

HAZIR BEYAZ BETON ve UYGULAMALARI

WHITE READY-MIXED CONCRETE and ITS APPLICATIONS

Önder Kırca

ÇimSA Çimento San. ve Tic. A.Ş., Mersin

Mehmet Şahin

ÇimSA Çimento San. ve Tic. A.Ş., Mersin

Özet

Yüzyılı aşkın bir süredir üretilmekte olan beyaz çimento, daha ziyade dekoratif ve estetik uygulamalarda kullanılmaktadır. Gelişen üretim teknolojisi ile beyaz çimento günümüzde, estetik ve dekoratif özellikleri açısından olduğu kadar, yük taşıma kabiliyeti açısından da üstün performans özellikleri göstermektedir. Bu özellikleriyle beyaz çimento; mimari, dekoratif ve sanatsal ürün tasarımlarında, hazır sıva, harç, seramik yapıştırıcı ve derz dolgu malzemeleri imalatında, kent mobilyaları tasarımında, yer ve duvar kaplama elemanları üretiminde ve prefabrik sektöründe olduğu kadar, brüt beton ve hazır beton uygulamalarında da aranan bir yapı malzemesi durumuna gelmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde, hazır beyaz beton üretim tekniği ve beyaz beton uygulamaları ile ilgili teorik bilgiler verilmektedir. Deneysel çalışmadan oluşan ikinci bölümde ise, çeşitli doz ve farklı en büyük tane boyutlu beyaz betonların performans özellikleri incelenmiştir. Gerçekleştirilen beton tasarımları ışığında, 250 ila 550 kg arasında beyaz çimento kullanımıyla, hazır beton standardına göre C50 sınıfına kadar bütün sınıflarda beyaz beton üretmek mümkün olmaktadır.

Abstract

The white cement, which has been produced for more than a century, has been used more widely in aesthetic and decorative applications. By improved production technologies, white cement, today's, shows high performance in load carrying property as much as in aesthetic and decorative properties. With these properties, white cement is started to be used in ready-mixed concrete applications, as well as in architectural, decorative and artistic design; in the production of ready-mixed plaster, mortar, tile adhesive and joint filling materials; in city furniture design; in the production of flooring tiles and facade elements and in prefabrication sector.

In the first part of the study, theoretical information is given about the production technology of white ready-mixed concrete and about the white concrete applications. In the second part, the performance properties of white concrete with various cement

dosage and with various maximum aggregate size were examined experimentally. Based on these concrete designs, it can be concluded that by the use of white cement between 250 and 550 kg/m³ it is possible to produce white concrete in all classes up to class C 50 according to the ready-mixed concrete standard.

1. GİRİŞ

Beyaz çimento, su ile karıştırıldığında priz alarak sertleşen ve bu sertleşme sonucunda dayanım kazanan, özel bir hidrolik bağlayıcıdır. Beyaz çimentonun ayırt edici temel özellikleri; hammaddesinin çok saf olması, ileri teknoloji ile üretilmesi, ince öğütülmesi, dayanım kazanımının yüksek olması, estetik ve dekoratif özelliklere sahip olması, yüzey düzgünlüğü ve görünüş güzelliği sağlamasıdır [1,2].

Aslında beyaz çimento, yüzyılı aşkın bir süreden bu yana üretilen ve uygulama alanlarında, daha çok, dekoratif ve estetik amaçlar için kullanılan özel bir çimento cinsidir. Halbuki, beyaz portland çimentosu, estetik ve dekoratif özellikleri açısından olduğu kadar, yük taşıma kabiliyeti açısından da üstün özelliklere sahiptir. Bu özellikleriyle beyaz çimentonun oldukça geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Bunların başlıcaları [1]:

