

**HAZIR BETON SANTRALLERİNDE GERİ DÖNÜŞÜM
SİSTEMİ İLE KAZANILAN ATIK SUYUN (MİLLİ SU)
BETON ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ufuk COŞKUN

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr.Osman ÜNAL

YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS 2007

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIR BETON SANTRALLERİNDE GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMİ İLE
KAZANILAN ATIK SUYUN (MİLLİ SU) BETON ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ufuk COŞKUN

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Osman ÜNAL

YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS 2007

ONAY SAYFASI

Yrd. Doç. Dr. Osman ÜNAL danışmanlığında,
Ufuk COŞKUN tarafından hazırlanan
HAZIR BETON SANTRALLERİNDE GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMİ İLE
KAZANILAN ATIK SUYUN (MİLLİ SU) BETON ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ

başlıklı bu çalışma, lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri

uyarınca

29/08/2007

tarihinde aşağıdaki jüri tarafından

Yapı Eğitimi Anabilim Dalında

Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı, SOYADI	İmza
Başkan	Doç Dr.Ismail DEMİR	
Üye	Yrd.Doç.Dr. M.Serhat BAŞPINAR	
Üye	Yrd.Doç.Dr.Osman ÜNAL	

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetin Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Zehra BOZKURT
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 Hazır Beton Üretimi Ve Çevre Yönetimi	2
2.1.1. Hazır Beton Sektöründe Çevre Yönetim İlkeleri	2
2.1.1.1 Hava Kalitesinin Korunması	2
2.1.1.2 Temiz Su – Atık Su Kontrolü	4
2.1.1.3 Katı Atık Kontrolü	6
2.1.1.4 Akaryakıt – Yağ – Kimyasal Madde Kontrolü	6
2.1.1.5 Gürültü – Vibrasyon Kontrolü	7
2.1.1.6 Personel Eğitimi	7
2.1.1.7 Dış Görünüm – Tesis Düzenlemesi – Peyzaj – Trafik	7
2.2 Planlama	8
2.2.1 Çimento Ve Filler Malzemenin Taşınması Ve Stoklanması	8
2.2.2 Agregaların Taşınması Ve Stoklanması	8
2.2.3 Kimyasal Katkıların Depolanması	8
2.2.4 Akaryakıt Ve Yağların Depolanması	9
2.2.5 Beton Bileşenlerin Karıştırılıp Harmanlanması	9
2.2.6 Taşıma Ve Teslimat	9
2.2.7 Atık Su Ve Diğer Atıkların Yok Edilmesi	9

3. GERİ DÖNÜŞÜM VE BETONDA GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMİ	10
3.1 Geri Dönüşüm Niçin Önemlidir?	10
3.2 Betonda Geri Dönüşüm Sistemi	12
3.2.1 Geri Dönüşüm Sistemi Ekipmanları	14
3.2.2 Geri Dönüşüm Sistemi Çalışma Prensibi	20
3.2.3 Geri Dönüşüm Sistemi Maliyet Analizi	22
3.2.3.1 Geri Dönüşümün Tesise Katkısı	27
3.2.4 Alternatif Geri Dönüşüm Sistemi	28
3.2.4.1 Yapım Aşaması	28
3.2.4.2 Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	37
3.2.4.3 Geri Kazanılmış Su Ve Kullanılabilirliği	37
4. MATERYAL VE METOD	42
4.1 Materyal	42
4.1.1 Çimento	44
4.1.2 Agregası	46
4.1.3 Katkı	46
4.1.4 Su	47
4.2 Metod	49
4.2.1 Beton Numunelerinin Kodlanması	49
4.2.2 Beton Numunelerinin Üretilmesi	49
4.2.3 Taze Beton Kıvam Tayini Deneyi (Çökme Metodu)	50
4.2.4 Taze Betonda Birim Ağırlık Deneyi	50
4.2.5 Taze Betonda Hava Miktarı Tayini Deneyi	50
4.2.6 Küp Numunelerin Alınması Ve Saklanması	51
4.2.7 Basınç Dayanımı Deneyi	51
4.2.8 Karma Sularının Hazırlanması	51

