

## FARKLI DOZLARDA ÜRETİLEN BEYAZ BETONLARIN BASINÇ DAYANIMINA FARKLI KÜR ŞARTLARININ ETKİSİ

Mücteba UYSAL<sup>1</sup>, Nil MERCAN<sup>1</sup>, Kemalettin YILMAZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, SAKARYA

E-mail: [mucteba@sakarya.edu.tr](mailto:mucteba@sakarya.edu.tr)

### ÖZET

Ülkemizde beyaz Portland çimentosu (BPC) genellikle estetik ve dekoratif amaçlı kullanılmakta olup, yapısal olarak beyaz beton kullanımı henüz tam olarak yaygınlaşmamıştır. Bu çalışmada BPC, beyaz kalker agregası ve mermer tozu kullanılarak elde edilen beyaz betonun, taşıyıcı elemanlarda kullanımı için en önemli özelliklerinden olan basınç dayanımı üzerinde farklı kür şartlarının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla BPC dozajı 250-650 kg/m<sup>3</sup> aralığında değiştirilerek ve kimyasal katkı oranı sabit tutularak, katkılı ve katkısız olmak üzere 10 ayrı karışıma sahip numuneler üretilmiştir. Hazırlanan beton karışımları 20±2°C kirece doymuş su içerisinde, laboratuvar ortamında (20±3°C sıcaklık ve %68 nem) açık olarak ve naylon örtü içerisinde sarılı olmak üzere üç farklı kür yöntemi uygulanmak suretiyle 7, 28 ve 90 gün boyunca bekletilerek bu süreler sonunda basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur.

Üretilen betonlar üzerinde basınç dayanım deneyleri yapılmıştır. Bulunan basınç deneyi sonuçları değerlendirilerek farklı dozajda üretilen numunelerde süper akışkanlaştırıcı katkının ve farklı kür şartlarının beton basınç dayanımları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deney sonuçlarına göre, üretilen betonlarda özellikle ilk günlerde su kürü yönteminin uygulanması ve kimyasal katkı kullanımının beton basınç dayanımının artmasında etkili olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Beyaz Portland Çimentosu, Beyaz Beton, Basınç Dayanım, Farklı Kür Şartları, Mermer Tozu.

## THE EFFECT OF CURING CONDITIONS ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF WHITE CONCRETE PRODUCED WITH VARIOUS DOSAGES

### ABSTRACT

The white cement, which has been used more widely in aesthetic and decorative applications in Turkey and the use of white cement has not widely common yet in constructional applications. In this study white cement, white calcareous aggregate and marble powder are used and produced white concrete. Furthermore, the effect of curing conditions was investigated on the compressive strength behavior of structural elements. For this reason, the performance properties of white concrete with various cement contents in the range of 250-650 kg/m<sup>3</sup> were examined experimentally by keeping chemical admixture ratio constantly. The mixtures were produced in ten different proportions with and without chemical admixtures. The concrete mixtures which were prepared and cured in three different curing conditions. Some of the specimens were placed in water at 20 ± 2 °C and some of them were kept in laboratory environment without placing in water (20 ± 2 °C and % 68 RH) and the rest of the specimens were kept in nylon cover. In hardened concrete testing, compressive strength test was performed at 7, 28 and 90 days for white concrete specimens. Based on these concrete designs, it can be concluded that by the use of white cement between 250 and 650 kg/m<sup>3</sup> it is possible to produce white concrete according to the ready-mixed concrete standard. According to test results, the specimens which were kept in water and prepared with chemical admixtures were performed better performance than the specimens were kept in air and nylon cover and produced without chemical admixtures.

