

# İnşaat Laboratuvarına Gezi

**İnşaat mühendisliği, bina, köprü, otoyol, liman gibi yapıların en sağlam, en hızlı ve en düşük maliyetle nasıl yapılacağıyla ilgilenen bir bilim dalı. Bu dalın yapı malzemeleri, yapı mekaniği, işletme, kıyı ve liman inşaatı, ulaşım, hidromekanik gibi alt dalları ve bu alt dallarla ilgili araştırmaların gerçekleştirildiği özel uygulama laboratuvarları var. Biz de Ortadoğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), İnşaat Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına bir gezi yaptık. Yrd. Doç. Dr. Özgür Yaman, bu laboratuvarlarda yapılan işler hakkında bilgi verdi...**

Özellikle de son yıllarda karşı karşıya kaldığımız depremler, yaşamımıza ve yaşadığımız yerlere daha çok özen göstermemiz gerektiğini ortaya koydu. Başta eksik ve yanlış yapı malzemesi kullanımına bağlı olarak binaların kolayca yıkılması, binaların yapımında bilimsel yöntemlerden asla sapılmaması gerekliliğini ortaya koyuyor. İşte bu düşüncelerle, yapı malzemeleri laboratuvarının depo bölümüne doğru ilerliyoruz. Burada beton üretimi için gerekli malzeme ve araçlar bulunuyor. İlk fark ettiğimiz, yerde bulunan “agrega” adı verilen malzeme. Agregası, büyük kaya parçalarının iş makineleriyle kırılarak parçalanmasıyla elde edilen küçük boyutlu kaya parçalarıdır. Ayrıca değişik karışımlarda hazırlanmış çimentolar, kum, beton dökmek için kullanılan karıştırıcılar da var.

Çimentonun, betonun en önemli bileşeni olduğunu öğreniyoruz. Ardından çimentonun değişik üretim denemelerinin yapıldığı bölüme geliyoruz. Burada, çimento özelliklerinin beton niteliğine etkileri, çimentonun değişik katkı maddeleri eklenerek güçlendirilmesi ve maliyetinin düşürülmesi gibi konular üzerinde çalışılıyor. Ayrıca, çimentonun basınca dayanıklılığı ve genleşme özellikleri de araştırılıyor. Normalde çimento, kalker ve kilin 1400 - 1500 °C gibi yüksek sıcaklıklarda ısıtılmasıyla elde ediliyor. Kalker ve kil, ısıtıldıktan sonra “klinker” denen bir bileşik ortaya çıkıyor. Klinker, döner değirmende alçıtaşıyla ezilerek toz haline getiriliyor. Sonuç olarak çimento oluşuyor. Burada incelenecek olan çimento, önce suyla karıştırılıyor ve “çimento hamuru” denilen akışkan bir malzeme elde ediliyor. Bu malzemenin en önemli özelliği, yapıştırıcı ve

bağlayıcı olması. Çimento hamuru, genleşme ve dayanıklılık özelliklerinin saptaması amacıyla küçük kalıplara dökülüyor. Bunlar, katılaştıktan sonra dayanıklılığını ölçmek amacıyla çimento sülfatlı suya konuluyor. Sülfatlı su, çimento harcında bazı bileşiklerin oluşmasına neden olarak, harcın genleşmesini sağlıyor. Bu genleşmelerin ölçülmesi sonucunda çimentonun suya dayanıklılığı belirleniyor. Çimentonun dayanıklı olması önemli. Çimentonun yeterince dayanıklı olmaması sonucunda, çimento kullanılması bir süre sonra bina yapımında kullanılan betonda çökmeler ve bozulmalar başlıyor. Bize bu laboratuvarları tanıtan Özgür Yaman, sülfatlı suda bekleyen iki çimento kütlesini eline alıp gösterdi. Az dayanıklı olanının yüzeyinde bozulmalar vardı.

Çimento kütlelerini inceledikten sonra sıra beton yapımını öğrenmeye geliyor. Beton elde etmek zor bir iş gibi görünmüyor. Ancak, nitelikli beton elde etmek için bilimsel yöntemlerin uygulanması gerekli. Beton elde etmek için çimento, agrega ve su birbirine karıştırılır. Çimento, suyla birleşince bazı kimyasal tepkimelerin gerçekleştiğini söylemiştik. Beton oluşumu sırasında çimento, agregaların yüzeyini kaplar, aralarındaki boşlukları doldurur ve bunları birbirine bağlar. Çimento, su ve agrega karışımı başlangıçta akışkan bir yapıdadır. Ancak, bu akışkanlık çok uzun sürmez ve karışım 1 - 2 saat içinde de tümüyle katılaşır. Beton, inşaat alanlarına "mikser kamyonu" denen ve betonu sürekli karıştıran araçlarla taşınır. Bu kamyonları yollarda görmüşsünüzdür. Arkasındaki bölümde, devamlı dönen çok büyük bir karıştırıcı bulunur. Beton hazırlanırken içine konulan suyun tümü kimyasal tepkimelere girmez; bir kısmı buharlaşır. Çimento ve su kimyasal tepkimeye girdiğinde ısı da açığa çıkar. Betonun sağlam olabilmesi için bu ısı oluşumunu önlemek gerekir. Bunun için de beton sulanır. Böylece fazla ısıdan dolayı oluşabilen çatlamların da önüne geçilmiş olur. Bunu da herhangi bir inşaat yapımında görebiliriz. İnşaat işçileri, ellerinde hortumlarla yeni dökülmüş betonu sularlar.

