

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# AKIŞKANLAŞTIRICI KATKI MADDELERİNİN BETON ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh. Reşit Şamil DEDEOĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ  
Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ  
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mansur SÜMER

Ağustos 2010

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKIŞKANLAŞTIRICI KATKI MADDELERİNİN  
BETON ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh. Reşit Samil DEDEOĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ  
Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ

Bu tez .. / .. /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

.....  
Jüri Başkanı

.....  
Üye

.....  
Üye

Yrd. Doç.Dr. Merve Sinae

Prof.Dr. Kemal'in  
YUMAZ

Prof.Dr. Ahmet Celal  
APA-1

## TEŞEKKÜR

Hazırlamıő olduğum yüksek lisans tezi çalıőmasında ürün ve bilgi temini olarak katkıda bulunan SİKA Yapı Kimyasalları Yetkilisi Yavuz ŐAHİN Bey'e, araőtırmalarım ve deneylerim sırasında maddi ve manevi destek veren MEFA İnşaat bünyesindeki çalışma arkadaőlarıma, bu tezin yazılması süresince izleyeceğim yolu gösteren, konuyla ilgili her türlü bilgiyi aktaran ve benden yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Mansur SÜMER Bey'e teşekkür ederim.

Reşit Şamil DEDEOğLU

İnşaat Mühendisi

Ağustos 2010

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY.....	ix

### BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Beton Nedir?.....	1
1.2. Türkiye’de Beton .....	2
1.3. Betonun Bileşenleri.....	2
1.3.1. Çimento.....	3
1.3.2. Agrega.....	3
1.3.3. Su .....	4
1.4. Hazır Beton Nedir?.....	5

### BÖLÜM 2. BETONUN ÖNEMİ

2.1. Beton Kalitesinin Yapıdaki Önemi.....	6
--	---

### BÖLÜM 3. BETON PERFORMANSINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

3.1. Beton Dayanımına Etki Eden Faktörler.....	8
3.1.1. Çimento ile ilgili faktörler.....	9
3.1.2. Su miktarı ile ilgili faktörler.....	9
3.1.3. Beton kompasitesi.....	10
3.1.4. Dış etkiler.....	10

## BÖLÜM 4. SU/ÇİMENTO ORANININ BETON PERFORMANSINA ETKİLERİ

4.1. Beton Kalitesine Etkisi.....	11
4.2. Dayanıma Etkisi.....	11
4.3. Dayanıklılığa Etkisi.....	12
4.4. Geçirimsizliğe Etkisi.....	13

## BÖLÜM 5. KİMYASAL KATKI MADDELERİ

5.1. Betonda Kullanılan Katkı Maddeleri.....	15
5.1.1. Kimyasal Katkılar.....	15
5.1.1.1. Akışkanlaştırıcılar.....	15
5.1.1.2. Su geçirmezlik sağlayıcı katkıları.....	16
5.1.1.3. Priz geciktirici katkıları.....	17
5.1.1.4. Priz hızlandırıcı katkıları.....	17
5.1.1.5. Hava sürükleyici katkıları.....	18
5.1.1.6. Püskürtme beton katkıları.....	19
5.1.2. Mineral Katkılar.....	19
5.1.2.1. Yüksek fırın cürufu.....	19
5.1.2.2. Uçucu kül.....	20
5.1.2.3. Silis dumanı.....	20

## BÖLÜM 6. AKIŞKANLAŞTIRICI KATKI MADDELERİ

6.1. Akışkanlaştırıcılar.....	21
6.2. Akışkanlaştırıcıların Etki Mekanizması.....	21
6.3. Akışkanlaştırıcı Türleri.....	22
6.3.1. Normal akışkanlaştırıcılar.....	22
6.3.2. Süper akışkanlaştırıcılar.....	23
6.3.3. Hiper akışkanlaştırıcılar.....	24
6.3.4. Orta akışkanlaştırıcılar.....	24
6.3.5. Geciktiricili süper akışkanlaştırıcılar.....	25

## BÖLÜM 7. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

7.1. Deneyin Amacı ve Kapsamı.....	26
------------------------------------	----

7.2. Deneyde Kullanılan Malzemeler .....	26
7.3. Deney Grupları .....	27
7.3.1. 1. grup deneyler .....	27
7.3.2. 2. grup deneyler .....	27
7.3.3. 3. grup deneyler .....	28
7.3.4. 4. grup deneyler .....	29
<b>BÖLÜM 8. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	
8.1. Basınç Dayanımı Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi .....	49
8.2. Su Emme Oranları Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi .....	50
8.3. Su Azalma Değerleri Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi .....	51
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>54</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>55</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	1. Grup Deney numunelerinin basınç dayanım değerleri .....	38
Şekil 2.	2. Grup Deney numunelerinin basınç dayanım değerleri .....	39
Şekil 3.	2. Grup Deney numunelerinin basınç dayanım değerleri .....	39
Şekil 4.	3. Grup Deney numunelerinin basınç dayanım değerleri .....	40
Şekil 5.	3. Grup Deney numunelerinin basınç dayanım değerleri.....	40
Şekil 6.	4. Grup Deney numunelerinin basınç dayanım değerleri .....	41
Şekil 7.	4. Grup Deney numunelerinin basınç dayanım değerleri .....	41
Şekil 8.	Beton numunelerinin 28 günlük hacimce su emme oranları .....	42
Şekil 9.	Beton numunelerinin 28 günlük ağırlıkça su emme oranları .....	42
Şekil 10.	7 günlük Beton numunelerinin kullanılan akışkanlaştırıcı türlerine göre basınç dayanım değerleri.....	43
Şekil 11.	28 günlük Beton numunelerinin kullanılan akışkanlaştırıcı türlerine göre basınç dayanım değerleri .....	44
Şekil 12.	56 günlük Beton numunelerinin kullanılan akışkanlaştırıcı türlerine göre basınç dayanım değerleri .....	45
Şekil 13.	90 günlük Beton numunelerinin kullanılan akışkanlaştırıcı türlerine göre basınç dayanım değerleri .....	46
Şekil 14.	28 günlük Beton numunelerine ait akışkanlaştırıcılı beton dayanımlarının katkısız beton dayanımına göre sabit değer üzerinden artış değerleri .....	47

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 7.1.	Deneyde kullanılan beton numuneleri için gereken ürünlerin elek analiz tablosu .....	31
Tablo 7.2.	1. Grup Deney Betonunun üretimi için gereken malzeme miktarları ve basınç dayanımları.....	32
Tablo 7.3.	2. Grup Deney Betonunun üretimi için gereken malzeme miktarları ve basınç dayanımları.....	33
Tablo 7.4.	3. Grup Deney Betonunun üretimi için gereken malzeme miktarları ve basınç dayanımları.....	34
Tablo 7.5.	4. Grup Deney Betonunun üretimi için gereken malzeme miktarları ve basınç dayanımları.....	35
Tablo 7.6.	Yapılan deneylerdeki beton numunelerinin basınç dayanım ve su emme oranı değerleri.....	36
Tablo 7.7.	PKÇ 32.5 çimentosunun kimyasal analiz tablosu .....	37



## ÖZET

Anahtar Kelimeler: Akışkanlaştırıcılar, Beton Performansı

Büyük Marmara depreminin yaşandığı 1999 yılından sonra Türkiye’de yapıların dayanımı ve dayanıklılığı konusunda önemli gelişmeler kaydedilmiş ve inşaat sektörünün mihenk taşlarından biri olan betonun performansının artırılması çalışmaları her geçen gün artarak devam etmiştir. Betonun performansını arttırmak için çimento, agrega, mineral ve kimyasal katkıları üzerinde çeşitli çalışmalar yapılabilmektedir. Bu çalışmada “Sika Yapı Kimyasalları” firmasından sağlanan normal, super ve hiper akışkanlaştırıcı katkı maddeleri maksimum oranda betona katılarak betonun dayanımı üzerine etkileri, su emme oranları ve bunların aralarındaki farklılıklar incelenmiştir. Şahit (katkısız) beton, normal akışkanlaştırıcı beton, süper akışkanlaştırıcı beton ve hiper akışkanlaştırıcı beton olmak üzere 4 grupta deneyler yapılmıştır. Akışkanlaştırıcı katkı maddelerinin betona katılmasıyla birlikte, şahit (katkısız) betona göre daha az su oranı ile beton dayanımında yüksek bir artış görülmüştür. Diğer yandan akışkanlaştırıcı katkı maddelerinin miktar ve dereceleri arttırıldıkça betonun su emme oranlarında düşüş görülmüştür. Bu tespit, akışkanlaştırıcı katkı maddelerinin kullanılmasıyla yapılarda kullanılan betonun dayanımının artması, beton içindeki donatının korunması ve beton iç ve dış etkilere karşı dayanıklılığına olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Kimyasal katkıları beton dayanımı ve dayanıklılığını yükseltmesinin yanı sıra, daha ucuz beton elde edilebileceğini de gösterir. Akışkanlaştırıcı kimyasal katkı maddeleri, bu avantajları ile inşaat sektörüne ve kullanıcıların hizmetine daha sağlam ve daha ekonomik yapılar sunulmasına yardımcı olmaktadır.

# **THE INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF PLASTICIZING ADDITIVES ON CONCRETE**

## **SUMMARY**

Key Words: Plasticizers, Performance of Concrete

After the Earthquake of Marmara in 1999, there have been very important developments about the endurance and durability of structures and the studies go on increasingly about redoubling the performance of concrete that is the touchstone of building sector. To increase the performance of concrete, some studies can be done with cement, aggregate, minerals and chemical additions. In this study, the endurance, water absorption rates of concrete and the differences between these two has been observed by adding normal, super and hyper plasticizers to concrete at maximum rates, ensured from SIKA. The experiments have been made in 4 groups as witness ( pure ) concrete, concrete with normal plasticizers, concrete with super plasticizers and concrete with hyper plasticizers. By adding plasticizers to concrete it has been observed less water ratio and more endurance than the witness (pure) concrete.

On the other hand, when the quantity and degree of plasticizers increase, the water absorption of concrete decreases. This shows that the use of plasticizers, makes positive effects to endurance of concrete used in structures and the durability of concrete and the steel in it from inner and outer effects. With increasing the endurance and durability of concrete, chemical plasticizers also show us that we may have concrete with lower costs. Chemical plasticizers provides safer and more economic structures for building sector and users with that advantages.

# BÖLÜM 1. GİRİŞ

## 1.1. Beton Nedir?

Beton; çimento, su, agrega ve gerektiğinde de katkı maddelerinin belirli oranlarda homojen karıştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik yada akıcı kıvamda olup, şekil verilebilen ve zamanla katılaşp sertleşerek, mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir.

Betonun mutlak hacmini %75 oranında agrega (kum, çakıl, mıcır), %10 oranında çimento, %15 oranında su oluşturur. Gerektiğinde, çimento ağırlığının %2-3'ü oranında kimyasal katkı malzemesi de ilave edilebilir.

Betonu, günümüzün en yaygın taşıyıcı yapı malzemesi yapan özellikleri şöyle sıralayabiliriz:

- Ucuzluğu,
- Şekil verilebilme,
- Çelik donatı ile (betonarme) çekme mukavemetinin yetersizliğinin dengelenmesi,
- Yüksek basınç dayanımlarına ulaşılması,
- Fiziksel ve kimyasal dış etkilere dayanıklılığı (uzun ömür, bakım kolaylığı),
- Hafif agrega ile hafifletilmesi,
- Pigmentlerle renklendirilmesi,
- Bilgisayar kontrollü santraller, transmikserler pompalar vb. ile üretim, taşıma ve yerleştirme aşamalarında büyük gelişmelerin sağlanmış olması

## 1.2. Türkiye’de Beton

Ülkemizin büyük bölümü deprem kuşağında yer almakta, sıkça karşılaşılan afetlerde büyük can ve mal kaybı yaşanmaktadır. Bu nedenle yapı güvenliği açısından beton kalitesi çok önemlidir.

Ülkemizde kullanılan betonların durumu ise hazır beton teknolojisinin kullanılmasıyla beraber memnuniyet verici gelişmeler göstermeye başlamıştır.

Günümüzde yüksek katlı binaların yapımından barajlara, prefabrikasyondan metro inşaatlarına kadar geniş bir alanda kullanılan hazır beton inşaat teknolojisinde vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer yandan elle dökülen betonun gayri ekonomik olduğu ve yeterli mukavemeti elde etmek için büyük riskler taşıdığı bilinmektedir.

1999 Marmara Depreminden sonra revize edilen ve yürürlüğe giren yeni deprem yönetmeliğinde de belirtildiği gibi, yapı kalitesinin yükseltilmesi ve depreme dayanıklı binalar üretilmesi için deprem bölgelerinde kullanılacak en düşük beton dayanım sınıfının C20/25 olması gerektiği ortaya konmuş ve deprem sırasında olası can ve mal kaybının en aza indirilmesi düşünülmüştür [ 4 ].

## 1.3. Betonun bileşenleri

Betonu oluşturan hammaddeler; çimento, su, agrega, (kum, çakıl, kırma taş), kimyasal katkılarla (akışkanlaştırıcı, priz geciktirici, geçirimsizlik sağlayıcı, antifriz vb.) mineral katkıları (taş unu, tras, yüksek fırın cürufu, uçucu kül, silis dumanı vb.) betonun performansının istediğimiz ölçüde ve yönde iyileştiren çağdaş teknoloji unsurlarıdır.

Çimentoyla suyun karışımından oluşan çimento hamuru zamanla katılışp sertleşerek agrega tanelerini (kum, çakıl, kırmataş) bağlar, yapıştırır, böylece betonun mukavemet kazanmasına imkan verir. Dolayısıyla betonun mukavemeti;

- Çimento hamurunun mukavemetine,
- Agrega tanelerinin mukavemetine,

- Agrega taneleri ile çimento hamuru arasındaki yapışmanın gücüne (aderansına) bağlıdır.

### 1.3.1. Çimento

Ana maddeleri kalkerle kil olan ve mineral parçalarını (kum, çakıl, tuğla, briket vs.) yapıştırmada kullanılan bir malzemedir. Çimento, bu yapışma özelliğini suyla reaksiyona girerek sertleşip bağlayıcı görevini oluşturur. Kırılmış kalker, kil ve gerekiyorsa demir cevheri ve/veya kum katılarak öğütülüp toz haline getirilir. Bu malzeme 1400- 1500 °C de döner fırınlarda pişirilir. Meydana gelen ürüne “klinker” denir. Daha sonra klinkere bir miktar alçı taşı eklenip (%4-5 oranında), çok ince toz halinde öğütülerek portland çimentosu elde edilir. Katkılı çimento üretiminde de; klinker ve alçı taşı dışında, çimento tipine göre tek veya bir kaç bir arada olmak üzere tras, yüksek fırın cürufu, uçucu kül, silis dumanı vb. katılır.

Çimento bir çok beton karışımında hacimce en küçük yeri işgal eden bileşendir, ancak beton bileşenleri içinde en önemlisidir.

En çok kullanılan çimento tipleri portland kompoze çimento ve sulfata dayanıklı çimentodur. Bunun dışında özel amaçlar için beyaz portland çimentosu ve diğer bazı tip çimentolar kullanılmaktadır.

Normal betonda agrega taneleri en sağlam unsur olduğundan diğer iki unsur (çimento hamuru ve aderans) mukavemeti belirlemektedir. Çimento hamurunun mukavemeti önemli ölçüde su/çimento oranına bağlıdır.

### 1.3.2. Agrega

Beton üretiminde kullanılan kum, çakıl, kırmataş gibi mineral kökenli daneli malzemelerin genel adı agregadır. Beton içerisinde hacimsel olarak %60-75 oranında agrega tane boyutlarına göre ince (kum, kırma kum gibi) ve iri (çakıl, kırmataş gibi) agregalar olarak ikiye ayrılır.

Agregalarda aranan en önemli özellikler şunlardır;

- Sert, dayanıklı ve boşluksuz olmaları,
- Zayıf taneler içermemeleri (deniz kabuğu, odun, kömür gibi),
- Basınca ve aşınmaya mukavemetli olmaları,
- Toz, toprak ve betona zarar verebilecek maddeler içermemeleri,
- Yassı ve uzun taneler içermemeleri,
- Çimentoyla zararlı reaksiyona girmemeleri

Agreganın kirli (silt, kil, mil, toz vs.) olması aderansı olumsuz etkileyip, bu küçük taneler su ihtiyacını da arttırmaktadır.

Agregaların betonda kullanılabilmesi için TS.706'da belirtilen elek aralıklarında geçen dane dağılımına (granülometriye) uygun olması gerekir [ 10 ].