- Mimari ve dekoratif beton imatları (Ticaret ve iş merkezleri, siteler konut inşaatları, köprüler, estetik ve dekoratif yapılar, stadyumlar vs.)
- Hazır sıva ve harç imatları (Yapıların iç ve dış cepheleri, bina tavanları, çatı izolasyonları, uçak ve helikopter pistleri, her türlü dekorasyon çalışmaları, yüzme havuzları, su kanalları vs.)
- Yapıştırma ve derz dolgu malzeme imatları (Fayans döşemeleri, seramik karo döşemeleri, mermer granit döşemeleri, yapı derzleri, her türlü sızdırmazlık işleri vs.)
- Park ve bahçe mobilyaları tasarımları (Farklı özelliklerde bordürler, çiçeklikler, balkon motifleri, beton sütunlar, dış paneller, oturma gurupları ve banklar, sınır taşları, betonarme ızgaralar, dekoratif sanatsal ürünler, yürüme yolları, ev ve park bahçe düzenlemeleri vs.)
- Sanat ürünleri tasarımları (Küçük heykeller, anıtlar, skarfıto uygulamaları, restorasyon, rölyefler, duvar resimleri, reproduksiyonlar vs.)
- Yer döşemesi imatları (Farklı renk ve desenlerde yer karoları, ince karo, wash beton, parke, kilitli taş, kaldırım döşeme plakaları vs.)
- Prekast eleman üretimleri (Beyaz prefabrik beton elemanları, fasat dış cephe kaplamaları, dekoratif kaplama taşları, hazır basamaklar, hazır balkonlar, pencere söveleri, beyaz briketler, betonarme kanallar, beton bloklar vs.)
- Tarihi eserlerin restorasyonu çalışmalarıdır.

Bunlara ek olarak günümüz yapı sektöründe, beyaz çimentonun brüt beyaz beton ve hazır beyaz beton olarak kullanımı da artmaktadır.

Bu çalışmanın ilk bölümünde, beyaz beton özellikleri, üretim teknolojisi ve uygulamaları hakkında kuramsal bilgi aktarılmaktadır. Deneysel araştırmaları içeren çalışmanın ikinci bölümünde ise, çeşitli doz ve farklı en büyük tane boyutlu beyaz betonların performans özellikleri incelenmiştir.

2. BEYAZ BETON ÖZELLİKLERİ

2.1 Beyaz Betonu Oluşturan Malzemeler

Beton; agrega, çimento, su ve gerektiğinde bazı katkı maddelerinin birlikte karılmasıyla elde edilen bir yapı malzemesidir. Beyaz betonu, geleneksel gri betondan ayıran en temel özellik, beyazlığıdır. Bu nedenle beyaz beton; beyaz agrega, beyaz çimento, su ve gerektiğinde kullanılan beyaz kimyasal ve mineral katkılarla elde edilen bir beton çeşididir. Beyaz betonu oluşturan malzemeler ve özellikleri şunlardır:

2.1.1 Beyaz Çimento

Beyaz çimentoyu, gri çimentolardan ayıran en temel özellik beyazlığıdır. Beyaz çimento üretiminde kullanılan hammaddeler ihmal edilir düzeyde metal oksid (özellikle demir oksitler) içermektedir. Bu bakımdan çok saftır ve beyazlığı yüksektir. İleri teknoloji ile üretiliyor olması da, beyaz çimentonun beyazlığını artıran faktörlerden birisidir. Bununla birlikte, saf hammadde kullanımı, ince öğütülmesi ve ileri teknolojilerin kullanılması, beyaz çimentonun diğer kimyasal, minerolojik ve mekanik özelliklerini de iyileştirmektedir. Yüksek kalsiyum silikat içeriği ve yüksek incelik, gerek erken dayanımların gerekse de nihai dayanımların yüksek gerçekleşmesini sağlamaktadır. Beyaz çimentolar genellikle düşük miktarda alkali içermekte ve bu bakımdan beyaz betonların alkali-agrega reaksiyonlarına karşı dirençleri de yüksek olmaktadır [1].

2.1.2 Agregalar

Beyaz beton üretiminde beyaz renkte agregalar kullanılmaktadır. Beyaz betonun beyazlığını temelde çimento harcı (çimento+ince agrega+su) belirlemektedir. Bu nedenle özellikle ince agreganın beyazlığı büyük önem taşımaktadır.