**Keywords:** White Portland cement, White concrete, Compressive strength, Various Curing Conditions, Marble Powder.

## I. GİRİŞ

Beton, çağımızda birçok yapıda kullanılmakta olan en önemli ve popüler yapı malzemesidir [1,2]. Türkiye'deki yapı üretiminin %90'ının betonarme taşıyıcı sistem olarak gerçekleştirildiği bilinmektedir [3]. Bu durumda, betonarme ve yapı malzemelerine ilişkin bilgilerin önemi artmaktadır. Ülkemizde yaşanmakta olan konut sorunu ve bu durumun nedenlerinden biri olan nüfus artışı ve şehirleşme olgusunun devam etmesi, yapı sektörüne büyük kaynakların aktarılması gereğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu sektördeki verimlilik büyük önem taşımaktadır. Yapı üretim sürecinde kaynakların etkin kullanımı ile sağlanan verimlilik anlayışının, kullanım ömrü uzun dayanıklı yapılar üretmek için sürdürülmesi gerekmektedir. Beyaz çimento yüzyılı aşkın bir süreden beri daha ziyade dekoratif ve estetik uygulamalarda kullanılmaktadır [4,5]. 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 yapıstırıcı 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.

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.

Beyaz çimento üretiminde kullanılan hammaddeler ihmal edilmez düzeyde metal oksid (özellikle demir oksitler) içermektedir. Bu bakımdan beyaz çimento çok saftır ve beyazlığı yüksektir. İleri teknoloji ile üretiliyor olması da, beyaz çimentonun beyazlığını artıran faktörlerden biridir. Bununla birlikte, saf hammadde kullanımı, ince öğütülmesi ve ileri teknolojilerin kullanılması, beyaz çimentonun diğer kimyasal, minerolojik ve mekanik özelliklerini de iyileştirmektedir. Beyaz çimento düşük  $C_4AF$  içeriği (% 1.5'den az) ve yüksek  $C_2S$  ve  $C_3S$  içerikleri ile karakterize olur. Yüksek  $C_3S$  kalsiyum silikat içeriği ve yüksek incelik ( $400-500 \text{ m}^2/\text{kg}$ ), gerek erken dayanımların gerekse de nihai dayanımların yüksek gerçekleşmesini sağlamaktadır. Göreceli olarak yüksek  $C_3A$  içeriği (%15'e kadar) ise beyaz çimento esaslı harç ve betonlarda rötre deformasyonlarına dikkat edilmesini gerektirir. Bu probleme karşı kaliteli agrega kullanılarak, beton/harç karışımında çimento dozajının ve s/ç oranını düşük tutarak önlem alınması önerilmektedir. Beyaz çimentolar genellikle düşük miktarda

alkali içermekte ve bu bakımdan beyaz betonların alkali-agrega reaksiyonlarına karşı dirençleri de yüksek olmaktadır. Yüksek  $C_3S$  içeriği ve inceliği ( $400-500 \text{ m}^2/\text{kg}$ ) dolayısı ile beyaz çimento her yaşta büyük dayanıma sahiptir [6].

Portland çimentosu ve BPC, teknik özellikleri bakımından birbirine çok benzeyen çimento türleridir. Bu nedenle BPC normal portland çimentosunun kullanıldığı bütün işlerde kullanılır. Ancak BPC ile normal portland çimentosunun teknik özellikleri birbirine benzer olsa da, BPC daha pahalı olduğu için, sıradan beton işlerinde kullanılmamaktadır [7].

BPC'yi normal portland çimentosundan ayıran en temel özellik beyazlığıdır. Bu çimentolar yüksek beyazlık derecesinde ve değişmeyen beyazlıkta üretilir. Ayrıca, hammaddeleri çok saftır ve ileri teknoloji ile üretilirler. Her iki çimento tipinin üretim akım şemaları hemen hemen aynıdır. Başlıca teknolojik fark, BPC üretim sürecinde soğutma ve beyazlaştırma işleminin birleştirilmesidir. Bu şekilde çimentonun beyazlığı elde edilir ve renkte homojenlik sağlanır. Bununla birlikte bu çimentolar normal PC'ye göre daha ince öğütülür ve dayanım kazanma hızları daha yüksektir. Gerek erken dayanımları, gerekse nihai dayanımları normal PC'ye göre daha yüksektir. Bu çimentolar yüzey düzgünlüğü ve görünüş güzelliği sağlarlar ve değişik renkteki pigmentlerle karıştırıldığında, canlı ve parlak renkler elde edilir.

