

**T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI KATKI MADDELERİNİN VE KARIŞIM
ORANLARININ TARIMSAL SULAMA
SİSTEMLERİNDE KULLANILAN BETONLARIN
FİZİKİ VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Rahman ÇANKAYA

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Muharrem Yetiş YAVUZ

**Ağustos, 2006
ÇANAKKALE**

**FARKLI KATKI MADDELERİNİN VE KARIŞIM
ORANLARININ TARIMSAL SULAMA
SİSTEMLERİNDE KULLANILAN BETONLARIN
FİZİKİ VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Rahman ÇANKAYA

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Muharrem Yetiş YAVUZ

**Ağustos, 2006
ÇANAKKALE**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Rahman ÇANKAYA tarafından Yrd. Doç. Dr. Muharrem Yetiş YAVUZ yönetiminde hazırlanan “**Fraklı Katkı Maddelerinin ve Karışım Oranlarının Tarımsal Sulama Sistemlerinde Kullanılan Betonların Fiziki ve Mekanik Özelliklerine Etkileri**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir “Yüksek Lisans Tezi” olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Muharrem Yetiş YAVUZ

Yönetici

Prof. Dr. Hüseyin EKİNCİ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Sabri ŞENER

Jüri Üyesi

Prof .Dr. Mehmet Emin ÖZEL

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

İÇİNDEKİLER	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ.....	ii
TABLO LİSTESİ.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. LİTERATÜR ÖZETİ.....	2
1.1.1. Sulama Kanal Kaplaması Olarak Beton, Bileşenleri ve Katkıları.....	2
1.1.2. Karışım Suyu	5
1.1.3. Beton Ana Bağlayıcısı Çimento:.....	5
1.1.4. Beton Agregası.....	6
1.1.5. Beton Kanal Kaplaması ve Özellikleri.....	8
1.1.6. Beton Katkıları.....	13
2. METERYAL VE YÖNTEM	21
2.1. Materyal.....	21
2.1.1. Agregası.....	22
2.1.2. Karışım Suyu.....	22
2.1.3. Bağlayıcı Malzeme.....	23
2.1.4. Katkı Malzemeleri.....	23
2.1.4.1. Su Geçirimsizlik Özelliği Sağlayan Beton Kimyasalı.....	23
2.1.4.2. Granül (Toz) Sabun.....	24
2.1.4.3. Sıvı Bulaşık Deterjanı.....	24
2.2. Yöntem.....	24
2.2.1. Agregası Deneyleri.....	25
2.2.1.1. Agregadan numune alma.....	25
2.2.1.2. Agregası granülometri (dane çapı dağılımı) analizi.....	25
2.2.1.3. Agregasının Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranının Belirlenmesi.....	26
2.2.1.4. Kum ve çakılda silt-kil miktarı tayini.....	27
2.2.1.5. Agregası içindeki hafif madde miktarı tayini.....	28

2.2.1.6. Agreganın gevşek ve sıkışık birim ağırlığı tayini.....	28
2.2.1.7. Agreganın aşınmaya dayanımı tayini.....	29
2.2.2. Beton Karışım Hesabı.....	31
2.2.3. Taze Beton Deneyleri.....	33
2.2.3.1. Taze Betondan Numune Alma ve Kıvam Deneyi.....	33
2.2.3.2. Taze Betonda Sıkışma Faktörünün Belirlenmesi.....	34
2.2.3.3. Taze Beton Birim Ağırlığının Belirlenmesi.....	35
2.2.3.4. Taze Betonda Hava Miktarının Belirlenmesi.....	36
2.2.4. Sertleşmiş Beton Deneyleri.....	37
2.2.4.1. Birim Hacim Ağırlığının Saptanması.....	37
2.2.4.2. Su Geçirimsizliğinin Saptanması.....	37
2.2.4.3. Basınç Dayanımının Saptanması.....	39
2.2.4.4. Beton Test Çekici” ile yaklaşık beton mukavemetinin saptanması....	41
2.2.4.5. Beton test sonuçlarının istatistik değerlendirmesi.....	42
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	43
3.1. Beton üretiminde kullanılan Agregada Özellikleri.....	43
3.2. Beton Karışım Hesabı Bulguları.....	45
3.3. Taze Beton Katkı Maddeleri ve Özellikleri.....	47
3.3.1. Kontrol Grubu Taze Betonun Malzeme Miktarı ve Özellikleri.....	47
3.3.2. Sıvı Deterjan Katkılı Taze Betonun Malzeme Miktarı ve Özellikleri...48	
3.3.3. Sika-Plastocerete-N Katkılı Taze Betonun Malzeme Miktarı ve Özellikleri.....	49
3.3.4. Uçucu Kül Katkılı Taze Betonun Malzeme Miktarı ve Özellikleri.....	51
3.3.5. Granül Sabun Katkılı Taze Betonun Malzeme Miktarı ve Özellikleri...52	
3.4. Katı Beton Özellikleri.....	53
3.4.1. Kontrol Grubu Katı Beton Özellikleri.....	54
3.4.2. Günlere Bağlı Olarak Farklı Sıvı Deterjan Oranlarının Betonların Görünür Birim Hacim Ağırlığı ve Mukavemet Dirençlerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları ve Katı Betonun Özellikleri.....	56

3.4.3. Günlere Bağlı Olarak Farklı Sika Plastocerede-N (SK) Oranlarının Betonların Görünür Birim Hacim Ağırlığı ve Mukavemet Dirençlerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları ve Katı Betonun Özellikleri.....	61
3.4.4. Günlere Bağlı Olarak Farklı Uçucu Kül (UC) Oranlarının Betonların Görünür Birim Hacim Ağırlığı ve Mukavemet Dirençlerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları ve Katı Beton Özellikleri.....	65
3.4.5. Günlere Bağlı Olarak Farklı Granül Sabun (GR) Oranlarının Betonların Görünür Birim Hacim Ağırlığı ve Mukavemet Dirençlerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları ve Katı Beton Özellikleri.....	70
3.4.6. Farklı Katkı Oranlarının 28 Günlük Numunelerde Beton Geçirgenliğine Etkisi.....	78
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	79
KAYNAKLAR.....	82
TEŞEKKÜR.....	I
ÖZGEÇMİŞ.....	II

TABLOLAR	Sayfa
Tablo 1. TS EN 206-I Standardı kapsamındaki tüm beton tipleri.....	4
Tablo 2. Türkiye’de üretilen çimento çeşitleri ve standartları.....	5
Tablo 3. Dünyadan bazı çimento çeşitleri ve standartları.....	6
Tablo 4. Beton Kaplamalı Kanallarda Meydana Gelen Sızma Kayıplarının Karşılaştırılması (Bekişoğlu, 1993).....	13
Tablo 5. Uçucu kül analiz raporu	22
Tablo 6. Su analiz raporu.....	23
Tablo 7. Deney örneklerinin üretiminde kullanılan çimento özellikleri.....	23
Tablo 8. Sika platocerete-N teknik özellikleri.....	24
Tablo 9. Beton karışımında kullanılan agrega özellikleri.....	31
Tablo 10. Numune karışım oranları ve birim miktarları.....	32
Tablo 11. Elek analizi değerleri.....	43
Tablo 12. Agreganın(Kum çakıl bileşimi) karışım oranları.....	44
Tablo 13. Beton karışımında kullanılan agrega özellikleri.....	45
Tablo 14. Kontrol grubu taze beton özellikleri.....	48
Tablo 15. Sıvı deterjan katkılı taze betonun malzeme miktarı.....	49
Tablo 16. Sıvı deterjan katkılı taze betonun özellikleri.....	49
Tablo 17. Sıvı deterjan katkılı taze betonun malzeme miktarı.....	50
Tablo 18. Sika-Plastocerete-N katkılı taze betonun özellikleri.....	50
Tablo 19. Uçucu kül katkılı taze betonun malzeme miktarı.....	51
Tablo 20. Uçucu kül katkılı taze betonun özellikleri.....	52
Tablo 21. Granül sabun katkılı taze betonun malzeme miktarı.....	53
Tablo 22. Granül sabun katkılı taze betonun özellikleri.....	53
Tablo 23. 7 Günlük kontrol numunesi katı beton özellikleri.....	55
Tablo 24. 28 Günlük kontrol numunesi katı beton özellikleri.....	55
Tablo 25. 90 Günlük kontrol numunesi katı beton özellikleri.....	55
Tablo 26. 28 Günlük kontrol numunesi katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri.....	55
Tablo 27. 7 Günlük, sıvı deterjan katkılı katı beton özellikleri.....	58
Tablo 28 .28 Günlük, sıvı detejan katkılı katı beton özellikleri.....	58

Tablo 29. 90 Günlük, sıvı deterjan katkılı katı beton özellikleri.....	58
Tablo 30. 28 Günlük sıvı deterjan katkılı katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri.....	59
Tablo 31. 7 Günlük Sika-Plastocerete-N Katkılı katı beton özellikleri.....	62
Tablo 32. 28 Günlük Sika-Plastocerete-N Katkılı katı beton özellikleri.....	62
Tablo 33. 90 Günlük Sika-Plastocerete-N Katkılı katı beton özellikleri.....	63
Tablo 34. 28 Günlük Sika-Plastocerete-N katkılı katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri.....	63
Tablo 35. 7 Günlük uçucu kül katkılı katı beton özellikleri.....	67
Tablo 36. 28 Günlük uçucu kül katkılı katı beton özellikleri.....	67
Tablo 37. 90 Günlük uçucu kül katkılı katı beton özellikleri.....	67
Tablo 38. 28 Günlük uçucu kül katkılı katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri.....	68
Tablo 39. 7 Günlük granül sabun katkılı katı beton özellikleri.....	71
Tablo 40. 28 Günlük granül sabun katkılı katı beton özellikleri.....	71
Tablo 41. 90 Günlük granül sabun katkılı katı beton özellikleri.....	72
Tablo 42. 28 Günlük granül sabun katkılı katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri.....	72
Tablo 43. Birim hacim ağırlığı ve su işleme derinliği için analiz sonuçları.....	75
Tablo 44. Sıvı deterjan için birim hacim ağırlığı ve mukavemetin oranla ilişkisi.....	76
Tablo 45. Sıvı deterjan için günlerin birim hacim ağırlığı ve mukavemetle ilişkisi..	76
Tablo 46. Sika birim hacim ağırlığına oran ve günlerin etkisi.....	76
Tablo 47. Uçucu kül katkılı betonun birim hacim ağırlığına oran ve günlerin etkisi..	76
Tablo 48. Granül sabun katkılı betonun birim hacim ağırlığına oran ve günlerin etkisi.....	77
Tablo 49. Sika katkılı betonun mukavemetine oran ve günlerin etkisi.....	77
Tablo 50. Uçucu kül katkılı betonun mukavemetine oran ve günlerin etkisi.....	77
Tablo 51. Granül sabun katkılı betonun mukavemetine oran ve günlerin etkisi.....	78

ŞEKİLLER	Sayfa
Şekil 1. TS 706'ya göre referans dane çapı dağılımı eğrisi($d_{max}=31,5mm$).....	7
Şekil 2. TS 706'ya göre referans dane çapı dağılımı eğrisi($d_{max}=16 mm$).....	8
Şekil 3. Çanakkale Meslek Yüksekokulu Yapı Malzemeleri Laboratuvarı.....	21
Şekil 4. Bölgeç ile numune azaltılması.....	25
Şekil 5. Elek serisinden numunelerin elenmesi.....	26
Şekil 6. Elek serisi.....	26
Şekil 7. Özgül ağırlığın bulunması.....	27
Şekil 8. Özgül ağırlığın bulunması.....	27
Şekil 9. Ağrega numunesi.....	27
Şekil 10. Etüv.....	27
Şekil 11. Birim hacim ağırlığı kabı ve sıkışık birim hacim ağırlığı için numunenin tartılması.....	28
Şekil 12. Los Angelas aşındırma cihazı (Bilyeli tambur).....	30
Şekil 13. Örneklerin elenmesi.....	30
Şekil 14. Beton dökümüne hazırlık, numune kalıpları ve betoniyer.....	33
Şekil 15. Kalıpların yağlanması.....	33
Şekil 16. Slamp hunisine numunenin yerleştirilmesi.....	34
Şekil 17. Kıvamın belirlenmesi için ölçme.....	34
Şekil 18. Silindir taze beton numuneleri	34
Şekil 19. Taze beton örneklerinin etiketlenmesi.....	35
Şekil 20. Taze Beton Numuneleri.....	36
Şekil 21. Birim hacim ağırlıklarının bulunması için tartım yapılması.....	36
Şekil 22. Örneğin basınç kabına yerleştirilmesi.....	36
Şekil 23. Basınç yöntemiyle taze beton hava miktarının ölçülmesi.....	36
Şekil 24. Birim ağırlıkların belirlenmesi için silindir numunelerin tartılması.....	37
Şekil 25. Permeabilite cihazına bağlanmış numuneler.....	38
Şekil 26. Su işleme derinliği.....	39
Şekil 27. Su işleme derinliğinin belirlenmesi.....	39
Şekil 28. Kür havuzu ve küp numuneler.....	40
Şekil 29. Kür havuzlarında numunelerin olgunlaşması.....	40

Şekil 30. Kükürtle başlıklanmış bir kısım silindir beton örneği.....	40
Şekil 31. Beton presinde, başlıklanmış silindir örneğin kırılması.....	40
Şekil 32. Beton test presinde silindir numune.....	40
Şekil 33. Beton test çekici.....	41
Şekil 34. Okuma yapılması.....	41
Şekil 35. Beton test çekici okuma dönüşüm abağı.....	41
Şekil 36. 7 Günlük silindir beton numunesinde SD' nin katkı oranları–birim hacim ağırlığı ilişkisi.....	59
Şekil 37. 28 Günlük silindir beton numunesinde SD' nin katkı oranları–birim hacim ağırlığı ilişkisi.....	59
Şekil 38. 90 Günlük küp beton numunesinde SD' nin katkı oranları–birim hacim ağırlığı ilişkisi.....	60
Şekil 39. 7 Günlük silindir beton numunesinde SD' nin katkı oranları–basınç dayanımı ilişkisi.....	60
Şekil 40. 28 Günlük silindir beton numunesinde SD' nin katkı oranları– basınç dayanımı ilişkisi.....	60
Şekil 41. 90 Günlük küp beton numunesinde SD' nin katkı oranları–basınç dayanımı İlişkisi.....	61
Şekil 42. 7 Günlük silindir beton numunesinde SK' nin katkı oranları–birim hacim ağırlığı ilişkisi.....	63
Şekil 43. 28 Günlük silindir beton numunesinde SK' nin katkı oranları–birim hacim ağırlığı ilişkisi.....	64
Şekil 44. 90 Günlük küp beton numunesinde SK' nin katkı oranları–birim hacim ağırlığı ilişkisi.....	64
Şekil 45. 7 Günlük silindir beton numunesinde SK' nin katkı oranları–basınç dayanımı ilişkisi.....	64
Şekil 46. 28 Günlük silindir beton numunesinde SK' nin katkı oranları–basınç dayanımı ilişkisi.....	65
Şekil 47. 90 Günlük küp beton numunesinde SK' nin katkı oranları –basınç dayanımı ilişkisi.....	65

Şekil 48. 7 Günlük silindir beton numunesinde UÇ' nin katkı oranları – birim hacim ağırlığı ilişkisi.....	68
Şekil 49. 28 Günlük silindir beton numunesinde UÇ' nin katkı oranları – birim hacim ağırlığı ilişkisi.....	68
Şekil 50. 90 Günlük küp beton numunesinde UÇ' nin katkı oranları – birim hacim ağırlığı ilişkisi.....	69
Şekil 51. 7 Günlük silindir beton numunesinde UÇ' nin katkı oranları – basınç dayanımı ilişkisi.....	69
Şekil 52. 28 Günlük silindir beton numunesinde UÇ' nin katkı oranları –basınç dayanımı ilişkisi.....	69
Şekil 53. 90 Günlük küp beton numunesinde UÇ' nin katkı oranları–basınç dayanımı ilişkisi.....	70
Şekil 54. 7 Günlük silindir beton numunesinde GR' nin katkı oranları –yoğunluk ilişkisi.....	72
Şekil 55. 28 Günlük silindir beton numunesinde GR' nin katkı oranları –yoğunluk ilişkisi.....	73
Şekil 56. 90 Günlük küp beton numunesinde GR' nin katkı oranları –yoğunluk ilişkisi.....	73
Şekil 57. 7 Günlük silindir beton numunesinde GR' nin katkı oranları – basınç dayanımı ilişkisi.....	73
Şekil 58. 28 Günlük silindir beton numunesinde GR' nin katkı oranları–basınç dayanımı ilişkisi.....	74
Şekil 59. 90 Günlük küp beton numunesinde GR' nin katkı oranları–basınç dayanımı ilişkisi.....	74

SİMGELER VE KISALTMALAR

1. SD:Sıvı deterjan katkılı karışım
2. SK:Sika Plastocerete-N katkılı karışım
3. UÇ: Uçucu kül katkılı karışım
4. GR: Granül sabun katkılı karışım

FARKLI KATKI MADDELERİNİN VE KARIŞIM ORANLARININ TARIMSAL SULAMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN BETONLARIN FİZİKİ VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

ÖZET

Bu araştırmada; sulama sistemlerinde kullanılan beton kaplamaların, fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla betona farklı katkı maddelerini, değişik oranlarda katarak; bu katkıların nasıl bir etki yapacağını belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak; agrega deneyleri, farklı katkı maddeleri ve karışım oranları ile hazırlanan beton harcı üzerinde taze beton deneyleri, yine aynı malzemedeki standart beton örnekler üzerinde aşağıda sıralanan ve betonun mekanik ve fiziksel özelliklerinin tespitine yönelik deneyler yapılmıştır.

Hazırlanan örnekler üzerinde, agrega deneyleri, beton karışım hesabı, taze beton deneyleri, sertleşmiş beton deneyleri ve beton test sonuçlarının istatistik değerlendirmesi yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, kontrol grubundaki her katkı grubu için beton yaşı artışına karşı, mukavemet özelliklerinde artış izlenmiştir. Aynı durum bütün deneme gruplarında da izlendiğinden, genel olarak beton yaşı arttıkça mukavemet özelliklerinin de iyileştiği söylenebilir. Katkı çeşidi ve oranlardaki değişime bağlı olarak, mukavemet ve su işleme derinliğinde artma ve azalma yönünde değişimler gözlemlenmiştir. Sıvı deterjan ve granül sabun katkılı betonların %0,05'lik oranından sonra basınç dayanımları düşmektedir. Beton yaşı ve kimyasal katkı oranı arttıkça, basınç dayanımının ve geçirimsizliğin arttığı söylenebilir. Belirli oranlardan sonra uçucu kül katkısının da betonun basınç dayanımını düşürdüğü sonucuna varılmıştır.

28 Günlük beton örneklerinde, farklı katkı oranları için, su işleme derinliği esas alınarak geçirgenlik özelliği belirlenmiştir. Burada, bütün katkı çeşitleri ve oranları içinde en iyi sonuç, uçucu kül katkısının %35'lik oranında bulunmuştur. Maksimum mukavemet değeri de, bu katkı türünün %15'lik oranında bulunmuştur. Uçucu külün %15 oranına kadar; beton kimyasalının da, kullanım talimatındaki oranlarda katılarak elde edilen betonun, sulama sistemlerinde kanal kaplaması için uygun olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Beton, Sulama, Beton Deneyleri, Agrega

Hazırlanan bu Yüksek Lisans Tezi, Ç.O.M.Ü. B.A.P. tarafından 2005/96 no'lu projeden desteklenmiştir.

THE EFFECTS OF DIFFERENT ADDITIVES AND MIXTURE RATES ON THE MECHANICAL AND PHYSICAL FEATURES OF CONCRETE USED IN AGRICULTURAL IRRIGATION SYSTEMS

ABSTRACT

The aim of this research was to determine how the mixtures made of different additive material at different ratios effect to improve mechanical and physical features of Standard concretes used in irrigation systems. Experiments of aggregate, fresh concrete experiments upon the concrete filling to prepare with different additive material and mixture ratios even so to prepare same material upon to standart concrete models are following below. Aimed at degistration of concrete both mechanical and physical feature experiments was done.

Experiments of the aggregates, calculation of concrete mixture, experiments of the fresh concrete, experiments of the harded concretes and statistical evaluation of concrete test results were carried out on the preperad samples.

As a result of analyses, it was observed that there was increase in resistance features versus the increase of age of concrete in terms of per additive in control group. Because Same situation was observed in all test groups, it can be usually said that the more the age of concrete is the better resistance features are. It was observed that there was change in resistance and depth of waterproof, depending on additive kind and ratio. Pressure resistance of liquid detergent and granul soap added concrete is being declininig after the ratio of %0,05. Pressure resistance and non-transferability increase by the increase of cement age and chemical additive ratio. It could be concluded as additive the samples of volatile weak the pressure resistance of cement.

Transferability feature based on waterresistance depth is determined for different additive ratios on concrete samples of 28 days. The best result among samples was found at ratio %35 of additive ashe. Maxiumum resistance was seen at ratio %15 of additive ashe. That concrete obtained by adding concrete chemicals at suggested amounth upto %15 ashe additive is reasonable can be said.

Keywords: Concrete, irrigation, concrete test, aggregate

This study was supported by University of Canakkale Onsekiz Mart as B.A.P. project numbered 2005/96.

1. GİRİŞ

Modern tarımsal üretim tekniklerinde kullanılması gerekli en önemli girdilerden birisi sudur. Bitkilerin gelişerek kaliteli ve yeterli miktarda ürün vermesinde yapılacak sulamanın büyük önemi vardır. Sulama, yağışların düzensiz veya yetersiz olduğu iklim koşullarında bitkilerin gereksinim duyduğu suyun yapay yollarla toprağa, bitki kök bölgesine verilmesidir Kanber (2002). Sulamanın yapılabilmesi için sulama sistemlerinin uygun bir şekilde inşa edilmesi gerekir.

Sulama kanallarında yapısal yönde meydana gelen deformasyonlardan dolayı, su kayıplarının fazla olması; sulanan alanlarda su yetmezliğine, kanal çevresindeki bataklık alanların oluşmasına, kanallarda işletme ve bakım giderlerinin artmasına, dolayısıyla da büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bütün bu olumsuz koşulların oluşmasını önlemek için kanal kaplama malzemesi olarak kullanılacak betonların yüksek dayanımlı ve geçirimsiz olarak yapılması gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için de, beton karışım oranları ile betonun üretim, döküm ve bakım koşullarının standartlara uygun yapılması gerekir.

Tarımsal amaçlı sulama sistemlerinin verimi, diğer proje unsurları ile birlikte, kullanılan malzeme ve yapı elemanlarının özelliklerine de bağlıdır. Proje uygulama alanındaki dış tesirler, bu elemanların servis ömürlerine etki etmektedir. Projede öngörülen değerlerin uygulama hatası ve yanlış malzeme seçimi nedeniyle sapması, sistemin servis ömrünün kısalmasına ve randımanın düşmesine neden olabilmektedir. Şev erozyonunun önlenmesi, pürüzlülüğün azaltılarak kanal kapasitesinin artırılması ve kanalların bakım-onarımının kolaylaştırılması için kanal yüzeylerinin kaplanması gereği ortaya çıkmıştır. Bu amaçla kanal kaplaması olarak çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Açık kanalların kaplanmasında beton malzemenin tercih nedeni ise; istenilen şekli kolayca alabilmesi, ilk yatırım masraflarının fazla olmasına rağmen yapım ve tamirinin kolay olması, yüzey pürüzlülüğünün düşük olması, iyi projelenip inşa edildiğinde kanal içinde yabancı otların yetişmesine olanak vermemesidir. Beton kaplı kanalların servis ömürlerinin 40 yıl; iyi kalitede nitelikli beton olması halinde ise 60 yıl ve daha fazlası olabileceğini Şimşek (1993) tarafından belirtilmektedir. Bu da göstermektedir ki, imalat ve malzeme seçiminde gösterilecek itina, ülke ekonomisine büyük yararlar sağlayacaktır.

Türkiye’de yapılan kanallar, dünya standardının çok üzerinde sızma kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca gerekli etütler yapılarak zeminin yeteri kadar iyileştirilememesi ve kanalların sülfatlı alanlardan geçirilmesi nedeniyle, kısa zamanda hasara uğramakta ve büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

Bu çalışmada granül sabun katkı, sıvı bulaşık deterjanı katkı, termik santral atığı olan uçucu kül katkı ve piyasada çeşitli marka adlarıyla satılan ve betonda su geçirimsizliği sağlayan beton kimyasalı (Sika Markalı) kullanılarak elde edilecek beton malzemenin özelliklerindeki değişimi belirlenerek, farklı katkı ve karışım oranlarının betonun fiziki ve mekanik özelliklerine etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Buradan elde edilen sonuç, sulama kanallarında kullanılacak iyi beton hakkında fikir verecektir.

1.1. LİTERATÜR ÖZETİ

1.1.1. Sulama Kanal Kaplaması Olarak Beton, Bileşenleri ve Katkıları

Beton genel olarak çimento, su, iri ve ince agreganın uygun oranlarda karıştırılması sonucu elde edilen başlangıçta plastik, şekil verilebilir nitelikte, zaman geçtikçe sertleşen dayanım kazanan, çağımızın en önemli taşıyıcı yapı malzemeleri arasındadır.

Türk Standartları Enstitüsü Kurumu agrega, taze beton ve sertleşmiş beton deneyleri ve diğer birçok yapı malzemesi üzerinde hangi yolla deney yapılacağına ilişkin metotları yayınlamış ve standardını ortaya koymuştur.

Şimşek (1993), beton kaplamaların; yerinde dökme beton ve betonarme, püskürtme beton ve betonarme, prefabrik blok kaplama, kanal kesitinin çimento harcı ile kaplanması şeklinde olabileceğini belirtmektedir. Beton kaplamaların kalınlığı ile dayanımı arasında genel olarak doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. Kızılkaya (1988)'ya göre: kanal kaplama betonu kalınlığı en az 7 cm en fazla da 15 cm olmalıdır. Anonim (1999)'de sulama kanallarında kullanılacak çimento dozajının yerine göre; 175, 200, 250 kg/m³ olabileceğini ifade etmektedirler. Arslan (2001), basınç mukavemetlerine göre beton sınıflarının, 28 günlük standart silindir veya küp basınç mukavemetleri (N/mm² cinsinden) esas alınarak oluşturulduğunu ve bunların silindirlere göre; BS14, BS16, BS18, BS20, BS25, BS30, BS35, BS40, BS45, BS50; küp numunelere göre: BS16, BS20, BS25, BS30, BS35, BS40, BS45, BS50, BS55 olduğunu ifade etmektedir. Bu sembolizasyon yeni standartlarda değiştirilmiştir. Tablo 1'de beton çeşitleri ve notasyonları görülmektedir.