5. BULGULAR	52
5.1 Taze Beton Deney Sonuçları	52
5.2 Sertleşmiş Betonların Basınç Dayanımı	52
6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	54
6.1 Taze Beton Özellikleri	54
6.1.1 Çökme	54
6.1.2 Taze Beton Sıcaklığı	55
6.1.3 Taze Beton Birim Ağırlığı	55
6.1.4 Taze Beton Hava Miktarı	56
6.2 Basınç Dayanım Sonuçları İle AS Arasındaki İlişki	57
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	58
8. KAYNAKLAR	59
9. ÖZGEÇMİŞ	60

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

HAZIR BETON SANTRALLERİNDE GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMİ İLE
KAZANILAN ATIK SUYUN (MİLLİ SU) BETON ÜRETİMİNDE

Ufuk COŞKUN

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Osman ÜNAL

Bu çalışmada, hazır beton santrallerinde kullanılan geri dönüşüm sistemi ile kazanılan atık milli suyun betonda kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Bu amaçla, önce hazır beton santrallerinde kurulması mümkün olan geri dönüşüm sistemleri hakkında bilgiler toplanmış ve maliyet analizleri yapılmıştır. Daha sonra deneysel çalışmalarda karma suyu olarak kullanılacak atık suyla ilgili, gerekli fiziksel ve kimyasal analizler yaptırılarak numuneler üretilmiştir. Beton üretiminde 2 farklı su, karışım suyu olarak kullanılmıştır. Bunlardan birincisi geri dönüşüm tesisinden alınan milli su (MS), diğeri ise çökeltme havuzlarından elde edilen atık su (AS) dur. Beton karışım suyunun kullanım oranları (A) %100 AS, (B) %20 AS - %80 MS, (C) %40 AS - %60 MS, (D) %60 AS - %40 MS, (E) %80 AS - %20 MS, (F) %100 MS olarak belirlenmiş olup 6 farklı beton serisi tasarlanmıştır. Hazırlanan beton karışımlarından 9 ar adet 150X150X150 mm küp numuneler alınmış, taze betonda, çökme, birim ağırlık, beton sıcaklığı, hava miktarı deneyleri, sertleşmiş beton numunelerinde 2,7 ve 28 günlük basınç deneyleri yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre milli su, karışımın işlenebilme özelliğini fazla değiştirmemiş olup, milli su miktarı artışına paralel olarak en iyi sonucu %60 AS - %40 MS karışımı sağlamış olup basınç dayanımında belirgin artış görülmüştür.

2007, 60

Anahtar kelimeler: Beton, Hazır Beton, Geri Dönüşüm, Milli Su, Atık Su.

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

RECYCLE SYSTEMS IN READY MIXED CONCRETE CENTRAL AND USING WASTE WATER (WATER WITH MIL) IN CONCRETE

Ufuk COŞKUN

**Afyon Kocatepe University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Education of Constuction**

Supervisor: Ast.Prof.Dr. Osman ÜNAL

In this study, using waste water, obtained from recycle systems in ready mixed concrete central, in concrete production was evaluated.

For this purpose, literature research about possible recycle system in ready mixed concrete and cost analysis were performed. Later, physical and chemical analysis of waste water which was used as mix water in experimental study, were performed and produced concrete specimens. Two kind of water were used in concrete producing as mix water. One of this is water with mil obtained from recycle system, other is waste water obtained from settlement tank. Using ratios of mix water of concrete were determined as (A)%100 AS, (B)%20 AS-%80MS,(C)%40 AS-%60MS,(D)%60AS-%40MS, (E)%80AS-%20MS, (F) %100MS and six kind of concrete series were designed. Number of 9 150x150x150mm cubic specimens were taken from prepared concrete mix and settlement, unit weight, concrete temperature, void ratio tests were performed for fresh concrete and 2,,7,28 daily of concrete pressure strength tests were performed.

