

KKTC'DE DOĞAL VE KIRMA TAŞ AGREGALARI İLE YÜKSEK BETON BASINÇ DAYANIMLARI

Tahir ÇELİK
Yrd. Doç. Dr.
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Doğu Akdeniz Üniversitesi
MAGOSA-KIBRIS

ÖZET

Yüksek dayanımlı betonun çevre şartlarına karşı olan dayanıklılığı da artmaktadır. Fakat yüksek dayanımlı beton üretebilmek için birtakım zorlukların aşılması gerekmektedir. Bu zorlukların başında beton kıvamının, su/çimento oranının kontrolü, beton içinde hava boşluğu oranının en aza indirilebilmesi, çimento dozajının kontrolü, agreganın özelliklerinin uygunluğu ve beton operasyonlarındaki işçiliğin iyileştirilmesi gelmektedir.

Bu bildiride, KKTC'de üretilen iki tip agrega, doğal agrega ve kırma taş kullanarak beton basınç dayanımlarının ne şekilde artırılabilceği ve ne kadar arttırılabilceği üzerine yapılan bir deneysel araştırmanın tanıtımına çalışılacaktır.

1. GİRİŞ

Yüksek dayanımlı beton nasıl bir betondur? Bazı hallerde 30 N/mm^2 ulaşılması çok zor yüksek bir basınç dayanımı olurken bazı hallerde 60 N/mm^2 rahatlıkla ulaşılabilen bir basınç dayanımı olabilmektedir. Birinci haldeki 30 N/mm^2 bulunduğu ortam itibarı ile yüksek basınç dayanımı olarak tanımlanabilirken, ikinci haldeki 60 N/mm^2 yüksek basınç dayanımı olarak tanımlanamayabilir. O halde, betonda yüksek dayanım neyi anlatmaktadır? Yüksek dayanımın tanımı "üretiminde zorluklarla karşılaşılan beton daya-

nımı" olarak yapılabilmektedir.

Yüksek dayanımlı beton elde etmek için dikkat edilmesi gereken noktalar şöyledir:

- i) Kıvam
- ii) Beton içindeki hava boşluğu
- iii) Çimento dozajı
- iv) Su/çimento oranı
- v) Karışımdaki agrega miktarı ve özellikleri
- vi) Beton işçiliği

1.1 Kıvam

Özel akışkanlaştırıcı kullanılmayarak kıvamın yükseltilmesi dayanımı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu konu, kesit ve donatım tasarımı yapan mühendis tarafından dikkate alınmalı ve gereksiz yere kıvamın artırılması istenmemelidir. Her 25 mm çökme (slump) artırımını, dayanımı yaklaşık 5 N/mm² azaltmaktadır [2]. Kıvamın yükseltilmesi gerekiyorsa akışkanlaştırıcı katkı malzemeleri kullanılması daha iyi neticeler vermektedir.

1.2 Beton İçindeki Hava Boşluğu

Yüksek dayanım hedeflenen betonlarda sıkıştırma en iyi şekilde yapılarak ve beton içindeki hava boşluğu en aza indirilmelidir. Ayrıca çok zorda kalınmadıkça hava katkı maddeleri kullanılmamalıdır. Zoraki olarak kullanılacak olşa bile, beton içindeki her %1 lik hava boşluğu, dayanımı %5 ile %6 arası [3] düşüreceği unutulmamalıdır.

1.3 Çimento Dozajı

Yüksek dayanım elde etmek için çimento dozajının 450-600 kg/m³ mertebesinde olması uygundur. Çimento dozajını daha fazla artırmak yerine, silis dumanı gibi mineral maddeler ilâvesi dayanım artırımında daha etkili olabilmektedir.

1.4 Su/Çimento Oranı :

Bilindiği gibi su/çimento oranı artarken betonun dayanımı azalmaktadır. Yüksek dayanımlı beton üretebilmek için su/çimento oranının en çok 0.40 civarı tutulması uygundur.

1.5 Karışımdaki Agrega Miktarı ve Özellikleri

Belirli bir su/çimento oranında karışımdaki agreganın yüzdeliği art-

tıkca, betonun dayanımı da artmaktadır. Deneyler göstermiştir ki, agreganın hacimce oranı beton miktarının %80'ine kadar arttıkça beton dayanımı da artmaktadır [4].