Agregalar doğadan bir çok yollardan elde edilebilir.

- a) Doğal kum (çakıl ocaklarından elde edilen agregalardır). Akarsu yataklarında alüvyon deltalarının birikinti konilerinde rüzgar birikintisi ile vadi malzemelerinden elde edilirler.
- b) Taş ocaklarından elde edilen agregalardır. Doğal ocaklardan agrega elde etme imkanı olmadığı durumlarda taş ocakları işlenerek çıkan kayanın kırılması, elenmesi gibi bir işlemler sonucu elde edilen agregalardır.
- c) Yapma veya özel agrega. Bunlar yüksek fırın cürufu, hafif beton yapımı için kullanılan agregalar ve ağır beton yapımında kullanılan agregalardır. Kullanım yerleri sınırlıdır.

### 1.3.3. Su

Betonun bir bileşeni de sudur. Su betonda üç değişik amaca yönelik kullanılmaktadır:

- 1) Çimento ve agrega ile birlikte beton karılmasında karışım suyu olarak,

- 2) Yerine yerleştirilen taze betonun yüzeyine uygulanan “bakım yada kür suyu” olarak,
- 3) Betonda kullanılacak agregaların temiz olmalarını sağlamak veya betona karma, üretim işlemi bittikten sonra üretim araçlarını temizlemek için yıkama suyu olarak.

Bunlardan en önemlisi ilki olup, karma suyu iki önemli görevi yerine getirmektedir. Birincisi çimento ve agrega tanelerinin yüzeyini ıslatarak yani yağlayıcı etki oluşturarak, beton malzemelerinin kolayca karıştırılabilmesini ve yerleştirilebilmesini kısaca işlenebilmeyi sağlamaktır. İkincisi ise çimento taneleriyle birleşerek oluşan çimento hamurunda hidratasyon denilen kimyasal reaksiyonu sağlamaktır.

Beton üretiminde kullanılacak suyun TS.3440’a uygun olması gerekir [ 10 ].

#### **1.4. Hazır beton nedir?**

Çimento, doğal veya kırma agrega, su ve istenilen betonun niteliğine göre kullanılan kimyasal katkı maddelerinden oluşan bir bileşimdir. Hazır betonun bileşenleri beton santralinde bilgisayar kontrolü ile daha önceden tespit edilen oranlarda bir araya getirilerek transmikserlerle karıştırılır ve tüketiciye taze beton olarak teslim edilir.

Hazır betonu klasik yöntemlerle elde edilen ( elle veya betoniyerle) betondan ayıran temel unsur, hazır betonun modern tesislerde bilimsel yöntemlerle, standartlara uygun olarak üretilmesidir.

Genel olarak hazır beton iki şekilde üretilir;

- a) Kuru sistem: agrega, çimento ve varsa mineral katkısı beton santralinde ölçülüp santralde veya özel transmikserle karıştırılan, suyu ve kimyasal katkısı ile teslim yerinde ölçülüp karıştırılarak ilave edilen hazır betondur.
- b) Yaş sistem: bu yöntemde ise su dahil bütün bileşenleri beton santralinde ölçülen ve karıştırılan hazır betondur. [ 12 ]

## **BÖLÜM 2. BETONUN ÖNEMİ**

### **2.1. Beton Kalitesinin Yapıdaki Önemi**

Beton, yük taşıyıcı bir malzemedir. Taze beton, yeni karılmış, hamur halindeki özelliğini yani, yumuşaklığını kaybetmemiş kolayca şekil verilebilen bir malzemedir. Birkaç saat içinde katı hale geçen, günlerce süren bir süreç sonunda sertliği artan ve yeterince mukavemet kazanmış betona da sertleşmiş beton denir.

Betondan beklenen üç önemli özellik vardır. Bunlar;

- İşlenebilme:

Tazen betonun özelliği olup, taze beton kolay karıştırılmalı ve yerleştirilmeli, karıştırırken, taşınırken ve yerleştirilirken ayrışmamalı, homojenliği yitirmemelidir. İşlenebilmenin değerlendirilmesi deneysel olarak yapılabilir. Bunlardan en çok kullanılanı çökme deneyidir.

- Mukavemet:

Sertleşmiş beton özelliğidir. Beton taşıyıcı bir malzeme olduğundan istenilen sınıfı dayanımını güvenle sağlamalıdır.

- Dış etkilere karşı dayanıklılık (durabilite):

Bu özellik bir sertleşmiş beton özelliği olup hava, su ve kimyasal çevrenin etkisiyle, donam-çözülme, ıslanma-kuruma gibi fiziksel etkiler ve hatta beton iç yapısında agrega ve çimento arasında oluşabilecek reaksiyonlar sonucu betonun niteliklerini kaybedebilir. Örneğin; betonun mukavemeti azalır, geçirimsizliği artar ve kolay parçalanabilir. Betonun buna benzer bozulmalara direnç göstermesi gerekir. Bu da betonun durabilitesidir.



Kısaca kaliteli bir beton;

- Kolay karıştırılabilmeli ve taşınabilmeli,
- Karışımın kendi içinde ve aynı koşullarda hazırlanmış diğer karışımlar arasında kalite farkı bulunmamalı (uniform) olmalı,
- Büyük enerji gerektirmeden sıkıştırılabilme kabiliyetine sahip olmalı,
- Kalıplarda yerine yerleştirilirken ve sıkıştırılırken ayrışım (segregasyon) yapmamalı, yani çimento harcı iri agregadan oluşan malzeme bir başka bölüme kümeleşerek aynı beton kesiti içerisinde farklı özellikte beton oluşmamalı,
- Yüzeyi mastarlanıp, perdahlanıp düzgün duruma getirilebilir olmalıdır.

Sertleşmiş betonda ise;

- 7-28 veya daha sonraki günler için hedeflenen dayanıma sahip olmalı,
- Yeterince durabiliteye (çevre etkenlerine karşı dayanıklılığına) sahip olmalı,
- Yeterince hacim sabitliğine sahip olmalı, yani sertleşmiş beton aşırı büzülme (rötre) veya genişleme nedeniyle çatlamlar göstermemelidir.

Bu özellikler betonun taze iken karıştırma, taşınma, yerleştirme, sıkıştırma, yüzeyinin düzeltilmesi ve bakım (kür) işlemi ile yakından ilgilidir. [12]

## **BÖLÜM 3. BETON PERFORMANSINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER**

### **3.1. Beton Dayanımına Etki Eden Faktörler**

Beton dayanımı deyince akla basınç dayanımı gelmektedir. Bunun nedeni şöyle sıralanabilir:

- Beton gevrek bir malzemedir. Basit mukavemet değerleri arasında en yüksek olanı basınç, en düşük olanı çekmedir. Bu ikisinin oranı %8 ile %14 arasındadır. Pratik olarak betonun hiç çekme gerilmesi almadığı, hemen çatladığı varsayılır ve beton sadece basınca çalıştırılır.
- Basınç dayanımı betonun tüm pozitif nitelikleriyle paralellik gösterir. Yüksek basınç dayanımlı bir beton doludur (kompasitesi yüksek), serttir, su geçirmez, dış etkilere dayanır, aşınmaz, şu halde basınç dayanımını saptamakla betonun niteliği hakkında global bir değerlendirme yapılabilir [ 2 ].
- Basınç dayanımı deneyi diğer denetleme deneylerine oranla en kolaydır. Diğer yandan basınç dayanımının saptanmasında da belli standart koşullara uyulmalıdır, zira bu büyüklük pek çok faktörün etkisindedir. Bu faktörlerin başında numune şekli, boyutları, numune yaşı, numunenin saklanma koşullarıdır. Basınç dayanımı standart silindir ( 15 cm çap, 30 cm yükseklik ) veya küpler ( 15 cm kenarlı ) üzerinde belirlenir. Ülkemizde genelde küpler kullanılmaktadır [ 2 ].

Basınç dayanımı, üretimi izleyen 28. günde belirlenir. Pratik yönden dayanım 7., 90. günlerde tayin edilebilir, ancak betonun sınıfını belirtmede 28. gündeki dayanım esas alınır. Basınç numuneleri deney gününe kadar  $23\pm 2$  °C sıcaklıkta kirece doymun su içinde saklanır, en az 3 numune ile basınç dayanımları tespit edilir.

Bununla beraber basınç dayanımı istatistiksel olarak da belirlenmektedir.

Beton performansına etki eden çeşitli faktörler vardır. Bunlar;

### **3.1.1. Çimento ile ilgili faktörler**

Çimento cinsi ve miktarı ile basınç dayanımını etkiler. Bu da betonun daha yüksek dayanımlı olmasını sağlar. PÇ 52,5 ile üretilen bir beton elbette PÇ 32,5 ile üretilenden daha mukavemetli olacaktır.

Çimento dozajının yüksek olması mukavemeti artırır, ancak dayanımı etkileyen faktörün salt dozaj olmayıp çimento/su oranı olduğu hiçbir zaman unutulmamalıdır.

### **3.1.2. Su miktarı ile ilgili faktörler**

Beton üretiminde kullanılan Yoğuşma suyunun görevi kısaca, bağlayıcı maddenin hidratasyonunu sağlamaktır. Kum ve iri agrega danelerini ıslatarak betonun işlenmesini temin eder.

Karma suyunun çok fazla veya çok eksik olması mukavemeti büyük ölçüde düşürür, ancak uygulamada betonu işleyebilmek, yerleştirebilmek açısından agreganın yüzeyinde fazladan bir su tabakası oluşturmak zorundayız. Halbuki suyun asıl görevi çimentonun hidratasyonunu sağlamaktır. Hidratasyon için gerekli olan su, çimento ağırlığının % 14 ü kadardır. Hidrate çimento taneleri arasında kalacak absorblanmış jel suyunu da buna katarak gerekli su, yani su/çimento oranı ancak %25 değerine varır. İşlenebilme gereği yüzünden betona katılan fazla su nedeniyle, bu oran nadiren % 40'ın altına düşer, genelde %50-65 oranında bir değer alır. Demek ki pratik gerekler sonucu katılan su zaten teorik açıdan gerekli olan değer çok üstündedir. Hidratasyon ve jel yapısı için lüzumlu olan suyun üzerinde kullanılan bu su, ilerde buharlaşacak ve betonun içinde çoğunluğu kılcal olan boşlukların oluşmasına neden olacaktır [ 2 ].

İyi bir yerleşme ve işlenebilme sağlamak için su/çimento oranının %55'in üstüne çıkmamasına çalışılmalıdır. Bu işlenebilme için daha çok su/çimento oranı gerekiyorsa, bu muhakkak surette agregadan kaynaklanıyordur, agreganın ve özellikle kumun değiştirilmesi yoluna gidilmelidir.

Su/çimento oranı düşük, fakat bu yüzden yerine yerleştirilemeyen betonda oluşacak büyük boşluklarda mukavemeti düşürürler ve bu düşüş oldukça yüksektir. Örneğin gerekenden %20 fazla su konması halinde dayanım %30 düşerse, %20 eksik su konması halinde mukavemetteki düşüş % 60'ı bulabilir [ 2 ].

### **3.1.3. Beton kompasitesi**

Beton kompasitesi denilince ilk akla gelen taze betonun kompasitesidir. Taze betonun kompasitesi; 1 m<sup>3</sup> betondaki katı öğelerin ( çimento ve agrega ) kapladığı mutlak hacimlerin toplamıdır. Beton kompasitesi, yani doluluk oranı arttıkça betonun dayanımı ve diğer özellikleri iyileşir.

### **3.1.4. Dış etkiler**

Katılaşma, sertleşme aşamasındaki betona çevrenin etkisi çok büyüktür. Bu aşamadaki, betona uygulanan çevre koşullarına kür koşulları diyoruz. Gerçekçi biçimde kür edilen betonun dayanımı da yüksek olur. Kür koşullarını sıcaklık ve rutubet olarak özetleyebiliriz.

Rutubeti yüksek tutmak, hatta ortamı doymuş rutubette tutmak kaydıyla sıcaklık 60°C üstüne çıkarılarak ( 80- 90°C' ye kadar ) mukavemet artışı hızlandırılır. Bu işleme ısıl işlem, atmosfer basıncında buhar kürü, tünel kalıp yöntemi gibi adlar verilir. Bu yöntemlerde beton çok kısa sürede (1-2 gün) istenilen mukavemete erişir. Prefabrik yapı elemanlarının üretiminde de bu yöntemler kullanılır. [11]

## **BÖLÜM4.SU/ÇİMENTO ORANININ BETON PERFORMANSINA ETKİLERİ**

### **4.1. Beton Kalitesine Etkisi**

Yerine dökülmüş, sıkıştırılmış 1m<sup>3</sup> betonun bünyesinde bulunan çimento miktarının kg. cinsinden ifadesine betonun dozajı denir. 1m<sup>3</sup> betonun içerisindeki çimento değerinin belli bir değerden az olmaması gerekir. Çimento miktarı arttıkça beton mukavemeti de artar. Genellikle 1m<sup>3</sup> beton içinde 300-350 kg. çimento kullanılır. Daha fazla kullanılması halinde rötre ve sünme tesirleri artmaktadır. Beton için, su/çimento oranı önemli bir faktördür. Karma suyunun ancak %15'i çimento ile kimyasal olarak birleşip betonun bünyesine girer. Geri kalan su, işlenme özelliğini yerine getirmek için kullanılan ve bağlı olmayan sudur. Agregada ince malzeme arttıkça bağlı olmayan su miktarı da artar. Bağlı olmayan su rötreye sebep olur ve çekilip gidince beton içinde boşluklar bırakır.

Bu konuyla ilgili tüm deneysel çalışmalar su/çimento oranı büyüdükçe aynı cins çimentodan yapılmış aynı şartlarda muhafaza edilmiş ve aynı yaşa sahip betonların basınç mukavemetlerinde düşme olduğunu göstermektedir. Buna karşılık su/çimento oranı azaldıkça, betonun işlenmesi güçleşir. Bu durumda uygun bir sıkıştırma ancak vibratörle olur. Bununla beraber işlenebilmeyi kolaylaştırmak için katkı maddeleri de kullanılır [ 2 ].

### **4.2. Dayanıma Etkisi**

Pratikte beton üretilirken betonun yerleştirilmesini kolaylaştırmak için genel olarak fazla miktarda su kullanılır. Bu bakımdan su miktarı arttıkça mukavemet azalır. Belirli miktar çimento, kum ve iri agrega kullanılarak beton üretimi istendiği vakit uygun olan miktarda su kullanılmalıdır. Suyun istenen değerden az olması çimentonun hidrasyonunun eksik kalmasına ve kalıba dökülen betonda çok

miktarda boşluk kalmasına yol açacaktır. Beton karışımına katılan suyun istenen değerden fazla olması da çimento hamurunun mukavemetini azaltacak, betonun sıkışmasına engel olacak ve böylelikle beton içindeki boşlukları arttıracaktır [ 2 ]. Buda şu sonucu ortaya çıkarır;

Uygun olmayan miktardan daha fazla veya daha az su kullanıldığı takdirde mukavemette daima bir azalma görülür. En yüksek mukavemet, en uygun su miktarı kullanıldığında ortaya çıkar.

Bu konuda fikir edinmek için amerikan Portland Çimentosu Endüstrisi Birliği tarafından yapılan deneylerde bulunan sonuçlar şunlardır. [ 6 ]:

<u>Su miktarının en uygun değerden</u>	<u>Mukavemette</u>
%10 eksik olması	%10 azalmaya
%20 eksik olması	%60 azalmaya
%20 fazla olması	%30 azalmaya
%30 fazla olması	%50 azalmaya
%100 fazla olması	%80 azalmaya sebep olmaktadır.

### **4.3. Dayanıklılığa Etkisi**

Dış ortam sertleşmiş betonu fiziksel ve kimyasal yönden hasara uğratar. Fiziksel etkenler arasında donma-çözülme, art arda oluşan ıslanma ve kurumayı, trafik araçlarının, kum fırtınalarının, deniz, göl ve ırmaklarda meydana gelen dalgaların yaptığı aşınmaları sayabiliriz. Kimyasal etkenler ise asitli, sülfatlı klorlu sular ve atmosferdir. Ayrıca beton iç yapısında ve zamanla ortaya çıkan kimyasal öğelerin tahribatı da unutulmamalıdır. Buna örnek alkali-agrega reaksiyonudur.

Betonun dış etkilere dayanıklı olabilmesi için boşluk oranının en düşük seviyede tutulması gerekir .