According to the results, water with mil were not changed workability of concrete mix too much, best result obtained from %60AS-%40MS mix proportion to increasing of water with mil and determined pronounced increase at concretes pressure strength.

2007, 60

Key Words: Concrete, Ready Mixed Concrete, Recycle, Water with Mil, Waste Water

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince ilgisini ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Osman ÜNAL'a teşekkür eder bundan sonraki çalışmalarında sağlıklı ve başarılı yıllar dilerim. Ayrıca sevgili eşim ve aileme en içten duygularımınla teşekkür ederim.

Ufuk COŞKUN

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

F	Basınç Dayanımı (N/mm ²)
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
CO ₂	Karbondioksit
CH ₄	Yüksek Safiyette Metan
dBA	Desibel
pH	Asitik Bazik Özellik
NaOH	Sodyum Hidrosit
S ₄	Beton Kıvam Sınıfı

2. Kısaltmalar

AS	Atık Su
MS	Milli Su
3R	Çevre Yönetimi Üç Temel İlkesi
AKM	Askıda Katı Madde
ERMCO	Avrupa Hazır Beton Birliği
CP	Çamur Pompası
V	Vibratör
PV	Pnömatik Vana
ASR	Alkali Silika Reaksiyonu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No	
Şekil 3.1	Uluslararası Geri Dönüşüm Sembolleri	11
Şekil 3.2	Hazır Beton Tesisi Geri Dönüşüm Spesifikasyonları 1	13
Şekil 3.3	Hazır Beton Tesisi Geri Dönüşüm Spesifikasyonları 2	13
Şekil 3.4	Atık Su Karıştırıcı	17
Şekil 4.1	Agrega Karışım Granülometrisi Eğrisi	45
Şekil 6.1	Çökme Miktarı – AS İlişkisi	54
Şekil 6.2	Sıcaklık Değeri - AS İlişkisi	55
Şekil 6.3	Birim Ağırlık - AS İlişkisi	55
Şekil 6.4	Hava Miktarı - AS İlişkisi	56
Şekil 6.4	Sertleşmiş Betonda AS Miktarı İle Basınç Dayanımı Arasındaki İlişki	57

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa No	
Resim 3.1	Yıkama Tamburu	14
Resim 3.2	Beton Boşaltım Oluğu	15
Resim 3.3	Atık Su Karıştırıcı	16
Resim 3.4	Atık Su Havuzu Ajitatörü Motor ve Redüktör	18
Resim 3.5	Atık Su Pompası	19
Resim 3.6	Atık Su Havuzu	19
Resim 3.7	Yıkama Tamburu Çalışma Prensibi	20
Resim 3.8	Yıkama Tamburu Çıkışı	21
Resim 3.9	Santrale Giden Atık Su Boru Hattı	22
Resim 3.10	Atık Malzeme Yükleme ve Taşıma 1	23
Resim 3.11	Atık Malzeme Yükleme ve Taşıma 2	23
Resim 3.12	Atık Malzeme Yükleme ve Taşıma 3	24
Resim 3.13	Atık Malzeme Kurutma Yeri 1	24
Resim 3.14	Atık Malzeme Kurutma Yeri 2	25
Resim 3.15	Atık Malzeme Kurutma Yeri 3	25
Resim 3.16	Atık Malzeme Kurutma Yeri 4	26
Resim 3.17	Geri Dönüşüm Tamburu	28
Resim 3.18	Geri Dönüşüm Havuzu	29
Resim 3.19	Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 1	30
Resim 3.20	Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 2	33
Resim 3.21	Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 3	34
Resim 3.22	Çamur Pompası	34
Resim 3.23	Su Boru Hattı 1	35
Resim 3.24	Su Boru Hattı 2	35
Resim 3.25	Selonaid Ventil	36
Resim 3.26	Su Girişleri	36
Resim 4.1	Atık Su Havuzu	48
Resim 4.2	Milli Su Havuzu	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1 Yıkama Tamburu Ekipman Özellikleri	14
Çizelge 3.2 Atık Su Havuzu Ajitatörü	18
Çizelge 3.3 Geri Dönüşümün Tesise Katkısı	27
Çizelge 3.4 Karma Suyu Özellikleri	39
Çizelge 3.5 Max klorür miktarı	40
Çizelge 3.6 En Fazla Zararlı Madde Miktarı Değerleri	41
Çizelge 4.1 CEM I Çimentosunun Fiziksel Analizi	42
Çizelge 4.2 CEM I Çimentosunun Kimyasal Analizi	43
Çizelge 4.3 Agregaların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	44
Çizelge 4.4 Agregaların Elek Analizi Sonuçları	45
Çizelge 4.5 Kimyasal Katkı Özellikleri	46
Çizelge 4.6 Karma Suların Özellikleri	47
Çizelge 4.7 1m ³ beton üretimi için hesaplanmış malzeme miktarları	49
Çizelge 5.1 Taze Beton Deney Sonuçları	52
Çizelge 5.2 Dayanım Sonuçları	53