Betonun takribi %75'lik bölümünü agregalar oluşturmaktadır. Bu nedenle agrega özellikleri, beton performansını büyük ölçüde etkilemektedir. Beyaz beton üretiminde, TS 706'ya uygun özellik ve granülometride beyaz agregalar kullanılmalıdır. Agregalar kil ve organik madde içermemelidir. Stokta bekletilen agregaların dış etkilerle kirlenmemesine dikkat edilmelidir. Beyaz beton üretiminde, genellikle mermer agregası ve beyaz dolomit kullanılmakla beraber, TS 706'ya uygun özellikte başka beyaz agregalar da kullanılabilir.

2.1.3 Su

Beyaz beton üretiminde kullanılan karışım ve kür suyunun kalitesi, betonun özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Beyaz beton üretiminde, "içilebilir su", karışım ve kür suyu olarak kullanılmalıdır [3].

2.1.4 Kimyasal Katkılar

Beyaz beton özelliklerini iyileştirmek için, gerek görüldüğü takdirde, su kesici, hızlandırıcı, geciktirici veya hava sürükleyici katkıları kullanılabilir. Bu katkıların beyazlığı veya saydamlığı betonun beyazlığını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle, beyaz veya saydam renkte kimyasal katkıları kullanılmalıdır. Lignosülfonat içerikli yüksek oranda su kesiciler, genelde betonun beyazlığını bozduğu için başka tip akışkanlaştırıcı ve su kesiciler kullanılmalıdır [4].

2.1.5 Mineral Katkılar

Gerek dayanım gerekse de dayanıklılık açısından beyaz beton performans özellikleri iyileştirilmek istendiğinde, beyaz puzolonik veya mineral katkıları kullanılabilir [4]. Beyaz beton performans özelliklerini iyileştirmek için, beyaz silis dumanı, metakaolen, granüle yüksek fırın cürufu gibi yapay puzolanlar veya pomza tozu ve perlit tozu gibi doğal beyaz puzolanlar, beton üretiminde kullanılabilir. Ayrıca dolgu amaçlı olarak beyaz kalsit tozu, beyaz dolomit tozu gibi mineral katkılarda beyaz beton içerisinde yer alabilir.

2.1.6 Pigmentler

Gerek beyaz çimentonun gerekse de beyaz betonu oluşturan diğer malzemelerin yüksek beyazlığı; farklı pigmentler kullanılarak doğadaki canlılıkta, her renkte beton üretilebilmesine imkan vermektedir. Renkli beton üretiminde kullanılacak pigmentlerin inorganik kökenli olmasına dikkat edilmelidir. Beton dayanımını olumsuz etkileyebileceğinden, kullanılacak pigmentin miktarının çimento ağırlığının % 6'sını aşmamasına dikkat edilmelidir [5]. Pigmentler kuru bir şekilde çimento ile homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra beton üretiminde kullanılmalıdır.

2.2 Beyaz Beton Üretim Tekniği

Genel olarak sertleşmiş betonun şu özelliklere sahip olması beklenir:

- Herhangi bir yaş için hedeflenmiş olan minimum beton dayanımından daha az dayanım göstermemelidir.
- Çevredeki suyun ve diğer sıvıların betonun içerisine kolayca girerek olumsuz etki yaratmaması için, yeterince geçirimsiz olmalıdır.
- Yapıda hizmet gördüğü süre içerisinde çevrede oluşan yıpratıcı etkenler karşısında yeterince dayanıklı olmalıdır. Bir başka deyişle, donma-çözölmeye, ıslanma-kurumaya, ısınma-soğumaya, aşınmaya, asitlere, sülfatlara ve alkali-agrega reaksiyonu gibi kimyasal reaksiyonlara karşı dayanıklılık gösterebilecek kalitede olmalıdır.
- Yeterli hacim sabitliğine sahip olmalıdır; yani, çatlamalara yol açacak ölçüde büzölme veya genişleme göstermemelidir [3].

