

BETONUNUN ÇARPMA MUKAVEMETİ ÜZERİNE BASINÇ DAYANIMININ ETKİSİ

Erdinç ARICI

Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Elazığ, Türkiye

Özet

Bu çalışmada; betonun çarpma mukavemetine basınç dayanımının etkisi belirleyebilmek için Charpy metodu kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda 100x100x500 mm. lik beton numunelerde kullanılabilir boyutlarda charpy deney düzeneği hazırlanmıştır. Çarpma mukavemetinin belirlenmesi için yapılan deneylerde max. agrega çapı 8 mm. olan, farklı başlangıç çatlak boyutuna (relatif çentik boyu 0,2 ve 0,3) ve basınç dayanımına sahip üç seri numune hazırlanmıştır. Ayrıca serilerin basınç, yarma ve eğilme dayanımları belirlenebilmesi içinde numuneler dökülmüştür. Elde edilen deneysel verilerden çarpma dayanımında betonun basınç dayanımının etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beton, Basınç dayanımı, Charpy metodu, çarpma dayanımı.

EFFECT OF COMPRESSIVE STRENGTH ON IMPACT STRENGTH OF CONCRETE

Abstract

In this study, Charpy test method has used for determine to impact resistance of compressive strength of concrete. At direction of this objective, a Charpy test mechanism has prepared that it has got dimensions to use at 100x100x500mm concrete specimens. At carried out tests to determine of impact resistance, three series specimens has prepared that they has got three different compressive strength, max. aggregate size 8mm and two different notch lengths (relative notch lengths 0,2 and 0,3). Separately, specimens has prepared to determine to compressive strength, bending strength and engraving strength. Effect of compressive strength of concrete is studied to impact resistance from finding experimental datas

Keywords: Concrete, Compressive strength, Charpy method, impact resistance.

1. Giriş

Betonun kalitesi genel olarak dayanımla ölçülmektedir. Beton dayanımı, üzerine gelen yüklerin neden olacağı şekil değiştirmelere ve kırılmaya karşı, betonun gösterebileceği maksimum direnme olarak tanımlanmaktadır[1]. Betonun üzerine değişik yönlerde uygulanan yükler, değişik etkilere sebep olabilmektedir. Betonun kullanılacağı yapının tasarımı yapılırken, betonun üzerine gelebilecek değişik türdeki yüklerin büyüklükleri göz önünde tutulmakta ve üretilecek betonun mekaniksel özelliklerinin bu yüklerle karşı yeterli dayanımı göstereceği varsayılmalıdır. Üretilecek betondaki dayanım değerlerinin, tasarım hesaplarında kullanılmış olan değerlerden daha az olmaması gerekmektedir [2]. Betonların mekaniksel özellikleri, kırılma mekaniğinde ki gelişmeler sonucu daha net olarak açıklanabilmektedir. Bu gelişmelere paralel olarak farklı etkenlerin betonun kırılma parametrelerine etkisi incelenmiştir [3-4]. Betonun mekaniksel özelliklerinden biri olan çarpma dayanımının direk belirlenebilmesi için kesin bir metod belirtilmemiş, dolaylı yollardan veya farklı metodların modifiye edilmesi sonucu belirlemeye gidilmiştir [5].

Bir cismin belirli bir yükseklikten düşmesi veya bir kuvvetin birden bire uygulanmasıyla malzeme çarpma etkisine maruz kalmaktadır. Çarpma sonucu, gerilme çok kısa süre içerisinde artarak büyük değerlere ulaşır. Bu tür çarpma etkisinin meydana getirdiği gerilme altında eğer malzeme çarpma tesirlerine dayanıklı değilse kısa sürede deformasyona uğrar ve beklenen fonksiyonu gösteremez. Çarpma olayında, malzeme dış kuvvetlerin yapmış olduğu bir işe maruz kalmaktadır. Malzemenin deformasyon işinin kırılma işi denilen kritik bir değere ulaşması halinde malzeme çarpma etkisiyle mukavemetini kaybederek kırılır [6].

Çarpma deneyleri, malzeme şekline ve cinsine bağlı olarak farklı şekillerde yapılabilmektedir. Bunlar;

- a- Hareketli Sarkaç – Charpy [7-8] İzod [9-10]
- b- Düşen Top – Düşme makinesinin farklı tipleri ise sabit yükseltideki düşüş veya değişken yükseltideki düşüş [11-12]
- c- Kesin bir yükseklikten düşürülen yapısal elemanlar [13]
- d- Patlayıcı Maddeler [11-12-14] dir.