Mermer tozu, en küçük boyutlu mermer atıklarıdır. Mermer işleme tesislerinde blokların ve plakaların kesilmesi esnasında açığa çıkan ve büyük çoğunluğu 1mm.'nin altında olan mermer tanecikleridir. Kesme işleminin suyla yapılması nedeniyle bu atıklar direkt olarak suya karışır ve çöktürme havuzlarından veya kek olarak arıtma tesislerinden alınır [8]. Mermer tozunun atık bir malzeme olarak beton üretiminde kullanılması hususunda son yıllarda oldukça fazla sayıda çalışma mevcuttur [9-13]. Bu çalışmalardan biri olarak Almayaç ve İnce tarafından yapılan bir çalışmada, mermer tozu içeren kendiliğinden yerleşen betonların taze ve sertleşmiş beton özellikleri incelenmiştir [14].

Bu çalışmada, mimari nedenlerden dolayı dekoratif ve estetik uygulamalarda kullanılması düşünülen beyaz çimentonun betonda bağlayıcı malzeme olarak kullanılması amacına yönelik olarak beyaz betonlar üretilmiş ve bu betonlar üzerinde farklı kür koşullarının etkisi incelenmiştir. Bu sebeple 5 farklı çimento dozajında ve kimyasal katkı/katkısız üretilen beyaz betonlar üzerinde farklı kür şartlarının etkisi gözlemlenmiş ve değişik kür koşullarına maruz bırakılan numuneler üzerinde 7., 28. ve 90. günlerde basınç dayanım deneyleri yapılmıştır.

## II. KULLANILAN MALZEMELER

Bütün karışımlarda çimento olarak Beyaz Portland Çimentosu (BPÇ 42.5), agrega olarak beyaz kalker agregası ve mermer tozu, kimyasal katkı olarak da şeffaf renkli bir süper akışkanlaştırıcı katkı malzemesi kullanılmıştır. BPÇ'ye ait kimyasal, fiziksel, mekanik ve mineralojik özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir.

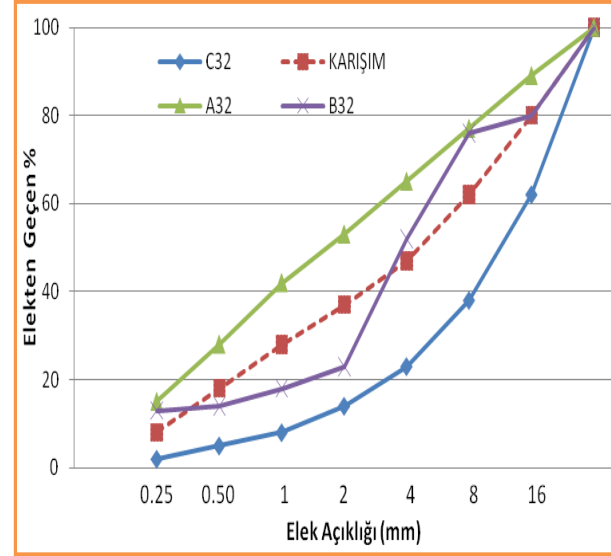
Tablo 1. BPÇ'ye ait kimyasal, fiziksel, mekanik ve mineralojik özellikler

Numunelerin hazırlanmasında 250, 350, 450, 550 ve 650 kg/m<sup>3</sup> olmak üzere beş farklı çimento dozajı kullanılmış ve numuneler 10x10x10 cm küp olarak üretilmiştir. Akıcı kıvamın sağlanması için akışkanlaştırıcı özelliğine sahip katkı tercih edilmesi durumunda betonun özelliklerinin ne şekilde etkilendiğinin araştırılması amacıyla karışımlarda aynı işlenebilmeyi sağlayan su miktarı azaltılarak yerine katkı maddesi kullanılmıştır. Üretilen numunelere kalıptan

Kimyasal Bileşim (%)			
Bileşen Adı		Çimento	
SiO <sub>2</sub> Çözünen		22.06	
Çözünmez kalıntı		0.12	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		4.25	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.20	
CaO		65.39	
MgO		1.13	
SO <sub>3</sub>		2.98	
Kızdırma Kaybı		2.53	
Tayin Edilemeyen		1.90	
Serbest CaO		1.51	
Na <sub>2</sub> O		0.53	
K <sub>2</sub> O		0.50	
Fiziksel Özellikler			
Priz Başlangıcı (dak.)		135	
Priz Sonu (dak.)		160	
Hacim Sabitliği (mm)		4.0	
Özgül Yüzey (cm <sup>2</sup> /g)		4400	
Beyazlık		85.7	
Mineralojik Bileşenler		Mekanik Özellikler	
C <sub>3</sub> S	54.88	Gün	Basınç Dayanımı (MPa)
C <sub>2</sub> S	26.01	2	34.0
C <sub>3</sub> A	11.80	7	50.0
C <sub>4</sub> AF	0.71	28	63.0