Araştırmalar çimento hamurunda donmaya dayanıklılığın, su/çimento oranına, katkı maddeleri vasıtasıyla beton içine sürüklenmiş hava miktarına bağlı olduğunu göstermiştir. Hava sürükleyen katkı maddeli yardımı ile beton içinde; hacminin %4-6'sı oranında küçük kapalı baloncuklar şeklinde dağılık hava boşlukları oluşturması,

malzemeyi daha elastiki yaparak buz parçalarına dayanımını arttırmaktadır. Bununla beraber bu boşluklar kılcal kanalları kestikleri için kılcal su emmeyi azaltmakta, bu da suyun kolay boşalmasına ve hidrostatik basınçların azalmasına imkan verecek boşlukları sağlamaktadır [ 2 ].

Günümüzde soğuk iklim şartlarının açık kalacak betonlarda hava sürükleyen katkıların kullanılması kural haline gelmiştir. Su/çimento oranının değeri ise, hamur içindeki boşlukların şekil, miktar ve çaplarını tayin ederek donmaya dayanıklılığı etkilemektedir.

Bu nedenle standartlarda aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi, iklim şartlarına ve yapı tiplerine göre donmaya dayanıklılığı sağlayacak su/çimento oranı değerlerinin üst sınırları verilmiştir.

#### **4.4. Geçirimsizliğe Etkisi**

Geçirimsizlik deyince ilk akla gelen akışkan ve dolayısıyla su ve buhar geçirimsizliğidir. Özel durumlarda betonun su dışındaki sıvılara (alkol, benzin, iyonlaşmış kimyasal sıvılar ) karşı geçirimsizliği de bahis konusu olabilir.

Sertleşmiş beton içindeki sürekli ağ biçimindeki kılcal boşluk sistemi betonun geçirimliliğine nedendir.

Kılcal boşlukların çap büyüklüğüne bağlı olarak yüksek veya daha düşük basınçlı su geçirimliliği veya kılcal su geçirimliliği problemleri ile karşılaşırız. Keza su buharının difüzyon yasalarına göre etüt edilebilen geçirimliliği de kılcal geçirimlilik gibi ince kılcal boşluklar vasıtasıyla meydana gelirler.

Bu boşluklar beton üretimi sırasında rötire nedeniyle meydana gelen çatlaklar sonucudur. Bu çatlakların tümünün oluşmasını önlemek hemen hemen imkansızdır. Üretimde ve sonrasında alınacak önlemler ile minimum düzeyde tutmak gerekir.

Geçirimlilik üzerine pek çok faktör etki eder. Bunlar çimento dozajı ( dozajın 300 kg/m<sup>3</sup> üstünde olması geçirimsizlik açısından güvencedir. ), su/çimento oranı ve sıkı

bir yerleştirmedir. İyi yerleşemeyen betonda büyük ve birbiri ile bağlantılı boşluklar oluşur, geçirimsizlik artar. Su/çimento oranı yüksekse çimento hamuru buharlaşan fazla karma suyu nedeniyle kılcal boşluklar içerir. Geçirimsizlik yine artar. Optimum oran mukavemet için gereken orandan bir miktar yüksektir [ 2 ].

Tek düze granülometrilere ( monogranüler ) sahip agregadan oluşan harçlar daima boşluklu yapıda olup, betonda da boşluklara neden olurlar. Sürekli granülometriye sahip agregaların betonda boşlukları azalttığı gözlenir.

Erken sertleşen çimentolarda (EYÇ 52,5), geçirimsizlik yönünden sakıncalıdır. Bunlarda jel oluşumu yetersiz kalarak beton içinde boşluklar oluşmaktadır. Kapiler (kılcal) su geçirimsizliği basınçlı su geçirimsizliğinden farklı bir süreçte meydana gelirler. Burada su yer çekimine rağmen ince kılcal boşlukların içinde yükselir. Zemin suyunun sıva içinde yükselmesi ve bina cephelerinde çiçeklenme adını verdiğimiz tuz birikmesi olayı bu nedene dayanır. Keza yağmur sularının bina dış örtüsünden bina içine geçişi de kılcal geçirimsizlik sonucudur. Geçirimsizliğin sağlanması amacıyla katkı maddeleri de kullanılabilir [ 2 ] [ 11 ].



## **BÖLÜM 5. KİMYASAL KATKI MADDELERİ**

### **5.1. Betonda Kullanılan Katkı Maddeleri**

Betonun özelliklerini geliştirmek üzere üretim sırasında veya dökümden önce hazır betona transmikser içinde az miktarda ilave edilen maddelere katkı adı verilir.

Katkı maddeleri çimento ağırlığının %5'inden daha az olur. Miktar daha fazla olursa o maddeye bir bileşen gözünden bakılır [ 2 ].

Katkı maddeleri kökenine göre kimyasal ve mineral katkıları olarak ikiye ayrılır.

#### **5.1.1. Kimyasal katkıları**

Beton yapımında, dökümünde, hava koşullarının neden olduğu güçlüklerde, döküm yerinin zor olduğu koşullarda ve diğer olumsuz durumlarda beton katkıları kullanarak beton kalitesini arttırmak, sorunları çözmek mümkündür.

Klasik beton yapımından, modern beton yapımına geçiş avantajlarından biri de katkıların homojen şekilde kullanılabilme imkanının olmasıdır.

Beton üretiminde sorunların çözümünde katkı maddelerinin kullanılması, ekonomik bir yol olarak kabul etmek mümkündür.

Kimyasal beton katkıları amaçlarına göre 6 gruba ayrılır.

##### **5.1.1.1. Akışkanlaştırıcıları (su azaltıcıları) :**

Ana kimyasal yapıları: linyosülfanatları, hidroksikarboksilik asitleri, karbonhidratları vb. gibi [ 3 ].

Sabit işlenebilmede su ihtiyacını %6.5'ten fazla azaltır, her yaştaki basınç dayanımını %10 arttırır. Daha dolu beton elde etme imkanı sağlayarak dış etkilere dayanıklı beton elde edilir. Geçirimsizlik artar [ 3 ].

Su/çimento oranını düşük tutarak betonun akışkanlaştırıcılığını ( pompalanabilirlik özelliğini) arttırmak, segregasyon olmadan kolay vibre edilebilir bir beton yapmak için kullanılır. Bu katkı kullanılarak sık donatılı ve dar olan kesitlere daha rahat beton dökme imkanı elde edilir.

Taşıma betonlarda, kütle betonlarında ve pompa betonlarında kullanılır. Çimento ağırlığının ağırlıkça %0.2-0.6'sı oranında kullanılır ( 100 kg çimento için 200-600 gr ). Betonun karışım suyu miktarını %5-12 oranında azaltmasına rağmen işlenebilirlik değerini önemli ölçüde arttırır. Hem akışkanlaştırıcı, hem de priz geciktirme özellikleri vardır (sıcak havada tercih edilir ) [ 3 ].

Bu katkının kullanılması sonucu oluşan sertleşmiş betonda daha az boşluk, daha iyi görünüm ve daha az geçirimsizlik sağlanmış olur.

Yan etkileri ise priz gecikebilir, rötre artabilir, çökme meydana gelebilir.

#### **5.1.1.2. Su geçirmezlik sağlayıcı katkıları:**

Ana kimyasal yapıları: sülfone melamin formaldehit, polikondansesi, sülfone naftelen formaldehit polikondansesi, modifiye edilmiş lünyosülfanatlar, akrilik kopolimerler, amino aromatik sülfonik asit, fenol formaldehit kondansesi vb. [ 3 ].

Su geçirmez olarak kullanımda, sabit işlenebilmede %12-16'dan fazla su azaltma, basınç dayanımında %15'i aşan artış, dolu kesitli beton üretimi sayesinde donma-çözülme gibi dış etkilere dayanıklı ve su geçirmezlikte büyük artış sağlanır [ 3 ].

Betondaki kapiler boşlukları tıkararak betonda su geçirmezlik sağlar. Su yapılarında (baraj, tünel, arıtma havuzu, su deposu, bina temeli ) çimento ağırlığının %0.5'i oranında kullanılır (100 kg çimento için 500 gr )

Hem geçirimsizlik hem de hava sürükleyicilik özelliği olan tipler de vardır. Betonun su azaltma ve akışkanlaştırıcılık özelliklerini artırır.

Betonun su geçirimsizlik özelliğinin artması nedeniyle 7 ve 28 günlük basınç dayanımları da artar.

Yan etkileri ise; hidrolik rötrede artış olabilir, bazı hava sürükleyici katkılarla uyumsuzluk sağlayabilir, segregasyona yol açabilir.

#### **5.1.1.3. Priz geciktirici katkılar**

Ana kimyasal yapıları: glukonat, salisik asit, kalsiyum linyo sülfanat, sodyum boroheptonat vb. [ 3 ].

Sıcak ve rüzgarlı iklim koşullarında su ile çimento oranında oluşan hidratasyona müdahale ederek, reaksiyonu yavaşlatarak prizini ötelenmesini sağlarlar.

Hava sıcaklığının yüksek, rutubetin az, rüzgarın etkili olduğu durumlarda, betonun uzun mesafelere taşınmasında ve geniş hacimli beton dökümlerinde, soğuk derz oluşmasının önlenmesini sağlamak için kullanılır.

Çimento ağırlığının %0.2-2.0'si oranında kullanılır. Bu oran; sıcaklık, bağıl nem ve rüzgara göre değişir ( 100 kg çimento için 20-200 gr ). Beton dökümünden sonra ilk günlerde dayanımların düşük seyretmesine rağmen, 7 ve 28 günlük dayanımlarda mukavemet, katkısız betona göre yüksek olur. Yan etkileri ise; ana işlevinde sıcaklık ve miktarlara aşırı bağlı olmak, ilk dayanımları düşürmek ( 1-2 gün ), hidrolik rötreyi arttırmak.

#### **5.1.1.4. Priz hızlandırıcı katkılar**

Ana kimyasal yapıları: kalsiyum nitrat ve nitriller, tiosülfanatlar, formatlar, trietanolamin vb. [ 3 ].

Priz sürelerini kısıtlamak, erken basınç ve çekme mukavemetlerini arttırmak için kullanılır.

Priz hızlandırıcı katkı, su ile çimento arasındaki reaksiyonu hızlandırarak agregayı birbirine bağlayan jel oluşumunu hızlandırır. Bu esnada hidrasyon ısısının açığa çıkması nedeniyle soğuk havalarda beton don etkisinden korunmuş olur.

Çimentonun C<sub>3</sub>S bileşeni ile reaksiyona girerek erken sertleşme ve dayanım artışında etkili olurlar. Erken ve yüksek mukavemet istenen yapılarda, prefabrik üretimlerinde, soğuk havalarda betonu don etkisinden korumak amacıyla kullanılır.

Genelde çimentonun %1'i oranında kullanılır. Kullanım amacına bağlı olarak %5-7 oranında su azaltma özelliğine sahiptir [ 7 ].

Yan etkileri ise; işlenebilirlik kaybı, rötrede artış, nihai dayanımda azalma, alkali-agrega aktivitesini arttırma, hidrasyon ısısını yükseltme ( sıcak havada beton dökmede sorun ).

#### **5.1.1.5. Hava sürükleyici katkıları**

Ana kimyasal yapıları: ağaç reçine tuzları, asit tuzları, sülfone hidrokarbonik asit tuzları vb. [ 3 ].

Betonun işlenebilirliği, donma ve çözünmeye karşı dayanıklılığı arttırır. Çimento taneciği büyüklüğündeki ( 10 -100 mikron ) hava kabarcığının beton içinde homojen bir şekilde dağıtılmasını sağlayarak donma ve çözünme olaylarından korunma işlevini görür. Taze betonun işlenebilirliğini arttırır.

Betondaki çimento ağırlığının %0.03-0.15 oranında kullanılır ( 100 kg çimento için 30-150 gr ). Beton yollarında havaalanı ve pist betonlarında, su yapılarında ve özellikle baraj kütle betonlarında kullanılır.

Beton içindeki hava miktarı % 6'yı geçmemelidir. Aksi halde beton mukavemetinde düşme görülür. Betonun havası kontrol altında tutulmalıdır.

#### **5.1.1.6 . Püskürtme beton katkıları**

Ana kimyasal yapıları: sodyum veya potasyum alüminat, hidroksit veya karbonhidratlardır [ 3 ].

Püskürtme beton, yüksek hava basıncı sayesinde, uygun ekipman ile bir yüzeye püskürtülen ve kendi kendine sıkışabilen betondur. Uygulanan yüzeye yapışması daha kalın katmanlar halinde dikey ve tavanda uygulanabilmesi ve ilk kaya desteğini sağlayabilmesi için erken priz alması ve mukavemet kazanması gerekir. Bu nedenle püskürtme betonlarında ani priz hızlandırıcı katkıları olarak kullanılır.

Püskürtme beton uygulaması kuru karışım ve yaş sistem olarak iki tipte yapılır.

#### **5.1.2. Mineral katkıları**

Çimento gibi öğütülmüş toz halinde silolarla depolanan yüksek fırın cürufu, uçucu kül, silis dumanı vb. gibi çeşitli endüstriyel üretimlerin yan ürünü olan maddelere mineral katkı denir. Bunlar tek başına çimento gibi bağlayıcılık özelliği taşımazlar, fakat birlikte kullanıldığında çimentoya benzer görev yaparlar. Dolayısıyla çimento ekonomisi sağlarlar. Mineral katkılardan yüksek dayanıklı beton üretiminde de yararlanılır.

##### **5.1.2.1. Yüksek fırın cürufu**

Yüksek fırın cürufu, 1 ila 15 mm ye kadar değişen boyutlarda değişik tanelerden meydana gelen, gözenekli bir yapıya sahip olan ve 1400-1500 °C den geçip ani olarak soğutulmuş amorf bir yapı kazanan üründür. Demir çelik üretimi esnasında yüksek fırınlarda daha hafif bir malzeme olan ve atık ürün olarak kabul edilen cüruf, üst kısımda toplanmaktadır. 4 mm den ince olanların amorf yapısı daha kuvvetlidir. Bu nedenle cüruf çimento üretiminde kullanılırlar. Daha iri boyutta olanları ise hafif agrega olarak değerlendirilirler [ 13 ].

### 5.1.2.2. Uçucu kül

Elektrik enerjisi üretimi için termik santrallerin çoğunda yakıt olarak öğütülmüş kömür kullanılır. Bu kömürün yanmasıyla büyük miktarda çok ince kül tanecikleri ortaya çıkmaktadır. Bunlar yanan gazlarla birlikte dışarıya çıkmaktadır. Dışarıya çıkan bu tozlar, bacaya yerleştirilen elektrostatik kül toplayıcı filtreler vasıtasıyla tutulmakta ve silolara gönderilmektedir. Ortaya çıkan bu ürünlere uçucu kül denir. Bu malzemeler satralden uzak bir yere taşınarak çimento veya beton üretiminde kullanılmak üzere birikilmektedir [ 13 ].

### 5.1.2.3. Silis dumanı

Silis metalinin üretiminde, yüksek saflıktaki kuvars, elektrik fırınlarında yaklaşık 2000 °C sıcaklıkta kömür yardımıyla indirgenmeye tabi tutulmaktadır. Üretim işleminde büyük miktarda silisyum oksitten oluşan gazlar ortaya çıkmaktadır. Gaz halindeki silisyum fırının soğuk bölgelerinde havayla temas etmesiyle ve yoğunlaşmasıyla gaz içerisinde bulunan silisyum oksit, amorf yapıya sahip silisyum di oksit durumuna dönüşmektedir. Çok hızlı soğutulması ve yoğunlaştırılmasıyla elde edilen çok ince katı parçacıklarından oluşan malzemeye silis dumanı denir. Bu malzemenin çok ince olması, yüksek miktarda amorf yapıda silisyum di oksit içermesi, buna oldukça mükemmel bir puzolanik malzeme özelliği katmaktadır. Silis dumanı günümüzde beton üretiminde mineral katkı olarak kullanılmaktadır. Bu malzeme betonun gerek ilk zamanlardaki dayanımına olumlu katkısı nedeniyle, çok yüksek dayanımlı ve dayanıklı betonların üretiminde en temel malzeme bileşeni olarak kullanılmaktadır. Ancak bu malzeme çok ince oluşu nedeniyle betonun su ihtiyacını arttıracığından super akışkanlaştırıcı katkı maddeleri ile birlikte kullanılmaktadır. [ 13 ].