Beton ve betonarme elemanlar kullanım yerlerine bağlı olarak önemli ölçüde çarpma etkisi altında kalabilirler. Hava alanları, yollar, genel amaçlı döşeme kaplamaları, kazık ve palplanş başlıkları çarpma tesiri altında kalabilmektedir. Betonun yeterli çarpma dayanımına

sahip olmaması halinde bu gibi yapılar ve elemanlar işlevlerinin göremez hale gelirler veya faydalı ömürleri kısalmır. Bir malzeme üzerinde çarpma etkisi, yüzeyine bir cismin belirli yükseklikten düşmesi yolu ile olacağı gibi aniden uygulanan kuvvetler şeklinde de olabilir. Çarpma sonucunda bir cisimde gerilmeler çok kısa sürede büyük değerlere ulaşabilmekte, gerilme ve deformasyonlar karmaşık, teorik irdelemesi ise zor hale gelebilmektedir.

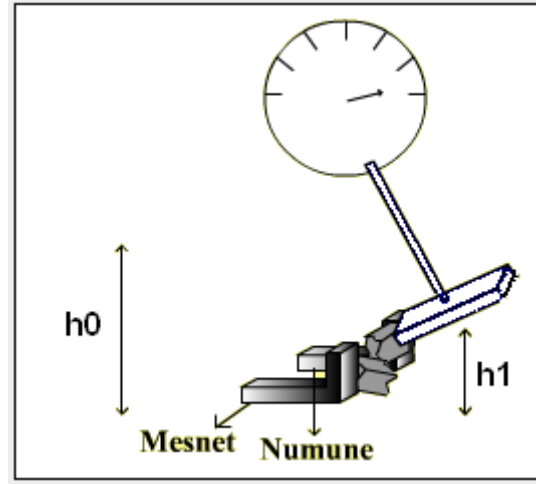
Bir cismin çarpma dayanımı, gerilme- birim deformasyon eğrisinin altındaki alan, yani tokluluğu ile yakından ilişkilidir. Bu alanın büyük olması cismin yüksek dayanımına sahip olması kadar, sünek olmasına da bağlıdır. Genelde kırılma bir malzeme olan betonda dayanım normal agrega kullanılması halinde harç matrisine ve ara yüzeyinin kalitesine bağlı olarak değişmektedir [15].

Yükleme şekli esas alındığında malzemeyi kırmak iki yolla mümkündür. Birincisi, gerilme-şekil değiştirme diyagramlarının elde edilmesinde yapıldığı gibi yükü yavaş yavaş arttırmak suretiyle kırmaktır ve kırılma işi şekil değiştirme eğrisinin altında kalan alanla ölçülür. İkincisi ise malzemeyi sarkaç şeklinde G ağırlığındaki bir tokmak vasıtasıyla kırmak veya başka bir cisim, mesela bir tokmağı hızla çarpmak suretiyle kırmaktır [15].

2. Charpy Deney Metodu

Malzemenin çarpma dayanımlarını belirlemek için çeşitli deney metotları uygulanmaktadır. Metallerde Charpy çentik darbe deneyi kullanılırken, yapı taşlarında bir ağırlığın belirli bir yükseklikten serbestçe numune üzerine düşürülmesi yöntemi uygulanır. Fakat betonlar için belli bir standart metot bulunmamaktadır.

Darbe deneyinde, numunenin dinamik bir zorlama altında kırılması için gereken enerji miktarı tayin edilir. Bulunan değer, malzemenin darbe direnci (darbe mukavemeti) olarak tanımlanır. Şekil 1 de görülen Charpy düzeneğinde ağırlığı G olan sarkaç, h_0 yüksekliğine çıkarıldığında potansiyel enerji ($G \times h_0$) mertebesindedir. Sarkaç bu yükseklikten serbest bırakıldığında, düşey bir düzlem içinde hareket ederek numuneyi kırar ve aksi istikamette h_1 yüksekliğine kadar çıkar. Böylece, numunenin kırılmasından sonra sarkaçta kalan potansiyel enerji ($G \times h_1$) mertebesinde demektir.