Kanal kaplama betonunun basınç dayanımının en az 210 kgf/cm² (2100N/cm²) olması gerektiği ve bunun için de su-çimento oranının (w/c) 0,59 olması gerektiği belirtilmektedir. Postacıoğlu (1987)'na göre beton esas bileşenleri olan agreganın birim ağırlığı 1,50-1,85 kg/dm³ arasında olmalıdır. Eriç (1994)'e göre agrega birim ağırlığı ortalama olarak, kum için: 1,56 gr/cm³ ve çakıl için: 1,65 gr/cm³ olduğu ve birim ağırlığın malzemenin sıkışık veya gevşek, kuru veya rutubetli olmasına göre değiştiği belirtilmektedir. Agreganın birim ağırlığına etki eden faktörler, granülometrisi, boşluk oranı, içinde özürlü malzeme bulunması ve özgül ağırlığıdır. Yine Eriç (1994), agrega özgül ağırlığı için ortalama 2,65 g/cm³

değerini vererek kum-çakılın doluluk oranının %60, boşluk oranının %40 olduğunu ifade etmektedir. Agreganın sıkışma oranı ne kadar yüksek olursa basınç mukavemeti ve dış tesirlere dayanımı o kadar fazla olacağı ifade edilmektedir.

Tablo1. TS EN 206-I Standardı kapsamındaki tüm beton tipleri:

Basınç Dayanımı Sınıfı	En düşük karakteristik Silindir dayanımı (N/mm ²)	En düşük karakteristik Küp dayanımı (N/mm ²)
C 8/10	8	10
C 12/15	12	15
C 16/20	16	20
C 20/25	20	25
C 25/30	25	30
C 30/37	30	37
C 35/45	35	45
C 40/50	40	50
C 45/55	45	55
C 50/60	50	60
C 55/67	55	67
C 60/75	60	75
C 70/85	70	85
C 80/95	80	95
C 90/105	90	105
C100/115	100	115

Ayrıca agreganın su emmesi ve boşluk oranının fazla olması durumunda basınç dayanımı düşmektedir. Şimşek (1993)'e göre DIN-1045 (1988)' de, su geçirilmesi istenmeyen ve kalınlığı 10-40 cm arasında olan betonlarda su/çimento oranının 0,60'dan büyük olmaması gerektiği ve en büyük agrega dane çapının 16 mm'den küçük olması gerektiği belirtilmektedir. Erdoğan (2003), beton yapımı için uygun veya iyi olarak kabul edilen agrega gradasyonunu, taze betonun karılması, taşınması ve yerleştirilmesi işlemlerinde iri ve ince tanelerin ayrışmasına neden olmayarak, betonun üniform olmasını sağlayan, betonda istenilen düzeydeki işlenebilmenin ve yoğunluğun elde edilebilmesine yol açan, agrega tane dağılımı olduğunu ifade etmektedir. Georges (1949) harçların basınca mukavemetinin tanelerin sertlik veya kırılabilirliğine; basınç mukavemetinin aynı zamanda, bağlayıcı ile kum tanesi arasındaki yüzeysel yapışma mukavemetine; yüzeysel yapışma mukavemetinin de kum tanelerinin şekil ve cinsine bağlı olduğunu ifade etmektedir. Doğançün, (2003)'de agrega tane boyutunun büyük olmasının beton dayanımının

yüksek olmasında etkili olduğunu fakat yerleştirmeyi güçleştirdiğini ve geçirimsizliği de olumsuz yönde etkilediğini belirtmektedir. Betonda su/çimento(w/c) oranı mukavemetle ters orantılıdır. Karışımda kullanılan w/c oranı küçüldükçe betonun mukavemetinin artacağı ve kılcal boşlukların miktarının azalacağı belirtilmektedir. Böylece w/c oranının mukavemete ve dış etkilere dayanıklılığı etkileyen en önemli faktör olduğu ; Postacıoğlu (1977) tarafından ifade edilmektedir.

1.1.2. Karışım Suyu :

Betonda kullanılan suyun içme suyu niteliğinde olması ve kesinlikle asit bulunmaması gerektiği Ersoy ve Özcebe (2004) tarafından belirtilmektedir.

1.1.3. Beton Ana Bağlayıcısı Çimento:

Çimento; kalker ve kil taşları karışımının yüksek sıcaklıklarda pişirilmesinden sonra, öğütülmesinden elde edilen bağlayıcı bir malzemedir. Ersoy ve diğ.(2004). Çimentonun minerolojik yapısı betonun dayanımına etkilidir. Çimento bileşenlerinin oranlarını istenilen oranlarda değiştirmek suretiyle farklı özelliklerde çimento elde edilebilmektedir. Türkiye’de ve dünya pazarlarında olan çimento çeşitlerinden bazıları Tablo 2 ve Tablo 3’ te verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye’de üretilen çimento çeşitleri ve standartları

Tip		İsim	Standart	Yeni Standart En 197-1
PÇ	52,5	Portland Çimento	TS 19/Mart1996	CEM I 52,5N
PÇ	42,5	Portland Çimento	TS 19/Mart1996	CEM I 42,5R
KZÇ/A	32.5R	Kompoze Çimento	TS 12142/Mart1997	CEM V-A 32.5N
PKÇ/A	42.5R	Portland Kompoze Çimento	TS 12143/Mart1997	CEM II-A/M 42,5R
SDÇ	32,5	Sülfata Dayanıklı Çimento	TS 10157/Mart1996	-

Tablo 3.”de de görüldüğü gibi, Türkiye’nin dünya ile aynı standartlarda çimento üretimi yaptığı söylenebilir.

Tablo 3. Dünyadan bazı çimento çeşitleri ve standartları

CEM I	52.5N CE PM NF	Portland Çimento	Fransız Std. Uygun NF EN 197-1
CEM I	52.5 N	Portland Çimento	Avrupa Std. Uygun EN 197-1
CEM I	42.5 R	Portland Çimento	Avrupa Std. Uygun EN 197-1
CEM II-A/M	32.5N	Portland Kompoze Çimento	Avrupa Std. Uygun EN 197-1
Type	I/L.A	Portland Çimento / Düşük Alkalili	Amerikan Std. Uygun ASTM C 150
Type	II/L.A	Portland Çimento / Düşük Alkalili	Amerikan Std. Uygun ASTM C 150
Type	I-II/L.A	Portland Çimento / Düşük Alkalili	Amerikan Std. Uygun ASTM C 150
Type	V	Sülfata Dayanıklı Çimento	Amerikan Std. Uygun ASTM C 150
Type	I-II/L.A	Portland Çimento	Amerikan Std. Uygun AASHTO M 85

1.1.4. Beton Agregası

Beton agregası, beton veya harç yapımında çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme ile birlikte bir araya getirilen, organik olmayan, doğal veya yapay malzemenin genellikle 100 mm' yi aşmayan (hatta yapı betonlarında çoğu zaman 63 mm'yi geçmeyen büyüklüklerdeki kırılmamış veya kırılmış tanelerin oluşturduğu bir yığındır Erdoğan (1995).

Beton yapımında kullanılan çeşitli agregalardan bazı örnekler şunlardır: kum, çakıl, kırmataş, yüksek fırın cürufu, pişmiş kil, bims, genleştirilmiş perlit ve uçucu külden elde edilen uçucu kül agregası. Agregalar betonun hacminin yaklaşık olarak %70-75 ini oluşturur. Betonda agrega kullanılmasının sağladığı teknik özelliklerin başında, sertleşen betonun hacim değişikliğini önlemesi veya azaltması, sertleşmiş betonun aşınmaya karşı dayanımını arttırması, çevre etkilerine karşı dayanıklılığını arttırması ve kendi dayanım gücünün yüksekliği nedeniyle betonun

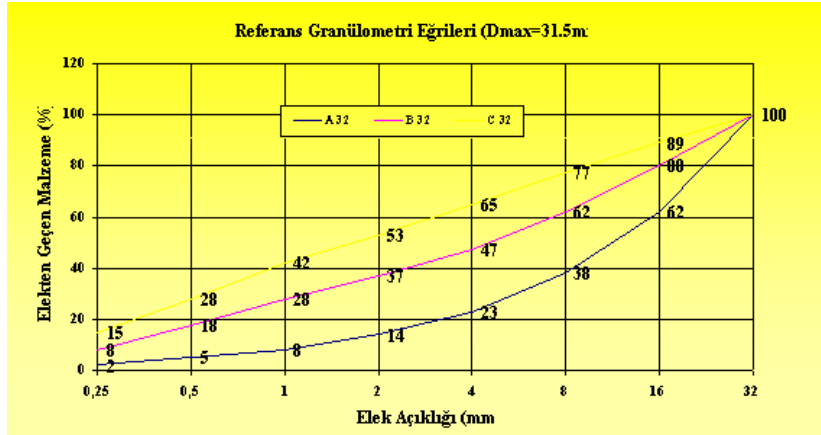
taşımakta olduğu yüklere karşı dayanımı sağlayabilmesi gelir. Betonda kullanılan agreganın dayanıklılığı, gözenekliliği, su geçirgenliği, mineral yapısı, tane şekli, gradasyonu, tanelerin yüzey pürüzlülüğü, en büyük tane boyutu, elastiklik modülü, termik genleşme katsayısı, agregada kil olup olmadığı ve agreganın temizliği gibi birçok özellik beton dayanıklılık türlerinin bir veya daha fazlasını etkilemektedir.(Anonim,1985)

Agreganın Sınıflandırılması: Agrega sınıflandırılması iki ana başlık altında olabilir. Bunlar; elde edilmiş şekline göre ve tane boyutlarına göre. Elde edilmiş şekline göre sınıflama:

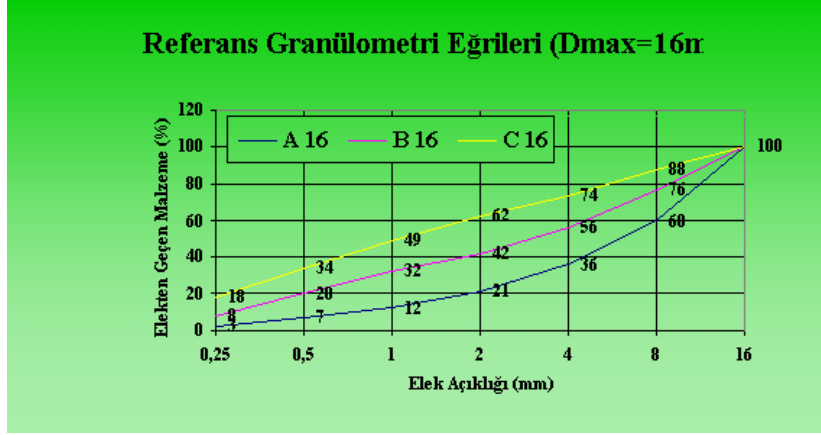
a) Doğal Agrega (Doğal taş agregası)

b)Yapay Agrega (Sanayi ürünü agregası)'sıdır. Tane boyutlarına 0-7 mm arası kum, 7-70 mm arası çakıl olarak isimlendirilirler (Ersoy ve diğ., 2004).

Granülometri (Tane dağılımı):Bir agregada belirli boyutlardaki tanelerin dağılımını gösteren eğriye“granülometri eğrisi” denilir. Bu eğrinin belirlenmesi için elek analizi deneyi yapılır. Beton üretiminde kullanılacak karışım agregasının granülometrisi “ideal granülometri eğrileri” ile uyumlu veya “ideal bölge” içinde kalmalıdır (TS 706-EN 12620, 2003).



Şekil1. TS 706' ya göre referans dane çapı dağılımı eğrisi(dmax=31,5mm)



Şekil 2. TS 706' ya göre referans dane çapı dağılımı eğrisi(dmax=16 mm)

1.1.5. Beton Kanal Kaplaması ve Özellikleri:

Bekişoğlu (1993)'na göre, açık kanallar, doğal malzemenin bir hat boyunca kazılması sonucu suyu taşıyabilir duruma getirilmesi ile oluşturulur. Taban ve yan yüzeyleri kaplamasız kanallara toprak kanallar, taban ve yan yüzeyleri kaplanmış kanallara ise kaplamalı kanallar denir.

Şimşek (1993)'e göre Akman (1990), sertleşmiş beton içindeki sürekli ağ biçimindeki kılcal boşluk sistemi su geçirimsizliğine nedendir demektedir. Kızılkaya (1988), kanallarda oluşacak deformasyon ve yabancı otların gelişmesi su kaybına yol açtığı gibi, su hızını da azalttığını belirtmektedir. Kanallardaki su kaybına neden olan etkenler sistemin randımanını düşürmektedir. Yavuz (1984), yaptığı bir araştırmada, Aşağı Seyhan Ovası, Sol Sahil sulama kanallarında sızma ile oluşan kayıpları belirlemiş ve ana ve yedek kanallarda toplam $4.981 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}^2$ lik bir kaybın niteliksiz kaplama malzemesi kullanımı sonucu olduğunu belirterek, beton kaplama üzerindeki kırık ve çatlak bölgelerin onarımını diğer önerileri ile birlikte vermiştir. Albayrak (1988), beton içindeki çimento miktarının gereğinden az veya çok olması durumlarının bazı teknik sakıncalar yarattığını; fazla çimentonun beton da rötreye, sünmeye, yüzeyel ve kılcal çatlamlara; az olan çimentonun ise boşluklu yapıya neden olarak mukavemeti düşürdüğünü belirtmektedir. Kocataşkın (2000), genel olarak yapı malzemelerinin boşluklarla ilgili en önemli özelliğinin su geçirimsizliği olduğu ifade edilmektedir. Beyazıt (1988) beton içerisindeki su hareketinin iki türlü olduğunu söylemektedir. Bunlar: a) Betonun bir yüzeyi ile temasta olan basınçlı suyun geçişi ki, bu tip geçiş hızını ölçmeye de beton permeabilitesi denir.

b)İkincisi ise kapilarite dolayısıyla betondaki su hareketidir.

Burada, betona kapilariteyi önleyici katkı maddeleri katılarak, iyi sonuçlar alınabileceğini de belirtmektedir.

Linsley ve diğ. (1992), kaplamasız toprak kanalların ilk yatırım maliyetlerinin düşük olmasına karşın yüksek sızma kayıplarına ve düşük su akış hızına neden olmalarından dolayı kaplanmaları gerektiğini vurgulamışlardır.

Tekinel ve diğ. (1988), kanal kaplama nedenlerini,

- 1- Sızma kayıplarını azaltmak,
- 2- Kırılma ve çatlama önlemek,
- 3- Yabani ot yetişmesini önlemek ve kanal kesitinin stabilitesini sağlamak,
- 4-Bataklıkların oluşmasını önlemek,
- 5- Yüksek hızlarda erozyonu önlemek,
- 6- Drenaj sorununu azaltmak,
- 7- Kanal işletme ve bakım giderlerini azaltmak,
- 8- Taşınan su miktarını artırmak olarak sıralamaktadırlar.

Güngör (1991), kaplamalı açık kanalların diğer sistemlere göre üstünlüklerini;

- 1) İnşaat maliyeti ve gerektirdiği yapım teknolojisinin diğer dağıtım sistemlerine göre daha ekonomik ve kolay sağlanabilir olması,
- 2) Kanallarda ortaya çıkacak olumsuzluklar kolayca gözlenebilmesi,
- 3) Kanalların bakımı ve onarımı için gerekli malzeme ile işçilik gereksiniminin kolay karşılanabilir olması, şeklinde sıralamıştır.

Şimşek (1993)'e göre Kraatz (1977), beton kaplama kalınlıkları, ılıman bölgelerde orta boyutlu kanallarda 8-10 cm, küçük boyutlu kanallarda ise 5-8 cm arasında olmalıdır. Kaplama betonunun çimento dozajı, donma-çözülme olaylarının görülmediği bölgelerde 270 kg/m^3 ve s/ç oranının ise 0.70 den fazla olmamalıdır.

Donma-çözülme olaylarının az görüldüğü bölgelerde ise dozajı 270 kg/m^3 , ve su-çimento oranının (s/ç) ise 0.60'dan fazla olmamalıdır.

Alagöz (1984)'e göre, beton kaplı kanallarda, betonların çatlaması ve sıcaklık değişimi nedeniyle kaplama kalınlığı 12 cm' den az olmamalıdır. Kızılkaya (1988)' ya göre beton kaplama kanallarında çimento dozajı, sulama kanalı su taşıma kapasitesine göre ortalama olarak $175 - 250 \text{ kg/m}^3$ arasında ve kanal kaplama betonu kalınlığı en az 7 cm, en fazla 15 cm olmalıdır. Akman (1990) ile Güner ve Süme (2001) yapı elemanlarında olduğu gibi kanal kaplama betonlarının da kaliteli beton olması gerektiğini vurgulamış ve kaliteli betonu ise,

- 1) Taze haldeyken kolay işlenebilen,
- 2) Sertleştiğinde yüksek dayanıma sahip olan,
- 3) Dış etkilere karşı dayanıklılığı yüksek olan,
- 4) Kompozitesi yüksek ve geçirgenliği düşük olan beton olarak ifade etmişlerdir.

DSİ Sulama İşleri Teknik Şartnamesi (1993)'ne göre kanal kaplama betonlarında su-çimento (s/ç) oranı % 55 değerini aşmamalıdır. Tülücü ve Yavuz (1985), kaplamalı sulama kanallarında sızmaya etki eden faktörlerin başında kanal kaplama malzemesinin geçirgenliğinin ve kalınlığının geldiğini belirtmiştir. Araştırmacılar, açık kanallarda sızma miktarlarının saptanmasında; giren-çıkan akım, havuzlama, özel cihazlarla ölçme, taban suyunun ölçülmesi, yerinde geçirgenlik testi, laboratuarda geçirgenlik testi, elektriksel direnç yada radyoaktif tuzlarla ölçme yöntemlerinin kullanılabilceğini belirtmiştir.

Bekişoğlu (1993), sızma nedenlerini şöyle özetlemiştir:

- 1- Kaplama betonunun yeterli dozda ve kalitede dökülmemesi, kür koşullarının sağlanamaması, kum, çakıl ve çimento oranlarının şartnamelere uygun olmaması, kullanılan agreganın silt içermesi yada tüvenan agrega kullanılması,
- 2- Kış aylarında beton dökümüne uygun olmayan donlu günlerde beton dökülmesi,
- 3- Kanal taban ve şevlerinin iyi sıkıştırılmaması,

- 4- Şartnamelerde ön görülen kalınlıktan daha ince kaplama yapılması,
- 5- Marn ve killi arazide kil ve marnın su alarak şişmesi sonucu betonların çatlaması,
- 6- Jipsli arazide, jipsin erimesi sonucunda beton altlarının boşalması ve betonların çökmesi,
- 7- Sulama suyu veya arazinin sülfat içermesi nedeniyle sülfatın betonları tahrip etmesi, bu tür durumlarda Sülfata Dayanıklı Çimentonun kullanılmaması,
- 8- Kanal zemin jeolojisinin yeterli derecede incelenmediği heyelanlı yerlerde meydana gelen kaymalar ve oturmalar sonucunda betonların çatlaması,
- 9- İş makineleri ile kanalın temizliğinde operatörün dikkatsizliği nedeniyle kanal beton kaplamalarında çatlamaların ve kırılmaların meydana gelmesi,
- 10- Kanal tabanında biriken siltin belirli bir yerde toplanması için kanal tabanına iş makinesinin indirilmesi, makinelerin yürürken kanal kaplama betonunu tahrip etmesi,
- 11- İmalat, montaj ve işletme hatalarından kaynaklanan yanlış kullanımlar,
- 12- Çiftçilerin su almak amacıyla kanalları tahrip etmesi ve kanala yapılan müdahaleler,
- 13- Kanal kapasitelerini arttırmak amacıyla kanallara yapılan ilavelerin eski betonlar ile kaynaşmaması,
- 14- Beton kaplamalı kanal yada kanalet içerisinde biriken suyun kılcal çatlaklara girerek kış aylarında donması ve betonları parçalaması,
- 15- Alt ve üst sel geçitlerinin yetersizliği nedeniyle sel sularının kanal içerisine girmesi ve betonları tahrip etmesi,
- 16- Tesislerin ekonomik ömrünü doldurması.

Balaban (1970), beton kaplamalı kanallarda meydana gelen sızma kayıplarını belirlemek amacıyla, Tokat, Eskişehir ve Çumra sulamalarında ortalama $0,017 \text{ l/s/m}^2$ ($1,471 \text{ l/gün/m}^3$) olarak belirlemiştir. Öneş ve Balaban (1973), Aşağı Seyhan Ovasında yaptığı bir araştırmada beton kaplamalı sulama kanallarında; 100 m^2 'de

sızma kaybını $178.85 \text{ m}^3/\text{gün}$ olarak saptamışlardır. Benli (1975), Eskişehir-Alpu beton kaplamalı sulama kanallarında yaptığı bir araştırmada, geçirgenlik değerini % 10.6 olarak saptamıştır. Şener (1976), Menemen Ovası sulama şebekesinde yaptığı bir araştırmaya göre, beton kaplamalı sulama kanallarında ortalama sızma kaybını $0.1866 \text{ m}^3/\text{gün}$ olarak bulmuştur. Adana Seyhan Ovasında DSİ tarafından yapılan beton kaplamalı sulama kanallarında sızma kayıpları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar ortalama olarak % 2.444 (0.0287 l/s/m^2), ($2.480 \text{ m}^3/\text{gün/m}^2$) olarak verilmiştir (Bekişoğlu, 1993). Tülücü ve Yavuz (1985), Aşağı Seyhan Ovası Sol Sahil Sulamasındaki kaplamalı kanallarda sızma kayıplarının $0,0288 \text{ lt/s/m}^2$ olduğunu saptamışlardır. Şimşek(1993)'e göre Kishel (1989), Santa Rosa kanalı üzerinde yaptığı bir araştırmada, birleşim derzi doldurma masrafı ile sızma yolu ile kaybolan su miktarının ekonomik olarak karşılaştırmasını yapmıştır. Yapılan araştırmada su sızdırmazlığının sağlanması için yapılan masrafın daha az olduğunu saptamıştır. Bu araştırmada 9.60 km 'lik sulama kanalı, "havuzlama yöntemi" ile 9 günlük su sızdırma testine tabi tutulmuş ve sonuçta derzi doldurulmuş kanal ile derzi doldurulmamış kanal arasında $0.0019 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{gün}$ 'lük bir su kaybı farkı olduğu saptanmıştır. Linsley ve diğ. (1992), kaplamalı kanallarda sızma kayıplarının $0,015 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'den az olması gerektiğini belirtmişlerdir. 1992 yılında Eskişehir sulamasında F.A.O. tarafından desteklenen, DS.İ. Genel Müdürlüğü ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi işbirliği ile gerçekleştirilen, "Sulama Suyu Yönetiminde Geliştirilmiş Yöntemler" projesinin uygulama çalışmaları sırasında, kanal sızma kayıpları ölçülmüş ve ortalama sızma kayıpları, yedek kanallarda % 0.40 (0.0045 l/s/m^2) ($0.3859 \text{ m}^3/\text{gün/m}^2$), tersiyer kanallarda ise % 5.74 (0.0253 l/s/m^2) ($2.1888 \text{ m}^3/\text{gün/m}^2$) olarak verilmiştir. Bekişişoğlu (1993), ülkemizdeki kırk adet sulama sistemindeki sızma miktarının ortalamasını 0.0321 lt/s/m^2 , A.B.D.'deki 17 adet sulama şebekesindeki kanal sızma kayıplarının ortalamasını 0.00232 lt/s/m^2 olarak vermektedir. Bureau of Reclamation Standard'ında ise kaplamalı kanallar için kabul edilebilir sızma miktarının 0.0024 l/s/m^2 olduğu bildirilmiştir (Bekişişoğlu, 1993). Çizelge 1.'de Türkiye'deki sulama kanallarında ölçülen sızma kayıplarının, A.B.D.'de ölçülen değerlerle kıyaslanması verilmiştir. Görüldüğü gibi ülkemizde ölçülen sızma

kayıpları, A.B.D.’de ölçülen değerlerden çok fazladır ve bazı yerlerde kabul edilen sızma standart değerinin 130 katına kadar çıkmaktadır.

Tablo 4. Beton Kaplamalı Kanallarda Meydana Gelen Sızma Kayıplarının Karşılaştırılması (Bekişoğlu, 1993).

Kanalın Bulunduğu Ülke ve Yer	Sızma Miktarı l/s/m ²			Açıklama
	min	max.	ortalama	
Tokat - Eskişehir ve Çumra Sulamaları / Türkiye	0.006	0.031	0.017	8 adet kanal ortalaması (1969)
Adana - Seyhan Sulaması / Türkiye	0.0028	0.0753	0.0289	19 adet kanal ortalaması (1985)
Adana - Seyhan Sulaması / Türkiye	0.0071	0.0502	0.0287	4 adet kanal ortalaması (1985)
Eskişehir Sulaması / Türkiye	0.0026	0.0076	0.0045	3 adet kanal ortalaması (1992)
Eskişehir Sulaması / Türkiye	0.0094	0.0754	0.0253	6 adet kanal ortalaması (1992)
Türkiye Ortalaması	0.0026	0.0754	0.0321	40 adet kanal ağırlıklı ortalaması (1993)
Bureau of Reclamation Sulama Tesisleri / A.B.D	0.00014	0.0045	-	17 adaet sulama şebekesindeki sızma kaybı
Kalifornia /A.B.D.	0.00028	0.0096	-	East Contra Sulama Birliği Tersiyerleri
Kalifornia /A.B.D.	0.00016	0.0024	-	Alta Sulama Kanalı
Bureau of Reclamation Sızma Standardı	0.00024	-	-	Kaplamalı kanallar için kabul edilen sızma miktarı

TS 1247 (1984), “Beton Yapım , Döküm ve Bakım Kuralları” adlı standartta; “Beton: çimento, agrega, su ve gerektiğinde katkı maddelerinin uygun oranlarda ve homojen olarak karıştırılması ile elde edilen, başlangıçta plastik kıvamlı olup, zamanla çimentonun su ile hidrasyonu nedeniyle katılaşıp sertleşen bir yapı malzemesidir.” şeklinde tarif edilmektedir. Kanal kaplama betonu da, bu standart içeriğinde bir uygulama alanı olarak belirtilmektedir.

1.1.6. Beton Katkıları:

Betonun mekanik ve fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi veya ıslahı amacıyla klasik beton malzemelerine ilave olarak 1930’lu yıllardan itibaren kimyasal ve puzolanik esaslı mineral katkı maddeleri kullanılmıştır. Özellikle günümüzde üretilen betonların tamamına yakınında kimyasal katkı kullanılmakta ve hatta mineral katkı

kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Betonda kullanılan mineral esaslı katkıların arasında uçucu kül, silis dumanı vb. puzolanik maddeler gösterilebilir. Kimyasal katkıları "betonun taze ve/veya sertleşmiş haldeki özelliklerini değiştirmek için karıştırma işlemi sırasında betona, çimento dozajının %5'ini geçmemek üzere eklenen maddeler olarak tanımlanmaktadır (Akman, 1996). Kimyasal katkıları;

- su azaltıcı katkı,
- yüksek oranda su azaltıcı katkı,
- su tutucu katkı,
- hava sürükleyici katkı,
- priz hızlandırıcı katkı,
- sertleşme hızlandırıcı katkı,
- priz geciktirici katkı,
- çok amaçlı katkı

olmak üzere değişik sınıflara ayrılmaktadır (Akman, 1996; Erdoğan, 1997).