## **BÖLÜM 6. AKIŞKANLAŞTIRICI KATKI MADDELERİ**

### **6.1. Akışkanlaştırıcılar, Betonda akışkanlaştırıcı Kullanmanın Amaç ve Yararları**

Uygulamada genelde üç amaçla kullanılmaktadır.

a-) Katkısız ( şahit ) betonla aynı işlenebilmeyi sağlayarak su/çimento oranını azaltıp, daha yüksek mukavemet elde etmek.

b-) Kütle betonlarında hidrasyon ısısını düşürmek için çimento miktarını azaltarak aynı işlenebilmeyi sağlamak. Katkı bu şekilde kullanılarak daha ekonomik bir beton elde edilmiş olur.

c-) ulaşılamayan ( dar ve sık donatılı ) yerlere kolay yerleşmeyi sağlayabilmek için işlenebilirliği arttırmak.

Bu katkıları sayesinde yüksek mukavemetli beton üretilmekte, aynı zamanda düşük su/çimento oranlarında normal işlenebilen betonlar elde edilmektedir.

Bu katkı kullanılarak betoniyele karışım daha kolay olup, betoniyele çeperlerine yapışma olmaz, terleme ve segregasyon minimum düzeyde kalır. Taşıma ve yerleştirme daha güvenli olup, kapiler ( kılcal ) su emme kapasitesi azalır.

Sertleşmiş betonda ayrıca daha az boşluk, daha az geçirimsizlik sağlanmış olur.

### **6.2. Akışkanlaştırıcı Katkıların Etki Mekanizması**

Akışkanlaştırıcılar beton içine hava sürükleyerek çimento tanelerinin birbirine yapışmasını, topaklaşmasını önleyerek etki gösterirler. Akışkanlaştırıcı madde, çimento taneleri tarafından absorbe edilmeleri sonucu tane yüzeyine çöker. Tane yüzeyi çökelen bu maddelerin oluşturduğu film, negatif elektrik yüklüdür. Bu şekilde

negatif elektrik yüklenen taneler birbirlerini ittiklerinden bu maddelerin dağıtıcı etkisi ortaya çıkar. Bu maddelerin topaklaşmayı önlemeleri ve aynı zamanda tanelerin birbirleri üzerinde kaymalarını kolaylaştırdıklarından yağlayıcı etki göstermeleri, betonun iç sürtünmesini azaltır. Bu da betonun işlenebilme yeteneğinin artmasına neden olur [ 10 ].

### **6.3. Akışkanlaştırıcı Türleri**

Başlıca akışkanlaştırıcı türleri şunlardır:

- 1- Normal akışkanlaştırıcılar
- 2- Süper akışkanlaştırıcılar
- 3- Hiper akışkanlaştırıcılar
- 4- Orta akışkanlaştırıcılar
- 5- Geciktiricili süper akışkanlaştırıcılar

#### **6.3.1. Normal akışkanlaştırıcılar**

Akışkanlaştırıcılar kısmında izah edilen özelliklerin hepsine sahiptir.

Normal akışkanlaştırıcıların kimyasal esasları bakımından çeşitli türleri vardır. Ancak bu katkıların çoğunluğu lignosülfonik asit ve bu asidin tuzları ile bunların değişimine uğramış türlerinden üretilmektedir [ 10 ].

Betona akışkanlık sağlayarak işlenebilirliği ,yoğunluğu ve mukavemeti arttırır. Su azaltma oranı yaklaşık %5-10 ( kullanılan çimento, katkı oranı ve agregaya bağlı olarak değişir ) arasındadır. [ 7 ].

Zor yerleştirme koşulları altında yüksek kaliteli inşaat betonu için, düzgün bir yüzey istenen yerlerde, bina ve inşaat konstrüksiyonları, ön gerilmeli prefabrik betonlarda kullanılır.

Katkısız beton ile eşit işlenebilirlikte mukavemeti arttırır. Tavsiye edilen dozajda priz normal süresinde tamamlanır. Fazla dozaj ilk priz süresini uzatır. Değişik dozajlar sayesinde su/çimento oranını azaltmak, işlenebilirliği arttırmak ve yüksek dozajlarda



( %0.5-1.0 ) priz süresini ötelemek amacı ile kullanılır. Rötne ve sünmeyi azaltır. Fazla hava sürüklenmez, mukavemeti arttırır [ 7 ].

### 6.3.2. Süper akışkanlaştırıcılar

Süper akışkanlaştırıcılar kimyasal bileşimlerine göre esas olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılır [ 10 ].

- Melamin formaldehit sülfonatlar,
- Naftalin formaldehit sülfonatlar,
- Modifiye edilmiş lignosülfonatlar,
- Yukarıdakilere çökme kaybını önleyici maddeler.

Normal akışkanlaştırıcılar için belirtilen kullanım amaçları süper akışkanlaştırıcıların kullanım amaçlarını da kapsar. Ancak süper akışkanlaştırıcılardan daha çok akıcı beton üretiminde faydalanılır.

Akıcı beton üretebilmek için işlenebilirliği arttırır. Su azaltıcı özelliğinden yararlanılarak yüksek erken mukavemete ve yüksek nihai mukavemete ulaşılır. Su azaltma oranı kullanılan çimento ve katkı oranına bağlı olarak %25-30 arasındadır. Tünel kalıp döşeme betonu, temeller, yoğun teçhizat nedeni ile beton yerleştirilmenin güç olduğu kesitlerde perde, kolonlar vb. betonlarda kullanılır [ 7 ].

Süper akışkanlaştırıcı olarak su miktarını arttırmaksızın ve segregasyon riski olmaksızın çalışabilme olanağı sağlar. Su azaltıcı olan bu süper katkı çimento oranına göre 28 günlük mukavemette %10-40 artış,8 saat sonra yüksek erken mukavemet sağlar [7].

Su azaltan bu katkı maddesi ön germeli kirişlerde, prefabrik elemanlarda, köprülerde, konsollarda, erken kalıp alınması istenen yerlerde, erken yükleme uygulanan yerlerde, kopmak düzgün yüzeyli beton üretiminde kullanılır.

Betonun yoğunluğunu yükseltir ve kapalı düzgün yüzey oluşturulur. Su geçirmezliği ve dona karşı dayanıklılığı arttırır. Klor içermezler. Betonda boşluk oranını düşürür.

Renkleri genelde kahverengi ve tonlarında olup, kullanılan çimento miktarının %0.8-2.0'si oranında betona katkı maddesi ilave edilir. Optimum dozaj; çimento, agrega, su/çimento oranı ve ortam koşullarına bağlıdır. [ 7 ].

### **6.3.3. Hiper akışkanlaştırıcılar**

Yüksek oranda su azaltıcı ve çok soğuk havalarda dahi erken yüksek mukavemet kazandıran süper akışkanlaştırıcılarıdır. Yüksek performansa sahiptir.

Özellikle kış aylarında ( +5°-20°C ) betona 8-24 saatlik süreçte erken mukavemet kazandırır. Çimentonun beton içinde daha iyi dağılmasını ve su/çimento oranının azalmasını sağlar. Betonun nihai mukavemeti yüksektir. Kopmak ve düzgün yüzeyli beton üretilir [ 7 ].

Betonun daha çabuk yerleştirilmesi ve düzeltilmesini sağladığından kış aylarında yüksek ve erken mukavemet istenen betonlarda öngerme ve prekast üretiminde kullanılır. Kür yapılmadığı hallerde özellikle soğuk havada beton örtü altına alınmalıdır. Su miktarı arttırmaksızın segregasyon riski olmadan çalışabilme olanağı sağlar.

Çimento tipine göre, bir günlük dayanımını %40-80 artırır. Çimentoyu betonda homojen olarak dağıtarak betonun plastikliğini sağlar. Betonda yüksek kompasite sağlayacak geçirimsizliğini azaltır. Segregasyon yapmadan betonda akışkanlık sağlar [ 2 ].

Karışım suyunu kullanılan çimentoya ve katkı dozuna bağlı olarak %25-30 civarında azaltır. Dona karşı dayanıklılığı artırır [ 7 ].

### **6.3.4. Orta akışkanlaştırıcılar**

Her türlü iklim koşullarında kullanılabilen, orta doz aralığında çalışarak betona akışkanlık sağlayan ve aynı akışkanlığımı sağlayarak karışım suyunu azaltan, hem normal ve hem de süper akışkanlaştırıcı katkılara yakın özellik gösterir. Karışım

suyunu azaltarak betonun işlenebilirlik süresini uzatan çok kullanışlı bir beton katkısıdır. Beton içindeki dozajlarının azalıp artması durumuna göre normal ve süper akışkanlaştırıcı olarak ta kullanılır. Bu nedenle geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Düzgün yüzey istenen yerlerde ve erken yüksek dayanımın gerektiği yerlerde, yerleştirme zorluğu olabilecek beton üretimlerinde ayrıştırma riski olmaksızın yeterli performans ve ekonomik çözümlerin arandığı yerlerde kullanılır. İklim koşullarına ve beton sınıfına göre dozajı değişken olabilir. Dolayısıyla su azaltma ve dayanım artışları da dozajın değişimine paralel olarak değişecektir. Ayrıca katkı dozu su/çimento oranına göre de belirlenebilir.

### **6.3.5. Geciktiricili süper akışkanlaştırıcılar**

Sıcak mevsimlerde su azaltıcı, akışkanlaştırıcı ve priz geciktirici beton katkısıdır. Priz geciktirerek akışkanlık ve işlenebilirlik süresinin uzamasını sağlarlar. Beton karışım suyunu %25-30 azaltırlar (kullanılan çimento, katkı oranı ve agregaya bağlı olarak değişir) [ 7 ].

Kullanılan su miktarını yüksek oranda azaltır.bSegregasyonu önler, işlenebilme süresini uzatarak çalışma kolaylığını sağlar. Nihai mukavemeti olumsuz yönde etkilemez. Mukavemeti artırır, betonda su geçirimsizliğini artırır. Rötreyi azaltır. [ 11]

## **BÖLÜM 7. DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

### **7.1. Deneyin Amacı ve Kapsamı**

Yapılan deneylerin amacı, akışkanlaştırıcı kimyasal katkı maddeleri kullanılmasıyla birlikte, betonun basınç dayanımının artıp artmadığı ve su emme oranlarını nasıl etkilediğini ve bunların birbiri arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Bu amaçla, katkısız beton üretilerek, basınç dayanımını ve su emme oranlarını belirledikten sonra, normal super ve hiper akışkanlaştırıcı katkı maddeleri kullanılmasıyla birlikte katkısız betona göre daha önce elde edilen değerlerin nasıl değiştiğini gözlemlemek ve belirlemek deney kapsamındadır.

### **7.2. Deneyde Kullanılan Malzemeler**

Akışkanlaştırıcı katkı maddelerinin su/çimento oranı, beton dayanımına ve su geçirimsizliğine etkisini araştırmak üzere laboratuarda 4 grup deney yapılmıştır. Buna göre 1'i şahit beton olup diğerleri çeşitli oranlarda ve performansta katkı maddeleri kullanılarak hazırlanmıştır. C25/30 dayanımındaki bir beton sınıfı seçilerek, bu betonun bileşimine giren malzeme miktarları hesaplanarak tablo 7.1 de gösterilmiştir. Deneysel çalışmalarda Sakarya bölgesinden sağlanan kırmakum, 1 nolu kırmataş ve 2 nolu kırmataş kullanılmıştır. Bu agregalara ait elek analizi ve granülometri değerleri Tablo.7.6'da gösterilmiştir. Çimento olarak PKÇ 32.5 çimento kullanılmıştır ve bu çimentonun kimyasal analiz değerleri Tablo 7.7'de belirtilmiştir. Su olarak şehir şebekesinden temin edilen su kullanılmıştır. Kimyasal katkı malzemesi olarak, Sika Yapı Kimyasalları'na ait BV240 normal akışkanlaştırıcı katkı, AR340 normal akışkanlaştırıcı ve priz geciktirici katkı, Sikament98 süper akışkanlaştırıcı katkı, Sikament 98R süper akışkanlaştırıcı ve geciktirici katkı, Sikament 300 hiper akışkanlaştırıcı katkı, ViscoCrete Hi-tech 28 yüksek performanslı

hiper akışkanlaştırıcı katkı maddeleri kullanılmıştır. Bu malzemeler ile üretilen numuneler 10x10x10 cm ebatlarındaki kalıplar kullanılarak hazırlanmıştır.

### 7.3. Deney Grupları

#### 7.3.1. 1. grup deneyler

C25/30 kalitesinde beton elde etmek üzere 7. - 28. - 56. ve 90. günlerde kırılarak basınç dayanımları ölçülmesi için 3'er adet numune küp beton hazırlanması amaçlanmıştır. Buna göre 1. grup deneydeki numuneler, katkısız (şahit) beton olarak hazırlanmıştır ve bu numunelerden belirtilen günlerde kırılarak basınç dayanımları bulunmuş, bu numunelerin arasındaki basınç dayanım oranları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu dayanım oranları grafik 1-11 de gösterilmiştir. Ayrıca hazırlanan bu numunelerin su emme miktarının hangi oranda olduğunu belirlenmiştir. Buna göre, 28 gün sonra sudan çıkarılan numunelerin doygun durumdaki ağırlığı tartılmış, ve daha sonra 24 saat 100 °C sıcaklıktaki etüvde bekletilerek kuru duruma getirilmiştir ve numunenin bu durumdaki ağırlığı ölçülmüştür. Numunenin sudan çıkarıldıktan sonra suya doygun durumdaki ağırlığı ile, kuru ağırlığı arasındaki fark, beton tarafından emilen suyun miktarını göstermektedir. Su emme kapasitesi, betona giren su miktarının, betonun kuru ağırlığına bölünmesiyle bulunmuştur ve grafikte % olarak ifade edilmiştir.

#### 7.3.2. 2. grup deneyler

2. grup deneylerde de C25/30 kalitesinde beton üretilmiştir. Bu deney grubunda, su/çimento oranı azaltılarak farklı beton hazırlanmıştır. Beton karışımındaki çimento miktarları sabit tutularak, eşit işlenebilme için akışkanlaştırıcı katkı kullanılarak su miktarı azaltılmıştır. 2. deney grubunda normal akışkanlaştırıcılar kullanılmıştır. Bu grupta kullanılan akışkanlaştırıcı katkı malzemesi SİKA Yapı Kimyasalları Firmasına ait PLASTİMENT BV 240 normal akışkanlaştırıcı ve PLASTİMENT AR 340 normal akışkanlaştırıcı ve priz geciktirici katkı maddeleri kullanılmıştır.

Kullanılan katkı maddeleri lignin esaslı modifiye edilmiş kahverengi renkli sıvı bir üründür. Bu ürünlerin betona kullanılmasıyla, aynı akışkanlığı sağlamakla birlikte

betonun karışım suyunun miktarını azaltır, özellikle sıcak iklim koşullarında uzun işlenebilirlik süresini arttırır, betonların dayanımlılık, geçirimsizlik performansını olumlu yönde etkiler.

PLASTİMENT BV 240 katkı maddesi, normal akışkanlaştırıcı ürün olup, Betonun yerleştirme zorluğu olabilecek üretimlerde, ayrıştırma riski olmaksızın yeterli performans ve ekonomik çözümlerin arandığı yoğun donatılı döşeme, kiriş, kolon gibi yapı elemanlarında kullanılır. [ 7 ]

PLASTİMENT AR 340 katkı maddesi, normal akışkanlaştırıcı ve priz geciktirici üründür. Bu ürün sayesinde özellikle sıcak iklim koşullarında, uzun işlenebilirlik süresi ile birlikte betona akışkanlık kazandıran veya aynı akışkanlığı sağlayarak karışım suyunu azaltan çok amaçlı beton katkısıdır. Sıcak iklim koşullarında priz geciktirme özelliğiyle betonun işlenebilme ömrünü uzatır, ayrıca büzülme ve sünmeyi azaltır. [ 7 ]

Bu katkı maddeleri donatıda korozyona sebep olacak klorür veya başka bir bileşen içermez. Bu sebeple betonarme yapılarda kullanıma uygundur.

Her iki katkı maddesinden ürün katalogunda belirtilen maksimum oran kullanılarak hazırlanan numuneler belirtilen günlerde (7.-28.,56.-90. gün) kırılarak basınç dayanımları tespit edilmiş ve Grafik.01 de gösterilmiştir. Aynı katkı malzemeleri kullanılarak betonun su emme miktarı tespit edilip, grafik.02 de yüzdeler şeklinde gösterilmeye çalışılmıştır.

### **7.3.3. 3. grup deneyler**

Bu deney grubunda da BS25 kalitesinde beton elde edilmesi amaçlanmıştır. 3.grup deney numuneleri, Sika Yapı Kimyasalları ürünlerine ait SİKAMENT 98 süper akışkanlaştırıcı ve SİKAMENT 98 R süper akışkanlaştırıcı ve geciktirici beton katkıları kullanılarak hazırlanmıştır. Bu iki katkı maddesi ile hazırlanan 48 adet numune aynı işlenebilirlikte olup, tablo 7.1.'de gösterildiği şekilde oluşturulmuştur.