Şekil 1. Şematik Olarak Çentik Darbe Deneyinin Gösterilmesi

Sarkacın, numune ile temas haline geldiği andaki enerjisi ile numune kırıldıktan sonra sarkaçta kalan potansiyel enerji farkı, o numunenin kırılması için gereken enerjiyi başka bir deyimle, darbe direncini verir. Bu enerji aşağıdaki formülle de gösterilebilir:

$$U = G(h_0 - h_1) = G.L. (\cos\beta - \cos\alpha) \quad (2.1)$$

Deney esnasında sarkaç, daha önce tespit edilen potansiyel enerjiye sahip olabileceği bir yüksekliğe çıkarılır. Daha sonra numune, uygun bir şekilde yerleştirilir. Örneğin, en çok uygulanan Charpy deneyinde numune, mesnetlere tam yaslanacak şekilde ve çekicinin salınım düzlemi ile çentiğinin simetri düzlemi 0,5 mm içinde birbirine çakışacak şekilde yerleştirilir. Bu durum cihaza bağlı, yardımcı bir aletle sağlanabilir. Numune uygun şekilde yerleştirildikten sonra, okumaların yapıldığı kadranın göstergesi başlangıç durumuna getirilir ve sarkaç düzgün bir şekilde serbest bırakılır. Sonuç, deneyden sonra kadrandan okunur [16].

Tokmağın ilk ve son konumlarındaki potansiyel enerjileri arasındaki fark bulunur ve numune kesit alanından faydalanılarak çarpma mukavemeti belirlenir.

$$\Ç = U/A = (G(h_0 - h_1))/A \quad (2.2)$$

Charpy metodunun temeldeki ana fikir enerjinin korunumudur. Sarkaç belli bir yükseklikte (h_0) durgun halde iken potansiyel enerjisi maksimumdur. Numuneye çarptığı anda kinetik enerji maksimum seviyeye ulaşmıştır. Numuneyi kırduğunda enerjinin belli bir miktarı numunenin kırılma enerjisi olarak harcanır, geriye kalan enerji vasıtasıyla tokmak devam ederek h_1 seviyesine yükselir. Buradaki enerji kaybı bize çarpmadaki kırılma enerjisini verir. Kırılma enerjisinden faydalanarak çarpma mukavemeti belirlenir. Genel olarak çarpma dayanımı kg.m/cm^2 veya N.mm/mm^2 cinsinden ifade edilmektedir.

3. Deneysel Çalışma

Betonunun çarpma dayanımına basınç dayanımının etkisinin belirlenmesi için yapılan deneylerde kullanılacak numunelerin karışım hesaplamaları TS 802 [17] esasları dikkate alınarak yapılmış ve Tablo 1 de bu değerler gösterilmiştir. Üçüncü seride karışıma akışkanlaştırıcı ilave edilmiştir. Numuneler max. agrega çapı 8 mm. olan, iki farklı başlangıç çatlak boyutuna (relatif çentik boyu (a) 0,2 ve 0,3) ve farklı basınç dayanımına sahip üç seri halinde hazırlanmıştır. 28 günlük numunelerden elde edilen basınç, eğilmede çekme ve yarma dayanımları Tablo 2 de gösterilmiştir. Çarpma dayanımlarının belirlenmesi için ise beton numune boyutlarına uygun olarak hazırlanan Charpy deney düzeneği kullanılmıştır. Bu düzenekte 100x100x500 mm. lik numunelerin kırılmadaki potansiyel enerji değerleri ve bu değerlerden faydalanılarak hesaplanan Çarpma dayanımı sonuçları Tablo 3 de serilere göre verilmiştir.

Tablo 1. Karışım Hesaplamaları

Seri	Malzeme (kg/m ³)			
	Su	Çimento	Kum	Çakıl
I	230	430	1100	500
II	210	395	890	820
III	195	395	915	843

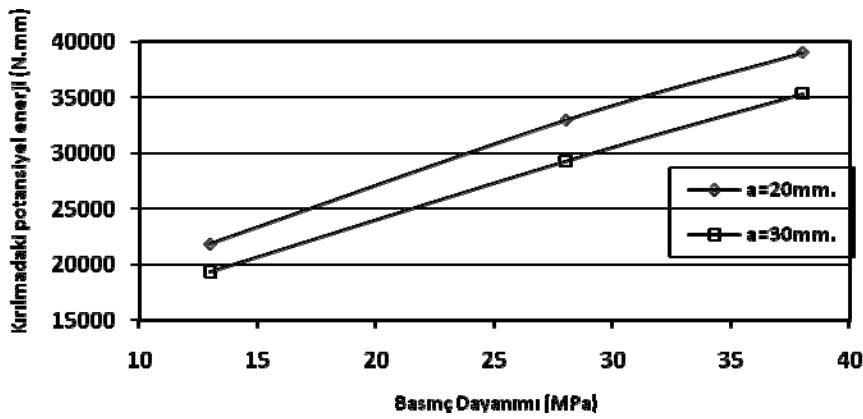
Tablo 2. Serilerin Dayanımları (N/mm²)