Bilindiği gibi betonun kırılması iki şekilde olmaktadır. Birincisinde çimento harcı ile agregalar arasındaki bağ kopar veya harcın kendi içinde kırılmalar olur. İkincisinde çimento hamurundan önce iri agregalar kırılır. Deneyler göstermiştir ki, iri agregaların yüzeylerinin pürüzlü ve şekillerinin köşeli olması belirli bir kıvamda ve su/çimento oranında beton dayanımını artırmaktadır [5]. İri agrega en büyük tane çapının küçük tutulması betonun dayanımını artırmaktadır.

1.6 Beton İşçiliği

Yüksek dayanımlı beton elde edebilmek için, ilgili kişiler, mühendis, müteahhit ve beton üreten grup (hazır beton kullanımında) betonla özel olarak ilgilenip, birbirleri ile sıkı ilişki içinde olmaları gerekmektedir. Özellikle sıcak günlerde, yüksek dayanımlı beton üretimi daha da zor olmaktadır. Fazla miktardaki kıvam kaybı karışımın ilk su miktarının artırılmasını gerektirir. Bu da dayanımı olumsuz etkilemektedir. Sıcak günlerde, kıvamı bir saat süreyle sabit tutmak için karışıma ilâve edilen fazla su, dayanımı %12 oranında düşürmektedir [2]. Sıcak günlerde betondan buharlaşacak suyun kontrolü da beton bakımı (kür) sırasında ayrıca dikkat gerektirmektedir. Beton malzemeleri doğru olarak ölçeklendirilirken, karışımın su miktarı titizlikle kontrol edilmelidir. Hazır beton kullanılacaksa, beton malzemelerinin kamyon üzerindeki karıştırıcıya yüklenme sırasına önem gösterilmeli ve sevkiyat süresi sıcak günlerde 30 dakikayı geçecekse, karıştırıcının dönmesi durdurulup çimento en son yüklenmelidir. Betonun kalıbına yerleştirilip, sıkıştırılması süratle tamamlanmalıdır.

2. ÇALIŞMANIN AMACI

Betonda dayanımın artırılması, betonun genel performansını da yükseltmektedir. Örneğin, dayanım artarken, betonun geçirimsizliği, türlü zararlı maddelere karşı dayanıklılığı ve aşınmaya karşı dayanıklılığı da artmaktadır. Bütün bunlar betonun genel kalitesini iyileştirmektedir. Betonun kalitesi iyileşirken, beraberinde de tasarrufu getirmektedir [1].

Yukarıda değinilen konular ışığında KKTC'de halen kullanılmakta olan

iki tip agreganın, doğal agrega ve kırma taşın, yüksek dayanımlı beton üretiminde ne kadar elverişli olduğunun araştırılması önem kazanmaktadır. Sonuç olarak, bu çalışmanın amaçları şöyle sıralanabilir:

- 1- Yüksek dayanımlı beton üretim özelliklerinin anlaşılması,
- 2- KKTC'de üretilen iki tip agreganın hangisinin yüksek dayanımlı beton için uygun olduğunun tesbiti
- 3- Betondaki agregaların yük altında kırılma oranlarının beton dayanımına olan etkileri

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1 Malzeme

Laboratuvar şartlarında yapılmış olan deneysel çalışmada beton üretiminde, içilebilir su, TS 20 DPÇ çimentosu, akışkanlaştırıcı katkı malzemesi ve iki tip agrega kullanılmıştır. İki grupta toplanan deneylerin birisinde, agrega olarak deniz kıyısından üretilen doğal çakıl ve kum, ötekisinde ise kalker kökenli kırma taş iri agrega ve kumu kullanılmıştır. Tüm agregaların granülometrisi ASTM C 33-75 standardına uygundur.

3.2 Kıvam

Toplam olarak yapılmış olan 18 adet yoğurumun kıvamı akışkanlaştırıcı katkısıyla sabit tutulmaya çalışılmıştır. Tablo 1'den de görüleceği gibi deney boyunca kıvam 75 ± 10 mm dolayında gerçekleşmiştir.