Betonun bir özelliği de şekil verilebilir olması. Binalarda kapı ya da pencere tavanlarının kavisli yapılabilmesi, eğimli olması, dış duvarların insan,



**Inceleme amaçlı hazırlanan harçlar, büyük ya da küçük kalıplara dökülüyor.**

hayvan, bitki gibi figürlerle süslenebilmesinin nedeni bu. Betonun bu özelliği, ona istediğimiz boyutta şekil vermemizi mümkün kılıyor. İyi ve sağlam bir betonun bazı özelliklere sahip olması gerekiyor. Tazeyken akışkan bir yapıda, karıştırılabilir, sıkıştırılabilir ve yüzeyi düzeltilebilir olmalı. Katılma süresi, kullanım amacına uygun olmalı ve istenen süre içinde yeterli dayanıklılığa ulaşabilmeli. Tüm bunların nasıl sağlanabileceğini de öğrendik. Örneğin, betonun döküldükten sonra sulanması işleri kolaylaştırıyormuş. Bunların yanında betonun niteliğini, yapımında kullanılan malzemelerin özellikleri ve karıştırılma oranları da belirliyormuş. Beton yapılarıdaki çatlamlar ve çökmeler, genelde nitelikli malzeme kullanılmaması, hazırlama hataları ve özensiz kullanımdan kaynaklanıyormuş. Ayrıca malzemelerin rastgele karıştırılması da bozulmalara yol açabiliyormuş.

ODTÜ'deki yapı malzemeleri laboratuvarında beton üretimine ilişkin araştırmalar da yapılıyor. Bunlardan biri, "kendiliğinden yerleşen beton" araştırması. Bu çalışmada betonun akışkanlığını artır-

mak ve kalıba kendiliğinden yerleşmesini sağlamak için normal malzemelere ek olarak, çeşitli katkı malzemeleri koyarak denemeler yapıyorlar. Biz laboratuvardayken orada çalışmakta olan araştırmacı Mustafa Şahmaran, betonun kalıba yerleştirilirken içinde hava kalmaması için sıkıştırılması gerektiğini anlattı. Bu, işçilikten kaynaklanan sorunlar nedeniyle her zaman tam olarak sağlanamıyormuş. Yaptıkları araştırmaların amacı, harç kalıba döküldüğünde kendiliğinden kalıba yerleşen nitelikte beton elde edebilmek. Ancak bunun maliyeti şu an için biraz yüksek. Eğer maliyet düşürülebilirse kendiliğinden yerleşen betonlar üretilebilecek ve işçilikten kaynaklanan sorunların önüne geçilebilecek. Laboratuvarlarda betonun dayanıklılığı ve aşınmasını da ölçüyorlar. Bize bunun nasıl yapıldığını gösterdiler. Dayanıklılığı ölçmek için, özel baskı makineleriyle beton kütlelerine yüksek oranda basınç uygulanıyor. Belli bir süre sonra beton ezilmeye başlıyor. Betonun ezilmeye başladığı kuvvetin miktarı ve dayanabileceği ba-

sınç belirleniyor. Buna göre de betonun ne kadar yük taşıyacağı hesaplanıyor. Betonun aşınmasını ölçmek için de öncelikle beton parçasının ağırlığı ölçülüyor. Sonra bu parça, bir döner diskin üzerine yerleştiriliyor. Diskin üzerine aşındırıcı toz konarak beton aşındırılmaya başlanıyor. Belli bir süre sonra ağırlığı ölçülerek ne kadar aşındığı belirleniyor.

Beton, basınca karşı çok dayanıklı bir malzeme. Ancak aynı dayanıklılığı çekme etkisine karşı göstermiyor. Bu nedenle inşaat yapılırken betonun içine, dayanıklılığın artması için çelik çubuklar yerleştiriliyor. Bu yapılara da "betonarme yapılar" deniyor. Bu laboratuvar da çeliğin de çekme dayanıklılığı ölçülebiliyor. İlk olarak çelik çubuk, çekme makinesine yerleştiriliyor. Çubuk kopuncaya kadar makinede kalıyor. Ne kadarlık kuvvetle koptuğu belirleniyor ve buna bağlı olarak dayanıklılığı saptanıyor. Elde edilen ölçüm sonuçlarına göre beton içinde ve yapılarda ne kadar ve ne oranda çelik çubuk kullanılacağı hesaplanıyor. Laboratuvar içinde bir oda da deneysel amaçlı üretilen betonların yapısının bozulmadan saklanması için ayrılmış. %100 nem içeren bu odada, betonlar kurumadan saklanabiliyor.

Sağlam bina yapmak için yapılan araştırmalar, yapı mekaniği bölümünde gerçekleştiriliyor. Bu bölümde, yapılan binaların nasıl güçlendirilebileceği ve daha sağlam yapılabileceği araştırılıyor. Laboratuvar da küçük boyutlu bir ev duvarı yapılmış. Bu duvarı belirli şiddette sarsarak bir hasar oluşturuyorlar. Şiddetin derecesi ve oluşan hasarın durumuna göre ne kadar çelik ve beton kullanılması gerektiğini hesaplıyorlar. Yapı mekaniği bölümünde yapılan bir çalışma da, karbon lifi denen bir malzemenin, betonarme yapılarda kullanılması durumunda, dayanıklılığın nasıl artacağı konusuyla ilgili. Araştırmacılar, çelik yerine karbon lifi kullanıldığında dayanıklılığın en az 4 - 5 kat arttığını söylüyorlar. Bu malzemenin yüksek maliyetli olması işin tek olumsuz yanı.

Bu şekilde İnşaat Mühendisli laboratuvarlarından beton üretimi, sağlam yapılar gibi konularla ilgili bilgilenererek ayrılıyor.



Hazırlanan beton kütleleri dayanıklılık testleri için baskı makinelerine koyuluyor (üstte). Çimento harçlarının genleşme durumları ölçülüyor.



**Bülent Gözcüoğlu**