Dursun ve diğ. (2005), Puzolansız ve çimento yerine cüruf ile tras puzolanları kullanarak üretilen numunelere ait, çekme ve basınç deneylerinden elde edilen sonuçlarda , çimento ile birlikte cürufun %6 oranında ve trasın ise %8 oranında kullanılması durumlarında numunelere ait çekme ve basınç dayanımları arttığını ifade etmektedirler. Bunun yanında, cürufun %6 oranı dışındaki katılma oranlarının çekme dayanımını düşürdüğü ve bu orana kadar olan katılma oranları için ise basınç dayanımına katkıda bulunduğunu gözlemlemişlerdir.

Öncü ve diğ. (2006), gözeneklik durumlarını inceledikleri numunelerden; katılı olan numunede gözeneklik %1.1 oranında; katısız numunede bu oran %19.6 seviyelerinde seyrettiğini, çalışmada kullanılan priz hızlandırıcı kimyasal katkı maddesinin betondaki gözenekliği azalttığını söylemektedirler. Yaptıkları çalışmada: priz hızlandırıcı kimyasal katkı maddesi kullanılarak hazırladıkları 10 adet küp numuneden 8 adedini 28 gün sonunda basınç deneyine tabi tutmuşlar ve ortalama küp basınç dayanımı 28 MPa (250 Kg/cm²) olarak elde etmişlerdir. Elde edilen 28 MPa değeri C20 sınıfındaki bir betonun sağlaması gereken eşdeğer küp basınç dayanımı olan 25 MPa değerinin üstünde çıktığını ifade ederek; çalışmada kullanılan kimyasal katkı maddesinin basınç dayanımına olumsuz bir etkisinin olmadığını söylemektedirler.

Topçu ve diğ. (2006), yaptıkları bir araştırmada, kimyasal katkı kullanımı ile üretilen betonlarda işlenebilirliğin arttığını, su/çimento oranının düştüğünü, pompalanabilirliğin arttığını ifade etmektedirler. Betonlara katılan kimyasal katkı ile % 20 oranında daha az su kullanımı sağlanabileceğini; firmaların, betonu yerine ulaştırırken karıştırma süresinin uzamasıyla oluşan kıvam kayıplarının yalnızca su ilave edilerek iyileştirilmesinin, betonda dayanım kaybına yol açacağını söylemektedirler. Kimyasal katkıları daha çok işlenebilirliği artırmak, s/ç oranını azaltmak, pompalanabilirliği kolaylaştırmak, yüksek dayanımlı beton üretmek, soğuk ve sıcak hava koşullarında betonun korunması ve iyi bir performans göstermesi amaçlarıyla kullanıldığını ifade etmektedirler. Bu çalışmada, 300 dozajlı C20 betonunun 7 günlük ve 28 günlük dayanımlarını, orta akışkanlaştırıcı kullanılarak sırası ile, 24 ve 32 MPa, 350 dozajlı C20 betonun 7 ve 28 günlük dayanımlarını ise, süper akışkanlaştırıcı kullanılarak, sırası ile 30 ve 35 MPa olarak belirlemişlerdir. Süper akışkanlaştırıcı katkı kullanılarak üretilmiş olan C25 betonunda orta akışkanlaştırıcı katkı kullanılarak üretilmiş C25 betonuna göre dayanım % 12-20 daha fazla olduğunu; aynı koşullarda ve eşit dozajlarda, aynı oranlarda orta akışkanlaştırıcı ve süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkı kullanılarak beton karışımları hazırladıklarını ve bu grup için de beton basınç dayanımlarının, orta akışkanlaştırıcı yardımı ile 1. günde 13 MPa, süper akışkanlaştırıcı ile 16 MPa ve 28. günde ise sırası ile 17 ve 18 MPa olarak tespit ettiklerini ifade etmektedirler. Orta ve süper akışkanlaştırıcı ile üretilen betonların dayanımları arasında ilk gün önemli fark görülmediğini; 28. gündeki dayanımında ise daha az fark görüldüğünü bildirmektedirler.

Şimşek (2004), eğik yüzeyli betonlarda en uygun kür ve akışkanlaştırıcı katkı maddesi oranının beton özelliklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada : “Eğik yüzeyli olarak inşa edilen betonlar, genellikle beton istinat duvarı, kiremit altı çatı betonu ve sulama kanalı beton kaplamalarıdır. Bu betonların korunmasında su püskürtme metodu uygulanmakta ve su kısa sürede akışa geçmektedir. Bu nedenle betonlar yeteri derecede kür edilemediğinden beklenmedik olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Eğik yüzeyli betonlar arasında en çok sorun, sulama kanalı betonlarında görülmektedir. Sulama kanallarındaki su kayıpları, genellikle yüzeyel ince çatlaklar ve kılcal boşluklardan meydana gelmektedir. Beton

yüzey çatlaklarının genişlikleri 1-3 mm, derinlikleri 7-8cm arasında değişirken, uzunlukları da 200 cm' ye kadar çıkmaktadır... Sıcak hava, betonun karışım suyu gereksiniminin artmasına, basınç dayanımının ve dış etkilere dayanımının azalmasına neden olur. Beton yeterince kür edilmez ise, 30-50 mm kalınlıktaki yüzey kısmında yüksek oranda su buharlaşması nedeni ile olumsuz etki en üst düzeye çıkmaktadır. Betona ilk üç gün kür uygulanması, basınç dayanımında oldukça etkili olduğu halde, sıcak havalarda betonun en az 7 gün kürlenmesi önerilmektedir. Betonun yüksek sıcaklıkta hızlı kuruması, geçirgenlik katsayısını arttırmakta ve kuruma rötresi çatlaklarının beklenenden fazla oluşmasına neden olmaktadır. Beton dökülüp yerleştirilme işlemi biter bitmez, beton koruma altına alınmalıdır.” demektedir.

Eren ve Yılmaz (2004), “Yüksek fırın cürufu veya uçucu kül'ün portland çimentosu yerine kısmi ikamesinin, değişik sıcaklıklarda kür edilen betonların dayanımlarına olan etkileri” konulu çalışmalarında; düşük, normal ve yüksek sıcaklıklarda uçucu kül ve cürufu betonların portland çimentolu betonlara göre daha yavaş dayanım gelişimi gösterdiğini ifade etmektedirler. Portland çimentolu betonlar en yüksek dayanım değerini 7 gün ve sonrasında 20°C kür sıcaklığında gösterdiğini; 35°C'de kür edilen uçucu küllü betonların, 28 ve 90 gün sonunda diğer sıcaklıklara göre daha yüksek dayanım kazandıklarını söylemektedirler. Cürufu betonların 28 gün kür süresinden sonra portland çimentolu betonlar ile aynı davranışı gösterdiğini ve aynı zamanda, cürufu betonlar en yüksek dayanım değerini 20°C kür sıcaklığında kazandığını belirtmektedirler.

Yazıcı (2005), yüksek oranda C sınıfı uçucu kül içeren beton karışımlarının bazı fiziksel, mekanik ve durabilite özellikleri incelemiştir. Su içerisinde kür ve havada kür olmak üzere iki farklı kür yöntemi kullanarak; çimento yerine % 40, % 50, % 60 ve % 70'e kadar uçucu kül ikame edilerek hazırlanan beton numunelerinin basınç dayanımı, yarmada çekme dayanımı, elastisite modülü, sülfürik asit etkisine karşı dayanıklılığı, harç çubuğu örneklerinin hacim sabitliği ve bağlayıcı hamurların priz sürelerini ölçmüştür. Sonuçları bağlayıcı olarak sadece portland çimentosu içeren kontrol betonu ile kıyaslamalı olarak sunmuştur. Bu çalışmada, uçucu külün puzolanik özelliği olan ve betonun bir çok özelliğini olumlu etkileyen değerli bir beton katkısı olduğunu ifade etmektedir. Genellikle F sınıfı uçucu külün küresel yapısı nedeniyle betonun işlenebilme özelliğini iyileştirdiğini; taze betonda su

kusmayı (terleme) azalttığını; betonun hidratasyon ısısını azaltarak, sıcak havalarda kütle betonu dökümüne imkan tanıdığını; puzolanik reaksiyon sayesinde betonun uzun dönemli mukavemetine katkıda bulunduğunu; betonun geçirimsizliğini azaltmakta ve betonun iç ve dış kaynaklı yıpratıcı etkilere dayanıklılığını artırdığını belirtmektedir. Aynı çalışmada uçucu külün dez avantajlarından da bahisle: “Uçucu kül betonun erken dayanımını düşürebilmekte ve özellikle yüksek kireç içerikli (C sınıfı) uçucu külün betonda yüksek oranda kullanımı ise betonun hacim sabitliğinin bozulmasına yol açabilmektedir.” demektedir. Yaptıkları çalışmalarda: uçucu kül oranının artışı ile betonun 1 günlük basınç dayanımı büyük oranda azaldığını, çimento yerine % 40 uçucu kül ikame edilmiş karışımın, bağlayıcı olarak sadece çimento içeren kontrol karışımının dayanım seviyesine 7 günde ulaştığını bildirmektedir. 28 günlük dayanımlar incelendiğinde ise, % 50 ve % 60 ikame oranında bile kontrol karışımı dayanımına oldukça yakın dayanımlar elde edildiğini; % 70 ikame oranında ise uzun dönemde de olsa kontrol karışımı ile dayanım farkı kapanmamakta olduğunu ifade etmektedir. Buna göre; uçucu kül oranının artmasıyla kürlü ve kürsüz örneklerin benzer davranış gösterdiği, kontrol karışımının kür edilmemesi halinde oluşan dayanım kaybı 8.8 MPa iken, % 60 uçucu küllü karışımda bu farkın 12.0 MPa değerine ulaştığının görüldüğünü söylemektedir. Ayrıca, uçucu kül oranı arttıkça kürlü ve kürsüz örnekler arasındaki yarmada çekme dayanım farkının daha belirgin bir şekilde arttığını; bu durumun yüksek oranda uçucu kül kullanımının kür hassasiyetini arttırdığını belirtmektedir. Betonda yüksek oranda C sınıfı uçucu kül kullanımı erken dayanımları önemli ölçüde azalttığını ancak, su/bağlayıcı oranının 0.4, çökme değerinin 80 ± 20 mm olarak belirledikleri çalışmada, çimentonun uçucu kül ile % 50 ve % 60 oranında yer değiştirilmesi halinde 28 günlük dayanımların fazla etkilenmediği bulgusuna ulaştıklarını ifade etmektedir. Uçucu külün % 70 oranında kullanımı durumunda ise dayanım farkının uzun vade de kapanmadığını söylemektedir. Havada kür yaptıkları örneklerin basınç dayanımlarının, yarmada çekme dayanımlarının ve elastisite modüllerinin, su içerisinde standart kür yaptıkları numunelere kıyasla önemli oranda düşük çıktığını belirtmektedirler. Dayanım ve elastisite modülleri arasındaki farkın ise, uçucu kül oranı arttıkça arttığını, bunun sebebinin ise uçucu kül içeren karışımların kür hassasiyetinin daha fazla oluşundan dolayı olduğunu belirtmektedir. Uçucu kül kullanımı, betonun sülfürik asit etkisine

karşı dayanıklılığını olumlu yönde etkilediğini söylemektedir. “Bağlayıcı hamurların priz süreleri uçucu kül oranının artması ile artmaktadır. Ancak, süperakışkanlaştırıcı katkı kullanımını halinde, priz süreleri su/çimento oranındaki düşme sebebiyle oldukça kısalmaktadır.” demektedir.

Aruntaş (2005), “Uçucu Küllerin İnşaat Sektöründe Kullanım Potansiyeli” konulu makalesinde, uçucu külün, çimento ile birlikte inşaat sektöründe en çok kullanıldığı diğer bir alanın beton üretimi olduğunu söylemektedir. Uçucu külün, hem normal ve hafif betonda hem de giderek kullanımı yaygınlaşan hazır beton üretiminde gerek katkı gerekse ikame malzemesi olarak kullanıldığını, diğer taraftan uçucu külün, betonda su tutucu katkı maddesi olarak da kullanılabileceğinin önerildiğini söylemektedir..

Çelik (2004)’e göre Lane ve Best (1982)’in yaptığı “Farklı İnceliklerdeki Tras ve Uçucu Külün Çimento Dayanımlarına Etkisi” konulu çalışmada, uçucu külün beton içindeki performansını etkileyen en önemli özelliğinin, inceliği olduğunu belirtmektedir. Yapılan çalışmada, uçucu küllü betonların dayanım, aşınma direnci, donma-çözülme direnci gibi özelliklerin kullanılan uçucu külün inceliğinin bir fonksiyonu olduğunun anlaşıldığını belirtmektedirler.

Yazıcıoğlu ve diğ. (2005), “Elazığ Ferrokrom Cürufunun Betonun Basınç Dayanımı ve Çarpma Enerjisi Üzerine Etkisi” konulu çalışmalarında, Elazığ ferrokrom cürufu’nun çimento katkı malzemesi olarak maksimum agrega tane çapı 4 mm, 8 mm, 16 mm ve 32 mm olan betonların basınç dayanımı ve çarpma enerjisine etkileri incelemişler ve elde ettikleri bulguları şöyle ifade etmektedirler: “En düşük basınç dayanımı maksimum agrega boyutu 4 mm olan beton serisinde, en yüksek basınç dayanımı da maksimum agrega boyutu 32 mm olan beton serisinde görülmüştür. Agrega tane çapı arttıkça, betonun hem basınç dayanımında, hem de çarpma enerjisinde artış olmuştur. Maksimum agrega boyutunun artmasıyla betonda absorblanan enerji arttığından çarpma enerjisinin en yüksek değeri de, maksimum agrega boyutu 32 mm olan beton serisinde elde edilmiştir.”

Deneyler sonucunda ferrokrom cürufunun, betonun gerek basınç dayanımında gerekse çarpma enerjisinde iyi bir iyileştirme sağladığını ifade ederek; kontrol betonu ile cüruf katkılı betonlar arasında farklar oluştuğunu ifade etmektedirler. Kontrol betonuna göre % 3 cüruf katkısına kadar hem basınç dayanımlarında hem de

çarpma enerjisinde % 7-11 oranında artış görüldüğü ve cüruf katkısının % 5 olması durumunda ise basınç dayanımı ve çarpma enerjisinin, kontrol betonu ile aynı değerlerde sonuç bulduklarını belirtmektedirler.

Yazıcı (2002), “Değişik Akışkanlaştırıcıların Betondaki Performansları” konulu çalışmasında, farklı markalardaki akışkanlaştırıcıları kullanarak ürettiği betonlar üzerinde 3, 7 ve 28 günlük yaşlarda tek eksenli basınç deneyi yapmış ve akışkan katkılı betonlardaki 3, 7 ve 28 günlerdeki basınç dayanımı değerlerinin kontrol betonlarından daha yüksek olduğunu tespit edildiğini ifade etmektedir.

Karahan.ve diğ. (2005), “İki Farklı Portland Çimentolu Betonların Dayanımına Zaman ve Kür Etkisinin Araştırılması” adıyla, PKÇ/B-32.5R ve PÇ-42.5 çimentoları ile sadece 300 kg/m³ dozajlı, su/çimento oranı 0.62 olan beton numuneleri üzerinde, 2, 7, 28, 180 ve 360 gün boyunca tamamen suda kür ederek, bir diğer grup olarak da, tamamen laboratuvar ortamında, havada bekleterek, basınç dayanımları arasındaki farkların tespit edilmesine yönelik çalışma yapmışlardır. Burada: PKÇ/B-32.5R çimentosunun şahit numunelere göre mukavemet kayıpları 7, 28, 180 ve 360 günlerde sırasıyla yaklaşık olarak %21, %17, %29, %31 iken, PÇ-42.5 çimentosunun şahit numunelere göre ise %17, %16, %26, %30 olarak bulunduğunu belirtmektedirler. Ayrıca, 300 kg/m³ dozajlı, laboratuvar ortamında bekletilen beton numunelerin, kendi 28-günlük beton basınç dayanımlarına kıyasla bir yıl sonunda her iki çimento için de yaklaşık %20 oranında bir artış sağladığını tespit edildiğini belirtmektedirler. Yine bu çalışmada; 28 gün suda kür edilmiş bu dozajdaki bir betonun, 28 günden sonra hava ortamında kalsa, bir yıl sonunda 28-günlük mukavemetine ilaveten %20’lik bir artış sağlayacağını beklenilebileceğini ifade etmektedirler. Bu artışın bir yıl sonuna kadar suda kür edilen 300 kg/m³ dozajlı betonlar için %45 civarında olacağını söylemektedirler.

Şimşek (1993), “Güneydoğu Anadolu Projesinde Şanlıurfa-Harran Sulamasındaki Su Dağıtım Sistemlerinde Beton Kaplama Sorunları Üzerine Bir Araştırma” konulu çalışmasında değişik oranlarda uçucu kül, sikament R-4, sika-aer, sıvı deterjan ve toz deterjan katkıları kullanarak ürettiği betonların özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada; uçucu külün priz süresini uzattığını, kimyasal katkıların karışım suyunu azalttığını, sıvı ve toz deterjanın karışım suyunu azalttığını ve priz sürelerini ise uzattığını ifade etmektedir. Yine aynı çalışmada; uçucu kül katkısının

%22,5 oranına kadar, sikament R-4'ün %1 oranına kadar, sika-aer'in %0,025-0,05 oranları arasında, taze beton özellikleri açısından, literatüre uyum olduğunu; %0,025 katkılı sıvı deterjanın, %0,1-0,125 oranlarında da toz deterjanın, işlenebilme ve hapsolmuş hava oranı ve priz süresi bakımından uygun olduğunu belirtmektedir. Mukavemet açısından bakıldığında ise: uçucu kül'de en yüksek basınç dayanımını, 7 günlük 28 günlük ve 90 günlük yaşlar için sırasıyla, %17,5, %20 ve %22,5 oranlarında en yüksek basınç değerlerini verdiğini ifade etmektedir. Laboratuvar ortamında kür edilen numunelerin, diğer bütün ortamlara göre en yüksek mukavemet değerlerini verdiğini, en düşük mukavemet değerinin ise hiçbir küre tabi tutulmayan örnekler üzerinde tespit edildiğini söylemektedir. Sikament-R4 ve sika-aer kimyasal katkılı beton örneklerinde ise beton yaşı ve katkı oranı arttıkça, basınç dayanımının yükseldiğini ifade etmektedir. Yine bu çalışmada, sıvı ve toz deterjan oranlarının artışına karşılık, mukavemet özelliklerinde azalma olduğu ifade edilmektedir.

2. METERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal:

Araştırma Çanakkale Meslek Yüksekokulu Beton Laboratuarında yapılmıştır. Bu laboratuar beton ve beton agregalarını test etmek için YÖK-Dünya Bankası Endüstriyel Eğitim Projesi kapsamında, eğitim amaçlı kurulmuş ve son derece gelişmiş test cihazlarına sahiptir. Beton numunelerinin hazırlanması için Mikser, Standart Numune Kalıpları, Kür Havuzları, Slump Denei Seti, Beton Test Presi, Elek Seti, Bölgeç, Etüv, Ölçme Cihazları, Birim Ağırlık Seti, Hava Boşluk Tayin Cihazı, Los Angelas Aşındırma Cihazı, Mikro-Deval (Aşınmaya karşı Direncin Tayini) Cihazı, Sürtünme Ölçme Aleti, Hidratasyon Isısı Tayin Cihazı, Nem Tayin Cihazı, Otomatik Beton Su Geçirimsizlik Cihazı, Beton Test Çekici vb. betonla ilgili test imkanları vardır. (Şekil 3.)



Şekil 3. Çanakkale Meslek Yüksekokulu Yapı Malzemeleri Laboratuarı

Deneyleerde kullanılan agrega, bağlayıcı madde ile katkı malzemeleri Çanakkale'deki temin edicilerden sağlanmıştır. Çanakkale'de bulunamayan malzemeler, il dışından temin edilmiştir. Çan Termik Santrali'nden uçucu kül alınmıştır. Uçucu kül; boyutları 1-100 mikron olan ve termik santral baca filtrelerinde tutulan malzemedir. Katkı oranı; çimento ağırlığının % 5; %15 ve %35 arasında üç değişik orandadır. Uçucu küle ait analiz raporu, Elektrik Üretim A.Ş. Genel Müdürlüğü, halkla ilişkiler biriminden temin edilmiştir.

Tablo 5.Uçucu kül analiz raporu :

	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	Yanma Kaybı
%	7,47	1,69	11,91	18,81	7,20	0,49	0,36	18,56	0,16	0,40

2.1.1.Agrega:

Deneyleerde kullanılan agrega (kum-çakıl karışımı), Çanakkale Ezine'deki ocaklardan temin edilen doğal malzeme ile mıcır karışımıdır. Laboratuara getirtilen büyük yığından bölgeç yardımıyla azaltılarak alınmıştır. Agregada laboratuarda 0-4 mm tabii kum, 4-16 mm kırma çakıl olmak iki grup olarak alınmış ve elek serisinden elenerek granülometrisi belirlenmiştir. Beton örnekleri için maksimum dane çapı 16 mm olarak belirlenmiştir. Beton üretiminde kullanılan çakılın özgül ağırlığı 2,7, kumun 2,64'tür. Çakılın su emme oranı %3,77, kumun su emme oranı 2,2'dir. Çakılın gevşek birim ağırlığı 1,59 Kg/dm³, sıkışık birim hacim ağırlığı 1,74Kgrdm³; Kumun gevşek birim ağırlığı 1,34 Kg/dm³, sıkışık birim hacim ağırlığı 1,7 Kgr/dm³'tür. Kullanılan çakılın aşınma oranınının 100 devir sonunda % 6,26; 500 devir sonunda % 32,74 olduğu görülmüştür. Çakılda hafif madde oranı % 0,34, kumda % 0,4'tür. Çakılda silt-kil miktarı % 0,45; kumda silt-kil oranı % 2' dir.

2.1.2. Karışım Suyu:

Su, Çanakkale şehir şebeke suyudur. Suya ait rapor; "Çanakkale İl Halk Sağlığı Laboratuarı"ndan temin edilmiştir. Suyun özellikleri tablo 6.'da verilmektedir.

Tablo 6. Su analiz raporu:

Görünüş ve Renk	Normal
Koku ve Tat:	Normal
Tortu:	Yok
PH	(6,5 - 9,2): 7,06
Toplam Sertlik(Fransız)	(0-50): 12,92
Klorür (mg/l):	30
Nitrit:	Yok
Amonyak:	Yok
Organik maddeler için sarf olunan oksijen (mg/l):	0,5
Koliform bakteri sayısı:	0

2.1.3. Bağlayıcı Malzeme:

Çimento: Akçansa Çanakkale fabrikasında üretilen kompoze çimentodur. (KZÇ/A 32,5) Çimentoya ait özellikler Tablo 7.'de verilmektedir.

Tablo 7. Deney örneklerinin üretiminde kullanılan çimento özellikleri

Çanakkale Fabrika			2 günlük N/mm ²	7 günlük N/mm ²	28 günlük N/mm ²	Priz Süresi Başlangıç (saat)	Blaine (Özgül Yüzey) cm ² /g
KZÇ/A 32,5 (CEM V/A(P-L-S) 32,5N)	Kompoze Çimento	Akçansa Çanakkale Ortalaması	-	23	37	06 .00	4300
		TS EN197-1 Standardı Minimum Değeri	-	Min 16	Min32,5 Max 52,5	75 Dakika	-

2.1.4. Katkı Malzemeleri:

2.1.4.1. Su Geçirimsizlik Özelliği Sağlayan Beton Kimyasalı:

Katkı maddesi olarak betonda su geçirimsizlik özelliği sağlayan “Sika platocerate-N” markalı beton kimyasalı kullanılmıştır. Katkı oranı; çimento ağırlığını % si olarak; % 0.025; %0,5 ve %0,075 olmak üzere üç değişik oranda katılmıştır. Su geçirimsizliğini artıran beton katkı maddesinin teknik özellikleri Tablo 8.'de verilmektedir.

Tablo 8. Sika platocerete-N teknik özellikleri

Tanımı:	Karışım suyunu azaltıcı ve su geçirimsizliği artıran akışkanlaştırıcı sıvı beton katkı malzemesi.
Standartları	ASTM C 494 - 81 Tip A ve TS EN 934-2'ye uygundur.
BayındırlıkPoz.No:	04.613/1-C
Teknik Tip :	Modifiye ligno sülfonat esaslı sıvı.
Bilgi Renk :	Kahverengi.
Yoğunluk :	1,07 ± 0,02 kg/l.
Depolama :	Dondan koruyunuz

2.1.4.2.Granül (toz) Sabun:

TS 54'e uygun; bileşimi % ≥ 30 sabun, %5-15 oksijen bazlı ağartıcı ve parfüm içeren , 2. nevi toz çamaşır sabunudur. Karışım oranı :%0,05; %0,1; %0,2'dir.

2.1.4.3.Sıvı Bulaşık Deterjanı:

TS 518 Standardına uygun.2. sınıf. 1.tip piyasada satılan temizlik malzemesidir. Bileşimi: %15-30 anyonik aktif madde, koruyucu, boya ve parfümden ibarettir. Sıvı deterjan katkı oranı; çimento ağırlığının %'si cinsinden; %0,01; % 0,05 ve %0,1 olmak üzere üç değişik orandadır.

2.2. Yöntem:

Anılan agregada üzerinde agregada deneyleri, katkı maddeleri ve karışım oranları ile hazırlanarak beton harcı üzerinde taze beton deneyleri, yine aynı malzemeden hazırlanan standart silindir ve küp beton numuneleri (TS 3068 ve TS 3114'e göre ve TS-EN 12350-1; TS-EN 12350-2; TS-12390-3'e göre) üzerinde sertleşmiş beton deneyleri yapılmıştır.

Çalışmanın birinci aşamasında beton numunelerde kullanılan agregada (Kum-Çakıl karışımı) deneyleri yapılmış; ikinci aşamada karışım hesapları yapılarak numuneler hazırlanmış ve taze beton deneyleri yapılmıştır. Üçüncü aşamada sertleşmiş beton deneyleri ve dördüncü aşamada ise veriler üzerinde istatistik analizler ve değerlendirme yapılmıştır.

2.2.1. Agrega Deneyleri:

2.2.1.1. Agregadan numune alma:

Beton Agregalarından Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi” standardına uygun olarak alınmıştır (TS 707,1980). Laboratuara getirilen agregalar Bölgeç (Agrega Numunesi Ayracı) ile bölüştürülerek deney miktarları ayarlanmıştır. (Şekil.4)



Şekil 4. Bölgeç ile numune azaltılması

2.2.1.2. Agrega granülometri (dane çapı dağılımı) analizi:

“Beton Agregasında Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini” standardına göre yapılmıştır (TS 3530 EN 933-1, 1999).

Agreganın doğal tane büyüklüğü belirlendikten sonra, “Beton Agregaları” standardına göre ideal dane çapı dağılımı hazırlanmıştır (TS 706 EN 12620, 2003). Burada TS EN 933-2,(1996)’ye uygun elek seti kullanılmıştır. (Şekil 5. ve Şekil 6.)