1. GİRİŞ

Endüstrinin her kolunda olduğu gibi, hazır beton üretimi ve taşınması sırasında da, doğal ve kentsel çevreyle doğrudan bir etkileşim söz konusudur. Bu etkileşim, hazır beton tesisinin kuruluş aşamasından, üretilen ürün ve hizmetin son kullanım noktasına aktarılmasına kadar devam etmektedir (İnt.Kyn.1).

"Beton" sözcüğünün çevre açısından olumsuz bir takım çağrışımlara kaynaklık ettiği doğrudur, ancak unutmamak gerekir ki, zararlı olan beton değil, plansız yapılaşma ve yanlış uygulamalardır (İnt.Kyn.1).

Hazır beton sektöründe, son derece işlevsel bir "çevre yönetimi" mekanizması bulunmakta, bu konudaki kurallara dikkat edildiğinde, hazır beton üretiminin çevreye olan etkisi yok denecek kadar az olmaktadır. Hazır betonun, üretilmesinden itibaren en çok iki saat içersinde kullanılması gereken bir hızlı tüketim malzemesi olduğu düşünülürse, bu malzemenin üretilceği tesislerin de, kentlerin ve betona ihtiyaç duyulacak diğer birimlerin fazla uzağında olamayacağı gerçeği ortaya çıkmaktadır (İnt.Kyn.1).

Bu noktada önemli olan, taşıma sorumlusundan, tesis sorumlusuna kadar her kademedeki görevlinin, çevre konusunda eğitilerek, bilinçlendirilmesidir. Tesisin, atıkları yoluyla kurulu olduğu alanın doğal çevresine, üretim ve taşıma işlemleri yoluyla da kent çevresine zarar vermesi bu sayede en aza indirgenecek ve çevreyle her anlamda uyumlu bir endüstriyel süreç işleyecektir (İnt.Kyn.1).

2. GENEL BİLGİLER

Hazır beton üretiminin çevreye olan etkisi sanıldığından çok daha azdır; özellikle de şantiyelerde, standartlara aykırılık ve çevre kirliliği pahasına üretilmeye çalışılan elle dökme betonlarla karşılaştırıldığında bu fark daha açık ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, çevre yönetimine ilişkin kurallara uyulmadığı takdirde, her endüstriyel üretim süreci gibi, hazır beton üretiminin de çevreye olumsuz etkide bulunabilecek birtakım unsurları söz konusudur. Hazır beton tesisinin, bulunduğu doğal ve kentsel çevreyle kuracağı uyum, muhtemel olumsuz etkilerini de en aza indirecektir. Bunun yolu da, kuşkusuz akılcı planlama ve sürekli eğitimden geçmektedir (İnt.Kyn.1).

