

## YAPI MALZEMESİ LABORATUVARI

Yapı Malzemesi Laboratuvarı, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Laboratuvarlar Binası, zemin katında bulunmaktadır. Yapı Malzemesi Laboratuvarı asma katlı çalışma ofisi ve iki adet deposu ile beraber: asma kat:  $5.4 \times 10.8 + 9 \times 4 = 92\text{m}^2$ ; çalışma alanı:  $9.3 \times 16.4 = 152\text{m}^2$ ; iki adet depo:  $3.8 \times 3.8 \times 2 = 30 \text{ m}^2$ ; toplam:  $274 \text{ m}^2$ 'dir. Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda, araştırma projeleri ve lisans düzeyinde öğrencilerin yapı malzemelerini tanımlarına yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Malzemelerin mekanik, kimyasal ve fiziksel özellikleri için yapılan deneylerin büyük bir kısmı Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda yapılmaktadır. Bunlar hem araştırma ve hem de geliştirme çalışmaları için yapı malzemeleri üzerinde yapılan deneysel çalışmaları kapsamaktadır. Bu çalışmalar genellikle, beton, ahşap, çimento ve yapı çeliği gibi malzemeler üzerinde yapılan deneyleri kapsamaktadır. Malzeme laboratuvarının genel görünümü aşağıda verilmiştir.



### YAPILABİLEN DENEYLER

Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda yapılabilen deneyleri agrega, çimento ve beton deneyleri olmak üzere üç ana başlık altında toplamak mümkündür. Bu ana başlıklar altında sıklıkla yapılan deneyler alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

#### 1. Agrega Deneyleri

##### a. Agregaların Elek Analizi deneyleri

- I. İri Agreganın Elek Analizi deneyleri
- II. İnce Agreganın Elek Analizi
- III. Tüvenan Agreganın Elek Analizi

- IV. Agregaların Birim Ağırlık Deneyleri
  - I. Sıkışık Birim Ağırlık Deneyi
  - II. Gevşek Birim Ağırlık Deneyi
- V. Agreganın Aşınma Deneyi
  - VI. Los Angeles Deneyi
    - a. Agregalarda Yabancı Madde Tayini
      - I. Kil-Toprak Tayini
      - II. Organik Madde Tayini
      - III. Hafif Madde Tayini
    - b. Agregalarda Boşluk Oranının Tayini
    - c. Agreganın Ezilme Deneyi
    - d. Çimento Deneyleri
      - e. Çimentoda Normal kıvamın tayini
      - f. Çimentoda Priz Başlama ve Sona erme sürelerinin tayini
      - g. Çimentoda hacim değişiminin tayini
      - h. Çimentoda inceliğin tayini
      - i. Çimentoda özgül ağırlığın tayini
      - j. Çimentoda dayanım deneyleri
        - I. Eğilme deneyi
        - II. Basınç deneyi
    - k. Beton Deneyleri
- VII. Taze Betonun Kıvam Deneyleri
  - I. Slamp Deneyi
  - II. Sıkıştırma faktörü Deneyi
  - III. Ve-be Deneyi
- VIII. Taze Betonun Birim Ağırlık Deneyi
- IX. Sertleşmiş Betonda Dayanım Deneyleri

- I. Eğilme deneyi
  - II. Basınç deneyi
  - III. Yarma deneyi
- X. Tahribatsız Beton Deneyleri
- I. Schmidt çekici
  - II. Ultra ses hızı deneyi

## 11. LABORATUVAR EKİPMANLARI

Yapı Malzemesi Laboratuvarı aşağıda listesi verilen araç ve donanımlara sahiptir:

1. Etüv
2. Kür Havuzu
3. Elek Seti
4. Tartı Aletleri
5. Blain Aleti
6. Los Angeles Aleti
7. Çökme Konisi
8. Sıkıştırma Konisi
9. Vicat Aleti
10. Le Chatelier aleti
11. Betoniyer
12. 25 lt kapasiteli harç mikseri
13. 4 adet 5 lt, 15 lt ve 20 lt lik harç mikseri
14. Universal test makinesi / schimadzu AG-X 100 Kn
15. Farklı boyutlarda küp, silindir ve prizma kalıpları
16. 200 ton kapasiteli basınç pres
17. El tipi çatlak ölçüm mikroskobu