SİKAMENT 98, betona akışkanlık kazandıran veya aynı akışkanlığın daha az karışım suyu ile elde edilmesini ve böylelikle önemli ölçüde mukavemet artışı sağlayan süper akışkanlaştırıcı beton katkısıdır. Bu katkı maddesi, Polimer tip kimyasal yapısına sahip, kahverengi homojen bir sıvıdır. SİKAMENT 98, sağladığı akışkanlaştırıcılık özelliği ile betonun daha kolay yerleştirilmesini sağlar, vibrasyon ihtiyacını azaltır, Karışım suyu miktarını azalttığı için sertleşmiş betondaki boşluk miktarını azaltarak betonun geçirimsizliğini artırır. [ 7 ]

SİKAMENT 98 R, geniş kullanım dozu aralığında çalışarak betona akışkanlık kazandıran veya aynı akışkanlığın daha az karışım suyu ile elde edilmesini sağlayan, betonun işlenebilirlik süresini uzatan ve sıcak havalarda beton dökümünü mümkün kılan beton katkısıdır. Bu süper akışkanlaştırıcı, Polimer tip dispersiyon ve organik geciktiriciler kimyasal yapısına sahip kahverengi homojen bir sıvıdır. SİKAMENT 98 R, diğer süper akışkanlaştırıcı katkı maddesi gibi sağladığı akışkanlaştırıcılık özelliği ile betonun daha kolay yerleştirilmesini sağlar, son dayanımlarda önemli artış sağlar, buna bağlı olarak çimento tasarrufu yapılabilir, Geciktirme özelliği ile sıcak havalarda betonun erken kurumasını önleyerek plastik rötne çatlaklarının oluşumunun engellenmesine yardımcı olur. [ 7 ]

Yapılan deneylerde, bahsi geçen ürünlerin kullanım kataloglarında belirtilen maksimum oranlar kullanılarak hazırlanan numuneler, kırılarak basınç dayanımları arasındaki ilişki grafik 0.2 de gösterilmiştir. Her iki katkı maddesi de diğer akışkanlaştırıcılar gibi donatıda korozyona sebep olacak klorür veya başka bir bileşen içermez. Bu sebeple betonarme yapılarda ve ön gerilmeli elemanlarda kullanıma uygundur.

#### **7.3.4. 4. grup deneyler**

4. grup deneyde diğer deney gruplarında amaçlanan beton kalitesi olan C25/30 beton üretilmesine çalışılmıştır. Bu son deney grubunda da yine Sika Yapı Kimyasalları kapsamındaki SİKAMENT 300 Hiper akışkanlaştırıcı ve SİKA VİSCOCRETE Hİ-TECH 28 Yüksek Performanslı Hiper Akışkanlaştırıcı beton katkısı kullanılmıştır. Bu katkı maddeleri kullanılmasıyla numuneler aynı çimento ve agrega miktarına

sahip olup kullanılan su miktarı azaltılarak Tablo 7.1' de gösterildiği şekilde hazırlanmıştır.

SİKAMENT 300, kimyasal yapısı özel tip melamin sülfonat polimerinden oluşan, kahverengi tonlarında homojen biri sıvı olan, yüksek performanslı hiper akışkanlaştırıcı ve sertleşme hızlandırıcı beton katkıdır. Bu katkı maddesi, Erken yüksek dayanımlı ve yoğun, düzgün yüzeyli beton üretiminde, prefabrike ve öngerme elemanların üretiminde ve buhar kürü süresinin azaltılmasında, kalıbın erken alınması gereken beton uygulamalarında, soğuk ve serin hava koşullarındaki beton dökümlerinde, erken yük taşınması istenen döşeme, kolon, kiriş, köprü, perde betonlarında kullanılır. [ 7 ]

SİKA VİSCOCRETE Hİ-TECH 28, çift etkili bir katkı olup, çimento tanecikleri üzerinde elektriksel etkileşim ve saçaklanma yöntemleri ile hidrasyon sürecine avantaj sağlayan, ve kimyasında modifiye polikarboksilat esaslı polimer içeren, açık kahverengi tonlarında üçüncü nesil bir beton ve harç katkıdır. Bu akışkanlaştırıcı, betonun karışım suyunu oldukça yüksek oranda azaltması ile yüksek birim ağırlık ve dayanım olanağı sağlar. betona mükemmel derecede kendiliğinden yerleşme özelliği kazandırır, betonun kıvamını uzun süre koruyarak yaz şartlarında bile pompalanabilmeye uygun beton üretime imkân verir, dona karşı dayanıklılığı artırır, betonun karbonatlaşma hızını düşürür, betonda büzülmeyle oldukça azaltır, vibrasyonu ortadan kaldırabildiği için "gürültü kirliliği" ne sebep olmaz. [ 7 ]

Ürün kullanım katalogundaki oranların maksimum değerleri kullanılarak hazırlanan numuneler belirtilen günlerde kırılarak elde edilen basınç dayanım sonuçları, Grafik 3. 'te gösterilmeye çalışılmıştır. Her iki Hiper akışkanlaştırıcı katkı maddesi de, Klorür içermez, betonda donatıya zarar vermez. Dolayısıyla beton elemanlarında kullanılmasında sakınca yoktur. [11]



Tablo 7.1. Deneyde kullanılan beton numuneleri için gereken ürünlerin elek analiz tablosu

Standart elekler (mm)	Elekten geçen miktar (KUM) (%)	Elekten geçen miktar (1 Nolu Mıçır) (%)	Elekten geçen miktar (2 Nolu Mıçır) (%)	STANDART EĞRİLER			
				A	bulunan değer	B	C
Kullanılacak oranlar	45,00%	30,00%	25,00%	A	bulunan değer	B	C
<b>31,50</b>	100	100	100	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>16,00</b>	100	100	12	<b>62</b>	<b>78</b>	<b>80</b>	<b>89</b>
<b>8,00</b>	100	9	1	<b>38</b>	<b>48</b>	<b>62</b>	<b>77</b>
<b>4,00</b>	100	2	0	<b>23</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>66</b>
<b>2,00</b>	54	1	0	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>53</b>
<b>1,00</b>	32	0	0	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>42</b>
<b>0,50</b>	19	0	0	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>28</b>
<b>0,25</b>	4	0	0	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
<b>kap</b>							
<b>TOPLAM</b>							

Tablo 7.2. 1. Grup deney betonunun üretimi için gereken malzeme miktarları ve basınç dayanımları

<b>1.GRUP DENEY MALZEME MİKTARLARI ( KATKISIZ ŞAHİT BETON )</b>		
<b>Şahit ( Katkısız ) Beton</b>	<b>1 m3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/m3)</b>	<b>25 dm3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/dm3)</b>
Çimento ( PÇ 32.5 )	331	8.275
Su	175	6.070
Su / Çimento Oranı	0.53	0.73
0-5 No'lu Kum	797	19.925
I No'lu Mıcır	574	14.350
II No'lu Mıcır	482	12.050
Katkı	-	-
Çökme Değeri (slump)	150 mm.	150
<b>1.GRUP DENEYİ BASINÇ DAYANIM DEĞERLERİ ( KATKISIZ ŞAHİT BETON )</b>		
<b>Şahit ( Katkısız ) Beton</b>	<b>Birimi</b>	<b>Basınç Dayanım Değerleri</b>
7 günlük dayanım	Kgf/cm2	10.24
28 günlük dayanım	Kgf/cm2	22.73
56 günlük dayanım	Kgf/cm2	24.26
90 günlük dayanım	Kgf/cm2	24.34
7 / 28Ş	-	0.45
28 / 28Ş	-	1.00
56 / 28Ş	-	1.06
90 / 28Ş	-	1.07

Tablo 7.3. 2. Grup deney betonunun üretimi için gereken malzeme miktarları ve basınç dayanımları

<b>2.GRUP DENEYİ MALZEME MİKTARLARI ( NORMAL AKIŞKANLAŞTIRICILI BETON )</b>				
<b>Normal Akışkanlaştırıcı Beton</b>	<b>PLASTİMENT BV 240 (normal akışkanlaştırıcı katkı)</b>		<b>PLASTİMENT AR 340 (priz geciktiricili normal katkı)</b>	
	<b>1 m3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/m3)</b>	<b>25 dm3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/dm3)</b>	<b>1 m3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/m3)</b>	<b>25 dm3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/dm3)</b>
Çimento ( PÇ 32.5 )	331	8.275	331	8.275
Su	175	5.530	175	4.940
Su / Çimento Oranı	0.53	0.66	0.53	0.59
0-5 No'lu Kum	797	19.925	797	19.925
I No'lu Mıcır	574	14.350	574	14.350
II No'lu Mıcır	482	12.050	482	12.050
Katkı	1655 ( gr )	41.3 (gr)	2648 ( gr )	66.8 (gr)
Çökme Değeri	150 mm.	150 mm.	150 mm.	150 mm.
<b>2.GRUP DENEYİ BASINÇ DAYANIM DEĞERLERİ ( NORMAL AKIŞKANLAŞTIRICILI BETON )</b>				
<b>Normal Akışkanlaştırıcı Beton</b>	<b>PLASTİMENT BV 240</b>		<b>PLASTİMENT AR 340</b>	
	<b>Birimi</b>	<b>Basınç Dayanım Değerleri</b>	<b>Birimi</b>	<b>Basınç Dayanım Değerleri</b>
7 günlük dayanım	Kgf/cm2	14.31	Kgf/cm2	16.38
28 günlük dayanım	Kgf/cm2	24.81	Kgf/cm2	27.42
56 günlük dayanım	Kgf/cm2	27.35	Kgf/cm2	33.74
90 günlük dayanım	Kgf/cm2	28.00	Kgf/cm2	34.58
7 / 28Ş	-	0.57	-	0.59
28 / 28Ş	-	1.00	-	1.00
56 / 28Ş	-	1.10	-	1.23
90 / 28Ş	-	1.12	-	1.26

Tablo 7.4. 3. Grup deney betonunun üretimi için gereken malzeme miktarları ve basınç dayanımları

<b>3.GRUP DENEYİ MALZEME MİKTARLARI ( SÜPER AKIŞKANLAŞTIRICILI BETON )</b>				
<b>Süper Akışkanlaştırıcı Beton</b>	<b>SİKAMENT 98 (süper akışkanlaştırıcı katkı)</b>		<b>SİKAMENT 98R (priz geciktiricili süper katkı)</b>	
	<b>1 m3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/m3)</b>	<b>25 dm3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/dm3)</b>	<b>1 m3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/m3)</b>	<b>25 dm3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/dm3)</b>
Çimento ( PÇ 32.5 )	331	8.275	331	8.275
Su	175	4.590	175	4.250
Su / Çimento Oranı	0.53	0.55	0.53	0.51
0-5 No'lu Kum	797	19.925	797	19.925
I No'lu Mıdır	574	14.350	574	14.350
II No'lu Mıdır	482	12.050	482	12.050
Katkı	6620 ( gr )	165.5 (gr)	4965 ( gr )	124.12 (gr)
Çökme Değeri	150 mm.	150 mm.	150 mm.	150 mm.
<b>3.GRUP DENEYİ BASINÇ DAYANIM DEĞERLERİ ( SÜPER AKIŞKANLAŞTIRICILI BETON )</b>				
<b>Süper Akışkanlaştırıcı Beton</b>	<b>SİKAMENT 98</b>		<b>SİKAMENT 98R</b>	
	<b>Birimi</b>	<b>Basınç Dayanım Değerleri</b>	<b>Birimi</b>	<b>Basınç Dayanım Değerleri</b>
7 günlük dayanım	Kgf/cm2	19.20	Kgf/cm2	20.41
28 günlük dayanım	Kgf/cm2	30.77	Kgf/cm2	33.44
56 günlük dayanım	Kgf/cm2	36.72	Kgf/cm2	36.59
90 günlük dayanım	Kgf/cm2	39.00	Kgf/cm2	38.39
7 / 28Ş	-	0.62	-	0.61
28 / 28Ş	-	1.00	-	1.00
56 / 28Ş	-	1.19	-	1.09
90 / 28Ş	-	1.26	-	1.15

Tablo 7.5. 4. Grup deney betonunun üretimi için gereken malzeme miktarları ve basınç dayanımları

<b>4.GRUP DENEYİ MALZEME MİKTARLARI ( HİPER AKIŞKANLAŞTIRICILI BETON )</b>				
<b>Hiper Akışkanlaştırıcı Beton</b>	<b>SİKAMENT 300 (hiper akışkanlaştırıcı katkı)</b>		<b>SİKA-VİSCOCRETE-HİTECH 28 (yüksek performanslı hiper katkı)</b>	
	<b>1 m3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/m3)</b>	<b>25 dm3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/dm3)</b>	<b>1 m3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/m3)</b>	<b>25 dm3 beton üretimi için gerekli malzeme miktarları (kg/dm3)</b>
Çimento ( PÇ 32.5 )	331	8.275	331	8.275
Su	175	3.790	175	3.470
Su / Çimento Oranı	0.53	0.46	0.53	0.42
0-5 No'lu Kum	797	19.925	797	19.925
I No'lu Mıdır	574	14.350	574	14.350
II No'lu Mıdır	482	12.050	482	12.050
Katkı	9930 ( gr )	248.3 (gr)	6620 ( gr )	165.5 (gr)
Çökme Değeri	150 mm.	150 mm.	150 mm.	150 mm.
<b>4.GRUP DENEYİ BASINÇ DAYANIM DEĞERLERİ ( HİPER AKIŞKANLAŞTIRICILI BETON )</b>				
<b>Hiper Akışkanlaştırıcı Beton</b>	<b>SİKAMENT 300</b>		<b>SİKA-VİSCOCRETE-HİTECH 28</b>	
	<b>Birimi</b>	<b>Basınç Dayanım Değeri</b>	<b>Birimi</b>	<b>Basınç Dayanım Değeri</b>
7 günlük dayanım	Kgf/cm2	21.35	Kgf/cm2	35.79
28 günlük dayanım	Kgf/cm2	34.27	Kgf/cm2	37.69
56 günlük dayanım	Kgf/cm2	39.24	Kgf/cm2	41.19
90 günlük dayanım	Kgf/cm2	39.39	Kgf/cm2	44.82
7 / 28Ş	-	0.62	-	0.94
28 / 28Ş	-	1.00	-	1.00
56 / 28Ş	-	1.14	-	1.09
90 / 28Ş	-	1.15	-	1.19

Tablo 7.6. Deneylelerdeki beton numunelerinin basınç dayanım ve su emme oran değerleri

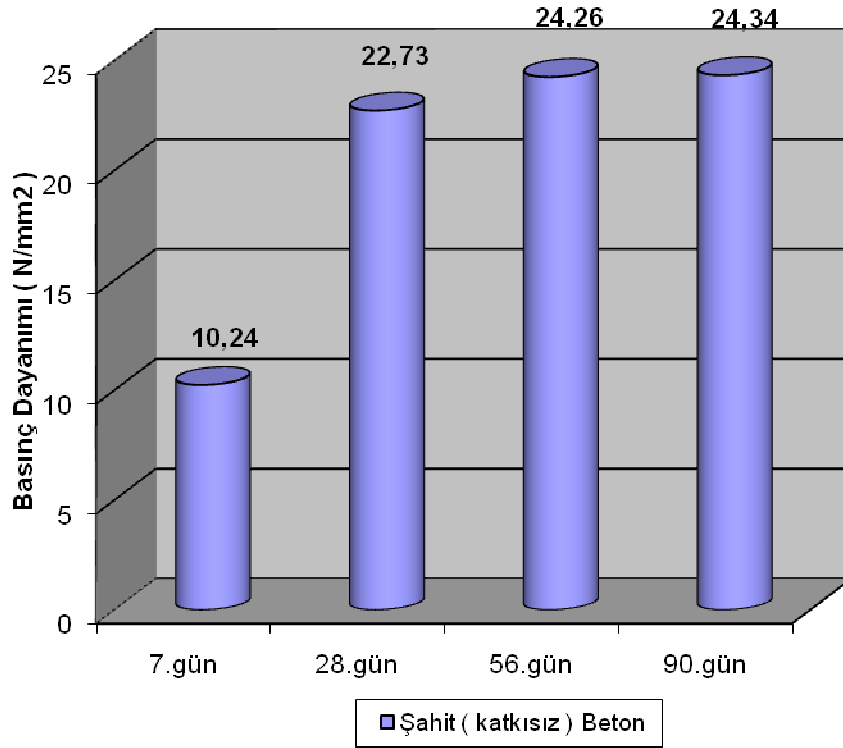
NO:	Numuneler	Basınç dayanım değeri				1 m3 betonda Su kullanım değeri		Su emme oranı (%)	
		7.gün	28.gün	56.gün	90.gün	ağırlık olarak (lt)	yüzde olarak (%)	hacim olarak (%)	ağırlık olarak (%)
Ş	Şahit (katkısız) Beton	10,24	22,73	24,26	24,34	242	100	16,50	7,40
1	BV 240 (Normal Akışkanlaştırıcı)	14,31	24,81	27,35	28,00	221	91	14,30	6,40
2	AR 340 (Normal Akışkanlaştırıcı)	16,38	27,42	33,74	34,58	197	81	12,10	5,20
3	sikament 98 (Süper Akışkanlaştırıcı)	19,20	30,77	36,72	39,00	183	75	9,30	3,90
4	sikament 98R (Süper Akışkanlaştırıcı)	20,41	33,44	36,59	38,39	170	70	7,90	3,50
5	sikament 300 (Hiper Akışkanlaştırıcı)	21,35	34,27	39,24	39,39	151	63	11,40	4,80
6	sika viscocrete hi-tech 28 (Hiper Akışkanlaştırıcı)	35,79	37,69	41,19	44,82	138	57	10,00	4,20