Şekil 5. Elek serisinden numunelerin elenmesi



Şekil 6. Elek serisi

2.2.1.1. 3. Agreganın Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranının Belirlenmesi;

“Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler” standardına göre yapılarak, eşitlik 1 ve eşitlik 2’den yararlanılmıştır (TS EN 1097-6, 2002). (Şekil 7. ve Şekil 8.)

İnce Agregada;

$$\gamma_{id} = (W2 / (W2 + W4 - W3)) \dots \dots \dots 1$$

$$m_i = ((W2 - W1) / W1) \times 100 \dots \dots \dots 2$$

Eşitlikte;

γ_{id} = İnce agreganın doymuş kuru yüzey özgül ağırlığı (g)

m_i = İnce agreganın su emme oranı (%)

$W1$ = Numunenin etüv kurusu ağırlığı (g)

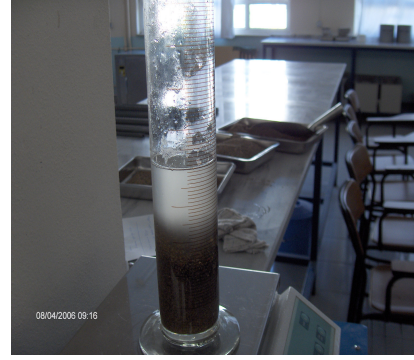
$W2$ = Numunenin doymuş kuru yüzey durumdaki ağırlığı (g)

$W3$ = Ölçü kabı + su + Numune ağırlığı (g)

$W4$ = 500 ml (500 cm³) çizgisine kadar su dolu ölçü kabı ağırlığı (g)



Şekil 7. Özgül ağırlığın bulunması



Şekil 8. Özgül ağırlığın bulunması

2.2.1.1.4. Kum ve çakılda silt-kil miktarı tayini;

“Beton Agregalarında İnce Madde Oranı Tayini” standardına göre 200 No’lu elek üstünde yıkama metodu ile yapılmıştır. Deney; kumdan ve çakıldan ayrı ayrı örnek alınarak 105 °C derece etüvde 24 saat değişmez ağırlığa galene kadar bekletilen ve hassas terazide tartılarak net ağırlıkları bulunan numune üzerinde yapılmıştır. Şekil 9. ve 10.’da numunenin değişmez ağırlığa getirilmesi için etüvde kurutulması görülmektedir. Bu deneyde agregadaki silt-kil miktarı belirlenmiştir. Agregadaki ince madde oranının bulunmasında 3 nolu eşitlik kullanılmıştır (TS 3527,1980).

$$m_y = \frac{(W_1 - W_2)}{W_2} \times 100 \dots\dots\dots 3$$

Eşitlikte;

M_y = Yıkabilir ince madde oranı (%)

W_1 = Numunenin deney öncesi etüv kuru ağırlığı (gr)

W_2 = Numunenin deney sonrası etüv kuru ağırlığı (gr)



Şekil 9. Agreganın numunesi



Şekil 10. Etüv

2.2.1.1..5. Agregada içindeki hafif madde miktarı tayini;

“Beton Agregalarında Hafif Madde Oranı Tayini” standardına kullanılarak yuzdürme metoduna göre yapılmıştır. Kumdan ve çakıldan ayrı ayrı örnek alınarak 105 °C ‘ de fırın kuru ağırlığı elde edilmiştir. Deney, oda sıcaklığına kadar soğutululan 990g kum ve 2970g çakıl örneği üzerinde yapılmıştır. Hesaplamada 4 nolu eşitlikten yararlanılmıştır (TS 3528,1980).

$$Mh=(W2/W1) \times 100 \dots \dots \dots 4$$

Eşitlikte;

Mh=Hafif madde oranı (%)

W1=Numunenin etüv kuru ağırlığı(g)

W2=Hafif maddenin etüv kuru ağırlığı (g)

2.2.1.1.6. Agreganın gevşek ve sıkışık birim ağırlığı tayini;

“Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini” standardına göre yapılmıştır (TS 3529, 1980). Çapı 23,1 cm ve yüksekliği 24 cm olan, şekil değişikliği yapmayacak kadar kalın metal malzemeden mamül birim hacim ağırlığı kabı içine kum ve çakıl ayrı ayrı sıkıştırılmadan ve sıkıştırılarak yerleştirilmiştir. Şekil 11.’de birim hacim ağırlığı kabı ve tartma işlemi görülmektedir. Sıkıştırma işlemi örnekler kabın içine üç eşit tabaka olacak ve her tabaka en az 25 defa şişlenerek yapılmıştır. Ayrıca kabın bir kenarı yerden bir miktar kaldırılıp düşürülmek ve kap dıştan tokmaklanarak sarsılmak suretiyle iyice sıkışması sağlanmıştır.



Şekil 11. Birim hacim ağırlığı kabı ve sıkışık birim hacim ağırlığı için numunenin tartılması.

Gevşek birim ağırlığının hesaplanmasında 5 no'lu eşitlik kullanılmıştır (TS 3529, 1980).

$$Bg=(W2-W1)/V \dots\dots\dots 5$$

Eşitlikte;

Bg=Gevşek birim ağırlığı (g/cm³) veya (Kg/dm³)

W1=Ölçü kabını boş ağırlığı (g)

W2=Ölçü kabı + gevşek agreg ağırlığı (g)

V=Ölçü kabının hacmi (cm³)

Sıkışık birim hacim ağırlığının hesaplanmasında ise 6 no'lu eşitlik kullanılmıştır (TS 3529, 1980).

$$Bs=(W2-W1)/V \dots\dots\dots 6$$

Bs=Sıkışık birim ağırlığı (g/cm³) veya (Kg/dm³)

W1=Ölçü kabını boş ağırlığı (g)

W2=Ölçü kabı + sıkışık agreg ağırlığı (g)

V=Ölçü kabının hacmi (cm³)

2.2.1.1.7. Agreganın aşınmaya dayanımı tayini;

“Parçalanma direncinin tayini için metotlar” standardına göre, bilyalı tambur (Los Angelas Cihazı) ile yapılmıştır. Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde 7 ve 8 nolu eşitliklerden faydalanılmıştır (TS EN 1097-2, 2002).

$$A1=((W1-W2)/W1) \times 100 \dots\dots\dots 7$$

$$A2=((W1-W3)/W1) \times 100 \dots\dots\dots 8$$

Burada:

A1=100 Dönüş sonunda aşınma oranı

A2=500 Dönüş sonunda aşınma oranı

W1=Numunenin deney öncesi etüv kurusu ağırlığı (g)

W2=Numunenin 100 dönüş sonunda aşınmayan kısmının ağırlığı (g)

W3= Numunenin 500 dönüş sonunda aşınmayan kısmının ağırlığı (g)

Deney çakıl üzerinde yapılmıştır. Önce çakıl 4 mm'lik elekten elenmiş ve yıkanmıştır. Etüvde 24 saat 105 °C'de kurutularak değişmez net ağırlığa getirilmiş

ve 5000 gr. alınan agrega, tambur içine, boyutuna ve miktarına uygun sayıdaki bilyelerle birlikte konulmuştur. Burada 11 adet, toplam ağırlığı 4624 gr. olan bilye kullanılmıştır. 200 ve 500 devir sonunda 2 mm.' lik elekten elenerek bu çapın üstünde kalan miktar tartılmış, ağırlık kayıpları % cinsinden hesaplanarak, aşınma miktarı belirlenmiştir. Şekil12. ve Şekil 13.'de tambur ve eleme işlemi görülmektedir.



Şekil 12. Los Angelas aşındırma cihazı (Bilyeli tambur)



Şekil 13. Örneklerin elenmesi

2.2.2. Beton Karışım Hesabı;

Karışım hesabı, “Beton Karışım Hesap Esası” standardına göre yapılmıştır (TS 802, 1982). Granülometri şartları TS 706 EN 12620 (2003)’ye göre oluşturulmuştur. Karışım hesabı yapılan agregaya ilişkin özellikler tablo 9’da görülmektedir. Beton karışımları; katkıların türleri ve oranlarına göre şöyledir:

- 1) Kontrol numunesi (katkısız)
- 2) Uçucu küllü karışım: 1 m³ betona katılan çimento ağırlığının %’si olarak % 5; %15; %35 oranlarında...
- 3) Betonda geçirimsizlik sağlayan, piriz geciktirici ve su azaltıcı katkı maddeli karışım: (Sika Plastocrete-N) 1 m³ betona katılan çimento ağırlığının %’si olarak, % 0,25; % 0,50; % 0,75 oranlarında...
- 4) Hava sürükleyici etki amacıyla granül sabun katkı maddeli karışım: 1 m³ betona katılan çimento ağırlığının %’si olarak %0,050; % 0,100; %0,200 oranlarında...
- 5) Hava sürükleyici ve kayganlık özelliği sağlamak amacıyla sıvı deterjan katkılı karışım: 1m³ betona katılan çimento ağırlığının %’si olarak, %0,01; %0,05; % 0,1 oranlarında...

Tablo 9. Beton karışımında kullanılan agrega özellikleri

Özellikler		Deney sonuçları		Literatür sınır değerleri	
		Çakıl	Kum	Çakıl	Kum
Özgül ağırlık		2,7	2,64	≥ 2,60	≥ 2,60
Su emme (%)		3,77(4)	2,26 (2)	≤10	≤ 2
Birim ağırlık Kg/dm ³	Gevşek	1,59	1,34	-	-
	Sıkışık	1,74	1,7	1,5-185	-
Aşınma Oranı (%)	100 Devir	6,26	-	≤ 10	-
	500 Devir	32,74	-	≤ 50	-
Hafif madde(%)		0,34	0,4	≤ 0,8	≤0,5
İnce madde (Silt-Kil) oranı(%)		0,45	2	0,5	4

TS 802 (1982), esas alınarak yapılan karışım hesabında hedeflenen beton C20 ve kullanılan çimento özgül ağırlığı: 3,12 Kg/dm³’tür.

Teorik karışım oranları belirlenen betona, çimento ağırlığı esas alınarak, ağırlığın % ‘si cinsinden karışım oranlarının miktarları hesaplanarak katılmıştır.

Tablo 10. Numune karışım oranları ve birim miktarları

Adı	Sembol	Miktar (Ağırlık, gr) 1 Adet Küp Kalıp İçin	Miktar (Ağırlık,gr.) 1 Adet Silindir Kalıp İçin
Katkısız 1	Kontrol 1	0	0
Katkısız 2	Kontrol2		
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 1	1.SD%0,01	(0,1 gr.)	(0,16gr.)
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 1	2.SD%0,01		
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 2	1.SD%0,05	(0,5 gr.)	(0,8 gr.)
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 2	2.SD%0,05		
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 3	1.SD%0,1	(1 gr.)	(1,6 gr.)
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 3	2.SD%0,1		
Sika Plastocrete-N)Oran 1	1.SK%0,25	(2,5 gr.)	(4 gr.)
Sika Plastocrete-N)Oran 1	2.SK%0,25		
Sika Plastocrete-N)Oran 2	1.SK%0,50	(5 gr.)	(8 gr.)
Sika Plastocrete-N)Oran 2	2.SK%0,50		
Sika Plastocrete-N)Oran 3	1.SK%0,75	(7,5 gr.)	(12 gr.)
Sika Plastocrete-N)Oran 3	2.SK%0,75		
Uçucu Kül Katkılı Oran 1	1.UÇ%5	(50 gr.)	(80 gr.)
Uçucu Kül Katkılı Oran 1	2.UÇ%5		
Uçucu Kül Katkılı Oran 2	1.UÇ%15		
Uçucu Kül Katkılı Oran 2	2.UÇ%15	(150 gr.)	(240 gr.)
Uçucu Kül Katkılı Oran 3	1.UÇ%35	(350 gr.)	(560 gr.)
Uçucu Kül Katkılı Oran 3	2.UÇ%35		
Granül Sabun Katkılı Oran 1	1.GR%0,05	(0,5 gr.)	(0,8 gr.)
Granül Sabun Katkılı Oran 1	2.GR%0,05		
Granül Sabun Katkılı Oran 2	1.GR%0,1	(1 gr.)	(1,6 gr.)
Granül Sabun Katkılı Oran 2	2.GR%0,1		
Granül Sabun Katkılı Oran 3	1.GR%0,2	(2 gr.)	(3,2 gr.)
Granül Sabun Katkılı Oran 3	2.GR%0,2		

Örnekler, katkı oranından ikişer adet olmak üzere 7, 28 günlük basınç mukavemeti için silindir kalıplara ve 90 günlük basınç mukavemetleri için küp kalıplara dökülmüştür. Şekil 14.’de silindir ve küp kalıplar ve Şekil 15.’ de kalıpların yağlanması görülmektedir. 28 Günlük nihai mukavemetini aldığı kabul edilen örnekler üzerinde geçirgenlik deneyi yapmak için, yine her karışım grubu için ikişer

adet olmak üzere 15cmx15cmx15cm küp örnek beton dökülmüştür. Deney yöntemleri tahribatlı olduğu için örnekler aynı grup karışım oranlarından ayrı ayrı üretilmiştir.



Şekil 14. Beton dökümüne hazırlık,
numune kalıpları ve betoniyer



Şekil 15. Kalıpların yağlanması

2.2.3. Taze Beton Deneyleri

2.2.3.1. Taze Betondan Numune Alma ve Kıvam Deneyi;

“Taze beton deneyleri-numune alma metotları” Standardına göre numune alınmış ve kıvam belirlenmiştir (TS EN 12350-1, 2002). Betonda kıvam belirleme; slump (çökme) deneyi yöntemi kullanılarak yapılmıştır.(TS EN 206-1,2002) Şekil 16. ve Şekil 17.’de kıvam deneyi görülmektedir.

Betoniyerde karılan beton numunesinden, kesik koni biçimindeki slump kalıbına üç tabaka halinde ve her tabaka en az 25’er defa şişlenerek konulmuştur. Daha sonra kalıp sabit bir hızla ve dikkatlice yukarı çekilerek; deney tepsişi üzerinde numunenin yanına bırakılarak üzerinden şişleme çubuğuna siper edilmiş ve çelik metre ile çökme miktarı ölçülmüştür. Bu işlem her karışım oranı için dökülen betonlarda tekrar edilerek kıvam grupları belirlenmiştir. Ayrıca; dijital beton termometresi ile hidrasyon ısıları da ölçülmüştür.



Şekil 16. Slamp hunisine numunenin yerleştirilmesi

Şekil 17. Kıvamın belirlenmesi için ölçme

2.2.3.2. Taze Betonda Sıkıştırma Faktörünün Belirlenmesi;

Taze betonda sıkıştırma faktörü metodu esas alınarak 9 nolu eşitliğe göre belirlenmiştir. (TS 2872, 1977)

$$k = (W1 - W0) / (W2 - W0) \dots \dots \dots 9$$

Burada;

k = Sıkıştırma faktörü

W1 = Kısmen sıkıştırılmış beton ve silindir kalıp ağırlığı (kg)

W2 = Tam sıkıştırılmış beton ve silindir kalıp ağırlığı (kg)

W0 = Silindir kalıbın ağırlığı (kg)



Şekil 18. Silindir taze beton numuneleri

2.2.3.3. Taze Beton Birim Ağırlığının Belirlenmesi;

Taze betonda birim ağırlık yöntemi ile tayini standardı esas alınarak yapılmıştır (TS 2941, 1978). Taze betonlar kalıplara yerleştirilirken etiketlenerek karışımamaları sağlanmıştır. Etiket üzerine numune adı, karışım türü ve oranı döküm tarihi, slump değeri, taze beton ısısı gibi bilgiler işlenmiştir. Şekil 19.'da etiketlenmiş taze beton örnekleri görülmektedir. Şekil 20. ve 21.' de ise numunelerin tartılması verilmiştir. Taze beton birim ağırlıklarına ilişkin değerler, taze beton özellikleri tablosunda verilmiştir.

Burada 10 nolu eşitlik yardımıyla hesaplama yapılmıştır (TS 2941, 1978).

$$\gamma_{tb}=(W_n/V_k).....10$$

Burada:

γ_{tb} =Taze Betonun birim ağırlığı (kg/m^3) veya (g/cm^3)

W_n =Ölçme kabındaki betonun net ağırlığı (kg);(g)

V_k =Ölçme kabının kalibre edilmiş hacmi (m^3);(cm^3)



Şekil 19. Taze beton örneklerinin etiketlenmesi



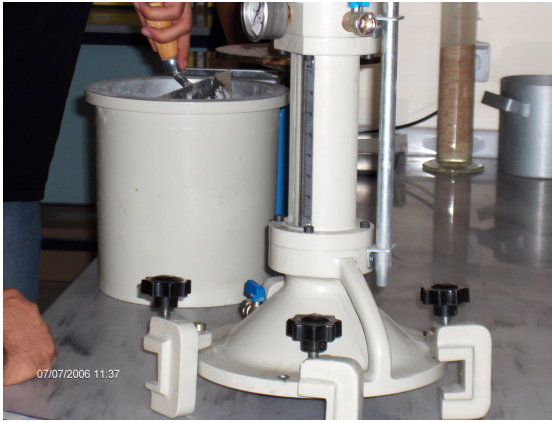
Şekil 20. Taze Beton Numuneleri .



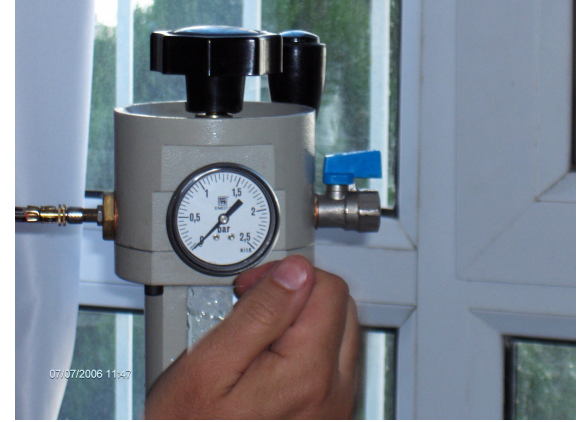
Şekil 21. Birim hacim ağırlıklarının bulunması için tartım yapılması.

2.2.3.4. Taze Betonda Hava Miktarının Belirlenmesi;

Taze betonda hava miktarının bulunması, basınç metodu ile tayini standardı kullanılarak yapılmıştır (TS EN 1230-7, 2002). Şekil 22. ve 23.'de ölçme işlemi görülmektedir.



Şekil 22.Örneğin basınç kabına yerleştirilmesi



Şekil 23.Basınç yöntemiyle taze beton hava miktarının ölçülmesi

2.2.4. Sertleşmiş Beton DeneYleri:

2.2.4.1. Birim Hacim Ağırlığının Saptanması:

Birim ağırlık, özgül ağırlık yaklaşık olarak beton hakkında bilgi verir. Geometrisi düzgün olan cisimler için 11 no'lu formül önerilmektedir (Can, 1992)

$$\Delta = A/V \text{ (kg/dm}^3\text{)} \dots\dots\dots 11$$

Burada;

Δ =Betonun birim hacim ağırlığı

A=Betonun ağırlığı(kg)

V=Beton örneğinin hacmi(dm³)

Hesaplama için numunelerin tartılması Şekil 24.'de görülmektedir. Esasen beton basınç dayanımı testi yapılırken de numune ağırlığı ve boyutları girildiğinde bilgisayar bağlantılı cihaz birim hacim ağırlıklarını otomatik olarak hesaplamaktadır.



Şekil 24. Birim ağırlıkların belirlenmesi için silindir numunelerin tartılması

2.2.4.2. Su Geçirimsizliğinin Saptanması:

Betonda permeabilite tayini yöntemine göre 15cmx15cmx15cm'lik küp numuneye 24 saat süresince 5 atm'lik basınçta su uygulayarak; betonda su ilerleme

uzunluğu belirlenmiştir (TS EN 12390-8, 2002). İlgili boyuttaki 28 gün yaşını tamamlamış ve nihai mukavemetinin büyük bir kısmını aldığı düşünülen küp numuneler beton permeabilitesi cihazına bağlanmıştır (şekil 25.). Kompresör devreye sokularak 5 atm sabit basınçta 24 saat tutulan numuneler bu sürenin sonunda beton test presinde ortadan ikiye yarılmak suretiyle su işleme derinlikleri llmştir. Betona 5 cm' den daha fazla su işleyip işlemediği tespit edilmiştir. Su işleme derinliği numune üzerinde milimetrik kağıtla tespit edilmiştir.(şekil 26. ve şekil 27.)



şekil 25. Permeabilite cihazına bağlanmış numuneler



Şekil 26. Su işleme derinliği



Şekil 27. Su işleme derinliğinin belirlenmesi

2.2.4. 3. Basınç Dayanımının Saptanması:

Beton basınç dayanımı deney metodu standardı esas alınmıştır. Hesaplama 12 no'lu eşitlik kullanılmıştır (TS 3114,1990; TS EN 12390-3, 2003).

$$\delta_g = (P/A) \dots \dots \dots 12$$

Burada;

δ_g = Numunenin basınç dayanımı (N/cm²)

A = Numunenin yüzey alanı (cm²)

P = Numune yüzeyine uygulanan kuvvet (N)

Deney laboratuvarında bulunan bilgisayar bağlantılı tam otomatik beton basınç dayanımı tespit cihazında yapılmıştır. Kırılan numuneler bir gün kalıpta olmak üzere yaşlarına uygun sürelerde 6; 27; 89 gün kür hazlarında bekletilmiştir. Kür havuzlarının ortalama su sıcaklığı 22⁰C olarak kontrol altında tutulmuştur (Şekil 27. ve Şekil 28.). Havuzlardan çıkarılan numuneler bir süre kurutulduktan sonra silindir numuneler kükürt ile başlıklama aparatı kullanılarak başlıklanmıştır(Şekil 29.). Daha sonra basınç testine tabi tutulmuştur (Şekil 30. ve Şekil 31.).



Şekil 28. Kür havuzu ve küp numuneler



Şekil 29. Kür havuzlarında numunelerin olgunlaşması



Şekil 30. Kükürtle başlıklanmış bir kısım silindir beton örneği



Şekil 31. Beton presinde, başlıklanmış silindir numune



Şekil 32. Beton basınç test presinde silindir örneğin kırılması

2.2.4.4. “Beton Test Çekici” ile yaklaşık beton mukavemetinin saptanması;

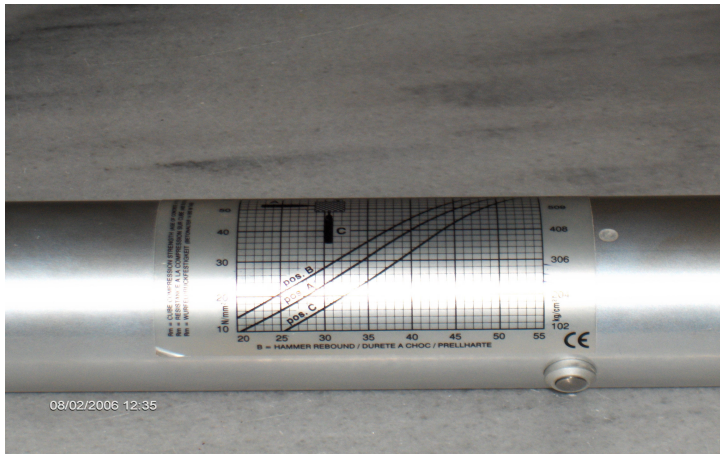
Beton yüzey sertliği yolu ile yaklaşık beton dayanımının tayini metodu kullanılarak yapılmıştır. Tahribatsız olan bu yöntemde yüzeyin temiz ve ölçüm noktaları alanının 200 cm^2 'den az olmamak üzere, bu alana eşit şekilde yayılı olması lazımdır. Bu yöntem, tahribatsız olarak beton yüzeyi sertliği esasına dayanarak, betonun mukavemeti hakkında fikir edinmek için kullanılabilir bir yöntemdir. (TS 3260, 1978) Yaklaşık değer verdiği söylenebilir (Can, 1998). Şekil 33., 34. ve 35.'de test çekici ve okuma yapılması görülmektedir.



Şekil 33. Beton test çekici



Şekil 34. Okuma yapılması



Şekil 35. Beton test çekici okuma dönüşüm abağı

2.2.4.5. Beton test sonuçlarının istatistik değerlendirmesi

Bu verilerin değerlendirilmesinde varyans analizi tekniğinden yararlanılmıştır. Farklı oranların ve günlerin belirlenmesinde ise DUNCAN oklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Söz konusu istatistiksel analizler; Minitab for Windows (Version 14.0) istatistik paket programından yararlanılarak yapılmıştır (Zar, 1999).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın birinci aşamasında agrega deneyleri yapılmış, karışım hesabı yapılarak taze beton hazırlanmıştır. Agrega deneylerinden sonra taze beton deneyleri yapılmıştır. Taze betonun kıvamı, hava miktarı, hidrasyon ısı, birim hacim ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Üçüncü aşamada sertleşmiş beton deneyleri yapılarak, birim hacim ağırlığı, basınç mukavemeti (tahribatlı ve tahribatsız olmak üzere iki ayrı yöntemle) ve TS EN 12390-8 (2002)'e göre beton su işleme derinliği tayini yöntemiyle geçirgenlik özellikleri tespit edilmiştir

3.1. Beton üretiminde kullanılan Agrega Özellikleri:

Araştırmada kullanılan ağrega Çanakkale Ezine ocaklarından elde edilen agregadan bölgeç yardımıyla alınmıştır. Agrega laboratuarda 0-4 mm tabii kum, 4-16 mm kırma çakıl olmak iki grup olarak alınmış ve elek serisinden elenerek granulometrisi belirlenmiştir. Beton örnekleri için maksimum dane çapı 16 mm olarak belirlenmiştir. Tablo 11.'de elek analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 11. Elek analizi değerleri

Elek Çapı	Elek Üstünde Kalan Yığılımlı Miktar (gr)		Elek Geçen Altına Yığılımlı Miktar (gr)		Elek Üstünde Kalan (%)		Elek Geçen Altına (%)		TS706 Sınır Değerleri		
	Çakıl	Kum	Çakıl	Kum	Çakıl	Kum	Çakıl	Kum	A16	B16	C16
16	0	0	5000	5000	0	0	100	100	100	100	100
8	2486	0	2514	5000	50	0	50	100	60	76	88
4	4163	0	837	5000	83	0	17	100	36	56	74
2	4516	2640	484	2360	90	53	10	47	21	42	62
1	4600	3586	400	1414	92	72	8	28	12	32	49
0,5	4600	4639	400	361	92	93	8	7	7	20	34
0,25	4701	5000	299	0	94	100	6	0	3	8	18
				∑	501	318					

Tablo12. Agreganın (Kum çakıl bileşimi) karışım oranları.

	Elekten Geçen Malzeme %'leri						
	16	8	4	2	1	0,5	0,25
Elek Çapları(mm)	16	8	4	2	1	0,5	0,25
Kumun Payı	47	47	47	22,1	13,16	3,29	0
Çakılın Payı	53	26,5	9	5,3	4,24	4,24	3,18
Karışım	100	73,5	56	27,4	17,4	7,53	3,18
A16-B16 (TS 706-EN 12620)	100	60-76	36-56	21-42	12-32	7-20	3-8

Tablo12'den de görüldüğü gibi, karışımın dağılımı A16-B16 aralığına karşılık gelmektedir. Buradan karışımın, standartların istediği, uygun dane çapı dağılımına sahip olduğu söylenebilir (TS706 EN12620,2003; TS 3530 EN 933-1, 1999).