aldıktan sonra 20±2°C'de su kürü, laboratuvar ortamında açık hava ve naylon örtü ile sarılı (20±2°C sıcaklık ve %81 nem) olmak üzere üç farklı kür yöntemi uygulanmıştır. Beton numuneleri üzerinde 7, 28 ve 90 gün sonunda basınç dayanım deneyleri yapılarak, beş farklı dozajda, katkılı ve katkısız olarak hazırlanan numuneler, üç farklı kür koşulu uygulanması sonucu birbirleriyle karşılaştırılmış ve bu

koşullar altında meydana gelen dayanım farklılıkları araştırılmıştır. Üretilen betonlarda kullanılan agregaların granülometrik analizi TS 3530'a göre yapılmış ve Şekil 1'de gösterilmiştir [15].



Şekil 1. TS 706 referans ve karışım granülometri eğrileri

Beyaz beton üretiminde, 250-650 kg/m<sup>3</sup> arasında değişen dozajlarda ve katkılı/katkısız üretilen karışımlar 17-22 cm arasında çökme değerleri elde edilecek şekilde katkı ve su miktarları ayarlanarak hazırlanmıştır. 5 farklı seride, katkılı ve katkısız olmak üzere 10 farklı deney grubu belirlenmiş olup, her deney grubu için 27 adet 10x10x10 cm'lik küp numuneler üretilmiştir. Her gruba ait üç numune basınç deneyine tabi tutulmuştur.

Beyaz beton karışımlarında, her deney grubu için katkı miktarı sabit tutulmuştur. Süper akışkanlaştırıcı katkı, beton karışımlarına çimento miktarının (ağırlıkça) % 1.2'si oranında kullanılmıştır. Bu katkı malzemesi melamin sülfonat esaslı, yüksek oranda su azaltıcı - priz hızlandırıcı özelliği olan ve 1.21 kg/litre yoğunlukta bir kimyasal katkıdır. Beton karışımlarının hazırlanması esnasında öncelikle, agregalar ve çimento kuru olarak karılmış, daha sonra kimyasal katkı su ile karıştırılarak karışıma dahil edilmiştir. Karışımların tamamı 20±3°C ortam sıcaklığında hazırlanmıştır. Standartlara uygun olarak yapılan deney yöntemleriyle üretim aşamasında her grupta taze betonun slump (çökme) değerleri tespit edilmiştir. Hazırlanan numuneler 24 saat sonra kalıplardan çıkarılmış ve test uygulanacağı zamana kadar bekletilmek üzere kür havuzunda su içerisinde, laboratuvar ortamında açık ve naylon örtülere sarılı ve ağzı kapalı olarak herhangi bir işlem yapılmadan bekletilmiştir. Daha sonra beton numuneler 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanım değerlerini elde etmek üzere test edilmiştir.

Üretilen betonların kodlandırılmasında ilk üç harf çimentonun cinsini, sonraki değer çimentonun dozajını, sonraki harf katkı içerip içermediğini ve en son harf ise uygulanan kür şartlarını belirtmektedir. Bu kodlandırma Tablo 2’de verilmiştir. Bu özelliklere bağlı olarak üretilen betonların karışım oranları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 2. Üretilen betonların kodlandırılması

BPÇ	Beyaz Portland Çimentosu
250	250 Dozlu Beton
350	350 Dozlu Beton
450	450 Dozlu Beton
550	550 Dozlu Beton
650	650 Dozlu Beton
K	Katkılı
S	Su Kürü
A	Açık Hava Kürü
N	Naylon Örtü Kürü

Kür havuzunda, naylon örtü içerisinde ve laboratuvar ortamında açık bırakılarak, üç farklı kür yöntemi uygulanan numuneler 7, 28 ve 90. günde standartlarda belirtilen hususlara dikkat edilerek basınç presinde deneye tabi tutulmuş ve basınç dayanımları bulunmuştur.

