniği laboratuvarı kurmaya başlar. Rektör Dr. Gates Terzaghi'ye anlayış gösterir ve onun laboratuvar kurma çabasını 200 dolarlık bir bağışla destekler.

Terzaghi'nin az bir ücret karşılığı hemen hemen boğaz tokluğuna çalışıyor olması eşiyile olan ilişkilerinin de bozulmasına neden olmaktadır. Terzaghi'nin bütçesi sınırlı olduğu için eşine en acil gereksinimlerini karşılamak üzere para verebilmektedir. Oysa eşi Olga ailesi ve yetişme şartları itibariyle rahat para harcama alışkanlığında olan bir kişiliğe sahiptir. Paranın Terzaghi'nin planladığı şekilde harcanmıyor olması sık sık tartışmalarına neden olmaktadır. Ayrıca Terzaghi'nin yoğun geçen öğretim faaliyetinden geriye kalan zamanının hemen hemen tümünü laboratuvarında geçirmesi de eşiyile aralarındaki sorunları ağırlaştırmaktadır. Terzaghi'nin hayat tecrübesi ve kişilik yapısı ona her türlü zorluğa ve yoksunluğa karşı sabırlı ve dayanıklı olmayı öğretmiştir. Ancak aynı şeyleri eşi Olga için söylemek mümkün değildir.

Terzaghi, laboratuvarında çabalarını katı zeminlerin mukavemeti ve diğer fiziksel özelliklerinin araştırılması yönünde yoğunlaştırır. Araştırmalarında kullanmayı planladığı kil o sıralarda haydutların kol gezdiği bölgede ve en yakın otomobil yolundan 20 km uzaklıktadır. Yetkililer bu şartlarda oralardan numune almanın son derece riskli olduğunu ve bu sorumluluğun kendisine ait olacağını Terzaghi'ye bildirirler. Terzaghi deneylerini sürdürmek için numune almaya kararlıdır. Önce hurdalıkta duran bir arabayı arkadaşının yardımıyla çalışır hale getirir. Sonra okuldan iki cesur öğrencisini yanına alarak Karadeniz kıyısında kil alacakları bölgeye (Kilyos) giderler. Sırt çantalarına 60 kg

kadar kil numunesi alırlar. Yolda kendilerini durdurmaya çalışan haydutlara karşı silahlarını iki kez ateşlemek zorunda kalırlar. Sağ salım Robert Kolej'e geri döndükleri için çok sevinmişlerdir. Bu killer Terzaghi'nin 1925 yılında bastıracağı Erdbau mekaniği isimli Modern zemin mekaniğinin kuruluş belgesi olarak kabul edilen kitabında adı geçen II ve IV numaralı killerdir.

Artık vakit erişmiştir. Terzaghi 1919 yılı Mart ayında bilimsel temele dayanarak araştırma hazırlıklarına başlar. Bu aynı zamanda modern zemin mekaniğinin kuruluş hazırlıklarıdır. Mutlu bir tesadüfle modern zemin mekaniğinin doğuşu, Türk Kurtuluş Hareketiyle aynı zamanda başlamış ve ürünlerini aynı periyotta vermiştir. Terzaghi 1919 yılı Mart ayı başlarında bir kağıda araştırmaları için gereken her şeyi yazar ve aletlerin şemalarını çizer. Bunlar üç aletten ibarettir. Modern zemin mekaniğinin kuruluşunun ilk belgesi olarak isimlendirilebilecek bu kağıdın orijinali Norveç Geoteknik Enstitüsünde nem yüzdesi kontrol edilen bir odada Terzaghi'nin madalyaları, ödüller ve günlüklerinin orjinalleri ile birlikte çelik bir kasa içinde muhafaza edilmektedir.

Norveç Geoteknik Enstitüsünün karizmatik yöneticisi Terzaghi'nin dostu Bjerrum (1918-1973) zemin mekaniğinin bu kuruluş hikayesini biraz fantazi katıp renklendirerek Newton'un elma hikayesini andırır bir biçimde anlatır. Bjerrum'un anlattığına göre Terzaghi savaş sonrası İTÜ'den çıkarılmış, yaşamını sürdürebilmek için Robert Kolej'de boğaz tokluğuna çalışmayı kabul etmiş, depresyona girmiş bir ruh hali içinde bahçesinde bir kayaya oturmuş Haliç'e bakarak düşünürken, aklına aniden zemin mekaniğinin kanunlarını keşfetmek için ne yapması gerektiğine ait düşünceler gelir ve bunları kağıda döker. Oysa Robert Kolej'den Haliç'in görülmesinin mümkün olmadığını bilmese bile Arşimet'in ve Newton'un keşifleri gibi, Terzaghi'nin keşfinin de ani olmadığını, uzun ve zahmetli bir sürecin sonunda ortaya çıktığını Bjerrum şüphesiz bilmektedir. Bu anlatımla Bjerrum muhtemelen Terzaghi'nin çok sevdiği ve sık sık ziyaret ettiği haliç manzaralı

‘Pierre Loti Kahvesi’ni de zemin mekaniğinin kuruluş hikayesine katmak istememiş ve akıllarda yer etmesi için hikayeyi renklendirmiştir.