Agreganın özgül ağırlık, su emme oranı, sıkışık ve gevşek birim hacim ağırlığı, aşınma oranı, hafif madde oranı, ince madde oranı değerleri şöyledir: Çakılın özgül ağırlığı $2,7 \geq 2,60$, kumun $2,64 \geq 2,60$ olarak elde edilerek, uygunluk şartlarını sağlamış olduğu görülmüştür (TS706 EN12620,2003; TS 3530 EN 933-1, 1999). Çakılın su emme oranı $\%3,77 \leq 10$ uygun, kumun su emme oranı $2,2 \leq 2$ olarak çok az miktar fazla ölçülmüştür. Bu değer yaklaşık 2, olarak kabul edilmiştir. Çakılın gevşek birim ağırlığı $1,59 \text{ Kg/dm}^3$, sıkışık birim hacim ağırlığı $1,5 \leq 1,74 \leq 1,85 \text{ Kg/dm}^3$ aralığında şartları sağladığı tespit edilmiştir. Kumun gevşek birim ağırlığı $1,34 \text{ Kg/dm}^3$, sıkışık birim hacim ağırlığı $1,7 \text{ Kg/dm}^3$ olarak bulunmuştur. Çakılda aşınma oranı 100 devir sonunda $\%6,26 \leq 10$; 500 devir sonunda $\%32,74 \leq 50$ olduğu tespit edilerek uygunluğu görülmüştür (TS706 EN12620,2003; TS 3530 EN 933-1, 1999). Çakılda hafif madde oranı $\%0,34 \leq 0,8$ kumda $\%0,4 \leq 0,5$ ölçülmüş ve uygun değerde olduğu tespit edilmiştir. Çakılda silt-kil miktarı $\%0,45 \leq 0,5$; kumda silt-kil oranı $\% 2 \leq 4$ değerini sağladığından uygun olduğu görülmüştür(TS706 EN12620,2003; TS 3530 EN 933-1, 1999). Elde edilen değerlerin literatür sınır değerlerine uygun olduğu tablo 13.'den de görülmektedir.

Tablo 13. Beton karışımında kullanılan agrega özellikleri

Özellikler	Deney sonuçları		Literatür sınır değerleri (TS706 EN12620)		
	Çakıl	Kum	Çakıl	Kum	
Özgül ağırlık	2,7	2,64	$\geq 2,60$	$\geq 2,60$	
Su emme (%)	3,77	2,2	≤ 10	≤ 2	
Birim ağırlık Kg/dm ³	Gevşek	1,59	1,34	-	-
	Sıkışık	1,74	1,7	1,5-1,85	-
Aşınma Oranı %	100 Devir	6,26	-	≤ 10	-
	500 Devir	32,74	-	≤ 50	-
Hafif madde (%)	0,34	0,4	$\leq 0,8$	$\leq 0,5$	
İnce madde (Silt-Kil) oranı %	0,45	2	$\leq 0,5$	≤ 4	

3.2. Beton Karışım Hesabı Bulguları:

- a) TS 802 Beton Karışım Hesap Esası (1985), standardına göre yapılan karışım hesabında bulunan ve seçilen değerler aşağıda verilmiştir.. Granülometri şartları TS 706 EN12620 (2003)' ye göre oluşturulmuştur.

Beton Üretiminde Kullanılan Malzeme özellikleri

Kumun Özgül Ağırlığı: 2,64 Kg/dm³

Çakılın Özgül Ağırlığı: 2,77 Kg/dm³

Kullanılan Çimento PKÇ 32,5 R, Özgül Ağırlığı: 3,12 Kg/dm³

Hedeflenen Beton: C20

Çakıl için incelik modülü: 5,01

Kum için incelik modülü: 3,18

İdeal granülometri incelik modülü: 4,14

Su-Çimento oranı :S/C=0,53 seçildi.

Kıvam sınıfı K1 (1-6 cm) seçildi.

Karışım hava miktarı: %2

Karışım suyu: A16-C16 için 147-191 Kg/m³ ten ortalama 155Kg/m³ olarak belirlendi.

TS802,(1985)

Hapsolmuş hava miktarı:0,02 (%2) olarak öngörüldü.

Çimento miktarı:

S/C=0,53 ise Çimento ağırlığı= 292.Kg.

1m³ Betondaki çimento miktarı=0,09 m³

1m³ İçin Agrega miktarı:

Agrega=0,735 m³

Kumun Payı=911 Kg.

Çakılın Payı=1079 Kg.

1m³ Betonun Teorik Bileşimi:

1.Çimento Miktarı:292 Kg.

2.Su Miktarı:155 Kg.

3.Kum Miktarı:911 Kg.

4.Çakıl Miktarı:1079 Kg.

Beton örnekleri için kullanılacak küp kalıp boyutları:

Hacmi: $V_k = 3,375d^3$

Beton örnekleri için kullanılacak silindir kalıp boyutları:

Çap=15 cm.; Yükseklik=30 cm.

Hacmi =5,29875 dm³ \cong 5,3 dm³

Tek bir silindir kalıp için malzeme miktarları ;

1. Çimento Miktarı:1,6 Kg.

2. Su Miktarı:0,82 Kg

3. Kum Miktarı:4,83 Kg.

4. Çakıl Miktarı:5,72 Kg.

Tek bir küp kalıp için malzeme miktarı;

1. Çimento Miktarı:1 Kg.

2. Su Miktarı:0,52 Kg.

3. Kum Miktarı:3,1 Kg.

4. Çakıl Miktarı:3,64 K

Agregaya ilişkin yukarıdaki değerler elde edilerek, hazırlanan betonun katkı ve karışım oranları ise şöyledir: Kontrol (Şahit); SD %0,01; SD %0,05; SD %0,1 (SD=Sıvı Deterjan); SK %0,25; SK %0,50; SK %0,75; (SK=Sika Plastocerete-N); UÇ %5; UÇ %15; UÇ %35; (UÇ=Uçucu Kül); GR %0,05; GR% 0,1; GR %0,2 (GR=Granül Sabun). Bu oranlarda Standart Silindir (15x30) ve 15x15x15cm boyutlarında küp numuneler hazırlanmıştır. Ağırlık, slamp (taze beton kıvamı), hidrasyon ısısı, yoğunluk, hava miktarı ve bunun gibi fiziksel parametrelerin ölçümleri yapılmıştır.

3.3.Taze Beton Katkı Maddeleri ve Özellikleri

3.3.1.Kontrol Grubu Taze Betonun Malzeme Miktarı ve Özellikleri:

Kontrol grubuna ait herhangi bir karışım maddesi olmadığından dolayı yukarıda ifade edilen miktarlar numune sayısı kadar hazırlanarak beton dökülmüştür. (Her bir karışım oranından ikişer adet ve birer tane de yedek olacak şekilde, malzeme grup toplamları bulunmuştur.)

Kontrol grubundaki taze betonlara ait birim hacim ağırlığı ortalaması 2.32, hidrasyon ısısı ortalaması 13⁰C, slmpı 2 cm, kıvamı K1 ve hava miktarı %1,9 olarak ölçülmüştür. Burada hidrasyon ısısı değeri dış ortam ısısı değerinin 10⁰C ölçüldüğü zamanda elde edilen değerdir. Diğer karışımların döküldüğü zaman dilimlerinde dış ortam ısısını arttırdığı ve aynı oranda hidrasyon ısısının da arttığı görülmüştür. Yaz aylarında yapılan başka çalışmalarımızda, dış ortam ısısının 30⁰C civarında olduğu durumlarda, hidrasyon ısısının 32⁰C'lere kadar çıktığı görülmüştür. Yedi günlük mukavemet değerlerine bakıldığında erken mukavemet değerlerinin hedeflenen mukavemet değerlerinin, yaşına göre olması gereken değerlerin altında seyrettiği görülmüştür. Betonun 7 ünlük mukavemet değerinin 28 günlük mukavemet değerinin yaklaşık %60-70'ini sağlaması beklenir. (Şimşek 2004) Bunun sebebi olarak beton dökümü esnasındaki dış ortam ısısının ve karışım suyu ısısının beton hidrasyon ısısına etkisi olarak düşünülmektedir. Yukarıda ifade edilen her üç karışım oranına ilişkin değerlerin, TS 802'ye göre çökme değeri 2-5 cm ve hava miktarı %1-3 arasında olmalı ilkesi ile uyumlu olduğu görülmüş ve uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

Tablo 14. Kontrol grubu taze beton özellikleri

Taze Beton	Yaş Ağırlık	Birim hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Ortalama	Hidratasyon Isısı (°C)	Slamp (cm)	Kıvam	Hava Miktarı (%)
Kontrol 1	12109	2,28	2,32	13	2	K1	1,9
Kontrol2	12470	2,36					

3.3.2.Sıvı Deterjan Katkılı Taze Betonun Malzeme Miktarı ve Özellikleri:

Sıvı deterjan katkılı betonun % 0,01'lik katkı oranı için birim hacim ağırlığı ortalaması 2,3, hidratasyon ısısı ortalaması 17,8⁰C, slampı 1,5 cm ile K1 kıvam sınıfında ve hava miktarı %2 olarak bulunmuştur. Buna göre kontrol grubuna göre birim hacim ağırlığında %0,86 azalmaya karşılık hava miktarında %5 artış söz konusudur. Hidratasyon ısını ise %37 artırdığı görülmektedir. Sıvı deterjan katkılı betonun % 0,05'lik katkı oranı için; birim hacim ağırlığı ortalaması 2,33; hidratasyon ısısı ortalaması 18,8⁰C, slampı 1,5 cm ile K1 kıvam sınıfında (0-5 cm arası) ve hava miktarı %1,8 olarak bulunmuştur. Buna göre kontrol grubuna göre birim hacim ağırlığı %0,43 artarken,hava miktarında %5 azalma söz konusudur. Hidratasyon ısını ise %45 artırdığı görülmektedir. % 0,1'lik katkı oranı için birim hacim ağırlığı ortalaması 2,33; hidratasyon ısısı ortalaması 17,8⁰C, slampı 2,5 cm ile K1 kıvam sınıfında ve hava miktarı %2,1 olarak ölçülmüştür. Buna göre kontrol grubuna göre birim hacim ağırlığı %0,43 artmış, hava miktarında %10 azalma söz konusudur. Hidratasyon ısını ise %45 artırdığı görülmektedir. Şimşek (1993) sıvı deterjan ve sentetik toz deterjan katkılarını kullanarak yaptığı çalışmada bu katkıların, birim ağırlığı düşürdüğünü, hava miktarı ve çökme miktarını artırdığını ifade etmektedir. TS 802 'ye göre çökme değeri 2-5 cm ve ölçülen hava miktarı 1-3 arasında olmalıdır. Bu şartlara göre karışımın uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Aşağıdaki tablo15.'de, bu karışım oranları için bir birim kalıp bazında malzeme miktarları ve tablo 16.'da da, taze beton özellikleri verilmektedir.

Tablo 15. Sıvı deterjan katkılı taze betonun malzeme miktarı

Adı	Sembol	Miktar (Ağırlık, gr.) 1 Adet Küp Kalıp İçin	Miktar (Ağırlık,gr.) 1 Adet Silindir Kalıp İçin
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 1	1.SD%0,01	0,1 gr.	0,16gr.
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 1	2.SD%0,01		
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 2	1.SD%0,05	0,5 gr.	0,8 gr
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 2	2.SD%0,05		
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 3	1.SD%0,1	1 gr.	1,6 gr.
Sıvı Deterjan Katkılı Oran 3	2.SD%0,1		

Tablo 16. Sıvı deterjan katkılı taze betonun özellikleri

Taze Beton	Yaş Ağırlık	Birim hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Ortalama	Hidratasyon Isısı (° C)	Slamp (cm)	Kıvam	Hava Miktarı (%)
1.SD%0,01	12307	2,33	2,32	17,8	1,5	K1	2
2.SD%0,01	12189	2,3					
1.SD%0,05	12178	2,3	2,33	18,8	1,5	K1	1,8
2.SD%0,05	12517	2,36					
1.SD%0,1	12273	2,32	2,33	17,8	2,5	K1	2,1
2.SD%0,1	12382	2,34					

3.3.3.Sika-Plastocere-N Katkılı Taze Betonun Malzeme Miktarı ve

Özellikleri:

Sika Plastocere-N katkılı betonların katkı oranlarına göre taze beton özellikleri ise şöyledir: SK%0,25 için; birim hacim ağırlığı ortalaması 2.23; hidratasyon ısısı ortalaması 16⁰C; slampı 3 cm; kıvamı K1 ve hava miktarı %1,9 olarak ölçülmüştür. Kontrol grubuna göre birim hacim ağırlığı %3,9 azalmış, hidratasyon ısısı %23 artmış, çökme miktarı ise %50 artmış, dolayısıyla işlenebilirliği artmış ve hava miktarında ise bir değişim izlenmemiştir. SK%0,50 için; birim hacim ağırlığı ortalaması 2.3; hidratasyon ısısı ortalaması15⁰C; slampı 3,3 cm; kıvamı K1 ve hava miktarı %1,8 olarak ölçülmüştür.Burada birim hacim ağırlığı için %0,86 azalma, hidratasyon ısısında %15 artış, çökme miktarında %65 artış ve hava miktarında %5 azalma izlenmiştir. SK%0,75 oranı için birim hacim ağırlığı ortalaması 2.3; hidratasyon ısısı ortalaması 18,4⁰C; slampı 3 cm; kıvamı K1

ve hava miktarı %1,7 olarak ölçülmüştür. Burada birim hacim ağırlığı için %0,86 azalma, hidrasyon ısısında %42 artış, çökme miktarında %50 artış ve hava miktarında %10 azalma izlenmiştir. Şimşek (1993)'de Sikament-R4 su azaltıcı ve piriz geciktirici ile Sika-aer isimli donma ve çözülme etkilerine karşı hava sürükleyici katkı kullanarak yaptığı çalışmada; birinci katkının karışım suyunu % 25 oranında azalttığını, çökme ve birim ağırlığını artırdığını ve hava miktarının değişmediğini ifade etmektedir. Yine ikinci tür katkı maddesinin ise; hapsolmuş hava miktarını ve işlenebilmeyi artırdığını ifade etmektedir. Sonuçlar arasındaki farkın, katkı malzemesi türünün ve oranlarının farklılığına bağlanabileceği düşünülebilir. Aşağıda tablo17.'de bu karışım oranları için bir birim kalıp bazında malzeme miktarları ve tablo18.'de de taze beton özellikleri verilmektedir.

Tablo17. Sıvı deterjan katkılı taze betonun malzeme miktarı

Adı	Sembol	Miktar (Ağırlık, gr) 1 Adet Küp Kalıp İçin	Miktar (Ağırlık,gr) 1 Adet Silindir Kalıp İçin
Sika-Plastocere-N Katkılı Oran-1	1.SK%0,25	2,5 gr	4 gr
Sika-Plastocere-N Katkılı Oran-1	2.SK%0,25		
Sika-Plastocere-N Katkılı Oran-2	1.SK%0,50	5 gr.	8 gr.
Sika-Plastocere-N Katkılı Oran-2	2.SK%0,50		
Sika-Plastocere-N Katkılı Oran-3	1.SK%0,75	7,5 gr.	12 gr.
Sika-Plastocere-N Katkılı Oran-3	2.SK%0,75		

Tablo 18. Sika-Plastocere-N katkılı taze betonun özellikleri

Taze Beton	Yaş Ağırlık	Birim hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Ortalama	Hidrasyon Isısı (°C)	Slamp (cm)	Kıvam	Hava Miktarı (%)
1.SK%0,25	12065	2,28	2,29	16	3	K1	1,9
2.SK%0,25	12183	2,3					
1.SK%0,50	12148	2,29	2,3	15	3,3	K1	1,8
2.S%K0,50	12243	2,31					
1.SK%0,75	12243	2,3	2,3	18,4	3	K1	1,7
2.SK%0,75	12124	2,29					

3.3.4.Uçucu Kül Katkılı Taze Betonun Malzeme Miktarı ve Özellikleri:

Uçucu kül katkılı taze betona ait bulgular ise şöyledir: “UÇ %5” katkı oranı için; birim hacim ağırlığı ortalaması 2,29; hidratasyon ısısı ortalaması 14,4⁰C, slampı 2 cm ile K1 kıvam sınıfında ve hava miktarı %2 ,1 olarak ölçülmüştür. Bu katkı oranında, kontrol grubuna göre birim hacim ağırlığında %1,3 azalma, hidratasyon ısısında %11 artma, hava miktarında %11 artma görülürken çökme değerinde bir değişim izlenmemiştir. “UÇ%15” için birim hacim ağırlığı ortalaması 2,33; hidratasyon ısısı ortalaması 17,2⁰C, slampı 2,8cm ile K1 kıvam sınıfında ve hava miktarı %1,9 olarak ölçülmüştür. Bu oran için birim hacim ağırlığında %0,43, hidratasyon ısısında %32 ve çökme değerinde %42 artış saptanmıştır. “UÇ%35” katkı oranında: birim hacim ağırlığı ortalaması 2,24; hidratasyon ısısı ortalaması 17,2⁰C, slampı 2,8cm ile K1 kıvam sınıfında ve hava miktarı %1,88 olarak ölçülmüştür. Bu katkı oranında taze beton birim hacim ağırlığında %3,5 azalma, hidratasyon ısısında %32 artma, çökme değerinde %40 artma ve hava miktarında %6 azalma olduğu görülmüştür. Şimşek(1993)’de %15 katkı oranından sonra çökme değerinin artmaya başladığını ve %40 katkı oranında bu artışın, % 50 değerine ulaştığını belirtmektedir. Buradan genel olarak uçucu kül katkısının, betonun çökme değerini yani işlenebilirliğini artırdığını söylemek mümkündür. Aşağıda uçucu kül katkılı taze beton karışım malzeme miktarları tablo19.ve taze beton özellikleri de tablo2 0.’de görülmektedir.

Tablo19. Uçucu kül katkılı taze betonun malzeme miktarı

Adı	Sembol	Miktar (Ağırlık, gr.) 1 Adet Küp Kalıp İçin	Miktar (Ağırlık,gr.) 1 Adet Silindir Kalıp İçin
Uçucu Kül Katkılı Oran 1	1.UÇ%5	50 gr.	80 gr.
Uçucu Kül Katkılı Oran 1	2.UÇ%5		
Uçucu Kül Katkılı Oran 2	1.UÇ%15	150 gr.	240 gr.
Uçucu Kül Katkılı Oran 2	2.UÇ%15		
Uçucu Kül Katkılı Oran 3	1.UÇ%35	350 gr.	560 gr.
Uçucu Kül Katkılı Oran 3	2.UÇ%35		

Tablo 20. Uçucu kül katkılı taze betonun özellikleri

Taze Beton	Yaş Ağırlık	Birim hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Ortalama	Hidratasyon Isısı (°C)	Slamp (cm)	Kıvam	Hava Miktarı (%)
1.UÇ%5	12308	2,29	2,29	14,4	2	K1	2,1
2.UÇ%5	12149	2,29					
1.UÇ%15	12375	2,34	2,33	17,2	2,8	K1	1,9
2.UÇ%15	12240	2,31					
1.UÇ%35	11928	2,23	2,24	17,2	2,8	K1	2
2.UÇ%35	11921	2,25					

3.3.5.Granül Sabun Katkılı Taze Betonun Malzeme Miktarı ve Özellikleri:

Granül sabun katkılı taze beton özellikleri şöyledir: “GR%0,05” katkı oranı için birim hacim ağırlığı ortalaması 2,32; hidratasyon ısısı ortalaması 17,1⁰C, slampı 3 cm ile K1 kıvam sınıfında ve hava miktarı %2,23 olarak ölçülmüştür. Bu katkı oranı için birim hacim ağırlığında bir değişim izlenmemiş buna karşın hidratasyon ısısında %32, slampında %50, hapsolmuş hava miktarında %17 artış görülmüştür. “GR%0,1” birim hacim ağırlığı ortalaması 2,32; hidratasyon ısısı ortalaması 17,2⁰C, slampı 2 cm ile K1 kıvam sınıfında ve hava miktarı %2,18 olarak ölçülmüştür. Bu katkı oranı için birim hacim ağırlığında ve slampında bir değişim izlenmemiş, hidratasyon ısısı %32 artmıştır. % “GR%0,2” katkı oranında birim hacim ağırlığı ortalaması 2,3; hidratasyon ısısı ortalaması 16,1⁰C, slampı 1,5cm ile K1 kıvam sınıfında ve hava miktarı %2,26 olarak ölçülmüştür Bu katkı oranında birim hacim ağırlığı %0,86, slampı %75 azalmış, buna karşılık hidratasyon ısısı %24, hava miktarının %19 artmış olduğu izlenmiştir. Şimşek (1993)’de, yaptığı çalışmada sentetik toz deterjan katarak ürettiği taze betonda hava miktarını artırdığını ifade etmektedir. TS 802 (1985)’de hava sürükleyici katkılı taze betonun çökme değerinin 5 cm ± 2cm ve hava miktarının da ortalama %6 olması gerektiğini ifade etmektedir. Aşağıda, tablo 21.’de çimento ağırlığının % cinsinden katkı malzemesi miktarı ve tablo 22.’de taze beton özellikleri görülmektedir.

Tablo 21. Granül sabun katkılı taze betonun malzeme miktarı

Adı	Sembol	Miktar (Ağırlık, gr.) 1 Adet Küp Kalıp İçin	Miktar (Ağırlık,gr.) 1 Adet Silindir Kalıp İçin
Granül Sabun Katkılı Oran 1	1.GR%0,05	0,5 gr.	0,8 gr.
Granül Sabun Katkılı Oran 1	2.GR%0,05		
Granül Sabun Katkılı Oran 2	1.GR%0,1	1 gr.	1,6 gr.
Granül Sabun Katkılı Oran 2	2.GR%0,1		
Granül Sabun Katkılı Oran 3	1.GR%0,2	2 gr.	3,2 gr.
Granül Sabun Katkılı Oran 3	2.GR%0,2		

Tablo 22. Granül sabun katkılı taze betonun özellikleri

Taze Beton	Yaş Ağırlık	Birim hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Ortalama	Hidratasyon Isısı (° C)	Slamp (cm)	Kıvam	Hava Miktarı (%)
1.GR%0,05	12451	2,35	2,32	17,1	3	K1	2
2.GR%0,05	12108	2,29					
1.GR%0,1	12239	2,31	2,32	17,2	2	K1	2,2
2.GR%0,1	12198	2,33					
1.GR%0,2	12106	2,29	2,3	16,1	1,5	K1	2,3
2.GR%0,2	12190	2,3					

3.4.Katı Beton Özellikleri

Her katkı oranından ikişer adet olmak üzere 7, 28 günlük basınç mukavemeti için silindir kalıplara ve 90 günlük basınç mukavemetleri için küp kalıplara örnekler dökülmüştür. 28 Günlük nihai mukavemetini aldığı kabul edilen örnekler üzerinde geçirgenlik deneyi yapmak için yine her karışım grubu için ikişer adet olmak üzere 15cmx15cmx15cm küp örnek beton dökülmüştür. Deney yöntemleri tahribatlı olduğu için örnekler aynı grup karışım oranlarından ayrı ayrı üretilmiştir. Beton basınç direncinin tayini, laboratuarda bulunan bilgisayar bağlantılı tam otomatik beton basınç dayanımı tespit cihazında yapılmıştır. Kırılan numuneler bir gün kalıpta olmak üzere yaşlarına uygun sürelerde 6; 27; 89 gün kür havuzlarında bekletilmiştir. Kür havuzlarının ortalama su sıcaklığı 22 °C olarak kontrol altında tutulmuştur. Havuzlardan çıkarılan numuneler bir süre kurutulduktan sonra silindir numuneler kükürt ile başlıklama aparatı kullanılarak başlıklanmıştır. Daha sonra basınç testine tabi tutulmuştur. Ulaşılan bulgulara ilişkin detaylar aşağıda verilmektedir.

3.4.1.Kontrol Grubu Katı Beton Özellikleri:

Bir gün numune kalıplarında laboratuvar ortamında ve altı gün $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ sıcaklığındaki kür avuzunda bekletilen beton örnekler, TS EN 12350-1 ve 12350-2' ye göre alınıp, TS EN 12390-3' e göre mukavemeti tayin edilip TS 500'e göre sınıflandırılması yapılmıştır. Burada 7 günlük numunelerin mukavemet değeri ortalaması $127,11 \text{ Kg/cm}^2$ ($12,711 \text{ N/mm}^2$); birim hacim ağırlığı ortalaması $2,4 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$ olarak elde edilmiştir. 28 Günlük numunelerde ise ayrıca geçirgenlik özellikleri hakkında fikir edinmek için beton permeabilite cihazında test edilerek, su işleme derinlikleri belirlenmiştir. Burada birim hacim ağırlığı ortalaması $2,3 \text{ gr/cm}^3$, mukavemet ortalaması $246,27 \text{ Kg/cm}^2$ ($24,627 \text{ N/mm}^2$) ve maksimum su işleme derinliği $25,5 \text{ mm}$ olarak ölçülmüştür. 90 Günlük numuneler $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$ lik küp kalıplarda oluşturulduğu için elde edilen değerler, %20 azaltılarak, standart silindir numune cinsine dönüştürülmüştür. Burada elde edilen bulgular ise şöyledir: Birim hacim ağırlığı $2,31 \text{ gr/cm}^3$ ve basınç mukavemeti değeri ise $218,71 \text{ Kg/cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Günlere göre mukavemet değerlerindeki artış ise şöyle olmuştur: 7 günlüğe göre 28 ve 90 günlük mukavemet artışı sırasıyla :% 93,75 ve % 72 olduğu görülmüştür. Esasen betonun 7. günde 28 günlük dayanımının % 60-70'ini kazanması beklenir (Güner ve Süme, 2000). Buradaki zamana göre artışın fazla olması yani betonun mukavemet artışının uzaması, ortam ve beton karışım suyu ısısının düşük oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Şimşek (1993), basınç dayanımının betonun yaşına, olgunlaşma ortamı ve katkı oranına bağlı olarak azalmakta veya artmakta olduğunu belirtmektedir. 7, 28, ve 90 günlük katı beton özellikleri tablo 23., 24. ve 25'de görülmektedir.

Kontrol grubu ve diğer katkı oranları için beton yüzey sertliği yöntemiyle, tahribatsız olarak yapılan çekiç okumalarından elde edilen, yaklaşık mukavemet değerleri ise 28 günlük numunelerden elde edilmiştir. Kontrol grubu 28 günlük beton test çekici okumaları sonucu elde edilen mukavemet değeri ortalaması 279 Kg/cm^2 ($27,9 \text{ N/mm}^2$)'dir. Çekiç okumalarına ilişkin değerler tablo 26.'da görülmektedir. Bu grup için; gerçek basınç değerleri ile "Schmidt Çekici" yöntemi ile elde edilen değerler arasında % 13,3'lük bir sapma görülmüştür. Bu sapmanın nedeni olarak, çekiç yönteminin hassasiyeti düşünülmektedir. Ayrıca çekiç okuma

mukavemet değerlerine ilişkin yapılan varyans analizi sonucunda kullanılan katkı maddesi ne olursa olsun, söz konusu katkı maddeleri oranlarının mukavemet değerlerine etkilerinin, istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.15$).