3.3 Su/Çimento Oranı

30 N/mm^2 , 40 N/mm^2 , 50 N/mm^2 ve 60 N/mm^2 tasarım basınç dayanımları için ayrı ayrı beton karışım hesabı yapılmıştır. Karışım hesabından bulunan su/çimento oranı kademeli olarak azaltılmıştır. Kıvamı sabit tutmak için su/çimento oranı azaltılırken akışkanlaştırıcı ilâve edilmiştir. Akışkanlaştırıcının gücünün yettiği oranda her su/çimento oranı ayrı ayrı azaltılmaya çalışılmıştır. Her tasarım dayanım değeri için gerçekleştirilebilen su/çimento oranları tablo 1'de verilmiştir.

3.4 Çimento Dozajı

Her tasarım basınç dayanımı için kullanılan çimento dozajı Tablo 1'de verilmiştir.

3.5 Numune Hazırlanması ve Küblerin Kırılması

Beton küblerinin hazırlanmasında, sıkıştırılmasında ve bakımından ASTM standartlarda öngörülen işlemler yapılmıştır.

3.6 Deney Neticeleri

Yapılmış olan deney neticelerinde aşağıdaki noktalar tesbit edilebilmiştir:

- i) Su/çimento oranı azaldıkça, hem kırma taş betonunda ve hem de doğal agrega betonunda basınç dayanımı artmaktadır.
- ii) Su/çimento oranı azaldıkça, beton basınç dayanım artış hızı kırma taş betonunda doğal agrega betonuna nazaran daha fazladır. (Bakınız Şekil 1)
- iii) Kırma taş betonu basınç dayanımı eşit şartlardaki doğal agrega betonuna nazaran yaklaşık olarak %30-35 oranında daha iyi neticeler vermektedir. Bunun başlıca nedeninin girintili çıkıntılı ve köşeli bir şekil ihtiva eden kırma taş agregalarının beton içerisinde daha iyi bir kilitlenme yapmasıdır. (Şekil 1)
- iv) Betonun basınç dayanımı arttıkça, kırılma sırasında bir beton kesitindeki agrega kırılma oranı da artmaktadır. (Bakınız Şekil 2)
- v) Belirli bir basınç dayanımında, agrega kırılma yüzdesi doğal agregada kırma taş nazaran daha azdır. (Şekil 2)
- vi) Kırma taş ile üretilen betonlarda basınç dayanımı 75 N/mm²'ye yaklaşıncaya agrega kırılma yüzdesi çok ani olarak artmaktadır. (Şekil 2)
- vii) Bu şekilde ani bir agrega kırılma yüzdesi artış noktası doğal agrega betonları için mevcut deneyler çerçevesinde elde edilememiştir. Bunun için yüksek dayanım elde etme deneylerinin artırılması gerekmektedir.

5. SONUÇLAR

KKTC'de üretilen kalker kökenli kırma taş agregaları doğal agregaya nazaran aynı ortamlarda %30-35 daha fazla basınç dayanımı vermektedir. Yapılan deneylerde bu kırma taş agregaları ile en yüksek basınç dayanımı 84.66 N/mm² olmuştur. Yalnız, beton basınç dayanımı yaklaşık 75 N/mm²'yi aşınca agrega kırılmalarında çok hızlı bir artış görülmektedir. Bundan elde edilebilecek sonuç ise, bu kırma taş agregaları ile elde edilebilecek betonlarda basınç dayanım zorlamalarının 75 N/mm²'yi aşınca bir nevi agrega kırılması ile sonuçlanacağıdır. Netice itibarı ile, sözkonusu agregalar 75 N/mm²'den daha fazla beton basınç dayanımı elde etmek için

yeterince uygun ve ekonomik olmayacaktır. Doğal agregalar betonlarında agregaların böyle ani bir kırılma oranı artışına sebep olacak bir basınç dayanımına ulaşılammıştır. Fakat doğal agregaların belirli bir dayanımda daha az kırılma oranına ulaştıkları gözlemlenmiştir.