Dayanım cinsi	Seri I (Düşük dayanımlı)	Seri II (Normal dayanımlı)	Seri III (Yüksek dayanımlı)
Basınç Dayanımı (N/mm ²)	13	28	38
Eğilmede Çekme Dayanımı (N/mm ²)	1,55	2,91	3,49
Yarma Dayanımı (N/mm ²)	1,53	2,88	3,26

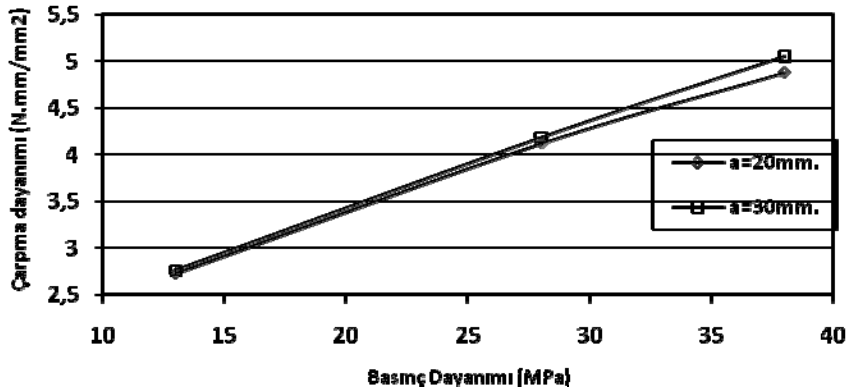
Tablo 3. Serilerin Çarpma Dayanım Deney sonuçları

Seriler	Başlangıç Çatlak Boyutu (a) (mm)	Basınç Dayanımı (σ) (N/mm ²)	Potansiyel Enerji (U) (N.mm)	Çarpma Dayanımı (Ç) (N.mm/mm ²)	q (Ç/√σ)
Seri I	20	38	39003	4,88	0,79
	30		35351	5,05	0,82
Seri II	20	28	32943	4,12	0,77
	30		29291	4,18	0,79
Seri III	20	13	21832	2,73	0,76
	30		19346	2,76	0,77

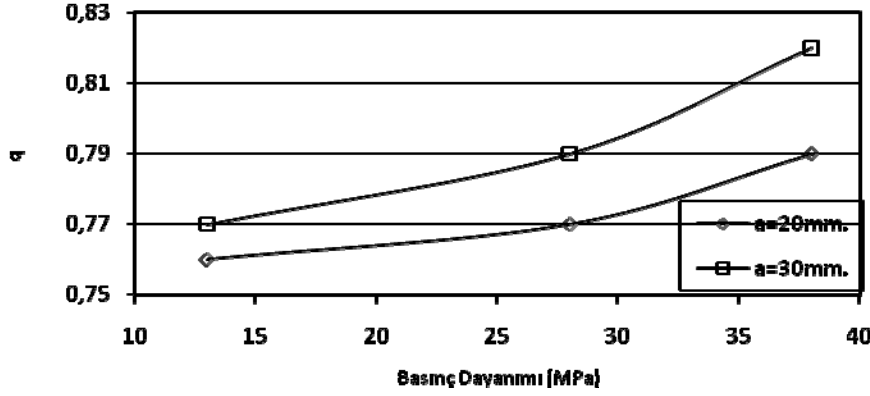
Elde edilen verilerden görüleceği üzere, betonun basınç dayanımındaki artışla birlikte numunelerin kırılması için gerekli olan potansiyel enerji (U), betonun çarpma dayanımı (Ç) ve çarpma dayanımının basınç dayanımına oranı (q) değerleri artmıştır. Fakat seriler başlangıç çatlak boyutuna (a) göre kendi içinde incelendiğinde; çatlak boyu büyük olan numunelerde kesit alanı azaldığından, Şekil 2 de görüldüğü gibi kırılması için daha az enerji gerekli olmuştur. Buna rağmen, Şekil 3 de gösterilen çarpma dayanımları ve q değerlerine (Şekil 4) bakıldığında kesit alanı ile ters orantılı olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Numuneleri Kırmada Gerekli Potansiyel Enerji Değerleri (U)



Şekil 3. Numunelerin Çarpma Dayanım Değerleri (Ç)



Şekil 4. Numunelerin q (Ç/σ) Değerleri

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmalar ve elde edilen deneysel veriler neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1- Betonun basınç dayanımına bağlı olarak, eğilmede çekme ve yarma dayanımlarında artmaktadır. Aynı şekilde basınç dayanımının artması çarpma mukavemetini de olumlu yönde etkilemektedir.