Bu özelliklere ek olarak beyaz betonun, estetik özelliklere de sahip olması ve görünüş güzelliği sağlaması da beklenmektedir.

Yukarıda bahsedilenler sertleşmiş beton özellikleri olarak, gerek geleneksel gri betonlarda, gerekse de beyaz beton uygulamalarında aranan temel gerekler durumundadır. Sertleşmiş betondan beklenen bu özellikler, beton tasarımı, betonu oluşturan malzemeler ve betonun taze durumdaki özellikleriyle ilgilidir.

Sertleşmiş beyaz betonun, istenen performans özelliklerini göstermesi için, geleneksel gri betonlardan farklı olarak; gerek beton tasarımında, gerek taze betonun karıştırılması, taşınması, yerleştirilmesi, sıkıştırılması, düzeltilmesi aşamasında, gerekse de kalıp, donatı ve döküm şartları bakımından dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları:

- Beton karışımlarında, TS 706'ya uygun özellik ve granülometride beyaz agregalar kullanılmalıdır. Beyaz betonun rengini tayin eden, temelde çimento ve kullanılan ince agregadır. Özellikle ince agrega olmak üzere agregaların beyazlığına dikkat edilerek hazırlanacak BPÇ betonlarında istenen beyazlık değerine ulaşılabilecektir.
- Beyaz beton karışımlarında, kullanılacak beton ve harç katkılarının şeffaf renkte olmasına dikkat edilmelidir.
- Beton içerisine girecek bütün malzemeler temiz bir şekilde muhafaza edilmelidir.
- Betonarmede kullanılacak donatıların paslı ve kirli olmamasına dikkat edilmelidir. Mümkünse galvanizli donatı kullanılmalıdır.
- Kullanılacak kalıplar, su absorpsiyonu düşük, plywood eşdeğeri bir malzemeden seçilmelidir. Kalıpların temiz olmasına ve çimento pastasının vibrasyon esnasında kalıptan sızmasına dikkat edilmelidir.
- Brüt beton uygulamalarında yüzeyin boşluksuz ve pürüzsüz olması beklendiğinden, betonun hazırlanması ve yerleştirilmesi doğru bir şekilde yapılmalıdır. Zamana bağlı çökme kaybı kontrol edilmeli; beton, mümkünse; pompa yerine bantlı bir mikser veya vinç ve kova vasıtasıyla dökülmelidir.
- Taze betonun vibrasyonu çok iyi yapılmalıdır.
- Beyaz betonun kürlenmesine daha fazla dikkate edilmeli, mümkünse beton ıslak çuval veya bezlerle sarılmalıdır.

3. BEYAZ BETON UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Beyaz betonarme betonu, inşaat betonu olarak gelişmiş ülkelerde başta kongre, sanat ve kültür merkezleri olmak üzere, metro ve tren istasyonlarında, iletişim kulelerinde, stadyum ve spor alanlarında, siteler ve konut inşaatlarında, köprü ve üst geçitler ile istinat duvarları gibi betonarme yapılarda başarıyla kullanılmaktadır.

Aşağıdaki fotoğraflar (Foto 1, 2 ve 3) çeşitli beyaz betonarme betonu uygulamalarını göstermektedir.

