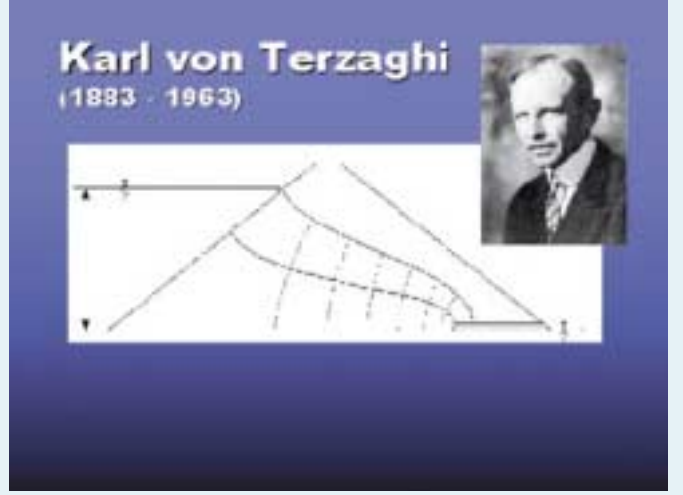


Bir Bilim Dalının Doğuşu



17 Ağustos Kocaeli ve 12 Kasım Düzce depremlerinden sonra yapıların birçoğunun göçmesine zeminlerin neden olduğu saptandı. Bu binalar yapılırken mutlaka zeminlerinin incelenmesi gerektiği birçok mühendisçe açıklandı. Hatta öyle ki, zeminlerin depreme dayanıklı olup olmadığını merak eden birçok kişi, bilgisi olmayan kişi ve kurumlara zemin etüdü yaptırdı. Bugünkü Türkiye’de zemin mekaniğini bilen ve yapıların tasarımında zemin mekaniğini uygulayan çok az kişi vardır; oysa zemin mekaniği bilgisi metodolojik olarak ilk kez Türkiye’de geliştirildi ve uygulandı. Bugün gelinen noktaysa şu: Gelişmiş ülkelerde zemin etüdü yapılmadan inşaat projesi tasarımı yapılmazken Türkiye bunu yeni keşfediyor.

Zemin mekaniği, inşaat mühendisliğinin altbirimidir. Doğal olarak, zemin etüdü yapacak kişinin inşaat mühendisi olması gereklidir; fakat yeterli değildir. Bugün anladığımız zemin mekaniği bilimsel olarak ilk kez Karl von Terzaghi tarafından, 1920 yıllarında bugünkü İstanbul Teknik Üniversitesi ve Boğaziçi Üniversitesi’nde geliştirilmeye başlanmış, tüm dünyaya duyurulmuştur.

Karl Terzaghi 1883 yılında Prag’da (o tarihte Avusturya İmparatorluğunun parçası) asker bir ailenin oğlu olarak dünyaya gelir. Daha yedi yaşındayken babasını yitirir. 10 yaşına geldiğinde geleneksel olarak askeri okula gönderilir Terzaghi. İkinci yılında askeri okulun kendisi için iyi bir seçenek olmadığına karar verir ve daha çok coğrafyayla ilgilenir. Yıllar geçtikçe Terzaghi’nin ilgisi daha çok teorik bilgiye, özellikle de gökbilime yönelir.

1898 yazında Graz Landes-Oberrealschule giriş sınavlarına hazırlanır ve kazanır. Yeni okuluna başlarken doğa bilimleri profesörü Hoffer’den etkilenir. 1899 yılının yazında, kendi doğa bilgisini ölçmek için Avusturya Alpleri’nde yerbilim çalışmaya başlar. Doğayı çok sevdiğini gören dedesi, Terzaghi’nin Graz Teknik Üniversitesinde inşaat mühendisliği okumasını ister; fakat öneri "eski kuşaktan" geldiğinden tepkisel olarak makine mühendisliği okumaya karar verir. Derslerin mesleğe yönelik dersler olduğunu görünce makine mühendisliğinden sıkılmaya, okulu asmaya ve tabii ki dağlara tırmanmaya başlar. Bu arada felsefe, fen bilimleri ve yerbilim dersleri almayı asla ihmal etmez. Terzaghi’nin hayatı bir süre böyle devam eder tâ ki Prof. F. Wittenbauer ile tanışmaya kadar. Terzaghi artık kendini yönlendirecek ve doyuracak birisine rastlamıştır ve bu da kendi hayatının düzene girmesine yardım edecektir. Tam bu sırada Terzaghi’nin bazı disiplin suçları yüzünden üniversiteden atılması gündeme gelmiştir.