18. 120 lt kapasiteli nem dolabı
19. Donma-Çözülme test cihazı
20. Dijital boy ölçer
21. Harç büzülme kalıbı
22. Pull-off test cihazı
23. Çimento ve mineral katkıların fiziksel ve mekanik özelliklerinin tayini için kullanılan ekipmanlar
24. Farklı hassasiyette ve büyüklükte teraziler
25. Yüzey geçirimsizliği ve su emmesinin tespiti için gerekli deney düzenekleri
26. Gaz geçirimsizlik cihazı
27. Demir çekme test cihazı
28. Farklı hacimlerde 3 adet beton karıştırma mikserleri
29. Beton kesme cihazı
30. Beton vibratörü
31. Farklı boyutlarda üç adet fırın
32. 4 adet kısıtlanmış rötre kalıpları

Yukarıda liste olarak verilen cihazlardan sıklıkla kullanılanlar, detaylı olarak aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

### **3.1 Etüv**

50x100x80cm boyutlarında önden kapaklı, 120 dereceye kadar ısıtma kapasitesine sahiptir ve numuneleri kurutmak amacıyla, lisans, proje ve yüksek lisans çalışmalarında aşağıdaki şekilde kullanılır:

1. Numune ile ilgili kimlik bilgileri ve hangi projeye ait olduğu deney föyüne kaydedilir.
2. İçine numune konan kabın darasını alınır ve deney föyüne kaydedilir.
3. Yaş numune + kap ağırlığı tartılır ve deney föyüne kaydedilir.
4. 105°C-110°C sıcaklıktaki etüve konur, 24 saat veya numune sabit ağırlığa gelene kadar kurutulur.

5. Kuru numune + kap ağırlığı tartılır ve deney föyüne kaydedilir.



### 33. K r havuzu

Sıcaklık ayarlı ve termostatlıdır. 50x50x185 cm boyutlarındadır. K f oluŐumuna karşı galvanizden yapılmıştır. Özellikle beton numunelerini 2, 7, 28 gün oda sıcaklığında (24 derece) suyun içinde bekletmek için lisans, proje ve yüksek lisans çalışmalarında, aşağıdaki Şekilde kullanılır:

Numune ile ilgili kimlik bilgileri ve hangi projeye ait olduğu deney föyüne ve numunenin üzerine kaydedilir.

1. K r havuzunun fişi elektrik prizinden çıkarılır, numuneler k r havuzuna yerleştirilir, havuzun fişi prize takılır. K r havuzuna numune yerleŐtirilirken, havuzun elektrik fişi güvenlik önlemi olarak, elektrik kaçağına karşı prizden çıkarılır.



## b. Elek seti

Eleklerin çapları  $\varnothing$  20cm ve yukseklikleri 8cm'dir. Elek kısımları pirinç, ızgara kısmı galvanizdir. Numuneleri boyutlarına göre ayırmak amacıyla lisans, proje ve yüksek lisans çalışmalarında aşağıdaki şekilde kullanılır:

3. Elekler sırası ile st üste 4 in, 3 ½ in, 3 in, 2 ½ in, 2 in, 1 ½ in, 1 in, 3/4in, 1/2in, 3/8 in ve toplama kabı olacak şekilde yerleştirilir.
4. Agregas en üstteki eleğe konur, elek seti sarsma makinesine yerleştirilir. Zaman ve sarsma şiddeti ayarlanabilen sarsma makinesinde, belli bir süre sarsmak suretiyle eleme işlemi gerçekleşir.
5. İri agregas için elekten geçen miktarlar hassas olarak tartılır.
6. İri agregaların elenmesi sırasında toplama kabında toplanan agregas, ince agregas olarak tanımlanır ve bu agregalarda sırası ile yerleştirilmiş olan No:4, No:8, No:16, No:30, No:50, No:100 eleklerden elenir ve elek altında kalan miktarlar hassas olarak tartılır. Güvenlik önlemi olarak özel bir giysi gerektirmez.



## 1. Blain aleti

Hava geçirgenliği prensibine dayanarak, çimentonun inceliğini tayin etmeye yarar. Alet delikli disk, numune hyesi, piston, süzgeç kâğıdı ve manometreden oluşur. Numune hyesi korozyona dayanıklı sert metalden yapılmış, 1.27cm çapında ve 5-6 cm boyundadır. Delikli disk, 1cm çapında olup üzerinde 30-40 delik bulunur. Piston hye içine kolayca girebilecek şekildedir. Manometre, 0.9cm çapında, boyu 27.5cm olan U şeklinde bir borudan oluşur. Borunun tepesinden 5cm aşağıda musluk bulunmaktadır.