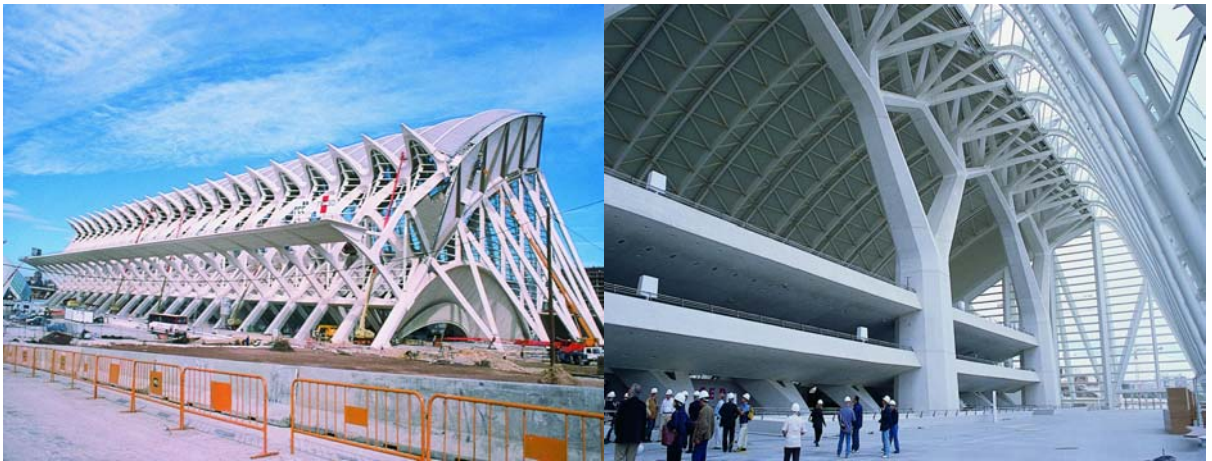


Foto 1 Bilim Müzesi (Valencia-İspanya)



Foto 2 Opera Binası (Valencia-İspanya)



Foto 3 ÇimSa Çimento Ar-Ge Binası (Mersin-Türkiye)

4. DENEYSEL ÇALIŞMA

4.1 Kullanılan Malzemeler:

Beyaz betonarme betonu üretiminde ÇimSA TS 21 BPC 42.5-85 çimentosu kullanılmıştır. Çimentonun fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri Tablo 1’de verilmektedir.

Beyaz beton tasarımlarında, beyaz mermer agregaları kullanılmıştır. Kullanılan mermer tozu ve mozaik malzemelerin su emme ve özgül ağırlıkları Tablo 2’de, elek analiz sonuçları ise Tablo 3’de verilmektedir.

Tablo 1 Çimentoların Fiziksel, Kimyasal ve Mekanik Özellikleri

ÖZELLİKLER	ÇİMSA BPC 42.5	STANDARD DEĞERLER (TS 21 BPC 42.5/85)
Serbest CaO (%)	1,5	-
SO ₃ (%)	3,62	en çok 4,0
Çözünmeyen Kalıntı (%)	0,12	en çok 5,0
Kızdırma Kaybı (%)	2,62	en çok 5,0
Priz Başlangıcı (dak.)	125	en az 45
Priz Sonu (dak.)	150	en çok 600
Hacim Genleşmesi (mm)	4	en çok 10
Beyazlık (%)	86,5	85,0
2 Günlük Basınç Dayanımı (MPa)	42,5	en az 20,0
7 Günlük Basınç Dayanımı (MPa)	-	en az 31,5
28 Günlük Basınç Dayanımı (MPa)	66,5	en az 42,5