Tablo 7.7. PKÇ 32.5 çimentosunun kimyasal analizi

Bileşik Adı	%
SiO <sub>3</sub>	20-25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5-10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2-4
CaO	63-67
MgO	0.5-2.7
Na <sub>2</sub> O	-
SO <sub>3</sub>	1-2.5
diğer maddeler	0.5-2

## 1.GRUP DENEYLER

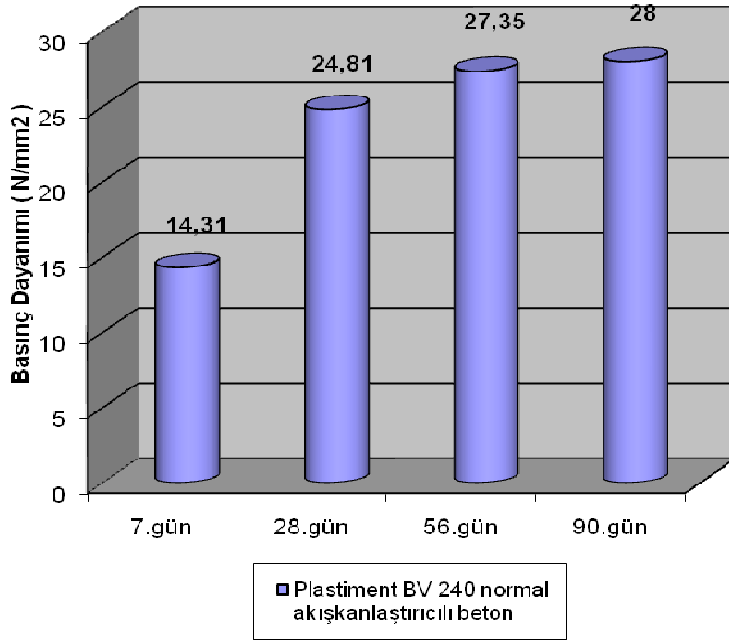
Şekil 1. 1.grup deney numunelerinin basınç dayanım değerleri