Hava geçirgenliği prensibine dayanarak çimentoların inceliğini tayin etmeye yarayan ve genelde lisans, proje ve yüksek lisans çalışmalarında aşağıdaki şekilde kullanılan bir deney aletidir:

7. Hücrenin dibine disk konulur, üzerine süzgeç kâğıdı düzgün bir şekilde yerleştirilir.
8. Ayar numunesi 0.1 grama duyarlı bir terazide tartılır ve huni ile hücreye boşaltılır.
9. Hücre hafif hafif masaya vurularak, tabakanın düzgün bir şekilde hücre içine yerleşmesi sağlanır ve pistonla yavaşça sıkıştırılır.
10. Üst tarafa piston yardımıyla yeni bir süzgeç kâğıdı yerleştirilir.
11. Numunenin süzgeç kâğıdının üstüne çıkmaması için dikkatli bir şekilde piston başı hücrenin üst kenarına dokununcaya kadar sıkıştırılır ve piston yavaşça çekilir.
12. Manometredeki sıvı seviyesinin, U borusunun en alt çizgisinde olup olmadığı kontrol edilir.
13. Hücre dışına vazelin sürüldükten sonra manometrenin üstündeki yerine yerleştirilir.
14. Hücrenin ağzı sol elin başparmağı ile hava geçilmeyecek şekilde kapatılır.
15. Manometre borusundaki sıvı seviyesi en üst çizgiye gelinceye kadar, lastik bir pompa vasıtası ile manometre içindeki hava emilir.
16. Musluk kapatılarak sıvı belirli bir seviyede tutulur. Sol elin başparmağı hücrenin ağzından çekilir.
17. Sıvı seviyesi ikinci çizgiye geldiği anda kronometre çalıştırılır.
18. Sıvı seviyesi üçüncü çizgiye gelince kronometre durdurulur.
19. Akış süresi (t) saniye olarak tespit edilir ve oda sıcaklığı kaydedilir.
20. Ayrı ayrı hazırlanan üç numune üzerinde lme yapılarak ortalama akış süresi (t) bulunur. Kullanmak için özel önlem ve giysi gerektirmez.



## 1. Los Angeles aleti

Los Angeles aleti, iki ucu kapalı, iç çapı 71cm, iç uzunluğu 51 cm olan çelik bir silindirden oluşur. Silindirin içinden geçmeyen bir aksla, yatay durumda dönmeyi sağlayacak şekilde yapılmıştır. Silindirin içinde, 4.3cm çapında 14 adet demir küre bulunmaktadır. Agregaların aşınmaya karşı dayanıklılığını belirlemek için lisans, proje ve yüksek lisans çalışmalarında aşağıdaki şekilde kullanılır:



21. Numune ile ilgili kimlik bilgileri ve hangi projeye ait olduğu deney f6yüne kaydedilir.
22. Los Angeles aletinin iinin temiz, demir bilyelerinin eksiksiz olduğu kontrol edilir.
23. Standartta belirtilen miktarda numune, Los Angeles aletinin içine konur ve kapağı sıkıca kapatılır.
24. Devir sayacı 100 devire ayarlanır ve 100 devir sonunda aletin içindeki numune çıkarılarak standartta belirtilen elekten elenir. Elekten geçen numune miktarının toplam numune miktarına oranı, yüzde olarak belirlenir.
25. Aynı işlemler 500 devir için tekrarlanır ve elekten geçen numune miktarının toplam numune miktarına oranı, yüzde olarak belirlenir.

Los Angeles aleti çalışırken aşırı ses yaptığı için, güvenlik 6nlemi olarak kulakları yüksek sestem koruyacak kulak tıkacı kullanılır.



### 1. 6kme konisi

6kme (slump) konisi deney seti, alt çapı 20cm, st çapı 10cm ve yüksekliği 30cm olan esnemeyecek kalınlıktaki bir koniden ve 60cm boyunda metal demir bir çubuktan oluşmaktadır. Betonun kıvamını (akıcı, plastik, kuru) belirlemek amacıyla aşağıdaki Şekilde kullanılır:

26. Kalıbın içi ıslak bezle silinir ve kalıp, düz, nemli ve su emmeyen bir satış üzerine yerleştirilir.
27. Kalıp beton ile dolduruluncaya kadar sıkıca tutulur.
28. Beton kalıba  tabaka halinde ve her tabaka takriben kalıbın üçte birini dolduracak Şekilde yerleştirilir, yani tabakaların kalıp tabanından itibaren düşey yükseklikleri sırasıyla 7.5cm, 15 cm ve 30 cm olmalıdır.