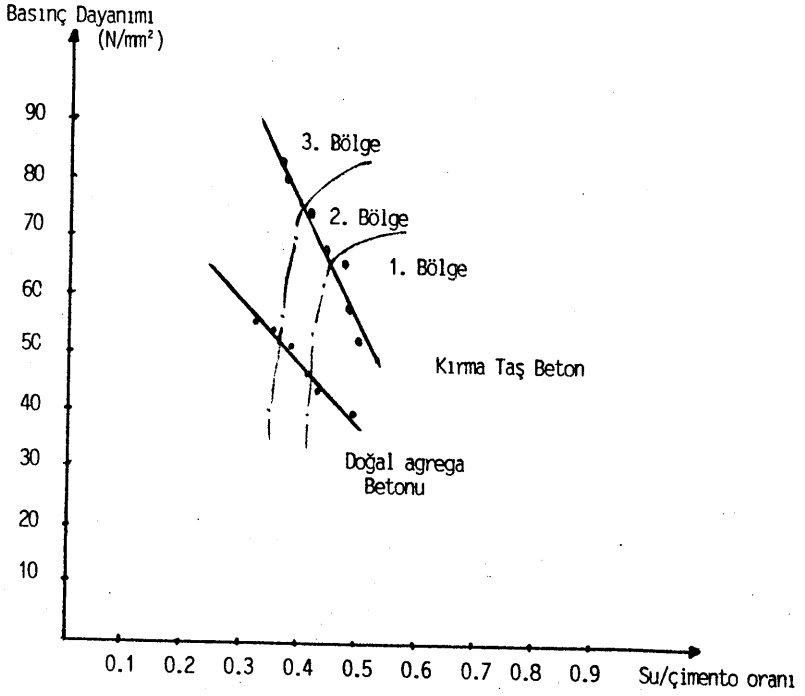
6. KAYNAKLAR

1. Öztekin, E., Doğan, A., ve Mazak, O. "Çok Yüksek Dayanımlı Beton", 1. Beton Kongresi-İyi Beton, 26-28 Eylül 1990, Lefkoşa-Kıbrıs.
2. Gaynor, R.D., "An Outline On High Strength Concrete", National Ready Mixed Concrete Association, Publication No:152, May, 1975, USA.
3. Blackledge, G.F., "Placing and Compacting Concrete", Man On The Job, Cement and Concrete Association, 1980, U.K.
4. Neville, A.M., "Properties of Concrete", Pitman, 1981.
5. Çelik T., Ekdal, M., Marar, K., "KKTC'de Beton Agregaları", 1. Beton Kongresi-İyi Beton, 26-28 Eylül, 1990, Lefkoşa, Kıbrıs.