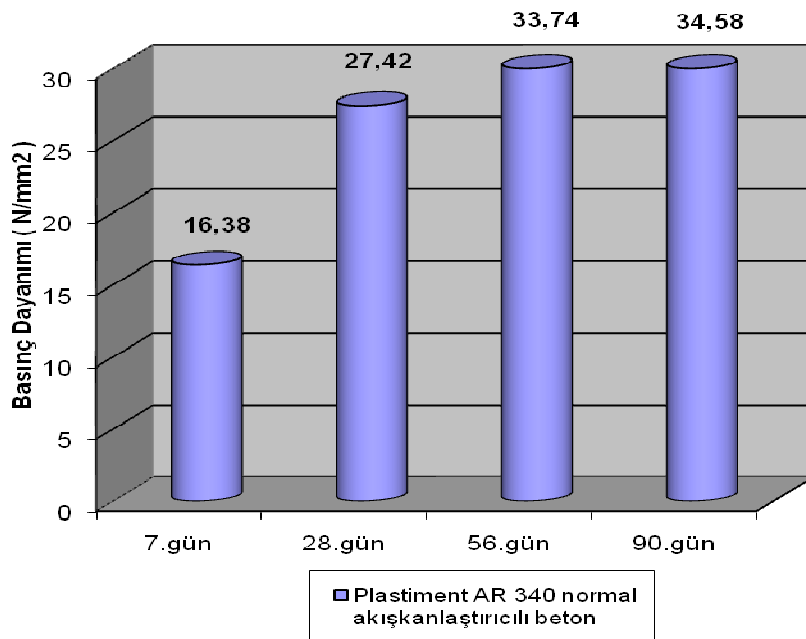


## 2.GRUP DENEYLER

Şekil 2. 2.grup deney numunelerinin basınç dayanım değerleri

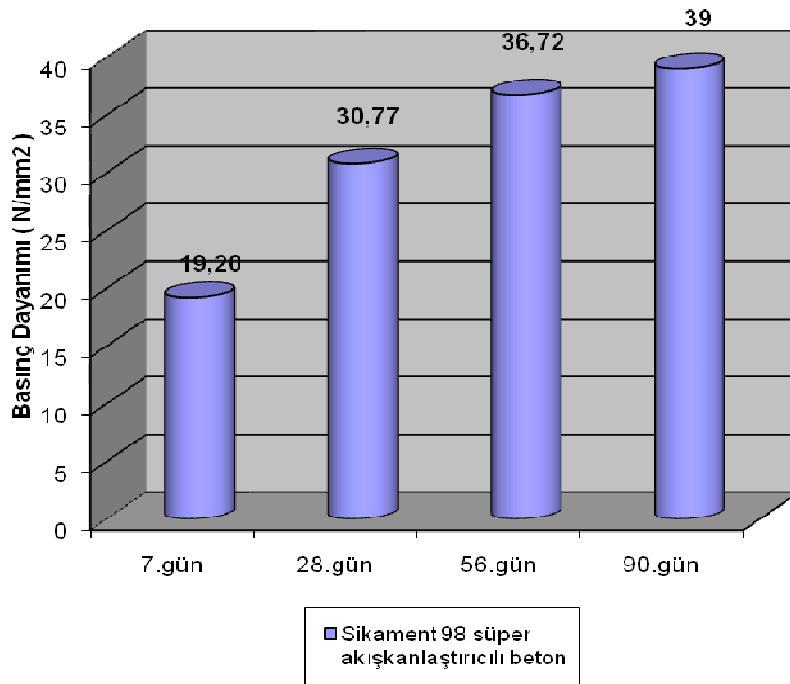


Şekil 3. 2.grup deney numunelerinin basınç dayanım değerleri

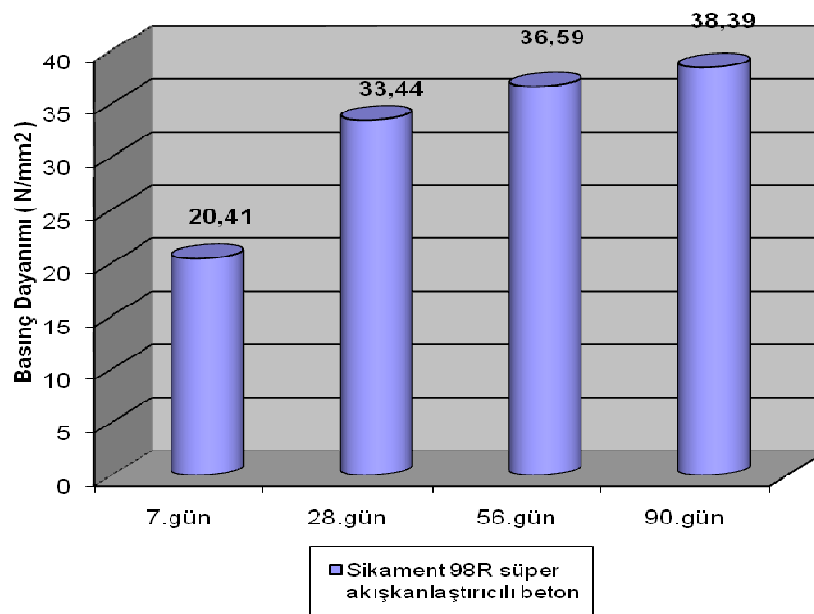


### 3.GRUP DENEYLER

Şekil 4. 3.grup deney numunelerinin basınç dayanım değerleri

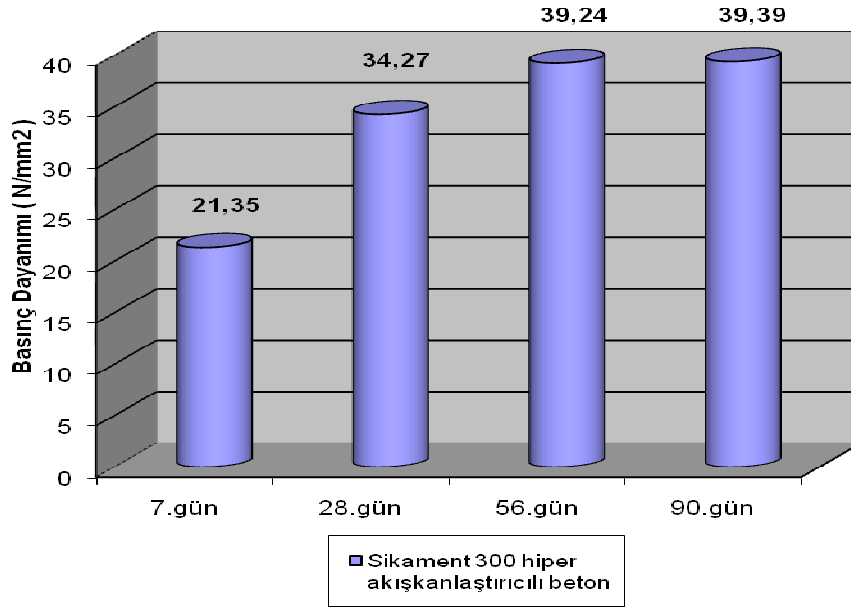


Şekil 5. 3.grup deney numunelerinin basınç dayanım değerleri

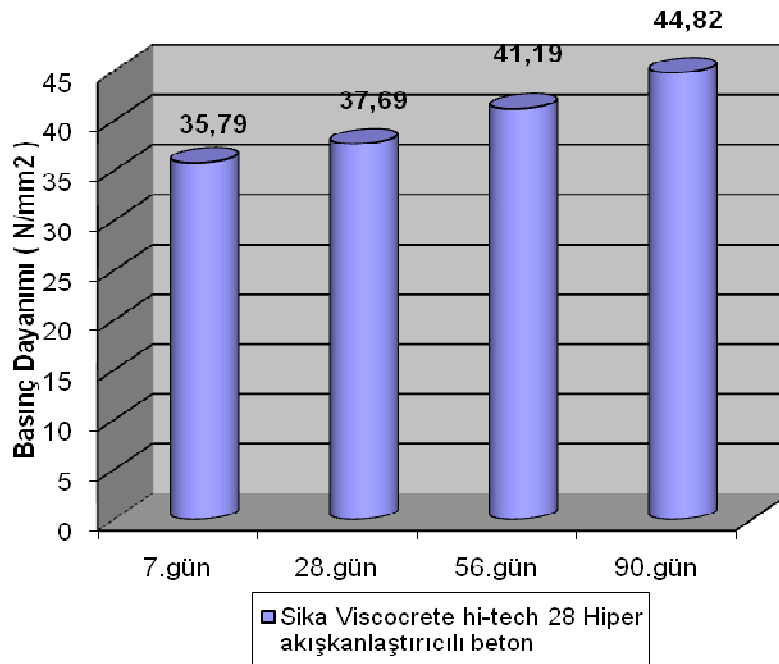


## 4.GRUP DENEYLER

Şekil 6. 4.grup deney numunelerinin basınç dayanım değerleri

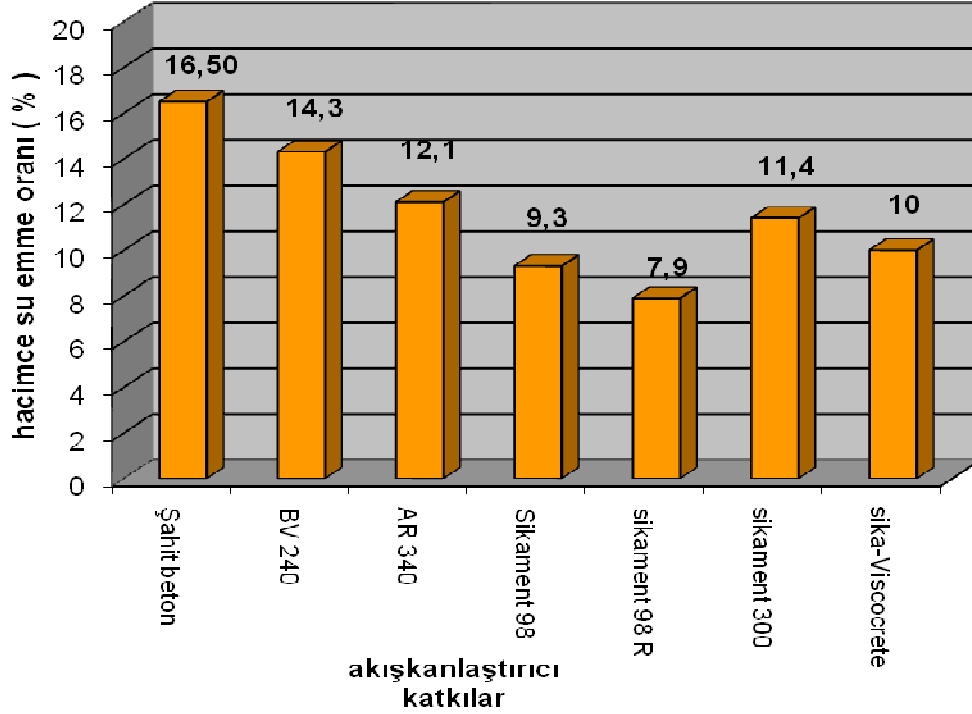


Şekil 7. 4.grup deney numunelerinin basınç dayanım değerleri

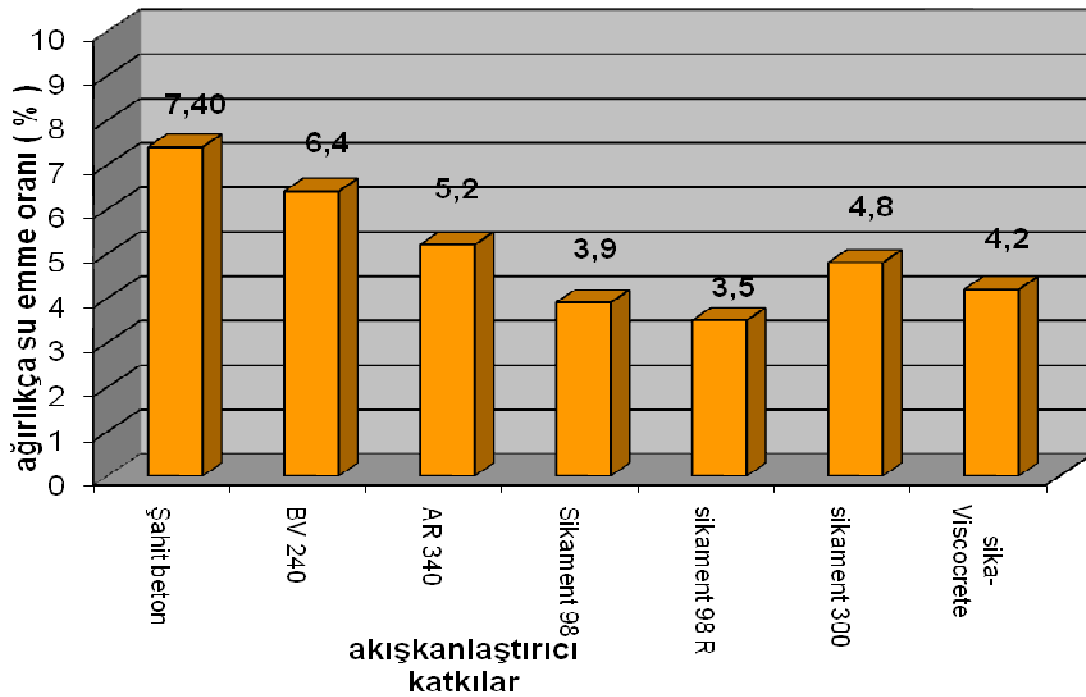


## SU EMME ORANLARI

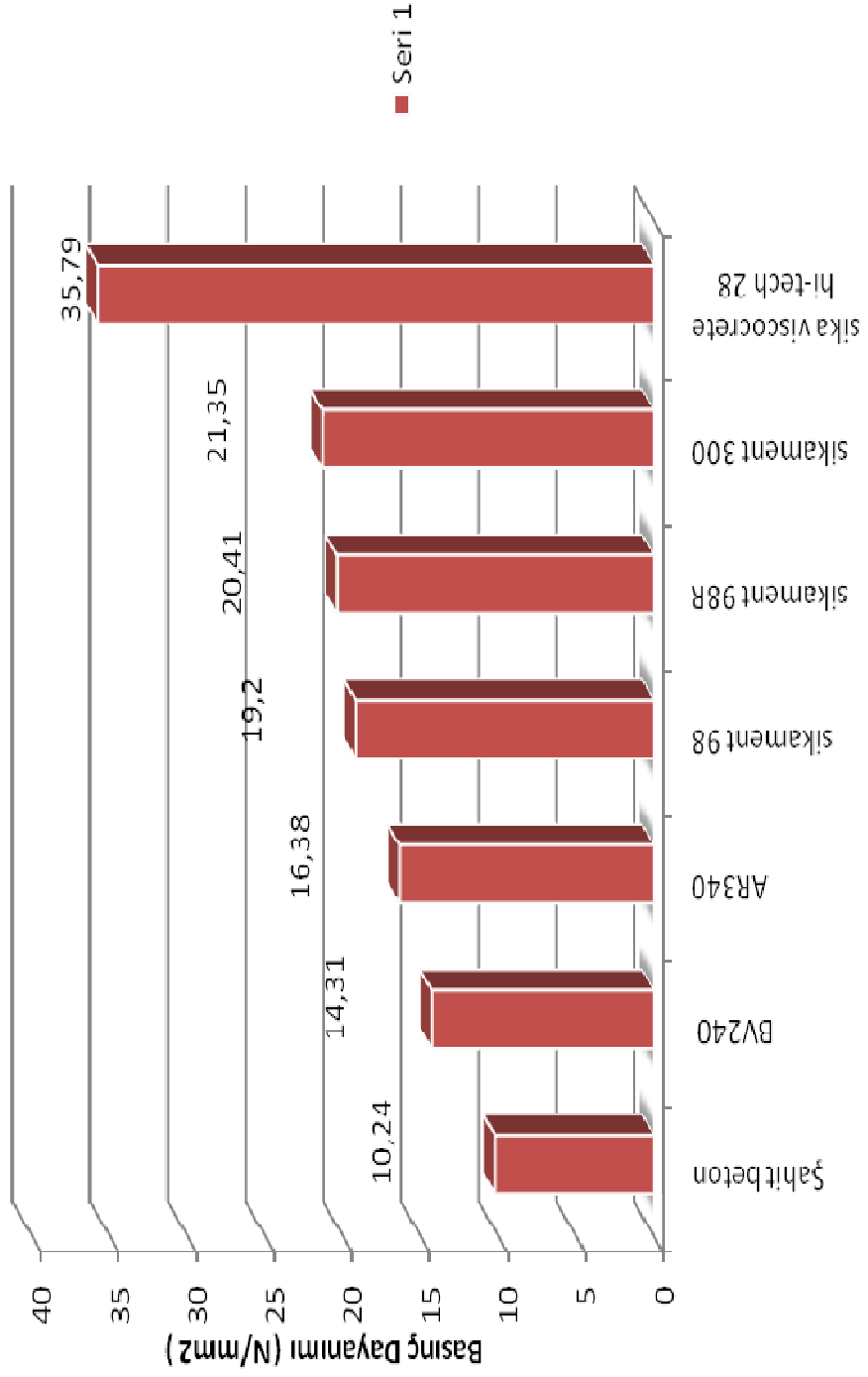
Şekil 8. Beton numunelerinin 28 günlük hacimce su emme oranları



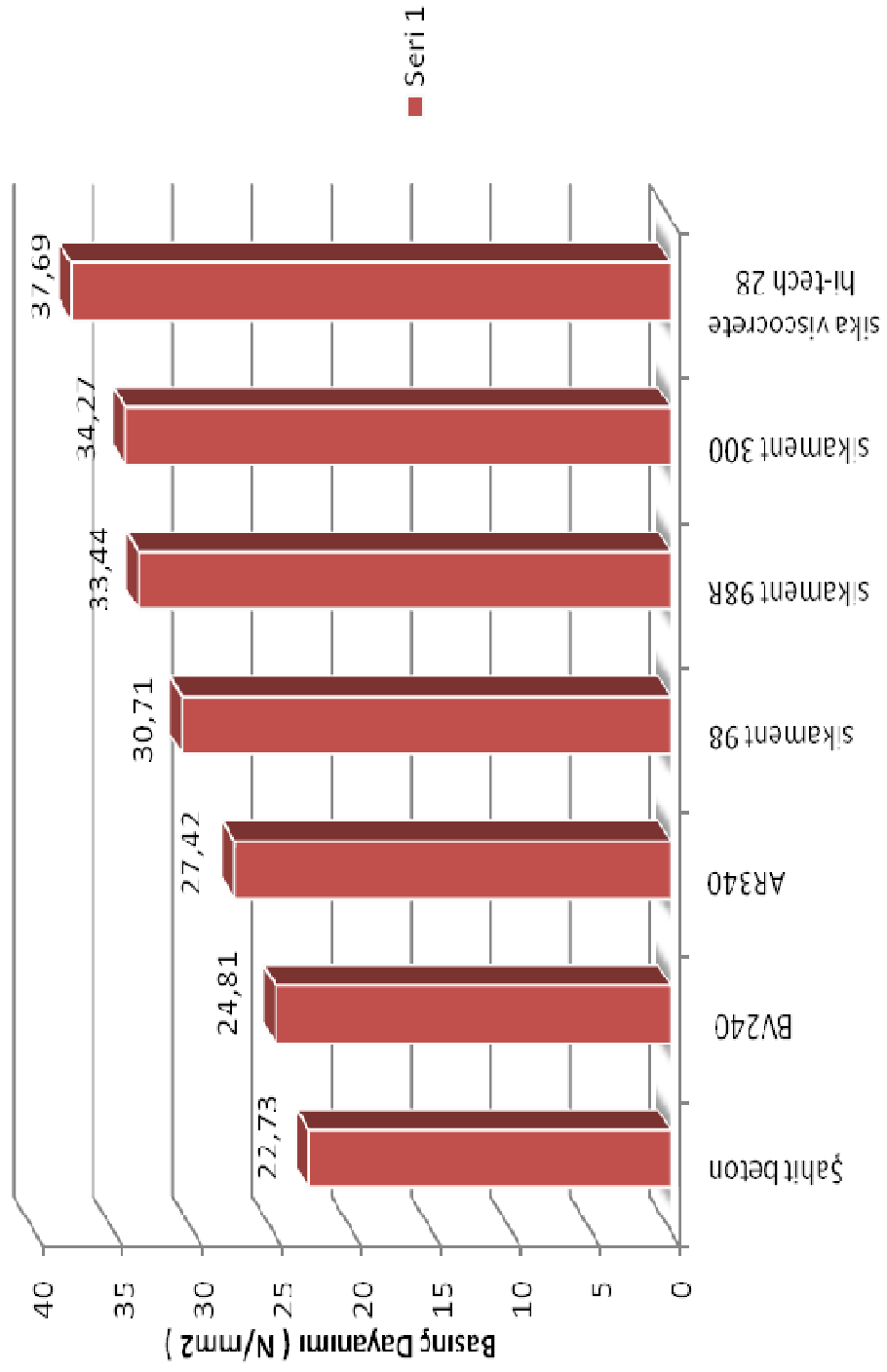
Şekil 9. Beton numunelerinin 28 günlük ağırlıkça su emme oranları



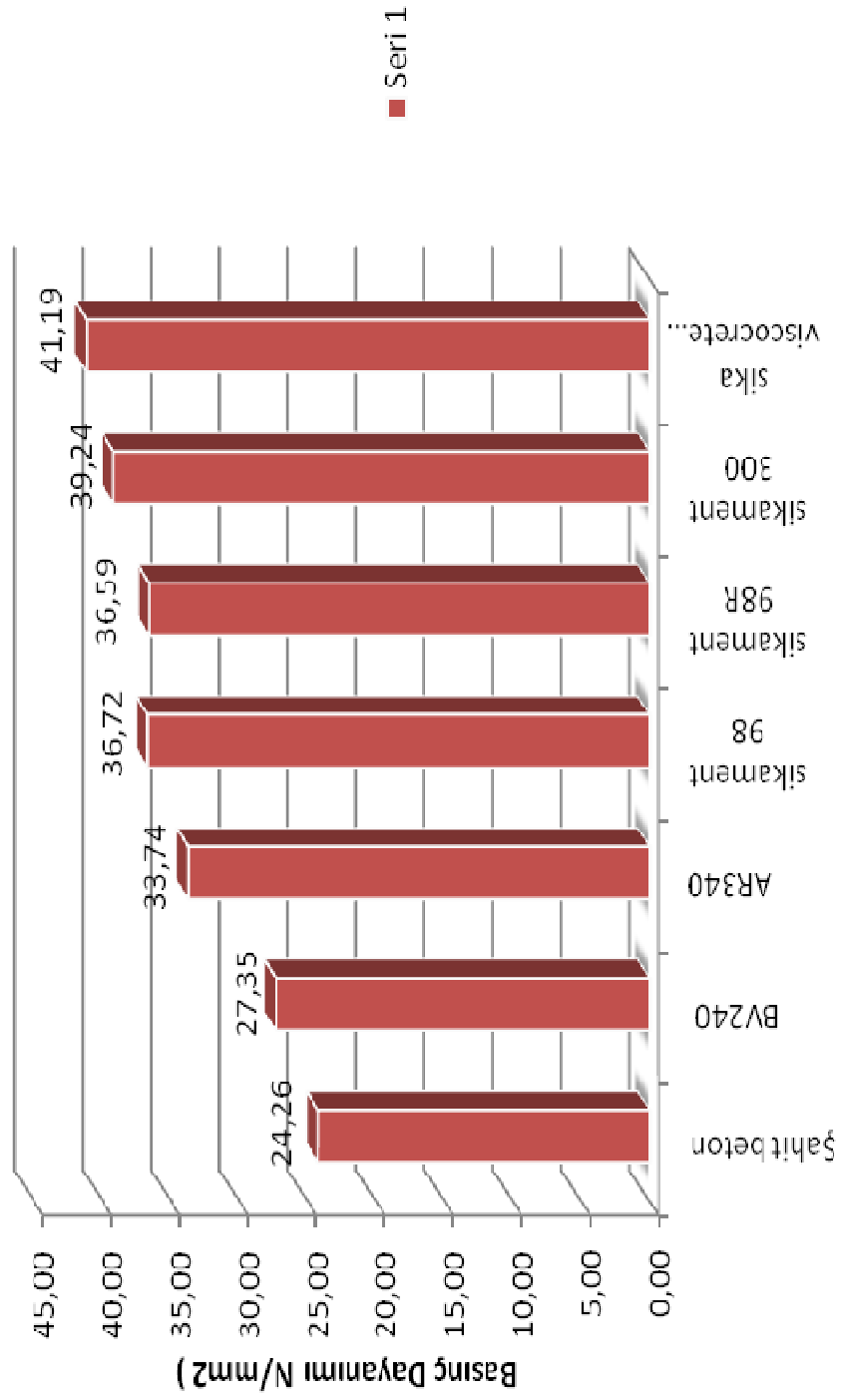
Şekil 10: 7 günlük beton numunelerinin kullanılan akışkanlaştırıcı türlerine göre basınç dayanım değerleri



Şekil 1.1: 28 günlük beton numunelerinin kullanılan akışkanlaştırıcı türlerine göre basınç dayanım değerleri

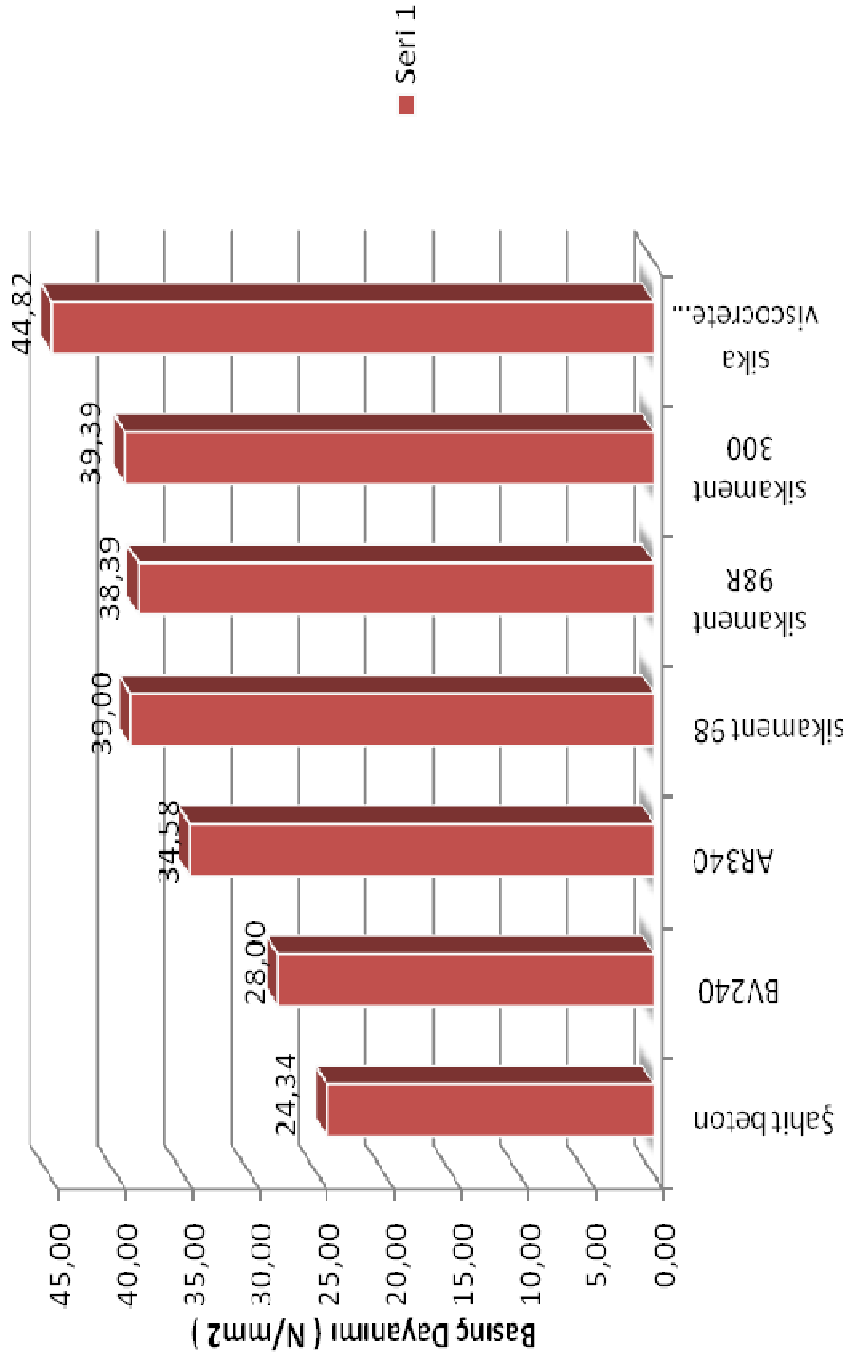


Şekil 12: 56 günlük beton numunelerinin kullanılan akışkanlaştırıcı türlerine göre basınç dayanım değerleri