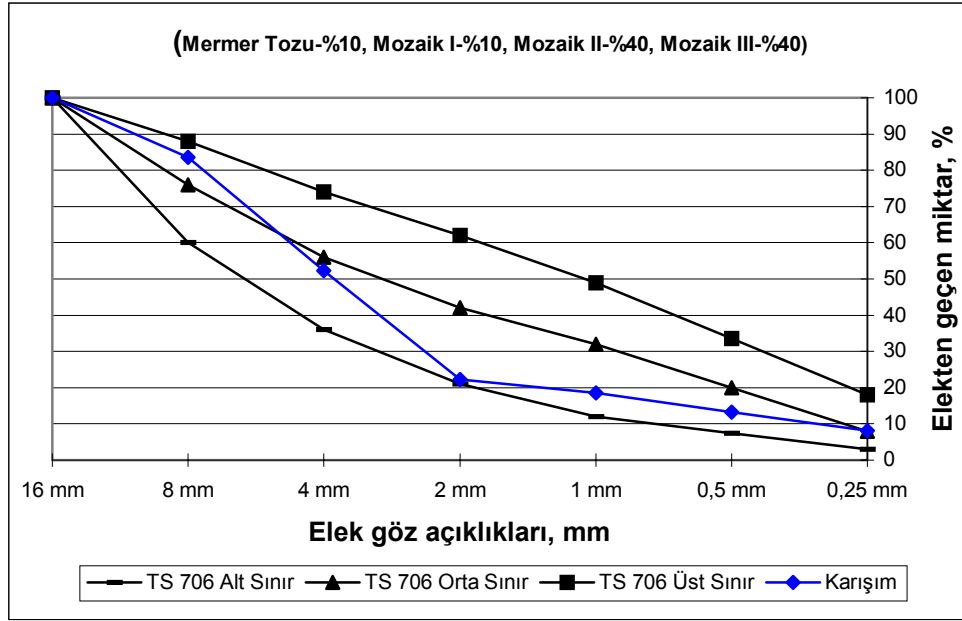
Tablo 2 Agregaların Fiziksel Özellikleri

	Mermer Tozu	Mozaik I	Mozaik II	Mozaik III	Mozaik IV
Su Emme (%)	1,50	0,54	0,36	0,92	0,58
Özgül Ağırlık	2,67	2,67	2,68	2,83	2,70

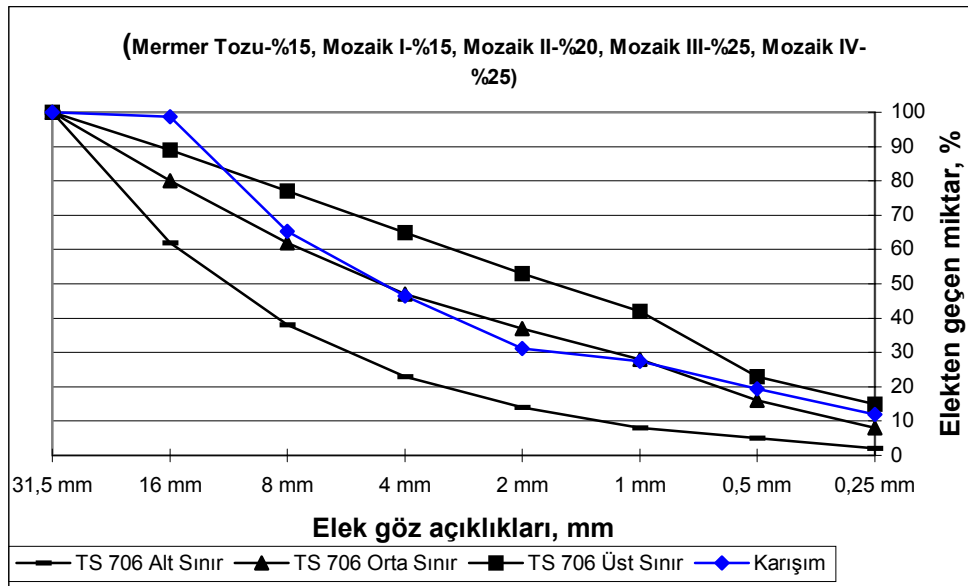
Tablo 3 Agregaların Elek Analizi, % Geçen

Agregalar	ELEK AÇIKLIĞI, mm							
	31,5 mm	16 mm	8 mm	4 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,25 mm
Mermer Tozu	100	100	100	98	96	90	83	52
Mozaik I	100	100	100	100	99	77	41	22
Mozaik II	100	100	100	78	6	1	1	1
Mozaik III	100	100	59	3	1	1	1	1
Mozaik IV	100	95	2	2	2	2	2	2

Şekil 1 ve 2'de ise farklı en büyük tane boyutu için tasarlanan agregaların karışım oranları, Türk Standardlarındaki sınır değerlerle karşılaştırılmalı olarak incelenmektedir.