Prof. Wittenbauer, Terzaghi’yi kurtarmak için savunmaya gelir ve: "Graz Teknik Üniversitesi’nden Tesla ve Riegler atılmıştır. Nicola Tesla AC motorunu üreterek elektrik teknolojisinde bir devrim, Riegler de buhar türbinini yarattı... Öğretim üyelerimiz okuldan atılacak öğrencileri seçmede başarılı değildir" diyerek sözünü tamamlar ve

Terzaghi okulda atılmaktan kurtulur. Mezun olduktan hemen sonra makine mühendisi olarak çalışmaya başlar ve bu işten hoşlanmadığını görünce, önerildiği gibi inşaat mühendisi olma kararı verir. Graz Teknik Üniversitesi’nde yerbilim ve köprü mühendisliği okur, ilk araştırmasını "Güney Styria marine tersces"lerinde yaparak yayımlar.

1906 yılında Terzaghi, beton tasarımı ve yapımı uzmanı olarak, Adolf Baron Pittel’de çalışmaya başlar. Her ne kadar Terzaghi bu işi yapacak bilgilerinin olmadığını düşünerek çalışmaya başlarsa da, firmanın hidroelektrik enerji üretim işleri almasıyla, kendine güven duymaya ve bilgi açığını kapatmak için çalışır. Terzaghi hidroelektrik santrallerin tasarımında jeolojinin önemini çok çabuk kavrar. Yıllar geçtikçe, yerbilim bilgilerden yoksun olarak yapılan mühendislik yapılarından doğan problemleri çözmek için Terzaghi aranan mühendis olmaya başlamıştır. 1911 yılında, Rusya’da endüstri tanklarının tasarımında karşılaşılan problemleri çözmek için grafiksel

metodlar hazırlar. Hazırladığı bu metodu doktora tezi olarak, Graz Teknik Üniversitesi’ne sunar ve yapılan doktora sınavını başarıyla geçer. Daha sonra yaptıklarını Prof. T. Pöschl ile kitap haline dönüştürerek yayımlar. Ardından Amerikan Jeoloji Kurumunun yapmış olduğu çalışmalardan yararlanmak ve öğrendiklerini Avus-



turya'da uygulamak için 1912'de Amerika'ya gider.

Osmanlı İmparatorluğu'nun son dönemlerinde, mühendislik ve askeri öğrencilerinin tümünün eğitimlerinin bir bölümünü Almanya'da yapmaları zorunludur. Avusturya, Almanya'nın entellektüel rakibi olarak, bazı Osmanlı öğrencilerini kazanmak amacıyla Prof. P. Forchheimer'ı, o zamanki Hendese-i Mülkiye, bugünkü İstanbul Teknik Üniversitesi'ne dekan olarak gönderir. Prof. Forchheimer, Graz Teknik Üniversitesi'nden çok etkilenmişti Terzaghi'yi burada ders vermek üzere davet eder.

Terzaghi İTÜ'de hayal kırıklığına uğrar; çünkü öğretim üyelerinin mühendislik araştırmaları diye bir şey bilmediklerini, araştırma laboratuvarları ve parasının olmadığını ve öğrencilerin Graz'dakiler ile karşılaştırıldıklarında kendine güven ve enerjiden yoksun olduklarını görür. Yine de, öğretme şansı bulmuş olmasından ve entellektüel bir çevrede bulunmaktan hoşnuttur.

Zeminlerin mühendislik malzemesi olarak tanıtılabilmesi için, ne kadar yük altında ne kadar deforme olacaklarının bilinmesi gerekir. Oluşan deformasyonu kuantatif olarak belirleyebilmek için ölçüm aletlerinin geliştirilmesi gerekir. Terzaghi de bu amaç için kumlar üzerinde metodolojik olarak çalışmaya ve alet geliştirmeye başlar. Oluşturduğu laboratuvar, mutfak malzemeleri, boş sigara kutuları, demir parçaları, ve pazardan almış olduğu eski bir teraziden ibarettir. Araştırma için bütçesi olmadığından bir çok şeyi arkadaş olduğu anahtarcıdan alır veya yaptırır. Yaptığı deneylerle belirli bir derinlikte istinat duvarı üzerinde oluşacak yanal basınç değerlerini belirler. Bulduğu sonuçlara bugün hâlâ geçerliliğini korumaktadır.