Tablo 23. 7 Günlük kontrol numunesi katı beton özellikleri

7günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm^3)		Mukavemet (Kg/cm^2)	
Kontrol 1	12740	2,4	2,4	127,82	127,11
Kontrol 2	12403	2,3		126,4	

Tablo 24. 28 Günlük kontrol numunesi katı beton özellikleri

28 günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı($\text{gr}/\text{c m}^3$)		Max. su işleme Derinliği (mm)		Mukavemet (Kg/cm^2)	
Kontrol 1	12261	2,31	2,3	24	25,5	260,37	246,27
Kontrol 2	12148	2,29		27		232,17	

Tablo 25. 90 Günlük kontrol numunesi katı beton özellikleri

90 günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı($\text{gr}/\text{c m}^3$)		Mukavemet (Kg/cm^2)	%20 Azaltılmış (Kg/cm^2)	
Kontrol 1	7832	2,32	2,31	278,32	222,66	218,71
Kontrol 2	7811	2,3		268,44	214,75	

Tablo 26. 28 Günlük kontrol numunesi katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri:

Beton test çekici okumaları (28 günlük)											Toplam	Ortalama	Mukavemet değerleri Kg/cm^2
Kontrol 1	31	32	30	30	30	27	29	30	30	29	298	29,8	269
Kontrol 2	35	28	29	29	35	29	29	29	30	31	304	30,4	289

3.4.2. Günlere Bağlı Olarak Farklı Sıvı Deterjan Oranlarının Betonların Görünür Birim Hacim Ağırlığı ve Mukavemet Dirençlerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları ve Katı Betonun Özellikleri :

Sıvı deterjan katkılı ve 7 günlük numunelerde mukavemet ortalamaları, katkı oranlarına göre sırasıyla $95,08 \text{ Kg /cm}^2$, $126,28 \text{ Kg /cm}^2$ ve $90,37 \text{ Kg /cm}^2$ olarak, birim hacim ağırlıkları da sırasıyla $2,26 \text{ gr/cm}^3$, $2,32 \text{ gr/cm}^3$ ve $2,29 \text{ gr/cm}^3$ olarak ölçülmüştür. Birim hacim ağırlığının ve mukavemet değerinin orantılı olarak katkı oranının %0,05 olduğu durumda en büyük değerlerini aldığı izlenmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise birinci karışım oranında mukavemet azalması %25.2, %0,29, % 28,9 oranlarında gerçekleştiği görülmüştür. Bu yaş grubu için sıvı deterjan katkısını genel olarak mukavemet özelliğini azalttığı söylenebilir. Üç farklı zamanda (7., 28. ve 90. gün), farklı sıvı deterjan oranları katılarak hazırlanan betonların görünür birim hacim ağırlıkları arasındaki farklılıkların irdelenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre oran x gün interaksyon etkisi ($P=0.304$) ve gün etkisinin ($P=0.632$) istatistik olarak önemli olmadığı görülmüştür. Diğer taraftan, betonların görünür birim hacim ağırlığına farklı sıvı deterjan dozlarının etkisinin ise önemli olduğu görülmüştür ($P=0.043$). Görünür birim hacim ağırlığı bakımından hangi sıvı deterjan oranları arasındaki farkların istatistik olarak önemli olduğunun belirlenmesi amacıyla yapılan DUNCAN testi sonucunda; kontrol grubu ile sıvı deterjan dozunun %0.05 ve %0.1 lik dozları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. 28 Günlük grupta katkı oranlarına göre sırasıyla mukavemet değerleri şöyledir: $194,3 \text{ Kg /cm}^2$, $235,47 \text{ Kg /cm}^2$ ve $217,06 \text{ Kg /cm}^2$ olarak bulunmuştur. Birim hacim ağırlıklarında, ilk iki oran için bir değişim izlenmezken; üçüncü oranda % 0,44'lük bir artış izlenmiştir. Bu grup için belirlenen su işleme derinlikleri ise sırasıyla, 57,5 mm, 41mm, 37mm olarak ölçülmüştür. Su işleme derinliğinin katkı oranı artışına bağlı olarak azaldığı izlenmiştir. En düşük su işleme derinliği % 0,1' katkı oranında görülmüş; buna karşılık en büyük mukavemet değeri ise %0,05'lik karışım oranında elde edilmiştir.

90 Günlük numunelerde ise mukavemet değerleri küp numuneler üzerinde belirlenmiş ve %20 azaltılarak silindir değeri cinsine çevrilmiştir. Elde edilen mukavemet bulgusu sırasıyla şöyledir: $180,3 \text{ Kg /cm}^2$ ($18,03 \text{ N/mm}^2 = \text{C18}$), $242,48$

Kg /cm^2 (24,248 $\text{N/mm}^2 = \text{C20}$) ve 196,79 Kg /cm^2 (19,679 $\text{N/mm}^2 = \text{C18}$) Görüldüğü gibi yine en büyük mukavemet değerine %0,05' katkı oranında ulaşılmıştır. Birim hacim ağırlığındaki değişim $2,9\text{gr/cm}^3$, $2,32\text{ gr/cm}^3$; $2,3\text{ gr/cm}^3$ olarak mukavemetle doğrusaldır. Yani mukavemet özellikleri arttıkça artmış, azaldıkça azalmıştır. Şimşek (1993), sıvı deterjan katkılı betonların basınç dayanımlarının katkı oranına, olgunlaştırma ortamına ve test yaşına göre değiştiğini; sıvı deterjan katkılı betonun 7, 28, 90 günlük basınç dayanımı varyans analizlerini yapmıştır. Yapılan varyans analizinde ortam ile oran etkisini araştırmış; betonun basınç dayanımına ortamların ve oranların etkisi 7 günlük betonda, $P < 0,05$ seviyesinde farklılık önemli iken, 28 ve 90 günlük betonların ortam ile oran intraksiyon etkisi, ortam ve oranlar arasında $P < 0,01$ seviyesinde farklılığın önemli olduğunu ifade etmektedir. Yaptığı çalışmada, sıvı deterjan katkısının betonun mukavemet özelliklerini düşürdüğü belirtilmektedir.

Bu çalışmada; farklı günlerde farklı oranlarda sıvı deterjan katılarak hazırlanan betonların mukavemet dirençleri bakımından karşılaştırılması amacıyla yapılan varyans analizi sonucuna göre hem günler arasındaki farklılıkların ($P=0.000$), hem oranlar arasındaki farklılıklar ($P=0.000$) ve hem de dozlar arasındaki farklılıkların günlere göre değiştiği görülmüştür (oran x gün interaksiyon etkisi) ($P=0.019$). Burada oran x gün interaksiyon etkisinin önemli bulunması farklı sıvı deterjan dozlarının mukavemet direncine olan etkisinin günlere göre değiştiğini göstermektedir. Yapılan DUNCAN testi sonucunda 7. günde kontrol ile %0.05 sıvı deterjan dozu arasında önemli bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Benzer şekilde sıvı deterjanın %0.01 ile %0.1 dozları arasındaki farklılıklarda istatistiksel olarak önemli değildir. Ancak, kontrol ve sıvı deterjanın %0.05 dozları ile sıvı deterjanın %0.01 ve %0.1 dozları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli oldukları belirlenmiştir. 28. ve 90. günlerde hazırlanan betonlarda ise bütün oranlar arasındaki farklılıkların istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür. Aşağıda tablo 27.'de görüldüğü gibi, birim hacim ağırlığı en büyük değerini 7 günlük numunelerde, %0,04 ile %0,06 katkı oranı arasında almaktadır. Bu orandan sonra birim hacim ağırlığı düşmektedir. 28 günlük numunelerde ise, birim hacim ağırlığının katkı oranları artışına bağlı olarak arttığı söylenebilir.

Tablo 27. 7 Günlük, sıvı deterjan katkı katı beton özellikleri

7günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm^3)		Mukavemet (Kg/cm^2)	
1.SD%0,01	12043	2,27	2,26	100,03	95,08
2.SD%0,01	11888	2,24		90,12	
1.SD%0,05	12295	2,32	2,32	128,07	126,28
2.SD%0,05	12240	2,31		124,49	
1.SD%0,1	12135	2,29	2,29	88,9	90,37
2.SD%0,1	12158	2,29		91,83	

Tablo 28 .28 Günlük, sıvı deterjan katkı katı beton özellikleri

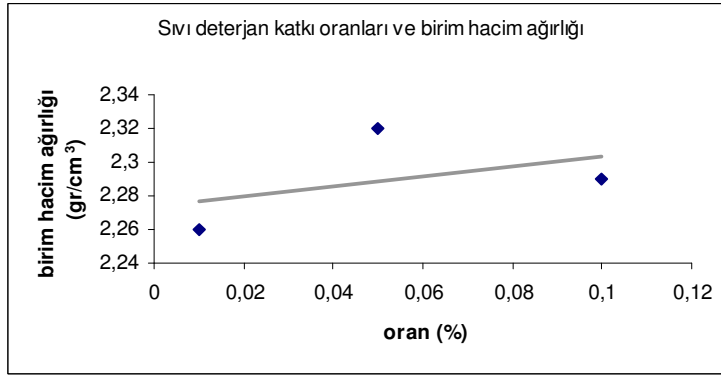
28 günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm^3)		Max. su işleme Derinliği (mm)		Mukavemet (Kg/cm^2)	
1.SD%0,01	12118	2,29	2,29	59	57,5	204,05	194,3
2.SD%0,01	12071	2,28		56		184,55	
1.SD%0,05	12140	2,29	2,29	48	41	233,88	235,47
2.SD%0,05	12130	2,29		34		237,05	
1.SD%0,1	12176	2,3	2,3	38	37	218,92	217,06
2.SD%0,1	12156	2,29		36		215,19	

Tablo 29. 90 Günlük, sıvı deterjan katkı katı beton özellikleri

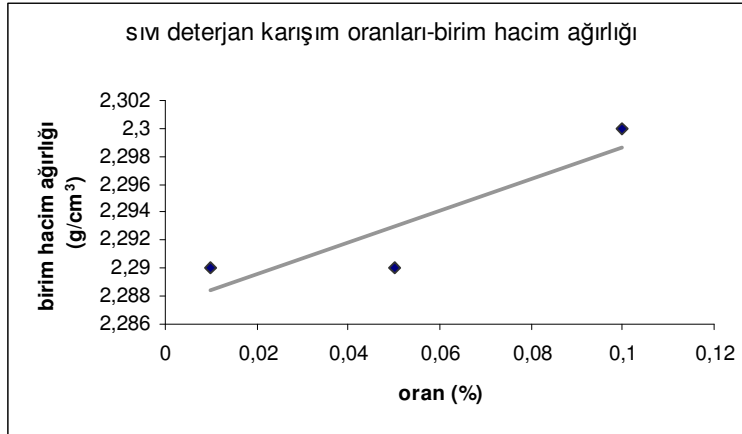
90 günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm^3)		Mukavemet (Kg/cm^2)	%20 Azaltılmış	
1.SD%0,01	7769	2,3	2,29	226,56	181,25	180,3
2.SD%0,01	7689	2,28		224,18	179,34	
1.SD%0,05	7843	2,32	2,32	310,6	248,48	242,48
2.SD%0,05	7803	2,31		295,6	236,48	
1.SD%0,1	7710	2,28	2,3	251,45	201,16	196,79
2.SD%0,1	7808	2,31		240,52	192,42	

Tablo 30. 28 Günlük sıvı deterjan katkılı katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri:

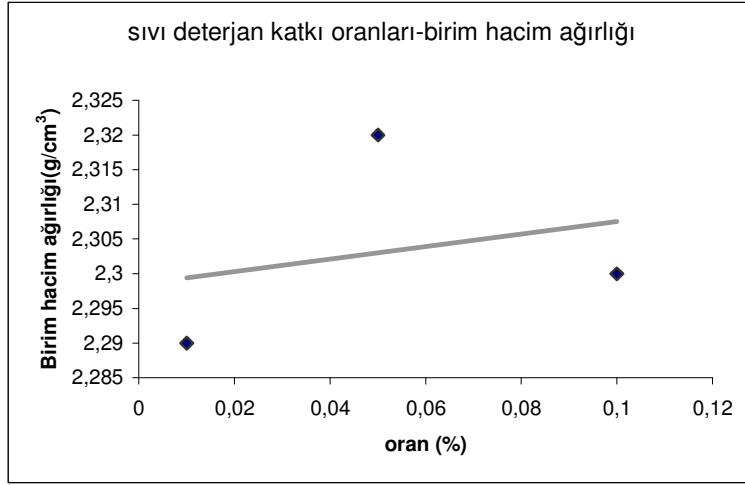
Beton test çekici okumaları (28 günlük)											Toplam	Ortalama	Mukavemet değerleri Kg/cm ²
1SD%0,01	28	29	27	28	28	28	29	30	29	29	285	28,5	255
2SD%0,01	24	30	25	28	29	27	24	25	25	25	262	26,2	225
1SD%0,05	30	28	30	26	27	28	29	29	29	28	284	28,4	255
2SD%0,05	27	30	29	30	30	26	27	29	29	30	287	28,7	262
1SD%0,1	27	27	28	29	29	31	28	27	28	29	283	28,3	255
2SD%0,1	24	25	20	29	29	29	30	28	29	29	272	27,2	245



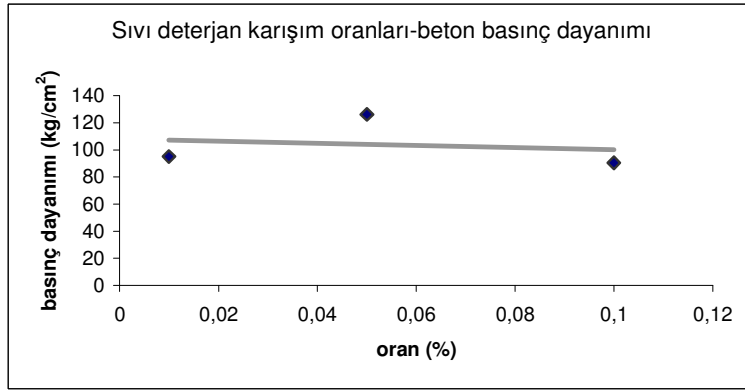
Şekil 36. 7 Günlük silindir beton numunesinde SD' nin katkı oranları – birim hacim ağırlığı ilişkisi



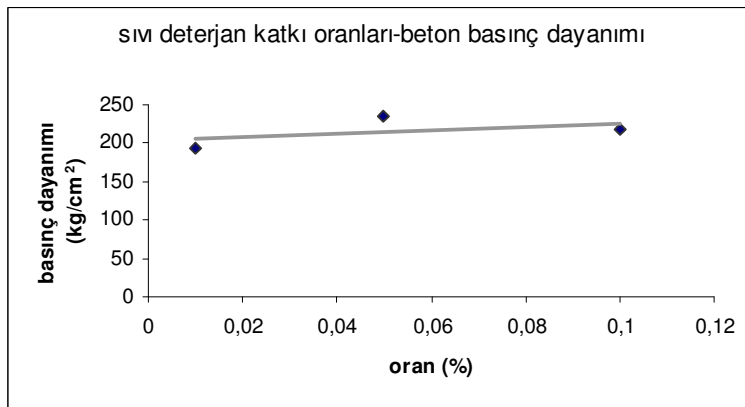
Şekil 37. 28 Günlük silindir beton numunesinde SD' nin katkı oranları –birim hacim ağırlığı ilişkisi



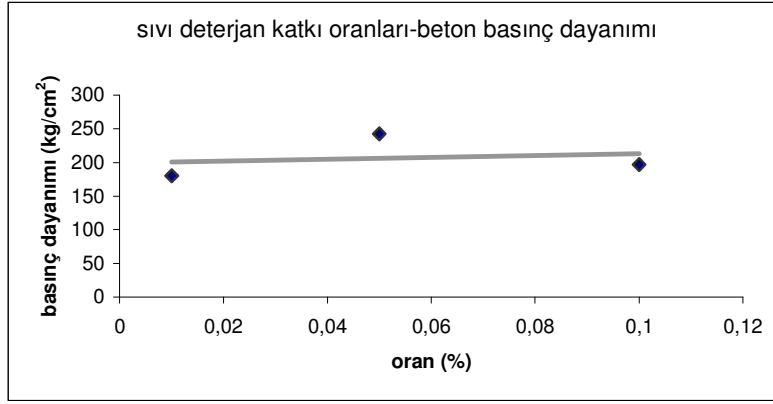
Şekil 38. 90 günlük küp beton numunesinde SD'nin katkı oranları –birim hacim ağırlığı ilişkisi



Şekil 39. 7 Günlük silindir beton numunesinde SD'nin katkı oranları – basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 40. 28 günlük silindir beton numunesinde SD'nin katkı oranları –basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 41. 90 günlük küp beton numunesinde SD'nin katkı oranları-basınç dayanımı ilişkisi

3.4.3. Günlere Bağlı Olarak Farklı Sika Plastocerete-N (SK) Oranlarının Betonların Görünür Birim Hacim Ağırlığı ve Mukavemet Dirençlerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları ve Katı Betonun Özellikleri:

7, 28 ve 90. Günlerde, farklı SK (Sika Plastocerete-N) oranları katılarak hazırlanan betonların, görünür yoğunlukları arasındaki farklılıkların irdelenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ne oranlar arasında ($P=0.645$) ne günler arasında ($P=0.205$) istatistiksel olarak önemli olan farklılıklar bulunmamıştır. Benzer şekilde oran x gün interaksiyon etkisi de istatistiksel olarak önemli değildir ($P=0.121$).

Diğer taraftan, beton yaşı ve farklı oranlarda SK katılarak hazırlanan betonların mukavemet dirençleri bakımından karşılaştırılması amacıyla yapılan varyans analizi sonucuna göre; günler ($P=0.007$) ve oranlar arasında ($P=0.000$) istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenirken; oranlar arasındaki farklılıkların günlere göre değişmediği görülmüştür ($P=0.143$). Yapılan DUNCAN testi sonucunda 7., 28. ve 90.günde hazırlanan betonların mukavemet dirençlerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Oranlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla yapılan DUNCAN testi sonuçlarına göre ise; kontrol ve SK'nın %0.05 lik dozları arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı, buna karşın SK'nın %0.01 ve %0.1 lik dozları ile diğer dozlar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür. Mukavemet değerleri sırasıyla; 7 günlüklerde 98 Kg/cm^2 ($9,8 \text{ N/mm}^2$), $111,2 \text{ g/cm}^2$ ($11,12 \text{ N/mm}^2$), $140,3 \text{ Kg/cm}^2$ ($14,03 \text{ N/mm}^2$); 28 günlüklerde $192,92$

Kg/cm² (19,292 N/mm²), 245,17 Kg/cm² (24,517 N/mm²), 268,46 Kg/cm² (26,846 N/mm²); 90 günlüklerde 233,33 Kg/cm² (23,33 N/mm²), 236,65 Kg/cm² (23,665 N/mm²), 244,35 Kg/cm² (24,435 N/mm²) olarak elde edilen değerler, tablo 31., 32., 33.'de görülmektedir. Kontrol grubuna göre bütün yaşlarda artış olduğu açıkça görülmektedir. Mukavemet değerinin katkı oranı arttıkça; 7, 28, 90 günlük betonlarda iyileştiğini söylemek mümkündür. 28 Günlük numunelerde kendi içinde katkı oranı arttıkça su işleme derinliği azalmaktadır. Kullanılan en yüksek karışım oranı ile en az karışım oranı arasında su işleme derinliği açısından % 45 fark olduğu görülmüştür (Tablo 32.). Buradan, kimyasal katkının oranı arttıkça, geçirimsizliğin de arttığını söylemek mümkündür. Yine Şimşek (1993)'de beton yaşı ve kimyasal katkı oranı arttıkça, basınç dayanımının arttığını belirtmektedir.

Tablo 31. 7 Günlük Sika-Plastocerede-N Katkılı katı beton özellikleri

7günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm ³)		Mukavemet (Kg/ cm ²)	
1.SK%0,25	12093	2,28	2,29	96,54	98
2.SK%0,25	12129	2,29		99,47	
1.SK%0,50	12166	2,29	2,3	114,42	111,21
2.S%K0,50	12245	2,31		107,99	
1.SK%0,75	12189	2,3	2,29	140,5	140,3
2.SK%0,75	12102	2,28		140,09	

Tablo 32. 28 Günlük Sika-Plastocerede-N Katkılı katı beton özellikleri

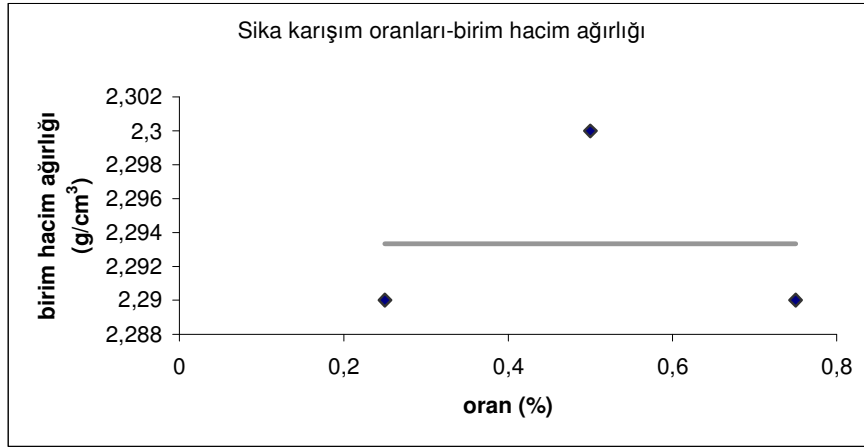
28 günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm ³)		Max. su işleme Derinliği (mm)		Mukavemet (Kg/ cm ²)	
1.SK%0,25	12151	2,29	2,29	45	37,5	229,97	192,92
2.SK%0,25	12150	2,29		30		155,86	
1.SK%0,50	12262	2,31	2,31	24	29	248,99	245,17
2.S%K0,50	12258	2,31		34		241,34	
1.SK%0,75	12332	2,33	2,33	31	26,5	275,33	268,46
2.SK%0,75	12287	2,32		22		261,58	

Tablo 33 .90 Günlük Sika-Plastocerede-N Katkılı katı beton özellikleri

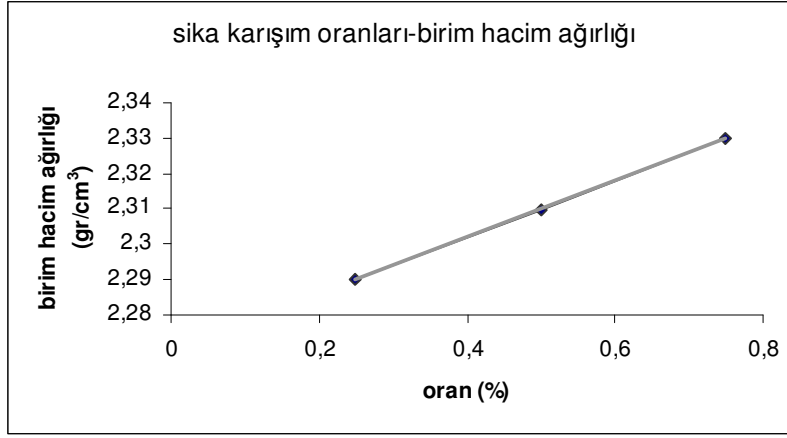
90 günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim		Mukavemet (Kg/ cm ²)	%20 Azaltılmış	
		ağırlığı(gr/cm ³)				
1.SK%0,25	7883	2,34	2,34	293,32	234,66	233,33
2.SK%0,25	7861	2,33		290	232	
1.SK%0,50	7864	2,33	2,34	290,38	232,3	236,65
2.S%K0,50	7895	2,34		301,28	241	
1.SK%0,75	7856	2,33	2,32	311,56	249,25	244,35
2.SK%0,75	7799	2,31		298,12	239,45	

Tablo 34 .28 Günlük Sika-Plastocerede-N katkıli katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri:

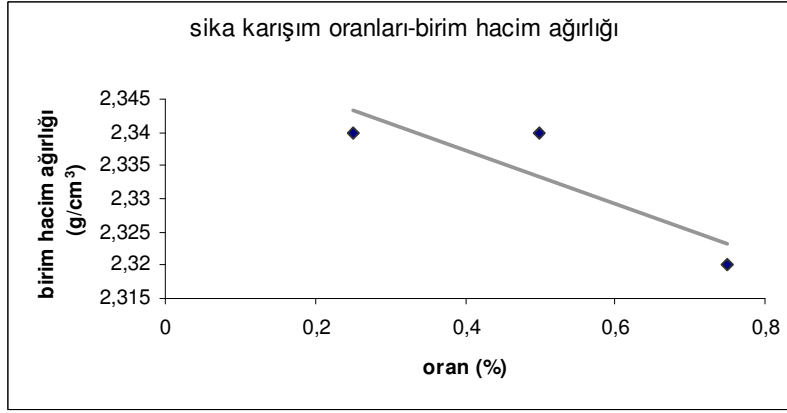
Beton test çekici okumaları (28 günlük)											Toplam	Ortalama	Mukavemet değerleri Kg/cm ²
1SK%0,25	29	25	30	29	27	26	29	25	27	27			
2SK%0,25	29	31	29	36	31	28	29	28	31	30	302	30,2	285
1SK%0,50	27	25	29	29	29	26	27	28	29	30	279	27,9	255
2S%K0,50	30	31	28	26	30	30	30	28	29	27	289	28,9	264
1SK%0,75	26	30	27	30	24	29	28	30	29	31	284	28,4	260
2SK%0,75	30	31	30	28	29	30	30	30	29	29	296	29,6	283



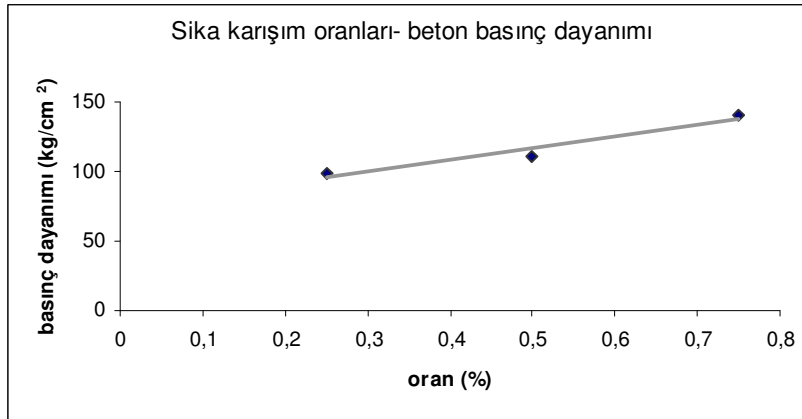
Şekil 42. 7 Günlük silindir beton numunesinde SK'nin katkı oranları –birim hacim ağırlığı ilişkisi



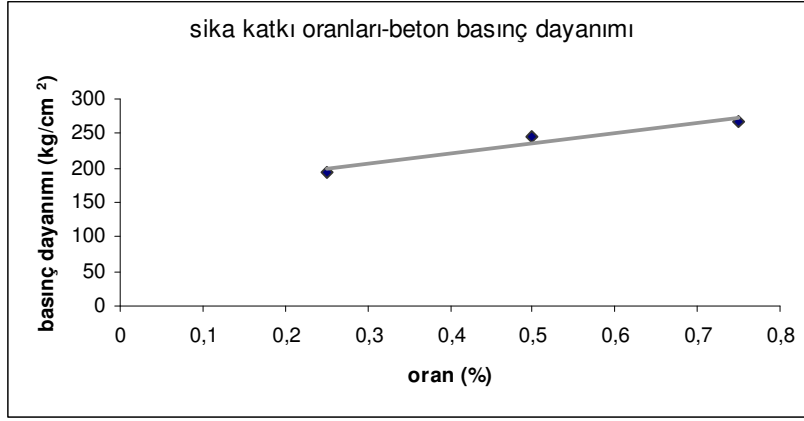
Şekil 43. 28 Günlük silindir beton numunesinde SK'nın katkı oranları –birim hacim ağırlığı ilişkisi



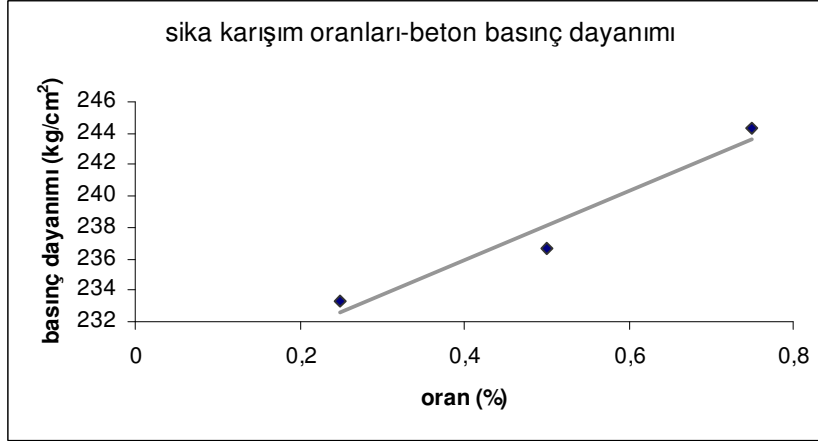
Şekil 44. 90 günlük küp beton numunesinde SK'nın katkı oranları – birim hacim ağırlığı ilişkisi.