29. Betonun kalıp içinde simetrik olarak yayılmasını sağlamak için, kepçe üst kenar etrafında dolaştırılarak beton akıtılır.
30. Her bir tabaka 60 cm boyunda, 1.6 cm çapında ve ucu mermi formunda olan bir şişleme çubuğu ile 25 defa şişlenir.
31. Vuruşlar kalıbın kesitine düzgün şekilde dağıtılır ve bir evvelki tabakaya 2.5 cm nüfuz edecek kuvvetle vurulmasına dikkat edilir. En alt tabaka ise bütün derinlik boyunca şişlenir.
32. En üst tabaka şişlendikten sonra, kalıbın üzeri mala ile düzeltilir ve yerde kalıp etrafına dökülmüş olan beton temizlenir.
33. Daha sonra kalıp saplarından tutularak yavaşça ve dikkat edilerek düşey olarak kaldırılır.
34. Beton yığınının yanına konulan huninin üzerine, yatay olarak yerleştirilen şişleme çubuğunun alt seviyesi ile çöken betonun üst yüzünün ortalama yüksekliği arasındaki mesafe en yakın 0.5 cm'ye kadar cetvel ile ölçülür. Kullanmak için özel önlem ve giysi gerektirmez.



## 1. Sıkıştırma konisi

İki kesik koni ve bir silindirden oluşur. Üst kesik koninin üst çapı 25.4cm, alt çapı 12.7cm ve yüksekliği 27.9cm dir. Alt koninin üst çapı 22.9cm, alt çapı 12.7cm ve yüksekliği ise 22.9cm'dir. Alttaki silindirin yüksekliği 30.5cm, çapı 15.2cm'dir. Koniler galvanizdir ve yaklaşık 0.5cm kalınlıktadırlar. Betonun kıvamını (akıcı, plastik, kuru) belirlemek için aşağıdaki şekilde kullanılır:

35. Kalıbın içi ıslak bezle silinir ve kalıp, düz, nemli ve su emmeyen bir yüz üzerine yerleştirilir.

36. Beton, hacmi ve ağırlığı belli ve sıkıştırma aletinin üst konisinin hacmine eşit olan çelik silindirin içine, demir çubukla şişlenerek doldurulur. Daha sonra, çelik silindirdeki beton sıkıştırma aletinin üst konisinin içine boşaltılır.
37. Daha sonra üst koninin alt kapağı açılarak, üst koninin içindeki betonun alt koniye dolması sağlanır.
38. Alt koninin içine dolan beton, alt koninin altındaki silindirin içine boşaltılır ve bu silindirin içindeki betonun ağırlığı belirlenir.
39. Beton, hacmi ve ağırlığı belli ve sıkıştırma aletinin üst konisinin hacmine eşit olan çelik silindirin içine sıkıştırılmadan doldurulur.
40. Daha sonra, çelik silindirdeki beton sıkıştırma aletinin üst konisinin içine boşaltılır ve üst koninin alt kapağı açılarak, üst koninin içindeki betonun alt koniye dolması sağlanır.
41. Alt koninin içine dolan beton, alt koninin altındaki silindirin içine boşaltılır ve bu silindirin içindeki betonun ağırlığı belirlenir.
42. Her iki durumdaki beton ağırlıkları birbirine oranlanarak, sıkışma katsayısı belirlenir. Aleti kullanmak için özel önlem ve giysi gerekmez.