2.1. Hazır Beton Üretimi Ve Çevre Yönetimi

Doğal ve kentsel çevreyle uyumlu üretim ve işletme süreci olarak bilinen çevre yönetimi üç temel ilkeyle (3R) anlamlandırılır (İnt.Kyn.3).

- Geri kazanım (Re-Coverry)
- Yeniden kullanım (Re-use)
- Geri dönüşüm (Re-Cycling)

2.1.1. Hazır Beton Sektöründe Çevre Yönetim İlkeleri

2.1.1.1. Hava Kalitesinin Korunması

Hava kirliliğini yaratan neden toz emisyonlarıdır. Havada bulunan toz emisyonları toz, kir, is, duman ve asılı halde duran sıvı damlalarından oluşur. Ayrıca bu partiküller havada bulunan organik ve inorganik maddelerin kompleks karışımından da oluşabilir. Tozlar fiziksel olarak kütle konsantrasyonu ve büyüklük olarak karakterize edilirler. 2.5 mikrondan büyük olan partiküller genellikle kaba partikül olarak, 2.5 mikrondan küçük olanlar ise ince partiküller olarak adlandırılırlar (İnt.Kyn.4).

Tesiste potansiyel toz kaynaklarını birkaç maddeyle belirtmek mümkündür (İnt.Kyn.2).

- Çimento dolum boşaltım noktaları
- Agrega tartım noktaları

- Agrega konveyörleri
- Agrega stok sahaları
- Saha içi yollardaki toz

Alınacak önlemler:

* Tesisin etrafı rüzgar kesici olarak 3 m aralıklarla en az 3 m boyunda ağaç dikilmeli veya tesis çevresi duvarla kapatılmalıdır (İnt.Kyn.2).

* Tesislerde toz ayırma sistemleri kurulmalıdır (İnt.Kyn.2).

* Malzemeler mümkünse kapalı mekanlarda depolanmalı ya da malzeme üzeri tozumaya karşı %10 nemde olacak şekilde ıslak tutulmalıdır (İnt.Kyn.2).

* Savurma yapılmadan boşaltma ve doldurma yapılması sağlanmalıdır (İnt.Kyn.2).

* Tesis içindeki yollar bitümlü kaplama malzemeleri, beton veya benzeri malzeme ile kaplanıp düzenli olarak temizlenmelidir (İnt.Kyn.2).

* Toz filtreleri boşaltılma sırasında nemlendirme yapılmalı veya kapalı sistemle boşaltılmalıdır (İnt.Kyn.2).

* Tesisine göre agrega besleme bunkerlerinin üzeri galvanize saç paneller ile kaplanmalı ve filtre takılmalıdır (İnt.Kyn.2).

* Çimento silolarında filtre bulunmalı ve mutlaka çalıştırılmalıdır. Periyodik olarak filtre torbaları temizlenmeli ve denetimlerde çalışıp çalışmadığı tespit edilmelidir (İnt.Kyn.2).

* Sonuç olarak hazır beton üretim tesislerinden kaynaklanan emisyonların havayı kirletmemesi için her türlü tedbir alınmalıdır. Yukarıdaki hususlara uymayan çevreyi kirleten tesislere 2872 Sayılı Çevre Kanununa göre idari para cezası uygulanmakta ve gereğinde faaliyetten men edilebilmektedir (İnt.Kyn.2).

2.1.1.2. Temiz Su – Atık Su Kontrolü

Hazır beton üretim tesislerinde, su kirliliği yönünden en önemli kirletici parametre askıda katı madde (AKM) dir (İnt.Kyn.2).