Bir süre sonra İstanbul, İngilizler tarafından işgal edilir. Üniversitenin işgaliyle de Terzaghi işsiz kalır. Ama işsizlik uzun sürmez. Robert College'da (bugünkü Boğaziçi Üniversitesi) termodinamik ve gaz teknolojisi derslerini verecek birini arıyordu. Terzaghi geçici olarak Robert College'da çalışmaya başlar. Burada bir yandan mühendislik jeolojisi, kum kaynaması (quick sand), kil setler, sondaj ekonomisi ve kireç taşları üzerindeki yapılar



üzerine kafa yorarken, barajlarda oluşan kum kaynamalarını analiz etmek için bu konudaki ilk deneyini de gerçekleştirir. Prof. Forchheimer'in elektrik akım analogisini kullanarak kum kaynaması problemini çözmek ister; fakat problem matematiksel olarak çok karmaşıktır. Bunun için kuramı geliştiren Prof. Forchheimer'den yardım ister ancak olumlu bir yanıt alamaz. Yılmadan Robert College'dan almış olduğu küçük araştırma parasıyla laboratuvar kurarak, kumların geçirgenliğini ve kum kaynamasını oluşturan koşulları belirler. Şimdi sırada killerdendir. Terzaghi kendi kendine, toprak yapılarıdaki problemleri gerçekçi olarak çözebilme başarısının, tamamen bu alanda zeminlerin mekanik özelliklerini ölçecek ekipmanların başarısına bağlı olduğunu düşünür ve zeminlerin mekanik özelliklerini test edecek ekipmanlar çizerek bunlardan elde edilecek sonuçların nasıl yorumlanacağını yazar. İşte bu çizimler zemin mekaniğinin doğuşudur.

Daha sonra toprak yapıları bilimsel tabana oturtmak için gerekli olan killerin mukavemet parametrelerini belirleyen bir rapor hazırlar. İlk önce, basit bir sistem ile kil mineralleri arasındaki sürtünme açısını belirlemeye çalışır; sonra su geçirgenliğini ölçmek için bir permeametre tasarlar. Killerin mekanik özelliklerini belirlemek için bir anahtarcıya bir haftada yaptırmış olduğu ilk odömetre aletiyle deney yapmaya başlar. Ancak killerle çalıştıkça yanıtın çok sorunla karşılaşır. Killer üzerindeki yükü aşamalı olarak artırdığında, oturmanın ilk anda hızlı ve daha sonra yavaşladığını gözlemler. Bu ve bundan sonraki çalışmalar Terzaghi'nin dışarı çıkabilir boşluk suyu basıncının nasıl çalıştığını anlamasına

ve geliştirmesine neden olur. Killer üzerinde yapmış olduğu çalışmayı, 12 sayfalık bir makaleye dönüştürerek, Avusturya Mühendisler ve Mimarlar Odası dergisinde, 1920'nin sonunda yayımlar.

1923 yılında yaptığı Toprakların Fizikine Dayalı Zemin Mekaniği (Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage) adlı çalışmada, uygulanan dış kuvvetlerin suya doygun zeminlerde boşluk suyu basıncını geçici olarak artırdığını belirler ve kontaktaki zemin danelerinin, oluşan boşluk suyu basıncı tamamen yok oluncaya kadar uygulanan dış kuvveti hissetmeyeceklerini matematiksel olarak tanımlar. Bu da bugün modern zemin mekaniğinin temelini oluşturan efektif gerilmenin tanımıdır. 1924 yılındaysa "Erdbaumechanik" kitabını tamamlar ve böylece herkesin yapılına inşasında zemin mekaniğinin önemini kavramasını sağlar. Bu sırada Robert College'ın eski profesörlerinden Paul Dike, MIT'de (Massachusetts Institute of Technology) bir görev için Terzaghi'yi önerir ve bu öneri kabul görülür. Böylece 18 Haziran 1925'te Amerika'ya yolculuk bir kez daha başlar ve Terzaghi, MIT'de yaptığı çalışmalarını büyük beğeni toplar.

1928 yılında Viyana Teknik Yüksekokulu, Terzaghi'ye bölüm başkanlığı görevini önerir ve Terzaghi bu öneriyi kabul eder. 1929 yılında burada çalışmaya başlar ve bu yeni bilim dalına Artur Casagrande, Leo Casagrande, Leo Rendulic, Jull Hvorslov, Wilhelm Steinbrenner, Richard Jelinek gibi önemli isimleri kazandırır. 1936 yılında Terzaghi tekrar Amerika'ya giderek Harvard Üniversitesi'nde ders vermeye başlar. Daha sonra da bir çok üniversite ve ülkeye davet edilir ve onursal doktorayla ödüllendirilir. Ne yazık ki Ekim 1963'de, çok istediği mühendislik jeolojisi kitabını bitirmeden yaşama veda eder. Gerideyse hem bir bilim dalı hem de dünyanın her tarafında yetiştirdiği öğrenciler bırakır.

Abidin Kaya

Prof. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi
Arkadaşım Alan Kropp'a "Karl Terzaghi:
The Engineer as Artist" kitabını hediye etme
inçeliğini gösterdiği için kendisine teşekkür ederim.
Prof. R. Goodman'e kitabını çevirmeme
izin verdiği için de kendisine teşekkür ederim.

Kaynak
Goodman, R. E., Karl Terzaghi: The Engineer as Artist, ASCE
press, 1999