Şekil 1 Agrega Karışım Tasarımı (Dmax: 16 mm için)



Şekil 3 Agrega Karışım Tasarımı (Dmax: 31,5 mm için)

4.2 Deneysel Çalışma Sonuçları

Deneysel çalışmada, iki temel parametre mercek altına alınmıştır. Çimento miktarının, ve agrega tane boyutunun beyaz beton karışımların performans özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Bütün karışımlarda çimento ağırlığının %1,5'i kadar melamin esaslı süperakışkanlaştırıcı kullanılmıştır.

Beyaz beton tasarımı, uygulamaların özelliklerine göre belirlenmelidir. Özellikle, beton imalat tekniği (betonun hazırlanmasından beton yerleştirilmesi, sıkıştırılması ve yüzey sonlamasına kadar), kalıp cinsi ve ebatları, donatı sıklığı ve miktarı gibi parametreler,

beyaz betonarme beton tasarımını yönlendiren öğelerdir. Bu bağlamda yapılmış olan çalışma, farklı özellikteki beyaz beton imalatlarına rehberlik edecek niteliktedir.

Tablo 4; 12.0 cm çökme değerinde hazırlanan karışımlarda çimento miktarının, beton performansına etkisini göstermektedir. Burada, en büyük tane boyutu 16 mm olan betonlarda, çimento dozu 250 ila 550 arasında 50'şer doz artırılmıştır.

Tablo 4 Farklı Çimento Dozundaki Beyaz Betonların Özellikleri (Dmax=16mm)

Çimento (kg/m ³)	250	300	350	400	450	500	550
Su (kg/m ³)	190	196	198	202	207	209	211
Su-Çimento Oranı	0,76	0,65	0,57	0,51	0,46	0,42	0,38
Mermer Tozu (kg/m ³)	190	185	180	175	170	166	160
Mozaik I (kg/m ³)	190	185	180	175	170	166	160
Mozaik II (kg/m ³)	760	740	720	700	680	664	640
Mozaik III (kg/m ³)	760	740	720	700	680	664	640
Taze Birim Ağırlık (kg/m ³)	2361	2353	2360	2362	2364	2368	2369
Hava Miktarı (%)	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,9	1,9
3 günlük Basınç Dayanımı (MPa)	21,1	27,2	36,5	42,6	49,5	53,1	49,0
7 günlük Basınç Dayanımı (MPa)	24,8	32,3	38,3	47,2	51,9	58,7	61,6
28 günlük Basınç Dayanımı (MPa)	29,8	36,9	43,3	53,8	58,7	61,9	63,2

Tablo 5 Farklı Çimento Dozundaki Beyaz Betonların Özellikleri (Dmax=31,5mm)

Çimento (kg/m ³)	250	300	350	400	450	500	550
Su (kg/m ³)	177	180	184	187	193	196	200
Su-Çimento Oranı	0,71	0,60	0,53	0,47	0,43	0,39	0,36
Mermer Tozu (kg/m ³)	288	285	281	272	264	255	246
Mozaik I (kg/m ³)	288	285	281	272	264	255	246
Mozaik II (kg/m ³)	384	380	374	362	352	340	328
Mozaik III (kg/m ³)	480	475	468	453	440	425	410
Mozaik IV (kg/m ³)	480	475	468	453	440	425	410
Taze Birim Ağırlık (kg/m ³)	2371	2373	2410	2389	2408	2388	2405
Hava Miktarı (%)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0
3 günlük Basınç Dayanımı (MPa)	29,6	35,4	37,8	47,3	49,4	52,8	56,8
7 günlük Basınç Dayanımı (MPa)	33,4	38,0	39,7	51,9	55,0	57,1	59,5
28 günlük Basınç Dayanımı (MPa)	38,4	44,9	47,2	56,1	60,2	61,9	64,0

DeneySEL çalışmanın ikinci aşamasında, 31,5 mm en büyük tane boyutunda tasarlanan beyaz betonlar incelenmiştir. Tablo 5; 31,5 mm en büyük tane boyutlu beton karışımlarında, çimento miktarının beton performansına etkisini göstermektedir. Burada da, çimento dozu 250 ila 550 arasında 50'şer doz artırılmıştır.