2- Başlangıç çatlak boyu arttıkça faydalı enkesit alanı azalmaktadır. Bunun sonucunda kırılma için gerekli olan enerji miktarıda azalmaktadır. Fakat çarpma dayanımı ters orantılı olarak artmaktadır. Bu olayın tam olarak yorumlanabilmesi için çarpma dayanımının boyut etkisi açısından incelenmesi daha uygun olacaktır.

3- Betonun çarpma dayanımı (Ç) ile basınç dayanımı (σ) arasındaki orana (q) baktığımızda bu değerler 0,77 - 0,82 arasında değişmektedir. Bu sonuçlar deneysel veriler açısından olumlu olmaktadır.

4- Çarpma mukavemeti teknolojik bir özellik olmasından dolayı deney sonuçlarını etkileyen bazı faktörler vardır. Bunlar; tokmak ağırlığı, kol boyu, düşme açısı, çarpma hızı ve mesnetlenmedir.

5- Charpy deneyinde numune ile tokmak arasında kırılma sonrası sürtünme v.b. sebeplerden dolayı enerji kayıpları meydana gelebilir. Deney sonuçlarının bu enerji kaybından minimum derecede etkilenmesi için numune genişliği ve mesnet aralığına bağlı olarak bir katsayı belirlenmelidir. Deneysel verilerin bu katsayı ile çarpımı sonucunda daha doğru sonuçlar alınabilir, böylece genel formülasyon olayına gidilebilir.

Kaynaklar

- [1] ACI-116.R-90, Cement and Concrete Terminology, ACI Manual of Concrete Practice, Part I, Detroit, 1994.
- [2] Erdoğan, T. Y., Beton, Odtü, Ankara, 2003.
- [3] Alyamaç, K.E., İnce, R., “Investigation of Effect of Curing Time on Fracture Parameters of Concrete”, 8th International Fracture Conference, 600-608, 2007.
- [4] Alyamaç, K.E., İnce, R., “Determination of Relationship Between Moisture Rate and Fracture Parameters for Conventional Concrete”, 8th International Fracture Conference, 634-643, 2007.
- [5] Arıcı, E., Dursun, R., İnce, R., “Determination of Impact Strength of Concrete”, 8th International Fracture Conference, 628-633, 2007.
- [6] Güner M. S., Süme, V., “Yapı Malzemesi ve Beton”, Aktif Yayınevi, Ankara, 2000.
- [7] Edgington, J., Hannant, D. J. and Williams, G. I. T., “Steel fibre reinforced concrete”, Building Research Establishment Current Paper, CP 69/74, July 1974.
- [8] Johnston, C. D., “Steel fiber reinforced mortar and concrete: a review of mechanical properties”, Fiber Reinforced Concrete, Publication SP-44, American Concrete Institute, Detroit, pp.127-142. 1974,
- [9] Krenchel, H. and Miller, A. Slagseghet, “Metodstudie, Fibrobetong, Nordforsks projektkommitte for FRC material”, Delrapporter, Nordforsks,Stockholm~Sub-Report R,R1-R15
- [10] Skarendahl, A., “Stalfiberbetongs slagseghet vid 1-och 2-dimensionell fiberorientering”, Nordforsks projektkommitte for FRC mat., Delrapporter, Nordforsks, Stockholm, Sub-Report S, 1-10.
- [11] Verhagen, A. H., “Impact testing of fibre reinforced concrete: reflection on possible test methods”, Testing and Test Methods of Fibre Cement Composites, RILEM Symposium Edited by R. N. Swamy, The Construction Press Ltd., Hornby, pp. 99-105, 1978.
- TMMOB İnş. Müh. Od. 1996, 4. Ulusal Beton Kongresi, İstanbul.
- [12] Jamrozy, Z. and Swamy, R.N., “Use of steel fibre reinforcement for impact resistance and machinery foundations”, International Journal of Cement Composites, Vol.1, No.2, pp.65-75, 1979.

- [13] Barb, S. and Hanson, D., “Investigation of fiber reinforced breakwater armour units”, Fiber Reinforced Concrete Publication SP-44, American Concrete Institute, Detroit, pp. 415-434, 1974.
- [14] U.S. Army Engineering Division, “Fibrous reinforcements for Portland cement concrete”, Technical Report No. 2-40, Ohio River, Corps of Engineers, Ohio River Division Laboratories, Cincinnati, Ohio 45227, May 1965.
- [15] Kocataşkın, F., “Yapı Malzemesi Bilimi”, Arı Kitabevi, İstanbul, 1969.
- [16] Anık, S., “Metalik Malzemelerin Mekanik Deneyleri”, Birsen Yayın Evi, İstanbul, 1999.
- [17] TS 802, “Beton Karışım Hesapları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1985.