Şekil 45. 7 Günlük silindir beton numunesinde SK'nın katkı oranları – basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 46. 28 günlük silindir beton numunesinde SK'nin katkı oranları –basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 47. 90 günlük küp beton numunesinde SK'nın katkı oranları –basınç dayanımı ilişkisi.

3.4.4.Günlere Bağlı Olarak Farklı Uçucu Kül (UC) Oranlarının Betonların Görünür Birim Hacim Ağırlığı ve Mukavemet Dirençlerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları ve Katı Beton Özellikleri:

%5, %15, %35 Uçucu kül katılarak elde edilen ve 7, 28, 90 gün kür havuzlarında bekletilen ve temel olarak bu şartların mukavemet ve geçirgenliğe etkilerinin belirlenmesi amaçlanan bu çalışmada; bu gruba ait mukavemet değerleri karışım oranları sırasına göre şöyle elde edilmiştir: birinci olgunlaşma yaşında 131,31 Kg/cm² (13,131 N/mm²), 119,33 Kg/cm² (11,933 N/mm²), 125,39

Kg/cm² (12,539 N/mm²), ikinci olgunlaşma yaşında 234,7 Kg/cm² (23,47 N/mm²), 276,1 Kg/cm² (27,61 N/mm²), 203,65 Kg/cm² (20,365 23,297 N/mm²), üçüncü olgunlaşma yaşında 232,97 Kg/cm² (23,297 N/mm²), 278,47 Kg/cm² (27,847 N/mm²), 214,33 Kg/cm² (21,433 N/mm²) olarak bulunmuştur. Tablo...’da da de görüldüğü gibi ;7, 28 ve 90. günlük yaşlarda ve farklı oranlarda UÇ (Uçucu Kül) katılarak hazırlanan betonların görünür birim hacim ağırlıkları arasındaki farklılıkların irdelenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ne oranlar arasında (P=0.06) ne günler arasında (P=0.996) istatistiksel olarak önemli olan farklılıklar bulunmamıştır. Birim hacim ağırlıklarında bir değişim izlenmemiştir. Benzer şekilde oran x gün interaksyon etkisi de istatistiksel olarak önemli değildir (P=0.649). Mukavemet direnci bakımından yapılan varyans analizi sonucunda ise günler (P=0.009) ve oranlar arasında (P=0.000) istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenirken, oranlar arasındaki farklılıkların günlere göre değişmediği görülmüştür (P=0.079). Yapılan DUNCAN testi sonucunda 7., 28. ve 90.günde hazırlanan betonların mukavemet dirençlerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Oranlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla yapılan DUNCAN testi sonuçlarına göre ise UÇ’ nin %15lik dozu ile diğer dozlar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

En düşük su işleme derinliği %35 katkı oranında 19 mm olarak belirlenmiştir. Şimşek, (1993)’de 7 günlük numunelerde katkı oranının artması ile mukavemetin düştüğünü ifade etmektedir. Bu çalışmada da %5 katkı oranı ile %35 katkı oranı arasında % 4,7 azalma olduğu tespit edilmiştir. (Tablo35.) Yine Şimşek aynı çalışmada 28 günlük numunelerde ise basınç dayanımlarının uçucu kül artış oranına paralel olarak % 22,5 katkı oranına kadar artış gösterdiğini; bu katkı oranından sonra ise mukavemette azalmalar görüldüğünü belirtmektedir. Yaptığımız çalışmada, %15 katkı oranındaki ortalama basınç gerilmesi ile %35 katkı oranındaki basınç gerilmesi arasında %35,6 azalma olduğu gözlenmiştir. Buradan, belirli oranlardan sonra uçucu kül katkısının, betonun basınç dayanımını düşürdüğü sonucuna varabiliriz.

Tablo 35. 7 Günlük uçucu kül katkılı katı beton özellikleri

7günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm^3)		Mukavemet ($\text{Kg cm}^2 /$)	
1.UÇ%5	12054	2,27	2,29	134,82	131,31
2.UÇ%5	12196	2,3		127,8	
1.UÇ%15	12101	2,28	2,28	138,88	119,33
2.UÇ%15	12078	2,28		99,78	
1.UÇ%35	11965	2,26	2,26	118,89	125,39
2.UÇ%35	11928	2,25		131,88	

Tablo 36 . 28 Günlük uçucu kül katkılı katı beton özellikleri

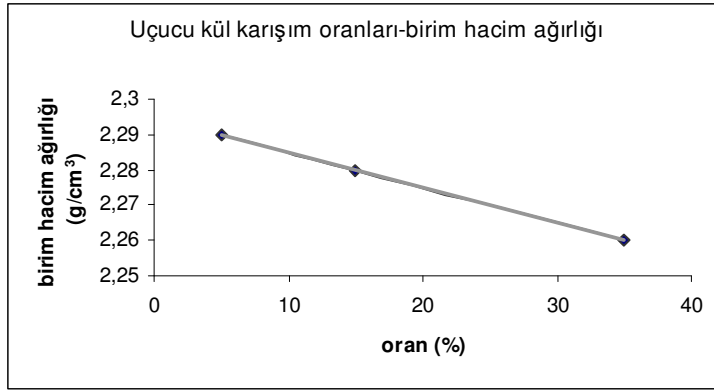
28 günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm^3)		Max. su işleme Derinliği (mm)		Mukavemet (Kg/cm^2)	
1.UÇ%5	12153	2,29	2,3	24	24	201,21	234,7
2.UÇ%5	12187	2,3		24		267,52	
1.UÇ%15	12247	2,31	2,32	40	27	282,8	276,1
2.UÇ%15	12369	2,33		14		269,3	
1.UÇ%35	12008	2,27	2,26	25	19	223,32	203,65
2.UÇ%35	11931	2,25		13		183,98	

Tablo 37. 90 Günlük uçucu kül katkılı katı beton özellikleri

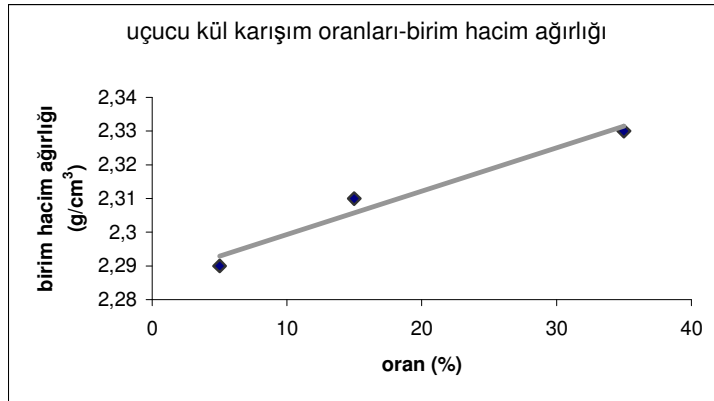
90 günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm^3)		Mukavemet (Kg/cm^2)	%20 Azaltılmış (Kg/cm^2)	
1.UÇ%5	7680	2,28	2,29	290,25	232,2	232,97
2.UÇ%5	7790	2,3		292,16	233,73	
1.UÇ%15	7843	2,32	2,3	334,16	267,33	278,47
2.UÇ%15	7735	2,29		362	289,6	
1.UÇ%35	7475	2,21	2,27	261,47	209,18	214,33
2.UÇ%35	7816	2,32		274,34	219,47	

Tablo:38 .28 Günlük uçucu kül katkıli katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri:

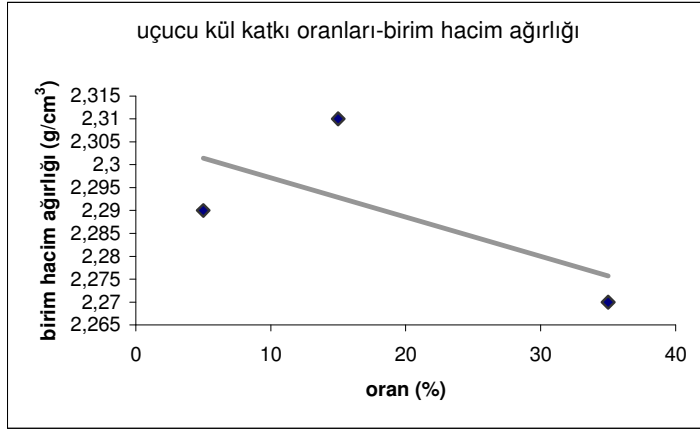
Beton test çekici okumaları (28 günlük)											Toplam	Ortalama	Mukavemet değerleri Kg/cm ²
1UÇ%5	28	30	28	30	29	31	32	29	29	29	295	29,5	285
2UÇ%5	28	37	28	26	32	30	28	28	32	29	298	29,8	282
1UÇ%15	29	29	29	29	30	29	29	31	30	28	293	29,3	274
2UÇ%15	29	29	29	31	29	28	30	31	28	30	294	29,4	267
1UÇ%35	29	29	27	27	28	29	29	29	29	29	285	28,5	255
2UÇ%35	29	29	29	27	27	26	29	27	27	28	278	27,8	249
1GR%0,05	28	29	31	28	28	25	38	27	23	32	289	28,9	267



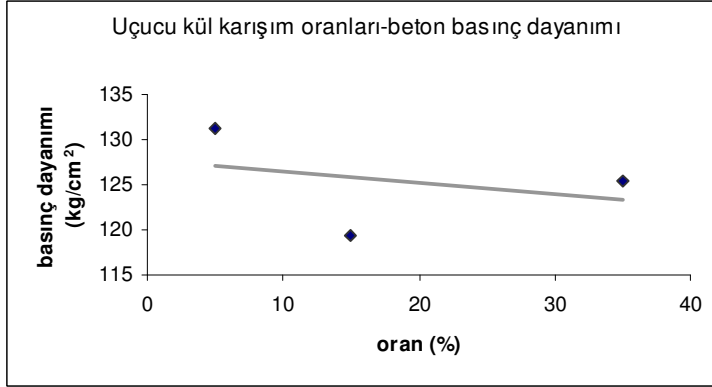
Şekil 48. 7 Günlük silindir beton numunesinde UÇ'nin katkı oranları – birim hacim ağırlığı ilişkisi



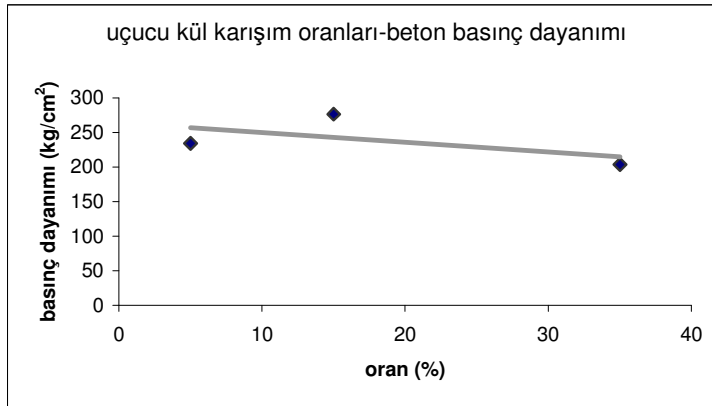
Şekil 49. 28 Günlük silindir beton numunesinde UÇ'nin katkı oranları – birim hacim ağırlığı ilişkisi.



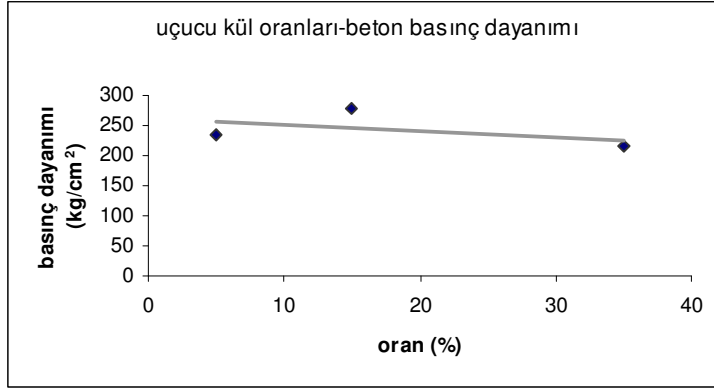
Şekil 50. 90 günlük küp beton numunesinde UÇ'nin katkı oranları – birim hacim ağırlığı ilişkisi



Şekil 51. 7 Günlük silindir beton numunesinde UÇ'nin katkı oranları – basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 52. 28 günlük silindir beton numunesinde UÇ'nin katkı oranları –basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 53. 90 günlük küp beton numunesinde UÇ'nin katkı oranları-basınç dayanımı ilişkisi

3.4.5. Günlere Bağlı Olarak Farklı Granül Sabun (GR) Oranlarının Betonların Görünür Birim Hacim Ağırlığı ve Mukavemet Dirençlerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları ve Katı Beton Özellikleri:

Granül sabun katılarak elde edilen beton örnekleri üzerinde yapılan basınç deneyleri ve su işleme derinliği tespiti çalışmalarında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

7, 28 ve 90. Günlük, farklı oranlarda GR (Granül Sabun) katılarak hazırlanan betonların birim hacim ağırlıkları arasındaki farklılıkların irdelenmesi amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ne oranlar arasında ($P=0.486$) ne günler arasında ($P=0.472$) istatistiksel olarak önemli olan farklılıklar bulunmamış, birim hacim ağırlıklarında pek değişim izlenmemiştir. Benzer şekilde oran x gün interaksiyon etkisi de istatistiksel olarak önemli değildir ($P=0.752$). Beton permeabilite cihazında 5 atm. basınçta, 24 saat bekletilerek, bu sürenin sonunda su işleme derinliği belirlenen, 28 günlük numunede elde edilen maksimum su işleme derinliği 49 mm ile % 0,05'lik katkı oranında bulunmuştur. %0,1 katkı oranında ise 31,5 mm ile minimum değer elde edilmiştir. Mukavemet direnci bakımından yapılan varyans analizi sonucunda ise günler ($P=0.013$) ve oranlar arasında ($P=0.000$) istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenirken, oranlar arasındaki farklılıkların günlere göre değişmediği görülmüştür ($P=0.390$). Yapılan DUNCAN testi sonucunda 7., 28. ve 90.günde hazırlanan betonların mukavemet dirençlerinin

birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Elde edilen mukavemet değerleri şöyle olmuştur: %0,05, %0,1 ve %0,2 oranları için sırasıyla:7 günlüklerde; 92,1 Kg/cm² (9,21 N/mm²) 90,41 Kg/cm² (9,041 N/mm²), 101,51 Kg/cm² (10,151N/mm²), 28 günlüklerde 216,61 Kg/cm² (21,661 N/mm²), 178,91 Kg/cm² (17,891N/mm²), 228,391 Kg/cm² (22,84N/mm²) ve 90 günlüklerde 206,151 Kg/cm² (20,62 N/mm²),197,381 Kg/cm² (19,74 N/mm²) 246,48 Kg/cm² (24,65 N/mm²) olarak elde edilmiştir. 7 Günlüklerde oranların artışına karşın mukavemet değerlerinde de ortalama %6'lık bir artıştan bahsedilebilir. 28 günlüklerde ise ikinci oranda mukavemet değeri bir miktar azalırken; üçüncü oranda yaklaşık %5 artış izlenmiştir.Burada oranlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla yapılan DUNCAN testi sonuçlarına göre ise dozlar arasında istatistik olarak önemli olan bir farklılık bulunamamıştır. Beton basınç dayanımı hakkında genel olarak, bütün katkı oranları için, olgunlaşma yaşlarına bağlı olarak arttığından bahsedilebilir..

Tablo 39. 7 Günlük granül sabun katkılı katı beton özellikleri

7günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm ³)		Mukavemet (Kg/ cm ²)	
1.GR%0,05	12293	2,32	2,3	92,14	92,1
2.GR%0,05	12084	2,28		91,99	
1.GR%0,1	12188	2,3	2,3	90,12	90,4
2.GR%0,1	12200	2,3		90,61	
1.GR%0,2	12120	2,29	2,31	92,55	101,5
2.GR%0,2	12389	2,33		110,44	

Tablo 40. 28 Günlük granül sabun katkılı katı beton özellikleri

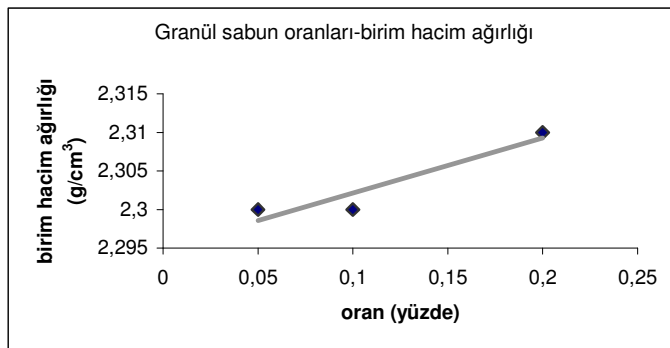
28 günlükler	Ağırlık(gr)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm ³)		Max. su işleme Derinliği (mm)	su	Mukavemet (Kg cm ² /)	
1.GR%0,05	12130	2,29	2,28	48	49	225,67	216,61
2.GR%0,05	12029	2,27		50		207,55	
1.GR%0,1	12245	2,31	2,3	28	31,5	217,29	178,9
2.GR%0,1	12167	2,3		35		140,5	
1.GR%0,2	12171	2,3	2,3	37	33	244,84	228,39
2.GR%0,2	12191	2,3		29		211,93	

Tablo 41. 90 Günlük granül sabun katkı katı beton özellikleri

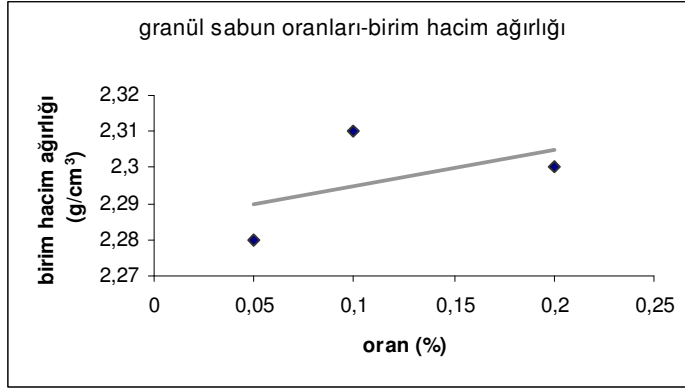
90 günlükler	Ağırlık(g r)	Birim hacim ağırlığı(gr/cm ³)		Mukavemet (Kg/ cm ²)	%20 Azaltılmış	
1.GR%0,05	7626	2,26	2,31	245,39	196,31	206,15
2.GR%0,05	7920	2,35		269,98	215,98	
1.GR%0,1	7740	2,29	2,3	259,58	207,66	197,38
2.GR%0,1	7762	2,3		233,85	187,1	
1.GR%0,2	7837	2,32	2,34	325,99	260,79	246,48
2.GR%0,2	7933	2,35		290,2	232,16	

Tablo 42 .28 Günlük granül sabun katkı katı betonun test çekici okumaları ve yaklaşık basınç dayanımı değerleri:

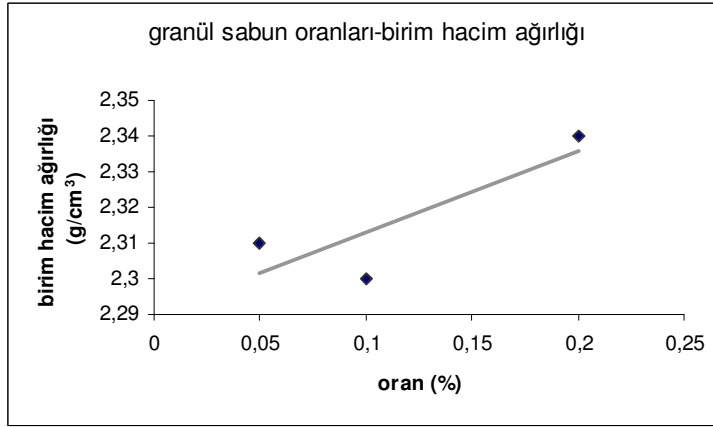
Beton test çekici okumaları (28 günlük)											Toplam	Ortalama	Mukavemet değerleri Kg/cm ²
1GR%0,05	28	29	31	28	28	25	38	27	23	32			
2GR%0,05	29	29	29	28	27	28	29	29	27	27	282	28,2	255
1GR%0,1	28	28	30	28	27	30	27	29	29	29	285	28,5	259
2GR%0,1	29	30	30	30	27	30	29	29	29	30	293	29,3	269
1GR%0,2	31	31	30	30	31	32	29	30	30	30	304	30,4	289
2GR%0,2	26	29	29	30	28	29	26	31	30	29	287	28,7	263



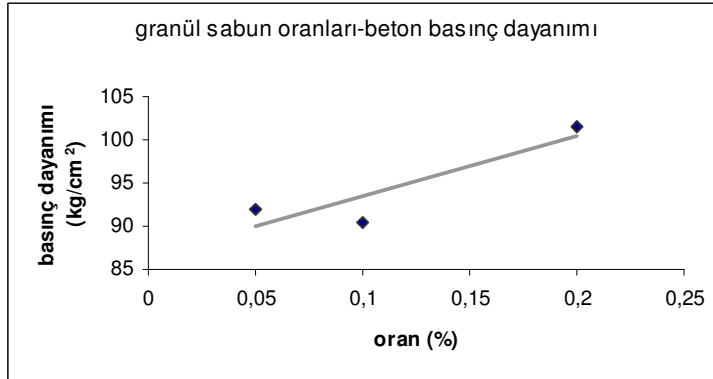
Şekil 54. 7 Günlük silindir beton numunesinde GR'nin katkı oranları –yoğunluk ilişkisi.