### III. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Farklı kür şartlarının kimyasal katkılı ve katkısız beyaz betonların basınç dayanımı özellikleri üzerine etkisi deneysel olarak incelendiğinde, su içerisinde saklanan numunelerin basınç dayanım değerlerinin 7, 28 ve 90 gün

Tablo 3. Üretilen betonların karışımına giren gerçek malzeme miktarları

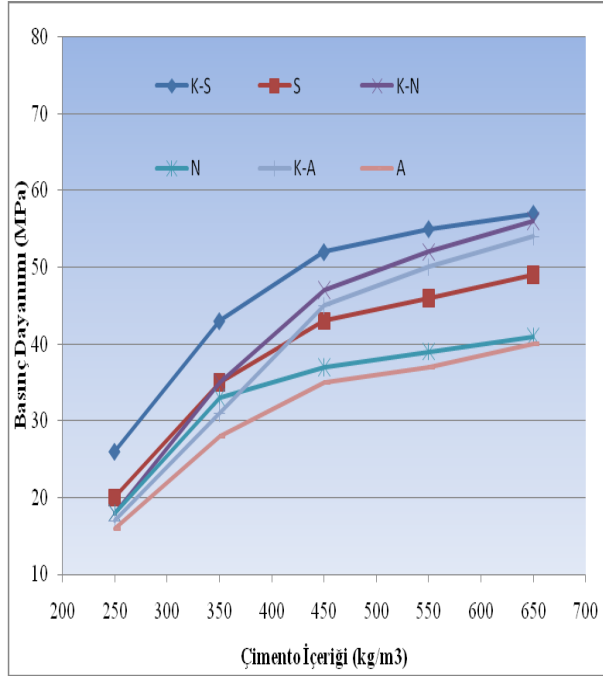
Beton kodu	Çimento (kg/m <sup>3</sup> )	Su (kg/m <sup>3</sup> )	s/ç	Mermer Tozu (kg/m <sup>3</sup> )	Kırma Kum (kg/m <sup>3</sup> )	Kırmataş I (kg/m <sup>3</sup> )	Kırmataş II (kg/m <sup>3</sup> )	Çökme (mm)
BPÇ250-K	250	177	0.69	273	455	364	729	19
BPÇ250	250	202	0.79	273	455	364	729	20
BPÇ350-K	350	172	0.47	254	424	339	679	17
BPÇ350	350	211	0.58	254	424	339	679	20
BPÇ450-K	450	193	0.41	236	393	315	630	20
BPÇ450	450	254	0.54	236	393	315	630	21
BPÇ550-K	550	202	0.35	215	359	287	575	21
BPÇ550	550	272	0.47	215	359	287	575	21
BPÇ650-K	650	218	0.31	193	322	258	517	21
BPÇ650	650	293	0.42	193	322	258	517	22

sonunda açık havada ve naylon içerisinde bekletilen numunelere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Su kürüne tabi tutulan numunelerin basınç dayanımlarının naylon ve açık hava kürüne göre daha yüksek olmasının nedeni, çimento ve su arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşan hidratasyon ürünlerinin C-S-H (çimento jelleri), çimento hamurunun bağlayıcılığını sağlamakta

birlikte çimento hamurundaki kapiler boşluk oranını azaltması olarak açıklanabilir. Bir başka deyişle çimento hamurunun kazanacağı dayanım hızı ve miktarı, hidratasyonu ne ölçüde gerçekleştirmiş olduğuna bağlıdır [16].