şemasını çizdiği aletler imal edildikten sonra 1919 yılı Nisan ayının sonunda Terzaghi ilk deneylerine başlar. Altı hafta boyunca aralıksız günde 12 saat çalışır. Özellikle konsolidasyon deneyleri için sürekli kayıt alması gerekmektedir. Bir süre sonra yatağını laboratuara taşıyarak orada yatmaya başlar. Terzaghi’nin bu çalışma temposunu gözleyenlerden biri olan okulun doktoru Dr.Post ona eğer böyle devam ederse elli yaşına ulaşmadan onu Boğaziçi’ne gömmelerinin kaçınılmaz olacağını söyler. Terzaghi’nin cevabı ise “-öyleyse elli yaşımdan önce çok şey başarabilirim” olmuştur. Nitekim Terzaghi’nin bu çalışması sırasında bir başarıyı diğer izler ve umduğundan çok daha kısa süre içinde işe başlarken aklını kurcalayan soruların hemen hemen hepsini cevaplar. Yani bir yıl içinde amacına ulaşmıştır. Bu süre zarfında yıllardır rüyasını gördüğü hayal gerçekteşi, jeolojik malzeme olan zeminlerin mühendislik davranışlarını yöneten bağıntıları ortaya çıkarmaya başlamıştır. Görünen kohezyonun kumların, killerin ve katı cisimlerin davranışındaki rolünü ortaya çıkarmış, sızma basıncının barajların yıkılmasındaki etkisini tespit etmiştir. bu buluşları ona geçmişte çektiği tüm sıkıntılarını ve acılarını unutturur. Araştırmanın en önemli sonucu ise zeminlerde efektif gerilme ve boşluk suyu basıncı arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmasıdır. Zemini etkileyen toplam basıncın zeminde daneler arasında meydana gelen efektif gerilme ile su basıncının toplamıyla karşılanacağını ifade eden bu ilişki inşaat mühendisliğinde “efektif gerilme” prensibi olarak anılır. Bu prensibin inşaat mühendisliğindeki önemi Newton’un genel çekim konumunun fizikteki önemine benzetilebilir.

1921 yılında Terzaghi’ler Yazıcı Sokağındaki evlerinden Bebek’e taşınırlar. Ancak aralarındaki ilişki çok bozulmuştur. Her ikisi de bu ilişkinin daha fazla yürümeyeceğini anlamışlardır. 29 Eylül 1922 Terzaghi eşi ve kızını Adriya gemisiyle Galata rıhtımından Avusturya’ya gitmek üzere uğurlar. Bu aralarındaki ilişkinin

sona erdiği anlamını taşır. 1926 yılında resmen boşanırlar ve 1 Eylül 1926 tarihinde Olga Graz’da eczacı Franz Ructy ile evlenir.