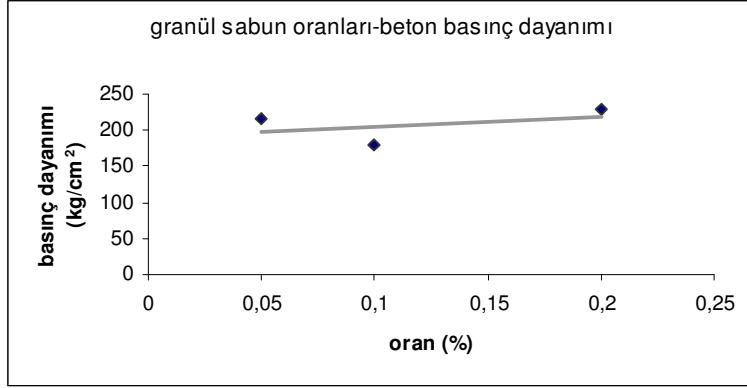
Şekil 55. 28 Günlük silindir beton numunesinde GR'nin katkı oranları –yoğunluk ilişkisi



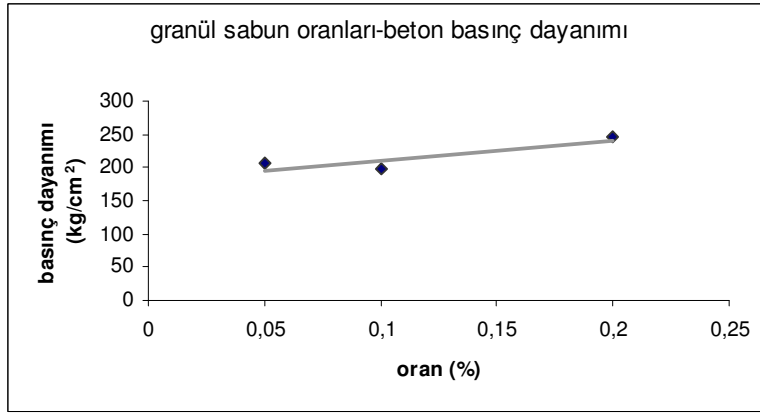
Şekil 56. 90 günlük küp beton numunesinde GR'nin katkı oranları –yoğunluk ilişkisi



Şekil 57. 7 Günlük silindir beton numunesinde GR'nin katkı oranları – basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 58. 28 günlük silindir beton numunesinde GR'nin katkı oranları-basınç dayanımı ilişkisi



Şekil 59. 90 günlük küp beton numunesinde GR'nin katkı oranları-basınç dayanımı ilişkisi

Tablo 43. Birim hacim ağırlığı ve su işleme derinliği için analiz sonuçları

Özellik	Katkı Maddesi	Oranlar (%)	$\bar{X} \pm S_x$	
Birim hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Kontrol	-	2,315 ± 0,005	
	SD (Sıvı Deterjan)	0,01	2,315 ± 0,005	
		0,05	2,32 ± 0,000	
		0,1	2,3 ± 0,000	
	SK (Sika-Plastocerede-N)	0,025	2,31 ± 0,000	
		0,05	2,3050 ± 0,025	
		0,075	2,32 ± 0,01	
	UÇ (Uçucu Kül)	5	2,3050 ± 0,015	
		15	2,32 ± 0,000	
		35	2,27 ± 0,01	
	GR (Granül Sabun)	0,05	2,285 ± 0,015	
		0,1	2,32 ± 0,000	
		0,2	2,305 ± 0,005	
	Su işleme derinliği (mm)	Katkı Maddesi	Oranlar (%)	$\bar{X} \pm S_x$
		Kontrol	-	25,50 ± 1,5
SD (Sıvı Deterjan)		0,01	57,50 ± 1,5	
		0,05	41,00 ± 7,00	
		0,1	37,00 ± 1,00	
SK (Sika-Plastocerede-N)		0,025	37,50 ± 7,50	
		0,05	29,00 ± 5,00	
		0,075	26,50 ± 4,50	
UÇ (Uçucu Kül)		5	24,00 ± 0,00	
		15	27,00 ± 13,00	
		35	19,00 ± 6,00	
GR (Granül Sabun)		0,05	49,00 ± 1,00	
		0,1	31,50 ± 3,50	
		0,2	33,00 ± 4,00	

Tablo 44. Sıvı detejan için birim hacim ağırlığı ve mukavemetin oranla ilişkisi

Oran	Birim Hacim Ağırlığı	Mukavemet
Kontrol	2,32± 0,165	215,6± 28,7
0,01	2,2767± 0,0084	171,6± 25,0
0,05	2,3067± 0,0056	221,6± 32,6
0,1	2,2933± 0,0042	184,5± 30,3

Tablo 45. Sıvı detejan için günlerin birim hacim ağırlığı ve mukavemetle ilişkisi

Günler	Birim Hacim Ağırlığı	Mukavemet
7	2,3025± 0,0164	109,71± 6,54
28	2,2925± 0,0031	223,27± 8,14
90	2,3025± 0,0056	262,0± 11,2

Tablo 46. Sika birim hacim ağırlığına oran ve günlerin etkisi

	7 Günlük	28 Günlük	90 Günlük	Toplam
Kontrol	2,3500 ± 0,0707	2,3000 ± 0,0141	2,3100 ± 0,0141	2,3200 ± 0,0405
%0,025	2,2850 ± 0,0071	2,2900 ± 0,0000	2,3350 ± 0,0071	2,3033 ± 0,0250
%0,05	2,3000 ± ,0141	2,3100 ± 0,0000	2,3350 ± 0,0071	2,3150 ± 0,0176
%0,075	2,2900 ± 0,0141	2,3250 ± 0,0071	2,3200 ± 0,0141	2,3117 ± 0,0194
toplam	2,3063 ± 0,0393	2,3063 ± 0,0151	2,3250 ± 0,0141	2,3125 ± 0,0261

Tablo 47. Uçucu kül katkılı betonun birim hacim ağırlığına oran ve günlerin etkisi

	7 Günlük	28 Günlük	90 Günlük	Toplam
Kontrol	2,3500 ± 0,0707	2,3000 ± 0,0141	2,3100 ± 0,0141	2,3200 ± 0,0405
%0,025	2,2850 ± 0,0212	2,2950 ± 0,0071	2,2900 ± 0,0141	2,2900 ± 0,0126
%0,05	2,2800 ± 0,0000	2,3200 ± 0,0141	2,3050 ± 0,0212	2,3017 ± 0,0214
%0,075	2,2550 ± 0,0071	2,2600 ± 0,0141	2,2650 ± 0,0778	2,2600 ± 0,0358
toplam	2,2925 ± 0,0468	2,2938 ± 0,0250	2,2925 ± 0,0365	2,2929 ± 0,0356

Tablo 48. Granül sabun katkılı betonun birim hacim ağırlığına oran ve günlerin etkisi

	7 Günlük	28 Günlük	90 Günlük	Toplam
Kontrol	2,3500 ± 0,0707	2,3000 ± 0,0141	2,3100 ± 0,0141	2,3200 ± 0,0405
%0,025	2,3000 ± 0,0283	2,2800 ± 0,0141	2,3050 ± 0,0636	2,2950 ± 0,0339
%0,05	2,3000 ± 0,0000	2,3050 ± 0,0071	2,2950 ± 0,0071	2,3000 ± 0,006
%0,075	2,3100 ± 0,0283	2,3000 ± 0,0000	2,3350 ± 0,0212	2,3150 ± 0,0226
toplam	2,3150 ± 0,0378	2,2962 ± 0,0130	2,3112 ± 0,0304	2,3075 ± 0,0289

Tablo 49. Sika katkılı betonun mukavemetine oran ve günlerin etkisi

	7 Günlük	28 Günlük	90 Günlük	Toplam
Kontrol	127,11 ± 1,00	246,27 ± 19,94	273,38 ± 6,99	215,59 ± 70,24
%0,025	98,01 ± 2,07	192,92 ± 52,40	291,66 ± 2,35	194,19 ± 89,74
%0,05	111,21 ± 4,55	245,17 ± 5,41	295,83 ± 7,71	217,40 ± 85,45
%0,075	140,30 ± 0,29	268,46 ± 9,72	304,84 ± 9,50	237,86 ± 77,55
toplam	119,15 ± 17,19	238,20 ± 36,70	291,43 ± 13,39	216,26 ± 77,25

Tablo 50. Uçucu kül katkılı betonun mukavemetine oran ve günlerin etkisi

	7 Günlük	28 Günlük	90 Günlük	Toplam
Kontrol	127,11 ± 1,00	246,27 ± 19,94	273,38 ± 6,99	215,59 ± 70,24
%0,025	131,31 ± 4,96	234,37 ± 46,89	291,21 ± 1,35	218,96 ± 75,50
%0,05	119,33 ± 27,65	276,05 ± 9,55	348,08 ± 105,79	247,82 ± 19,69
%0,075	125,39 ± 9,19	203,65 ± 27,82	267,90 ± 9,10	198,98 ± 65,30
toplam	125,78 ± 12,09	240,08 ± 35,55	295,14 ± 35,03	220,34 ± 77,42

Tablo 51. Granül sabun katkılı betonun mukavemetine oran ve günlerin etkisi

	7 Günlük	28 Günlük	90 Günlük	Toplam
Kontrol	127,11 ± 1,00	246,27 ± 19,94	273,38 ± 6,99	215,59 ± 70,24
%0,025	92,07 ± 0,11	216,61 ± 12,81	257,69 ± 17,39	188,79 ± 77,74
%0,05	90,37 ± 0,35	178,90 ± 54,30	246,71 ± 18,19	171,99 ± 74,66
%0,075	101,50 ± 12,65	228,39 ± 23,27	308,10 ± 25,31	212,66 ± 94,62
toplam	102,76 ± 16,42	217,54 ± 35,71	271,47 ± 28,33	197,26 ± 76,68

3.4.6. Farklı Katkı Oranlarının 28 Günlük Numunelerde Beton Geçirgenliğine Etkisi:

Yapılan varyans analizi sonucunda farklı oranlarda SD katılarak hazırlanmış betonların yoğunluk ortalamaları arasında istatistik olarak önemli olan bir farklılık bulunmazken ($P=0.058$), mukavemet dirençleri arasında istatistiksel olarak önemli olan bir farklılık bulunmuştur ($P=0.016$). Yapılan DUNCAN testi sonucuna göre SD nin %0.05 ve %0.1 lik oranları hariç, diğer oranların mukavemet direncine olan etkilerinin önemli olduğu görülmüştür.

Farklı oranlarda SK ve UC katılarak hazırlanmış betonların yoğunluk ($P=0.877$; $P=0.061$) ve mukavemet direnci ortalamaları arasında istatistik olarak önemli olan bir farklılığın olmadığı görülmüştür ($P=0.432$; $P=0.869$). Diğer taraftan farklı oranlarda GR katılarak hazırlanmış betonların yoğunluk ortalamaları arasında istatistik olarak önemli olan bir farklılık bulunmazken ($P=0.130$), mukavemet dirençleri arasında istatistiksel olarak önemli olan bir farklılık bulunmuştur ($P=0.016$). Yapılan DUNCAN testi sonucuna göre SD nin %0.05 oranı ile diğer oranların mukavemet dirençleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmüştür.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER:

Bu çalışmada yapılan literatür araştırması, gözlem ve deneyler neticesinde elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir:

Uçucu kül katkılı betonu, mukavemet açısından, kontrol grubu ile karşılaştırdığımızda maksimum değerine 28 ve 90 günlük numunelerde %15'lik oranda ulaşmıştır. Ayrıca kendi içinde oranlara göre baktığımızda %15 katkı oranındaki ortalama basınç gerilmesi ile %35 katkı oranındaki basınç gerilmesi arasında %35,6 azalma olduğu gözlenmiştir. Buradan, belirli oranlardan sonra uçucu kül katkısının betonun basınç dayanımını düşürdüğü sonucuna varabiliriz. 28 Günlük numunelerde su işleme derinliklerine bakıldığında, 19 mm 'lik derinlikle %35 katkı oranında en iyi durumun elde edildiği izlenmiştir.

Betonun fiziksel ve mekanik özelliklerini artırmak amacıyla şartlara göre beton kimyasalları veya mineral katkıları kullanılabilir. Bu çalışmada kullanılan Sika-Plastocere-N katkılı beton ile kontrol grubu mukavemet özelliklerini karşılaştırdığımızda, sadece 7 günlük numunelerde ve 1. oranda basınç değeri % 23 daha düşük tespit edilmiştir. Ancak beton yaşı ilerledikçe ve oranlar arttıkça bu değerler % 12'lik bir iyileşmeye dönüştüğü görülmüştür. Maksimum değerine 90 günlük ve 3. oranda ulaşılmıştır. Sika beton kimyasal katkılı betonun mukavemet değerinin katkı oranı arttıkça; 7, 28, 90 günlük betonlarda iyileştiğini söylemek mümkündür. 28 Günlük numunelerde kendi içinde katkı oranı arttıkça su işleme derinliği azalmaktadır. Kullanılan en yüksek karışım oranı ile en az karışım oranı arasında su işleme derinliği açısından % 45 fark olduğu görülmüştür. Buradan, Sika Plastocere-N kimyasal katkısının oranı arttıkça, geçirimsizliğin de arttığını söylemek mümkündür. En iyi duruma üçüncü :% 0,75 oranında ulaşılmıştır.

Sıvı deterjan ve granül sabunun katkılı betonların mukavemet özellikleri 7günlük yaş grubunda ve her katkı oranında daha düşük çıkmıştır. Bu özellik genel olarak diğer yaş ve oranlar için de geçerlidir. Su işleme derinliği de yine bu iki grupta maksimum değerlerine ulaşmıştır. En büyük değerini sıvı deterjanın % 0,01'lik oranında 57 mm ve % 123'lük bir artışla almıştır. Sıvı deterjan ve granül sabunun mukavemet özelliklerine katkısının olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca Granül sabun ve

sıvı deterjan katkılı betonlarda, kontrol grubuna göre su işleme derinliğinin arttığı gözlemlendiğinden, bu tip katkıların geçirimsizlik aranılan sulama kanalı kaplama betonlarında kullanımı uygun değildir.

Bu dört katkının değişik oranlarının yaşlara göre mukavemet özelliğine bakıldığında 7 günlük beton numunelerinde, en yüksek basınç mukavemeti değerinin uçucu kül katkısının %5'lik oranında, 131 Kg/cm² ; 28 günlük beton numunelerinde uçucu külün %15'lik oranında, 276 Kg/cm² ; 90 günlük beton numunelerinde de %15'lik katkı oranında 278 Kg/cm² olarak tespit edilmiştir. Bütün karışımlar içinde uçucu külün %15'lik oranı en yüksek mukavemet değerini vermiştir.

28 günlük beton örneklerinde farklı katkı oranları için su işleme derinliği esas alınarak geçirgenlik özelliği belirlenmiştir. Burada bütün katkı çeşitleri ve oranları içinde en iyi sonuç, uçucu kül katkısının %35'lik oranında, 19 mm ile alınmıştır.

Sulama sistemlerinin verimi, onu oluşturan bütün unsurların kendilerinden beklenen görevleri, servis ömürleri boyunca yerine getirebilme kabiliyetlerine bağlıdır. Buradan, sulama sistemlerinde kullanılacak betonlara ilişkin, yukarıdaki sonuçlara göre aşağıdaki hususların önerilmesi mümkündür;

Öneriler:

1. Beton imalatında kullanılacak ana ve yardımcı malzemeler standartlara uygun olmalı, uygun olmayan malzeme ile beton dökülmemelidir. Özellikle beton agregaları üzerinde gerekli deneyler yapılarak beton üretimi için yeterliliği araştırılmalıdır.
2. Beton bileşenlerinin ve katkı maddelerinin oranları çok iyi ayarlanmalı, mutlaka ön deneme üretimleri yapılmalıdır. Böylece durabilitesi yüksek beton elde edilmesi amaçlanmalıdır.
3. Sulama kanallarının kaplanması için kompasitesi yüksek, mukavemet özellikleri iyi beton kullanılmalı, ekonomik üretim şartları servis ömrü açısından düşünülmeli, yetersiz dozajlı kalitesiz betondan sakınılmalıdır.
4. Sulama sistemlerinde kullanılan betonların daha ekonomik olarak elde edilmesi açısından, gerekli durumlarda uygun uçucu kül katkısı puzolonik özelliğinden faydalanmak ve beton ekonomisi için, % 15 oranına kadar kullanılması uygundur. Bu orandan daha fazla miktarda kullanımı için, gerekli deneysel çalışmalar yapılarak karar verilmelidir.

5. Sulama sistemlerinde, özellikle de geçirimsizlik özelliği aranılan kaplamalarda kullanılacak betonlara, kazandırılması istenilen özelliklere göre beton kimyasalının, kullanım talimatlarına uygun oranlarda katılması yerinde olacaktır. Sika Plastocerete-N için; %0,75 katkı oranı mukavemet ve geçirgenlik için en iyi sonucu vermiştir. Dolayısıyla bu oran, sulama kanal kaplamaları için önerilir.
6. Sıvı deterjan ve granül sabunun mukavemet özelliklerine katkısının olmadığı gözlemlendiğinden sulama kanallarında kullanılacak betonların durabilitesine ve dayanımına katkısı olmayacaktır. Ayrıca Granül sabun ve sıvı deterjan katkılı betonlarda, kontrol grubuna göre su işleme derinliğinin arttığı gözlemlendiğinden, bu tip katkıların geçirimsizlik aranılan sulama kanalı kaplama betonlarında kullanımı uygun değildir.

5. KAYNAKLAR

1. Akbulut, Ü.;Ünal,O.İççağa Y., Demir İ.,Zorluer İ., Ergün A., 2003. *İnşaat Laboratuvar Deneyleri*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınları, Afyon
2. Albayrak, H.,F., 1985. *Beton Deneyleri El Kitabı*, DSİ Yayınları, Ankara
3. Anonim, 1984. TS.1247, Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları,Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112, Bakanlıklar, Ankara
4. Arslan,M., 2001. *Beton*, Atlas Yayınevi, İstanbul
5. Akman M. S. , 1992. *Deniz Yapılarında Beton Teknolojisi*, İTÜ İnşaat Fakültesi, Yapı Malzemesi Anabilim Dalı, İstanbul.
6. Akman, M. S., 1990. *Yapı Malzemeleri*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul
7. Aruntaş H. Y. , 2006. Uçucu Küllerin İnşaat Sektöründe Kullanım Potansiyeli, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* Cilt 21 (1): 193-203
8. Baradan B., Yazıcı H., Ün H. , 2002, *Betonarme Yapılarda Kalıcılık (Durabilite)*, Dokuzeylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No:298, ISBN:975-441-189-1, İzmir.
9. Binici, H., Çağatay, İ.H., Kaplan, H. , 2001, Beton Kürünün Basınç Dayanımına Etkisi Üzerine Deneysel Bir Çalışma, *Hazır Beton Dergisi* (43): 66-71.
10. Beyazıt, Ö.M., 1988. *Beton ve Deneyleri*, D.S.İ. Yayınları, Ankara
11. Büyükkateş K., Alagöz T., 2004. Farklı Çimento Çeşitleri ve Karışımları Kullanılarak Kaplanan Sulama Kanalında Sızma Kayıplarının Belirlenmesi, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (1): 49-58
12. Can H., Güntekin A., Aslan M., Demiran D., 1992. *Alt Yapı Laboratuvarı*, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul
13. Çelik Ö., 2004. Farklı İnceliklerdeki Tras ve Uçucu Külün Çimento Dayanımlarına Etkisi, Pamukkale *Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10 (3): 333-337
14. Doğangün, A., 2003. *Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarım*, Birsen Yayınevi, İstanbul

15. Dursun, Ö.F., Türk, K. ve Yıldırım, M. Ş., 2005. Beton Harcının Dayanım ve Dona Dayanıklılığının İyileştirilmesi için Farklı Tür Puzolan Kullanımı, *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der.* 17 (3), 481-486.
16. D.S.İ. Sulama İşleri Teknik Şartnamesi, 1993. D.S.İ. Teknoloji Daire Başkanlığı Basım ve Foto Film İşletme Şube Müdürlüğü, Ankara.
17. Erdoğan, T.Y.,2003. *Beton*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yayını (METU PRESS), Ankara.
18. Erdoğan T.Y., 1995. *Betonu Oluşturan Malzemeler-Agregalar*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yayını (METU PRESS), Ankara.
19. Erdoğan T.Y. , 1993, Atık Malzemelerin İnşaat Endüstrisinde Kullanımı Uçucu Kül ve Yüksek Fırın Cürufu. Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması Sempozyumu, *İMO Teknik Dergi*, 1-8, Ankara.
20. Eren Ö, Yılmaz Z. , 2004. Değişik Sıcaklıklarda Kür Edilen Salt Portland Çimentolu, Yüksek Fırın Cürufu veya Uçucu Kül Katkılı Betonlarda Dayanım Gelişimi, *İMO Teknik Dergi*, 3311-3322, Yazı 222
21. Eriç, M.,1994. *Yapı Fiziği ve Malzemesi*, Literatür Yayınları, İstanbul
22. Erdoğan T.Y., 1995. *Betonu Oluşturan Malzemeler – Çimentolar*, Türkiye Hazır Beton Birliği.
- 23.Ersoy U., Özcebe G.,2004. *Betonarme*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yayını (METU PRESS), Ankara
24. Ertuğrul, H.; Apan, M., 1979. *Sulama Sistemlerinin Projelenmesi* ,Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:562, Erzurum
25. Georges D., (Çev.: Suvak A. M.), 1949. *Kagir, Beton, Betonarme, Cilt-1*, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul
26. Güner, M. S., Süme, V., 2000. *Yapı Malzemesi ve Beton*, Aktif Yayınevi, İstanbul
27. Kocataşkın.F. 2000 *Yapı Malzemesi Bilimi*, Birsen Yayınevi, İstanbul
28. Karahan O., Arı K., Haktanır T., Cengiz D. Atış C., 2005, İki Farklı Portland Çimentolu Betonların Dayanımına Zaman ve Kür Etkisinin Araştırılması, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 21 (1-2), 62-68,

29. Kanber, R., 2002. *Sulama*, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No:174/A-52, Adana
30. Kızılkaya, F.,1988. *Sulama ve Drenaj*, DSİ Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara
31. Konyalıoğlu, G.; Kabasakaloğlu, S., 1999. *Sulama ve Kurutma*, M.E.B. Devlet Kitapları, Ankara
32. Postacıoğlu, B.,1986. *Beton-Cilt1* , Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul
33. Postacıoğlu, B., 1987. *Beton, Cilt 1, Bağlayıcı Maddeler*, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
34. Postacıoğlu, B., 1987. *Beton, Cilt 2, Agregalar, Beton*, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, s.404, İstanbul,
35. Şener, S., 1976. Menemen Ovası Sulama Şebekesinde Su Naklinde Meydana Gelen Kayıplar Üzerine Bir Araştırma, Menemen Bölge Toprak-Su Araştırma Enstitüsü Yayınları, İzmir.
36. Şimşek, O., 2004, *Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri*, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara
37. Şimşek, O. , 2004. Eğik Yüzeyle Betonlara Farklı Kür Metotlarının Etkisi, *İMO Teknik Dergi*, 3229-3233, Yazı 216
38. Şimşek, O.,1993. Güneydoğu Anadolu Projesinde Şanlıurfa-Harran Sulamasındaki Su Dağıtım Sistemlerinde Beton Kaplama Sorunları Üzerine Bir Araştırma, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi
39. Şimşek, O.,2000. *Yapı Malzemesi-II*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara
40. TS 19, 1992. Çimento-Portland Çimentoları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
41. TS 26, 1992. Çimento-Traslı Çimento, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
42. TS 706, 1980. Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
43. TS 802, 1985. Beton Karışım Hesapları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
44. TS 3114, 1990. Beton Basınç Mukavemeti Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
45. TS 3530, 1980. Beton Agregalarının Tane Büyüklüğü Dağılımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

46. TS 3530 EN 933-1, 1999. Agregaların Granülometrik Özellikleri İçin Deneyle Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini-Eleme Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
47. TS EN 1097-6, 2002. Agregaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri İçin Deneyle Bölüm:6 Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
48. TS EN 1097-2, 2000. Agregaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri İçin Deneyle Bölüm:2 Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
49. TS 2941, 1978. Taze Betonda Birim Ağırlık, Verim ve Hava Miktarının Ağırlık Yöntemi ile Belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
50. TS 10156, 1992. Çimento-Katkılı Çimento, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
41. TS 12139, 1997. Çimento-Portland Curuflu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
52. TS EN 12620, 2003. Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
53. TS 1247, 1984. Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
54. TS 12142, 1997. Çimento-Kompoze, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
55. TS 12143, 1997. Çimento-Portland Kompoze, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
56. TS 3527, 1980. Beton Agregalarında İnce Madde Oranı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
57. TS 3528, 1980. Beton Agregalarında Hafif Madde Oranı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
58. TS 3529, 1980. Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
59. TS EN 12390-8, 2002. Sertleşmiş Beton Deneyle-Basınç Altında Su İşleme Derinliğinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
60. TS EN 12390-3, 2002. Sertleşmiş Beton Deneyle-Deney Numunelerinde Basınç Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
61. TS 3260, 1978. Beton Yüzey Sertliği Yolu İle Yaklaşık Beton Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

62. TS 3440, 1982. “Zararlı Kimyasal Etkileri Olan Su, Zemin ve Gazların Etkisinde Kalacak Betonlar İçin Yapım Kuralları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
63. TS EN 12390-3, 2003. Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
64. TS EN 12350-1, 2002. Beton-Taze Beton Deneyleri-Bölüm 1:Numune Alma, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
65. TS EN 12350-2, 2002. Beton-Taze Beton Deneyleri-Bölüm 2: Çökme Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
66. TS EN 12350-6, 2002. Beton-Taze Beton Deneyleri-Bölüm 6:Yoğunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
67. TS EN 12350-7, 2002. Beton-Taze Beton Deneyleri-Bölüm 7: Hava İçeriğinin Tayini-Basınç Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
68. TS 206-1, 2002. Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara .
69. TS 2872, 1977. Taze Betonda Sıkışma Faktörü Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara .
70. TS EN 934-2, 2002. Kimyasal Katkılar-Beton Katkıları Tarifler, Özellikler, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme, Türk StandartlarıEnstitüsü, Ankara.
71. TS EN 450-1, 2006; TS EN 450-2, 2006. Uçucu kül – Betonda kullanım için – Bölüm 1: Tarifler, özellikler ve uygunluk kriteri.
72. Topçu İ. B., Işıkdag B. ve Tatar Ö. , 2006. Eskişehir’de Hazır Beton Üretiminde Kullanılan Katkı Maddelerinin Sertleşmiş Beton Özelliklerine Etkileri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, (12), Sayı:1
73. Yazıcıoğlu S., Gönen T. ve Çobanoğlu Ö. C., 2005. Elazığ Ferrokrom Cürufunun Betonun Basınç Dayanımı ve Çarpma Enerjisi Üzerine Etkisi, *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der.*, 17 (4), 681-685.
74. Yavuz, M.Y.,1984. Aşağı Seyhan Ovası Sol Sahilinde Bulunan Beton Kaplamalı Kanallarda Sızan Su Miktarlarının Belirlenmesi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
75. Yazıcı Ş., 2002. Değişik Akışkanlaştırıcıların Betondaki Performansları, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4 (2): 41-52

- 76.Yaprak, H., Şimşek, O., Aruntaş, H.Y., 2004. Uçucu Kül ve Yüksek Fırın Cürufunun Süper Akışkanlaştırıcı Katkılı Beton Özelliklerine Etkisi, Beton 2004 Kongresi, 707-715, 10-12 , İstanbul
77. Yeğınobalı, A., 2001. Katkılı Beton mu, Katkılı Çimento mu?, *Çimento ve Beton Dünyası*, (30): 33-35
78. Yıldırım, H., Gülseren H., Uyan, M., Kemerli, M. K.,2003. Geçirimsizlik Sağlayan Katkı Türlerinin Beton Geçirimlilik Özelliklerine Etkisi, İMO, 5.Ulusal Beton Kongresi, 123-131, İstanbul.
79. Zar, Jh., (1999). *Biostatistical Analysis*, New Jersey: Prentice-Hall Inc. Simon and Schuster // a Viacom Company

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana yol gösteren baőtta, değerli hocam, tez danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Muharrem Yetiş Yavuz olmak üzere; bölüm baőtkanımız, değerli hocam Prof. Dr. Sabri ŞENER'e , desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Mehmet Mendeő'e; Yrd. Doç. Dr. Ali KARABAYIR'a; Yrd. Doç. Dr. Lutfi ATAY'a; Yrd. Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK' e; Arő. Gör. Ecmel DİNÇER'e çok teşekkür ediyorum.

Loboratuvar imkanlarını kullandığım, Çanakkale Meslek Yüksekokulu'nun müdürü sayın, Prof Dr. Veysel Salih ÇAVUŐGİL, Teknik Programlar Bölüm Baőtkanı Yrd. Doç. Dr. İbrahim Bulut ve diğer tüm idarecilerine, İnaaat Programı ğretim elemanlarına ve öğrencilerime teşekkür ederim.

Ayrıca çalıőmaların esnasında her zaman manevi desteğini esirgemeyen ve teővik eden eőim Dila iler ÇANKAYA'ya çok teşekkür ediyorum.

Özgeçmiş

1970 Yılında Giresun Tirebolu'da doğdum. İlkokulu Ede Köyü'nde, orta ve lise eğitimimi ise İstanbul'da tamamladım. 1993 Yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi'nden inşaat teknik öğretmeni olarak mezun oldum.

Kısa bir süre, Milli Eğitim Bakanlığı'nda öğretmenlik yaptıktan sonra; 1996 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Meslek Yüksekokulu, Teknik Programlar Bölümü'nde göreve başladım. Halen inşaat programında öğretim görevlisi olarak çalışmaktayım. Evli ve bir çocuk babasıyım.