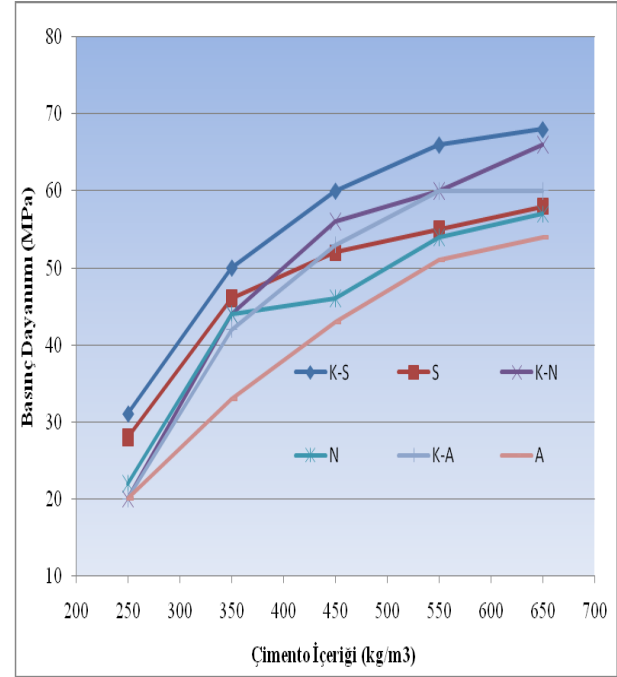
Çalışmada kullanılan yeni nesil polikarboksilat bazlı akışkanlaştırıcı katkı ile farklı çimento dozajlarında hazırlanan numunelerde, katkısız karışımlara kıyasla, karışım suyu ihtiyacı %12 ila % 25 arasında azalmıştır. Renksiz ve şeffaf olarak seçilen bu katkı beyaz betonun renginde bir değişikliğe yol açmamıştır.

Katkısız beyaz betonların kür şartları incelendiğinde, açık hava kürüne kıyasla, naylon örtü kürünün beton basınç dayanımını 7. günde (Şekil 2) % 9.1, 28. günde % 11.3 ve 90. günde % 5.6 oranında artırdığı, su küründe ise açık hava kürüne göre beton basınç dayanımında 7. günde % 20.1, 28. günde % 25.3 ve 90.günde % 24.5 artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, su kürü naylon kürüne göre basınç dayanımını 7. günde % 9.6, 28. günde % 8.7 ve 90. günde ise % 8.1 oranında artırdığı görülmüştür. Katkılı beyaz betonlarda ise farklı kür şartlarının beyaz betonlara etkisi incelendiğinde naylon örtü kürü, açık hava kürüne göre beton basınç dayanımını 7. günde % 6, 28. günde % 15 ve 90. günde % 17 oranında artırmıştır. Su kürü ise açık hava kürüne göre beton basınç dayanımını 7. günde % 24, 28. günde % 30 ve 90.günde % 23 oranında artırdığı görülmüştür. Bununla birlikte, katkılı beyaz betonlarda su kürü naylon kürüne göre basınç dayanımını 7. günde % 10.7, 28. günde % 10.5 ve 90. günde ise % 9.3 oranında artırmıştır.



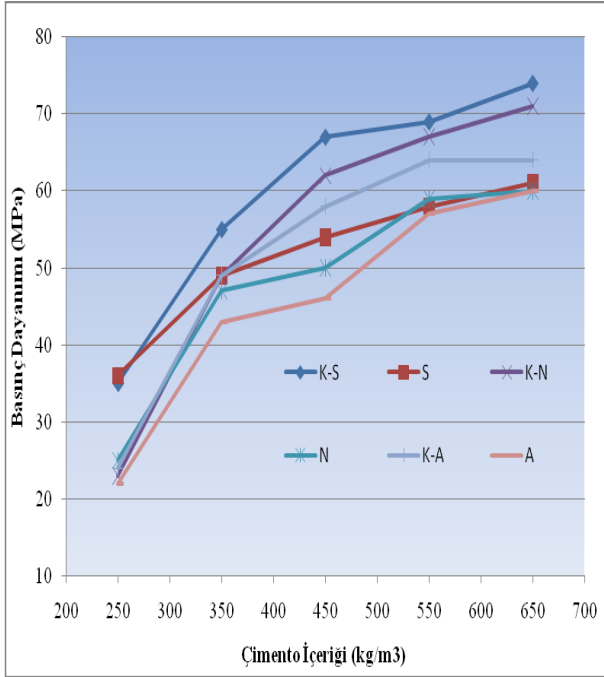
Şekil 2. Farklı kür şartlarında bekletilen beyaz beton numunelerinin 7 günlük basınç dayanımlarının çimento dozajına bağlı değişimi