## 1. Vicat aleti

Vicat aleti, çimento hamurunun bulunduğu çelik bir kalıp ve iğneyi içerir. Tabla üzerine kurulmuş olup, 30cm yüksekliğindedir. Tablasının üzerine doğru eğilmiş kısmında, 1.5cm çapında, sürtünmesiz, ucuna vicat iğnesi (sondası) takılan silindirik bir çubuk bulunur. Çimentonun priz başlama ve priz sona erme sürelerinin belirlenmesi için, lisans, proje ve yüksek lisans çalışmalarında aşağıdaki şekilde kullanılır:

43. Aletin üst tabakasına 27,5 gr'lık bir ağırlık konulur ve iğnesi takılır.

44. Aletin göstergesi, iğne cam levhaya değdiği zaman sıfırı gösterecek şekilde ayarlanır.
45. Normal kıvamda hazırlanan çimento hamuru, vicat halkasının içine yerleştirilir.
46. Çimento hamurunun priz başlama süresini belirlemek için, vicat sondası halka içindeki hamurun üst yüzeyine dokunacak kadar indirilir ve yan taraftaki vida sıkıştırılır.
47. Daha sonra alet serbest bırakılarak, sondanın çimento hamuruna battığı mesafe ölçülür. Bu işlemler birkaç defa tekrar edilerek, ölçümler yenilenir. Çimento hamurunun hazırlanışından, sondanın çimento hamurunun tabanından 5-7mm battığı duruma kadar geçen süre, priz başlama süresi olarak belirlenir.
48. Aynı işlemler, vicat iğnesi ile priz sona erme süresinin belirlenmesi için de tekrarlanır. Aleti kullanmak için özel önlem ve giysi gerekmez.



## 1. Le Chatelier aleti

Le Chatelier aleti, 3cm çapında ve 3cm yüksekliğinde, ortası yarık bir silindirden ve bu yarıkların ortalarına tutturulmuş, 15cm boyunda 1.5cm kalınlığında iki çubuktan oluşur. Alet, çimento hamurunda hacim sabitliğini belirlemek için kullanılır. Pirinçten yapılmış olup, silindirik halkasının et kalınlığı 0.5 mm, iç çapı 30 mm ve yüksekliği 30 mm'dir. Silindirik halka eksenine doğrultusunda yarıktır. Yarığın her iki tarafına ve silindirin tam ortasına gelmek üzere 150 mm uzunluğunda iki çubuk lehimlenmiştir. Genelde lisans, proje ve yüksek lisans çalışmalarında aşağıdaki şekilde kullanılır:

49. Numune ile ilgili kimlik bilgileri ve hangi projeye ait olduğu deney föyüne kaydedilir.
50. Le Chatelier aleti, halkalarının her iki tarafına ve silindirin tam ortasına gelmek üzere lehimlenmiş olan çubuklarının açılmasını önlemek için sıkıca bağlanır.
51. Çimento hamuru aletin içine yerleştirilir, halkaları alt ve üst yüzünden camla kapatılarak etüve konur, 24 saat-105 derecede bekletilir.

52. Halkanın çubukları arasındaki açılma ölçülür. Bu değer, standartta belirtilen değerden büyük olmamalıdır.



## 1. **Betoniyer**

Laboratuvarımızda, yatay ve düşey eksenli 125 dm<sup>3</sup> kapasiteli iki betoniyer mevcuttur. Betoniyerler, beton karışımı gereken deneylerde; lisans, proje ve yüksek lisans çalışmalarında kullanılır. Betoniyerin içine, iri agrega, ince agrega ve su belirtilen ağırlıklarda konularak 3 dakika çalıştırılır ve malzemelerin homojen olarak karıştırılması sağlanır. Kullanmak için özel önlem ve giysi gerektirmez. Ancak betoniyerler elektrikli olduğundan, içine numune konulurken ve boşaltılırken elektrik fişi prizden çıkartılmalıdır.



## 2. LABORATUVAR GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

- a. Genel ve özel uyarı levhaları: “Dikkat Yüksek Gerilim (Elektrik Panosu); Dikkat Yüksek Isı (Etüv); İlgili Kişiden Başkası Kullanamaz” levhaları bulunmaktadır.
- b. Yangın önlemi. Bir adet yangın söndürme aleti vardır.
- c. Yüksek ses: İki adet kulaklık vardır.
- d. Çarpma, yaralanma önlemi: kafaya alınacak darbeleri önlemek amacıyla 8 adet baret vardır.
- e. Sıçrama önlemi: Çalışma sırasında göze gelebilecek parçalardan korunmak amacıyla 2 adet gözlük vardır.

Malzeme laboratuvarı, yapı malzemeleri dersi kapsamında lisans öğrencilerinin kullanımına açıktır. Öğrenciler çalışmalarını gruplar halinde ve uzman gözetiminde gerçekleştirmektedirler.

### **Laboratuvar Sorumlusu**

Sorumlu: Öğr. Gör. Dr. Hüseyin KALKAN