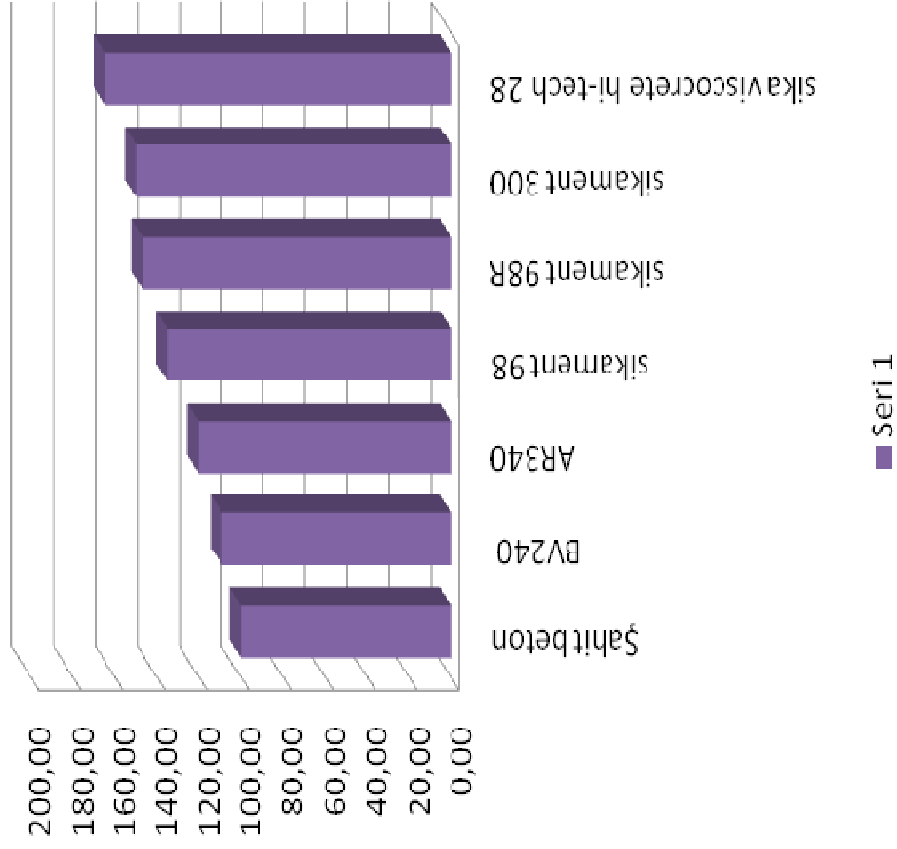
■ Seri 1

Şekil 13: 90 günlük beton numunelerinin kullanılan akışkanlaştırıcı türlerine göre basınç dayanım değerleri





Şekil 14: 28 günlük beton numunelerine ait akışkanlaştırıcı beton dayanımlarının katkısız betona dayanımına göre sabit değer üzerinden artış değerleri



## BÖLÜM 8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Daha önce yapılan birçok deneysel çalışmalarda görüldüğü gibi, betondaki su / çimento oranı betonun performansına etki eden önemli bir faktördür. Su / çimento oranı düşerse basınç dayanımı artar. Geçirimsizliği azalır, ömrü uzar, durabilitesi artar.

Suyun beton içindeki Hassas görevine yardımcı olmak ve daha iyi bir performansa sahip beton üretmek için, betonun kalıp içinde daha iyi yerleşmesini, daha iyi geçirimsizlik özellik göstermesini, daha güzel görünümlü ve daha yüksek basınç dayanımlı olmasını sağlamak üzere beton hazırlanırken, taze betona kimyasal akışkanlaştırıcılar kullanılmalıdır. Bu akışkanlaştırıcılar çimento miktarının % 0.2 ile % 3 arasında değişen oranlarda betona katılmalıdır.

Bu amaçla betondaki su / çimento oranını azaltıp aynı çimento miktarına sahip olmasına rağmen işlenebilirliği arttırmak amacıyla akışkanlaştırıcı katkı maddeleri beton imalatı esnasında betona katılır. Bu şekilde daha az su kullanılarak homojen bir karışım elde edilmiş olur. Betondaki karışım suyunu azaltmak, betonun iyi karışmamasına neden olur. Bu da basıncın dayanımını önemli ölçüde azaltır. Kullanılan akışkanlaştırıcı katkı ile rahat işlenebilir karışımlar elde edilebilmektedir.

Kullanılan bu akışkanlaştırıcı katkıların çeşidi ve miktarı betonun bina üzerindeki işlevine ve iklim şartlarına göre akışkanlaştırıcı türünü seçmek gerekir. Akışkanlaştırıcı katkı kullanılan betonların basınca dayanımları, katkısız beton basınç dayanımlarından yüksektir. Bu katkıları sayesinde daha kolay kalıplanabilen boşluksuz, çatlaksız beton elde edilmektedir.

### 8.1. Basınç Dayanımı Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi

Akışkanlaştırıcı katkı maddelerinin kullanılmasıyla birlikte betondaki su ve boşluklu yapı oranı azaldığı için basınç dayanımlarında artış gözlenmiştir. Bu artış değerlerinin şahit betona göre oranları, aşağıda her grup için ayrı ayrı belirtilmiştir.

Yapılan 1. grup deneyde belirtildiği gibi diğer katkı kullanılan betonların normal beton ile karşılaştırılmasının ve betonun performansına etkisinin belirlenmesi için katkısız ( şahit ) beton üretilmiştir.

2. grup deneylerde akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanmak için, karışıma eklenen su miktarı azaltılmış ve azalan su miktarına ek olarak normal akışkanlaştırıcı kimyasal katkı maddesi kullanılmıştır. Numunelerin basınç dayanımlarının ölçülmesi sonucunda, katkılı betonların şahit betona göre dayanımının yüksek olduğu gözlenmiştir. Buna göre, normal akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak üretilen betonların şahit betona göre ortalama basınç dayanımları; 7.günde % 40, 28. günde % 9, 56. günde % 12, 90. günde % 14 oranında artış göstermiştir.

3.grup deneyinde aynı yapı kimyasal grubunun süper akışkanlaştırıcı ve priz geciktiricili kimyasal katkı maddesi kullanılarak beton numuneleri üretilmiştir. Bu numunelerin basınç dayanım sonuçlarına bakıldığında katkısız betona göre yine yüksek çıktığı ve bunun yanında normal akışkanlaştırıcı katkı maddelerinin sonuçlarına göre de yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna göre, süper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak üretilen betonların şahit betona göre ortalama basınç dayanımları; 7.günde % 47, 28. günde % 26, 56. günde % 34, 90. günde % 36 oranında artış göstermiştir.

Son grup olan 4. grup deneylerde hiper akışkanlaştırıcı yüksek performanslı hiper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak beton numuneleri üretilmiştir. Bu numunelerde su oranı belirgin biçimde azaltıldığı için daha çok dayanım elde edilmiştir. Öyle ki, 28 günlük basınç dayanım oranı katkısız betonun 90 günlük dayanım oranından bile yüksek çıkmıştır. Buna göre, hiper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak üretilen betonların şahit betona göre ortalama basınç

dayanımları; 7.günde % 52, 28. günde % 33, 56. günde % 38, 90. günde % 36 oranında artış göstermiştir.

## 8.2. Su Emme Oranları Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi

Üretilen numunelerde akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılmasıyla daha az su ile belirtilen sabit değerdeki çökme kıvamına ulaşılmıştır. Bu değerlerde üretilen beton numunelerinin su emme oranlarının ağırlıkça ve hacimce değerleri aşağıda ayrı ayrı belirtilmiştir.

Yapılan 1. grup deneyde belirtildiği gibi diğer katkı kullanılan betonların normal beton ile karşılaştırılmasının ve betonun performansına etkisinin belirlenmesi için katkısız ( şahit ) beton üretilmiştir.

2. grup deneylerde akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanmak için, karışıma eklenen su miktarı azaltılmış ve azalan su miktarına ek olarak normal akışkanlaştırıcı kimyasal katkı maddesi kullanılmıştır. Numunelerin su emme oranlarının ölçülmesi sonucunda, hacimce ve ağırlıkça su emme oranlarının da düşük olduğu gözlenmiştir. Buna göre, normal akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak üretilen betonların şahit betona göre 28 günlük su emme oranları; hacim olarak % 13, ağırlık olarak % 13 oranında azalma göstermiştir.

3.grup deneyinde aynı yapı kimyasal grubunun süper akışkanlaştırıcı ve priz geciktiricili kimyasal katkı maddesi kullanılarak beton numuneleri üretilmiştir. Bu numunelerin üretimi esnasında daha az su kullanıldığı için beton içindeki boşluk oranı daha düşmüş olduğundan dolayı, su emme oranları katkısız betona ve normal akışkanlaştırıcı beton numunelerine göre daha az değerde olduğu kaydedilmiştir. Süper akışkanlaştırıcı katkı kullanımında, karışımdaki su miktarı dikkatli biçimde ayarlanmalı, aksi takdirde ulaşılmak istenen çökme değeri elde edilmesi güç olur. Buna göre, süper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak üretilen betonların şahit betona göre 28 günlük su emme oranları; hacim olarak % 43, ağırlık olarak % 47 oranında azalma göstermiştir.

Son grup olan 4. grup deneylerde hiper akışkanlaştırıcı yüksek performanslı hiper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak beton numuneleri üretilmiştir. Yukarıda da belirtildiği gibi bu numunelerde su oranı belirgin biçimde azaltıldığı için daha çok dayanım elde edilmiştir. Ancak, su oranının azaltılmasıyla betonun işlenebilirliği azaldığından dolayı üretilen numunelerde kısmi boşluklar oluştuğu gözlenmiştir. Bu durum da, su emme oranlarının süper akışkanlaştırıcı katkı kullanılarak üretilen beton numunelerine göre daha çok olduğu belirlenmiştir.

Buna göre, hiper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak üretilen betonların şahit betona göre 28 günlük su emme oranları; hacim olarak % 30, ağırlık olarak % 35 azalma göstermiştir.

### 8.3. Su Azalma Değerleri Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi

Katkısız beton üretilmesi için karışım hesaplarıyla belirlenen su kullanım değerleri, akışkanlaştırıcı katkı maddeleri katılmasıyla birlikte bu değerlerde azalma görülmüştür. Bu değerler, her akışkanlaştırıcı katkı maddesi için aşağıda ayrı ayrı belirtilmiştir.

Yapılan 1. grup deneyde belirtildiği gibi diğer akışkanlaştırıcı katkı kullanılan betonların normal beton ile karşılaştırılmasının ve betonun performansına etkisinin belirlenmesi için katkısız ( şahit ) beton üretilmiştir. Şahit beton üretilirken kullanılan ve karışım hesabında belirtilen su kullanım değeri 1 m<sup>3</sup> beton için 242 lt olarak belirlenmiştir.

2. grup deneylerde karışıma eklenen su miktarı azaltılmış ve azalan su miktarına ek olarak normal akışkanlaştırıcı kimyasal katkı maddesi kullanılmıştır. Buna göre, BV 240 normal akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanarak aynı kıvamda beton elde edebilmek için kullanılan su değeri 1 m<sup>3</sup> beton için 221 lt olmuştur. BV 240 Normal akışkanlaştırıcı kullanımı sonucu şahit betona göre su azalma oranı % 9 olduğu belirlenmiştir. AR 340 normal akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanarak aynı kıvamda beton elde edebilmek için kullanılan su değeri 1 m<sup>3</sup> beton için 197 lt olmuştur. Normal akışkanlaştırıcı kullanımı sonucu şahit betona göre su azalma oranı % 19 olduğu belirlenmiştir.

3.grup deneyde aynı yapı kimyasal grubunun süper akışkanlaştırıcı ve priz geciktiricili kimyasal katkı maddesi kullanılarak beton numuneleri üretilmiştir. Buna göre Sikament 98 katkı maddesi kullanılarak aynı kıvamda beton elde edebilmek için kullanılan su değeri 1 m<sup>3</sup> beton için 183 lt olmuştur. Sikament 98 süper akışkanlaştırıcı katkı kullanımı sonucu şahit betona göre su azalma oranı % 25 olmuştur. Diğer süper akışkanlaştırıcı katkı maddesi olan Sikament 98R katkı maddesi kullanılarak aynı kıvamda beton elde edebilmek için kullanılan su değeri 1 m<sup>3</sup> beton için 170 lt olmuştur. Sikament 98R süper akışkanlaştırıcı katkı kullanımı sonucu şahit betona göre su azalma oranı % 30 olmuştur.

Son grup olan 4. grup deneylerde hiper akışkanlaştırıcı yüksek performanslı hiper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak beton numuneleri üretilmiştir. Buna göre Sikament 300 hiper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak aynı kıvamda beton elde edebilmek için kullanılan su değeri 1 m<sup>3</sup> beton için 151 lt olmuştur. Belirtilen bu hiper akışkanlaştırıcı katkı kullanımı sonucu şahit betona göre su azalma oranı % 37 olmuştur. Diğer hiper akışkanlaştırıcı katkı maddesi olan Sika Viscocrete Hi-tech 28 kullanılarak aynı kıvamda beton elde edebilmek için kullanılan su değeri 1 m<sup>3</sup> beton için 138 lt olmuştur. Sika Viscocrete Hi-tech 28 hiper akışkanlaştırıcı katkı kullanımı sonucu şahit betona göre su azalma oranı % 43 olmuştur.

Sonuç olarak aynı çimento miktarı ile daha az su kullanarak, akışkanlaştırıcı katkı madde ilaveli betonların dayanımları, katkısız betonlara göre daha yüksektir. Katkı kullanılarak elde edilen betonların su kesme yüzdeleri katkısız betona oranla çok yüksek olur. Aynı çimento miktarı ile maksimum katkı kullanılmasıyla C20/25 kalitesinden C30/37 kalitesine çıkarmak mümkündür. Ayrıca maliyet açısından karşılaştırılacak olunursa, C20/25 betonun temin edilmesi için piyasa fiyatı 62,00 TL iken C30/37 betonu 72,00 TL olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan C20/25 betonuna katkı maddesi kullanılarak C30/37 dayanımında beton elde etmek için kullanılacak katkı maddesinin ortalama lt/m<sup>3</sup> fiyatı 2,50-3,00 TL arasındadır. Bu fiyatlar sonucunda akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılarak yüksek basınç dayanımlı betonu temin etmenin % 10 daha ekonomik olduğu belirlenmiştir. [ 12 ]

Bu yararları ile akışkanlaştırıcı katkı maddeleri, insanların hizmetine daha sağlam ve sağlam olduğu kadar ekonomik yapılar sunulmasına yardımcı olmaktadır. Günüümüzde hemen hemen bütün beton santrallerinde akışkanlaştırıcı katkı maddeleri kullanılmaktadır.

**KAYNAKLAR**

- [1] Adana Çimento Sanayi. Beton ve Hazır Beton Bilgi Kitapçıkları İstanbul.2000.
- [2] AKMAN, S, Yapı malzemeleri İstanbul. 1987.
- [3] AKMAN, S, Kimyasal Katkıların Betona uygulanması 4. Ulusal Beton Kongresi. İstanbul. 30 Ekim- 1 Kasım 1996 S.1 -12.
- [4] Deprem Yönetmeliği. Bayındırlık Bak. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Ankara.1998.
- [5] POSTACIOGLU, B, Yapı Malzemesi. İstanbul.1975.
- [6] Sika Kimyasal Katkılar Bilgi Kitapçığı. İstanbul.2000.
- [7] Türk Standartları TS EN 934-2 Kitapçığı. Ankara.
- [8] Türk Standartları TS EN 706 Kitapçığı. Ankara.
- [9] Türk Standartları TS EN 3440 Kitapçığı. Ankara.
- [10] UYAN, M, Akışkanlaştırıcı Katkıların Etkinliği 4. Ulusal Beton Kongresi İstanbul. 30 Ekim- 1 Kasım 1996 S.13 -23.
- [11] DEMİR, M, Akışkanlaştırıcı Katkı Maddelerinin Su/çimento Oranı ve Beton Performansına Etkileri. Sakarya Üniversitesi. Sakarya 2001.
- [12] Akyol İnşaat Sanayi. Fiyat teklif formu. Sakarya.
- [13] YILMAZ, K, Yapı Bilgisi Ders Notları. Sakarya Üniversitesi. Sakarya 2004.



## ÖZGEÇMİŞ

Reşit Şamil DEDEOĞLU, 21.07.1985 te Şanlıurfa'da doğdu. İlköğretimi Fevzi Çakmak İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimini Şanlıurfa Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2003 yılında Şanlıurfa Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl içinde kazandığı Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü 2007 yılında tamamladı. 2007 – 2010 yılları arasında MEFA İnşaat İth. İhr. Ve San. Tic. Ltd. Şti.nde mühendis olarak görev aldı. Bu süre içerisinde, şirketin Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü'ndeki taahhüdü altında bulunan inşaat projelerinin planlama, yapım, organizasyon ve tamamlama sürecinde aktif rol aldı. Halen MEFA İnşaat İth. İhr. Ve San. Tic. Ltd. Şti'nde inşaat mühendisi olarak görev yapmaktadır.