Yapılan dENEYSel çalışmalarla ilgili değerlendirmeler aşağıda verilmektedir:

- ◆ Bütün karışımlarda, 250 kg/m³ ila 550 kg/m³ arasında çimento miktarı arttıkça; 3, 7 ve 28 gün basınç dayanımları artmaktadır.
- ◆ Düşük dozlu betonlarda en büyük tane boyutu arttıkça beton basınç dayanımları ciddi oranda artmaktadır. Öte yandan, yüksek dozlu betonlarda en büyük tane boyutunun, dayanımlarda önemli bir etkisi yoktur. Hatta, bazen en büyük tane boyutu daha küçük olan karışımlar daha yüksek dayanım değerleri vermektedir. Bunun temel nedeni; düşük dozlu betonlarda dayanım, daha ziyade agrega iskeleti tarafından baskın olarak etkilenirken, yüksek dozlu betonlarda dayanım çimento pastası tarafından etkilenmektedir. Ayrıca, agrega tane boyutu küçüldükçe agrega yüzey alanı artmaktadır. Bu nedenle, düşük doz karışımlarda meydana gelen az miktarda çimento pastası yüzey alanı daha fazla olan agregaları yeterince sarmamakta ve neticede matriksin dayanım değerleri düşmektedir. Bu olay yüksek dozlarda görülmemektedir. Zira, çimento pastasının miktarı yüzey alanı fazla da olsa, yeterli olmaktadır.
- ◆ Buradaki beton karışımları baz alınarak, imalat şartlarının da dikkate alınmasıyla, uygun Dmax belirlenerek, farklı beyaz beton uygulamaları yapılabilecektir. Tablolardan da görüldüğü üzere, beyaz çimento kullanarak, hazır beton standardına göre C25-C50 arasındaki beton sınıflarında beyaz beton üretmek mümkün olabilmektedir.

5. SONUÇLAR

Beyaz çimento ve beyaz çimentodan mamül beyaz beton uygulamaları günümüz yapı sektöründe her geçen gün daha fazla yaygınlaşmaktadır. Birçok yapı malzemesinin ve yapı elemanlarının üretilmesinde beyaz çimento ve beyaz beton kullanılmaktadır. Hazır sıva, derz dolgu ve tamir harçları, yer karoları, yer ve duvar kaplama plakaları, merdiven basamakları, kent mobilyaları, sanat yapıları, restorasyon çalışmaları gibi uygulamalar bunlardan bazılarıdır.

Daha ziyade estetik ve dekoratif özelliklere sahip olduğu düşünülen beyaz çimento, yük taşıma kabiliyeti açısından da gösterdiği yüksek performansla, beyaz betonarme beton imalatlarında da rahatlıkla kullanılabilir.

Sonuç olarak; beyaz çimento ve beyaz betonun, sanatla mimariyi ve sanatla mühendisliği ve teknolojiyi bağdaştırma özelliğiyle, modern yerleşim alanlarında birçok uygulama imkanı bulunmaktadır.

Kaynaklar

- [1] Kırca, Ö., “Yapılarda Beyaz Beton Uygulamaları”, *Konut Kurultayı Bildiriler Kitabı*, İstanbul, 22-24 Mayıs 2002.
- [2] Şahin, M., Kırca, Ö., “Kent Mobilyalarında Beyaz Çimento Kullanımı”, *II. Uluslararası Kent Mobilyaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İstanbul, 24-27 Nisan 2003.
- [3] Erdoğan, T.Y., *Beton*, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yay. ve İletişim A.Ş., Ankara, 2003.
- [4] www.portcement.org, *White Cement Concrete Handbook*, PCA Bookstore.
- [5] Erdoğan, T.Y., *Admixtures For Concrete*, METU Press, 1997.