Terzaghi, Olga’yı uğurladıktan sonra 29 Eylül 1922’de bugün de Boğaziçi Üniversitesi kampüsünde eski yerini koruyan Theodorus Hall’e taşınır. Odasının Rumelihisarı ve Boğaziçine bakan harika bir manzarası vardır. 1923 yılında Terzaghi’nin araştırma işleri eski hızını kaybeder. Amacı kil zeminlerin sabit basınç altında zaman geçtikçe sıkışmasına ait matematik bağıntıyı elde etmektir. Günlerce gece geç vakitlere kadar bu problemi çözmeye uğraşır. Nihayet 30 Ekim 1923 günü amacına ulaşır. Makine mühendisi olmanın avantajını imdadına yetişmiştir. O gün yarım saatlik yoğun bir düşünmeden sonra malzeme içinde ısı iletimi ile ilave boşluk suyu basıncının sönümlenmesi arasında analoji yapabileceğini keşfeder. Böylece killerin konsolidasyonu problemini bütün yönleriyle çözüme kavuşturmuş olur. Yapıların oturmasını yöneten diferansiyel denklemleri teşkil etmiş, bunları çeşitli sınır ve deformasyon şartlarına göre çözümlenerek yapıların oturma miktarını ve oturma zamanını hesaplayabilir duruma gelmiştir. Bu da önceki gibi olağanüstü bir başarıdır. 1924 yılında Hollanda’nın Delft Kenti’nde yapılan Birinci uluslararası tatbiki Mekanik Kongresi’ne katılan Terzaghi orada “Hidrodynamic Gerilme Olaylarının Teorisi ve Onların Temel Tekniğinde Uygulanma Alanı” isimli araştırmalarının çok önemli sonuçlarını içeren tebliğini okur. Hemen dinleyicilerin coşkulu tepsiyle karşılık görür. Kongrede bulunan Forchheimer Terzaghi’nin yanına gelerek elini sıkar ve “-Bu senin bilim dünyasına doğduğun gündür” diyerek onu tebrik eder. Terzaghi ulaştığı başarıyı, ilk önce teorilerle uğraşmadan evvel inşaat mühendisliği alanında tecrübe birikimine sahip olması sayesinde yeteneklerinin önyargılarla engellenmemesine ikinci olarak Türkiye’de çalışırken kimseye hesap vermeksizin sınırsız bir çalışma özgürlüğüne sahip olmasına ve üçüncü olarak da elindeki araçların basitliği ve kıtlığı yüzünden deneyleri sadece araç olarak kullanabilme özelliğine sahip olmasına bağlar. Bütün araştırmalarına çalışma hipotezlerini teşkil etmekle başlamıştır. Bu

hipotezler bazen neden ve sonuç arasındaki bağlantı hakkında sadece hislerine dayanan fikirlerini içermektedir. Bir sonraki adım bu çalışma hipotezlerini doğrulamak veya yanlışlığını ortaya çıkarmak üzere yapılacak deneyleri planlamaktan ibarettir. Terzaghi deneylerde basit ve ucuz aletler kullanmanın önemini vurgular. Pahalı ve gelişmiş aletlerle işe başlanırsa aletlerin esiri olup işin özünü gözden kaçırma ihtimali yüksektir. Ancak hipotez doğrulandıktan sonra gelişmiş aletlerle deneyi tekrarlamak faydalı olacaktır. 1925 yılında Terzaghi Türkiye’de yaptığı araştırmaların sonuçlarını “Zemin Fiziği Temelinde Zemin Mekaniği” isimli Viyana’da Franz Deuticke Yayınevi tarafından basılan kitabıyla yayınladı. Bu kitap Dünya İnşaat Mühendisleri Topluluğu tarafından modern zemin mekaniğinin kuruluş belgesi olarak tanınır.

1916 ve 1925 yılları arasında on yıla yakın bir süre Terzaghi’nin Türkiye’de geçen bu dönemi Türkiye’nin tarihi bakımından en önemli ve hareketli dönemlerinden biridir. Geldiğinde Osmanlı yönetimi işbaşındadır. İstanbul’un işgalinin, Kurtuluş Savaşı’nın, 30 Ağustos Zaferi’nin

İstanbul’un kurtuluşunun, mübadelenin ve Cumhuriyet’in Kuruluşunun şahidi olur. Bütün bu olaylara ait gözlemlerini 1925 yılında Amerika’ya gittiğinde Boston İnşaat Mühendisleri Odası’nda yaptığı bir konuşmada anlatır. “Tarih ve Toplum” dergisinin 128. sayısında “Türkiye Anıları” başlığı altında yayınlanan konuşmasının çevirisinden anlaşılacağı gibi, gözlemlerindeki derin kavrama gücü ve yorumlarındaki objektiflik hayranlık vericidir. 1924 yılının sonuna doğru Terzaghi yaptığı çalışmaları ve ulaştığı sonuçları mühendislik pratiğine uygulama gereğini kuvvetle hissetmektedir. Bunun için mühendislik faaliyetlerinin çok yönlü yürüdüğü bir ortama ihtiyaç vardır. Bu nedenle Terzaghi o tarihlerde böyle bir ortamın bulunduğu yegane yer olan Amerika’ya gitmeye karar verir. Terzaghi’nin sonraki yaşantısı ile ilgili ayrıntılı bilgi İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi’nin yayınladığı “Yaşadıkça Öğrenmek” isimli biyografi kitabından edinilebilir. İstanbul’dan ayrılırken çok duyulanan Terzaghi hayatı boyunca her fırsatta Türkiye’nin ikinci vatani olduğunu tekrarlamıştır.