TABLO 1

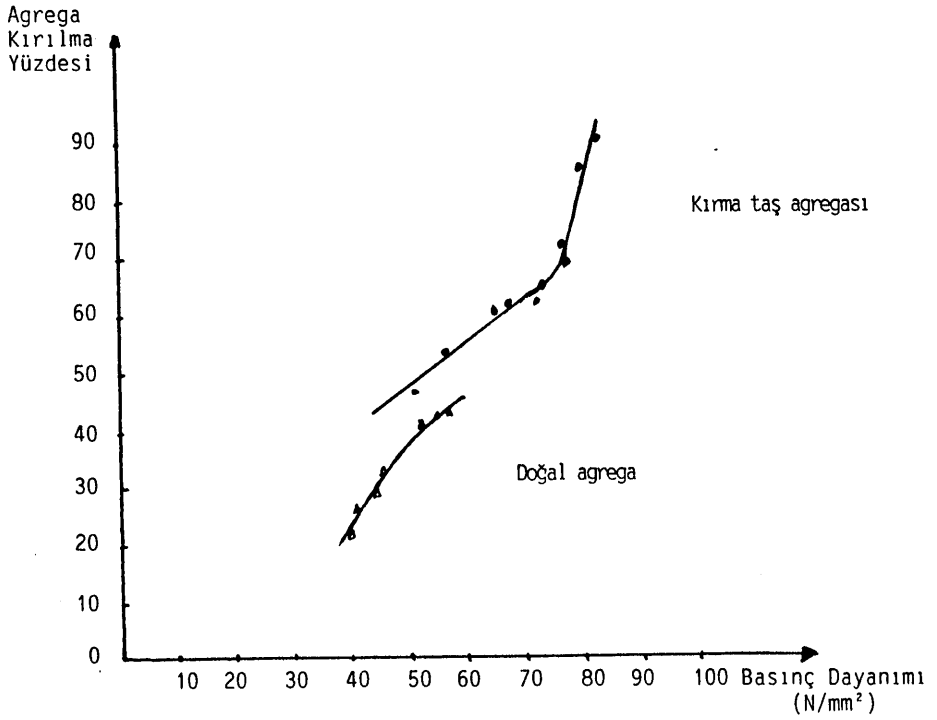
Deney No	Agrega Tipi	Tasarım Basınç Dayanımı (N/mm ²)	Su/Çimento Oranı (Çimento dozajı/kg/m ³)	Akışkanlaştırıcı Katkısı (Çimento dozajı)	Kıvam Çökme (mm)	DAYANIMLAR (N/mm ²)				(*) Beton İçinde İri Agreganın Kırılması %			
						7 gün	28 gün	28 gün	28 gün ortalaması	1	2	3	Ortalama
1	Kırma Taş	30	51 (410)	0.2	75	33	52	52.26	52.13	44.66	46.24	43.28	44.72
2	Kırma Taş	30	48 (410)	0.2	75	35.77	56.31	57.77	57.04	53.40	52.93	51.84	52.72
3	Kırma Taş	30	45 (410)	0.6	75	35.73	57.06	55.42	56.24	57.34	55.98	57.18	56.83
4	Kırma Taş	40	47 (480)	-	75	45.86	69.24	63.64	66.44	62.3	60.6	59.12	60.3
5	" "	40	44 (480)	0.2	80	47.06	64.93	70.71	67.82	64.8	57.53	60.44	60.92
6	" "	40	41 (480)	0.4	75	49.46	73.95	73.6	73.77	66.25	60.38	59.15	61.54
7	" "	50	40 (565)	-	75	52.53	78	75	76.5	73.8	74.16	70.28	72.75
8	" "	50	37 (565)	0.15	80	58.22	79.64	79.64	79.64	90.35	80.12	85.24	85.23
9	" "	50	36 (565)	0.4	70	55.82	84.66	81.6	83.18	93.54	86.12	89.98	89.55
10	" "	60	33.5 (670)	-	65	51.86	74.57	77.37	74.15	67.40	60.5	63.7	63.87
11	" "	60	31 (670)	0.3	75	56.8	79.28	78.22	78.75	70.48	66.5	68.8	68.59
12	Doğal Agreg	30	49 (400)	-	80	26.44	39.01	40.26	39.64	20.18	23.35	19.65	21.06
13	" "	30	46 (400)	0.2	75	27.28	40.66	41.37	41.01	24.26	25.63	26.0	25.36
14	" "	30	42 (400)	0.5	65	29.64	45.37	42.48	43.92	26.17	31.41	27.6	28.39
15	" "	40	41.5 (470)	-	75	31.71	46.84	44.48	45.66	30.54	35.18	31.18	32.3
16	" "	40	38 (470)	0.25	65	34.13	50.31	53.82	52.06	42.86	40.24	39.28	40.79
17	" "	50	35 (560)	-	75	33.33	53.6	54.64	54.13	45.18	42.18	40.25	42.54
18	" "	50	32 (560)	0.05	75	40.4	58.84	54.62	56.73	43.20	48.64	42.93	43.92

(*) Beton kırıldıktan sonra bir kesiti alınıp, kesitteki kırılan iri agreganın kesitteki tüm agregaya olan oranını yüzde olarak vermektedir. Bu amaç için her kesit üç ayrı kişi tarafından incelenmiştir. Her kişinin buldukları kırılma yüzdeleri ve bu üç incelemenin ortalaması ayrıca verilmektedir.



Şekil 1: Doğal agregat ve kırma taş betonlarının su/çimento oranı basınç dayanım ilişkileri.

1. Bölge çimento dozajı: Doğal agregat betonu: 400 kg/m^3
Kırma taş betonu : 410 kg/m^3
2. Bölge çimento dozajı: Doğal agregat betonu: 470 kg/m^3
Kırma taş betonu : 480 kg/m^3
3. Bölge çimento dozajı: Doğal agregat betonu: 560 kg/m^3
Kırma taş betonu : 565 kg/m^3



Şekil 2: Doğal agregat ve kırma taş agregasının basınç Dayanımı ve Agregat Kırılma Yüzdesi ilişkisi