Betonun kalıbına yerleştirme aşamasından katılarak dayanım kazanmasına kadar geçen süreçte çevre koşullarının büyük oranda etkisi bulunmaktadır. Bu aşamada hidrasyon olayının normal bir şekilde gelişmesini engelleyen faktörler bulunmaktadır. Sözgelimi beton karışımına giren suyun ancak %25 kadar hidrasyonda kullanılmaktadır [17]. Hidrasyon için gerekli olan sudan daha fazlası beton karışımına dahil olsa da yine hidrasyon süresince bu suyu betonda tutmak zor olduğundan, beton sertleşme aşamasında hidrasyon için ilave nem ve suya ihtiyaç duymaktadır. Naylon örtü ile kaplanarak çevre koşulları ile teması kesilen betonlarda bünyeden buharlaşma yoluyla ayrılacak su miktarının daha az olması sağlandığından elde edilen basınç dayanımı her üç beton yaşı için de açık hava kürüne göre daha yüksek bulunmuştur. Fakat betonun içerisine su girişi engellendiğinden hidrasyon sonucunda beton bünyesindeki suyun tükenmesiyle oluşan su kaybı sonucu, ilerleyen zamanlarda betonun dayanım kazanma hızının artmadığı da gözlemlenmiştir. Laboratuvar ortamında açık olarak bulunan numunelerde gerekli nem sağlanamadığından hidrasyonun yetersiz gerçekleşmesi nedeniyle basınç dayanımı olarak en düşük değerler elde edilmiştir.



Şekil 3. Farklı kür şartlarında bekletilen beyaz beton numunelerinin 28 günlük basınç dayanımlarının çimento dozajına bağlı değişimi

Kalıbına yerleştirilen taze beton zamanla katılarak dayanım kazanmaya başlar. Beton, genellikle 28 günde yaklaşık dayanımının %70'ini kazanmaktadır [17]. Geri kalan kısmını da zamanla daha yavaş ilerleyen bir periyotta hidrasyon için gerekli olan nem veya su bulunabilirse tamamlamaktadır. Her zaman havada azda olsa nem mevcuttur ve beton, hidrasyon için gerekli olan ıslaklığı havadaki nemden de sağlayabilmektedir. Deney sonuçlarına göre Şekil 3 incelendiğinde 28 günlük açık hava kürü uygulanan numunelerin dayanım değerlerinin naylon kürüne yakın değerler aldığı görülmektedir. Bu durum, ortamda bulunan bağıl nem oranının yüksek olması nedeniyle betonun hidrasyonunu ortamdaki nemin yardımıyla devam ettirdiği şeklinde açıklanabilir. Ancak Şekil 4'te görüldüğü üzere açık kür uygulaması sonucu ilerleyen zamanlarda (90. günde) dayanımda artış olmadığı da gözlemlenmiştir. Beyaz beton numunelerinin her çimento dozajında basınç dayanım değerleri zamanla artarak 90. günde en yüksek değerlere ulaşmış, katkılı numunelerde basınç dayanımı katkısız numunelere göre daha yüksek değerler vermiştir. Karışıma katılan katkıının esas özelliği taze beton özelliklerinden işlenebilmeyi kolaylaştırmasıdır. Bunun sonucunda kalıbına iyi yerleşen ve sıkışan betonun dayanımı uygulanan kür yöntemlerine göre değişmekle birlikte katkısız betonlara göre daha yüksek değerler vermiştir. Basınç dayanımları 28. ve 90. günde yaklaşık olarak birbirine yakındır. Kimyasal katkıının basınç dayanımları üzerindeki etkisinin erken yaşlarda çimento dozajına bağlı olarak değiştiği, ancak ileriki yaşlarda bu farkın ortadan kalktığı söylenebilir.



Şekil 4. Farklı kür şartlarında bekletilen beyaz beton numunelerinin 90 günlük basınç dayanımlarının çimento dozajına bağlı değişimi

#### IV. SONUÇLAR

Beyaz kalker agregası ve mermer tozu kullanılarak elde edilen beyaz betonun, taşıyıcı elemanlarda kullanımı için en önemli özelliklerinden olan basınç dayanımı üzerinde farklı kür şartlarının etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Beyaz beton numunelerinin farklı kür şartlarına maruz bırakılması sonucu basınç dayanımının beton yaşına bağlı olarak değişiminin incelendiği bu çalışmada en iyi kür yönteminin su içerisinde saklama şeklinde elde edilen kür yöntemi olduğu deney sonuçlarından görülmüştür. Betonun hiçbir kür uygulanmaksızın ortam koşullarında doğrudan dış etkilere maruz bırakılması, beton özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir.
- Laboratuvar ortamında açık olarak bırakılan ve hiçbir kür işlemine tabi tutulmayan numunelerde, basınç dayanım değerleri suda ve laboratuvar ortamında naylon örtüye sarılı olarak bekletilen numunelere göre daha düşük elde edilmiştir. Aynı şekilde suda bekletilen numuneler naylon örtü içerisinde bekletilen numunelere göre basınç dayanımı olarak daha iyi performans göstermiştir.
- Yeni nesil polikarboksilat bazlı akışkanlaştırıcı katkı ile farklı çimento dozajlarında hazırlanan

numunelerin katkısız karışımlara kıyasla karışım suyu ihtiyacının daha az olduğu gözlemlenmiştir.

- Sonuç olarak estetik ve dekoratif özelliklere sahip olduğu düşünülen beyaz çimento, yük taşıma kabiliyeti açısından da gösterdiği performansla, beyaz betonarme yapı imalatlarında da rahatlıkla kullanılabilir.

#### V. KAYNAKLAR

- [1] Sideris, K.K., Sava, A.E., Durability of mixtures containing calcium nitrite based corrosion inhibitor, Cement&Concrete Composites, Vol.27, pp. 277-287 (2005).
- [2] Topçu, İ.B., Yapı Malzemesi ve Beton, Şahvar Offset, Eskişehir (2006).
- [3] Erdoğan, T.Y., Beton, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yay. ve İletişim A.Ş., Ankara (2003).
- [4] Kırca, Ö., Yapılarda Beyaz Beton Uygulamaları, Konut Kurultayı Bildiriler Kitabı, İstanbul (2002).
- [5] Şahin, M., Kırca, Ö., Kent Mobilyalarında Beyaz Çimento Kullanımı, II. Uluslararası Kent Mobilyaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İstanbul, (2003).
- [6] Sobolev, K., White Cement: Problems of Production & Quality, Çimento ve Beton Dünyası, TÇMB Yayın Organı sayı:38 (2002).
- [7] Erdoğan, T.Y., Betonu Oluşturan Malzemeler, Çimentolar, ODTÜ, Ankara (1995).
- [8] Çelik, M. Y., Mermer Artıklarının (Parça-Tozlarının) Değerlendirilmesi, AKÜ, FBE Yüksek Lisans Tezi (1996).
- [9] Uysal, M., The Effect of Marble Powder on the Workability and Mechanical Properties of Self Compacting Concrete, II. Uluslararası Mermer ve Doğaltaşlar Kongresi. s.316-324, İzmir (2010).
- [10] Topcu, İ.B., Bilir, T., Uygunoglu, T., Effect of waste marble dust content as filler on properties of self-compacting concrete, Construction and Building Materials, Vol. 23(5), pp.1947-53 (2009).
- [11] Aruntas, H.Y., Guru, M., Dayı, M., Tekin, I., Utilization of waste marble dust as an additive in cement production, Materials and Design, Vol.31, pp.4039-4042 (2010).
- [12] Akbulut, H., Gurer, C., Use of aggregates produced from marble quarry waste in asphalt pavements, Build Environ, Vol.42, pp.1921-30 (2007).
- [13] Celik, M.Y., Sabah, E., Geological and technical characterization of Iscehisar (Afyon-Turkey) marble deposits and the impact of marble waste on environmental pollution, J Environ Management, Vol.87, pp.106-116 (2008).
- [14] Alyamaç, K.E., Ince, R., A preliminary concrete mix design for SCC with marble powders,

- Construction and Building Materials, pp. 1-10  
(2008).
- [15] TS 3530, Beton Agregalarının Tane Büyüklüğü  
Dağılımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü,  
Ankara (1980).
- [16] Ünal, O., Beton Teknolojisi ve Yapı Laboratuvarı  
Ders Notları, Afyon (2002).
- [17] Neville A.M., Properties of Concrete, Longman  
Scientific & Technical, England (1981).