Hazır beton üretimi, tesislerinde, mikserlerin yıkanması gibi işlemler sonucu ortaya çıkan atık sudaki askıda katı madde (AKM) konsantrasyonu ve bulanıklık oldukça yüksektir. Ayrıca mikser araçlarının dışının ve tozlanmış sahaların yıkanması sonucunda atık sular oluşmaktadır. Bu nedenlerle atık suların ve mikser içerisinde kalmış agreganın geri kazanılması için tesiste “Yıkama Tamburu” ve “Çöktürme Havuzları” kurularak geri kazanma (Recycling) işlemi uygulanmalıdır. İçerisi yıkanan transmikserlerin suyu ve agregası yıkama tamburuna verilmelidir. Yıkama tamburunda su ve agrega birbirinden ayrılır, su fazı çöktürme havuzuna gider, agregada bir yerde biriktirilir (İnt.Kyn.2).

Yıkama tamburundan, tesisin muhtelif yerlerinden ve transmikserlerin dışının yıkanmasından çıkan atık suları çöktürme havuzunda kademeli bölmelerden geçirilip çamuru çöktürüldükten sonra elde edilen su, üretimde, transmikserlerin yıkanmasında ve diğer muhtelif işlerde kullanılabilir. Havuzlardan alınan çamurlar ise çamur kurutma yatağı'nda kurutmaya alındıktan sonra katı atık bertaraf tesislerine gönderilir. Tesisteki çalışma şartlarına göre, havuzdan alınan çamur, içerisindeki suyun daha çabuk giderilmesi için kurutma yatağına alınmadan önce yıkama tamburundan da geçirilebilir. Böylece çöktürme havuzlarından alınan çamurların daha kuru olarak katı atık bertaraf tesislerine gönderilmesi sağlanmış olur (İnt.Kyn.2).

Tesiste depolanan malzemeler yağmur suyu ve yıkama suları ile tesis içi ve dışına yayılması engellenmelidir. Yağmur suyu ve yıkama suyu ile taşınan sular kesinlikle tesis çevresini kirletmemeli, toprak kirliliğine neden olamamalıdır. Tesis çevresinden yağmur suyu ve yıkama suyu ile malzemelerin tesis çevresine taşınmasını önleyici sistemler kurulmalıdır. Tesis içerisinde sahanın meyli tesis içerisine doğru verilerek yağmur ve sızıntı sularının tesis dışına gitmesi önlenmelidir. Hazır beton üretiminde beton karma suyu kadar araç-gereç temizliği, mikser depolarının doldurulması esnasında bol su kullanılır. Dolayısıyla tesisteki tüm sular değerlendirilmelidir (İnt.Kyn.2).

Mikserler malzeme taşıırken sızdırma yapmamalıdır. Taşıma yapan mikserler beton taşıırken ve beton dökümünden sonra mutlaka tesise dönüp yıkanmalıdır. Aksi durumda, mikser atıkları yol kenarlarına atılabilir. Şehir içinde mikserlerin dik yollardan çıkışları söz konusu ise beton dökülmesini önlemek için mikserler bu gibi yerlerde kesinlikle tam doldurulmamalıdır (İnt.Kyn.2).

Sonuç olarak; su kirliliği açısından; tesisten evsel ve endüstriyel olabilecek hiçbir atık suyun Belediyenin kollektörlerine veya yüzeysel sulara (dere, göl, deniz, arazi) deşarj limitlerini sağlamadan verilmemesi gerekmektedir. Aksi takdirde çevreyi kirleten tesislere 2872 sayılı çevre kanununa göre idari para cezası uygulanır ve gereğinde faaliyetten men edilebilmektedir (İnt.Kyn.2).

Hazır beton tesislerinin çeşitli faaliyetleri sonunda meydana gelen katı maddelerin su ortamına taşınması ile meydana gelecek olumsuz etkiler (İnt.Kyn.2);

1. Katı maddeler birikerek göl ve göletler dolar, su depolama kapasitesi düşer.
2. Göl ve denize ulaşan nehirlerin yatakları zamanla dolar, kesitlerin daralmasına sebep olur.
3. Suda yaşayan canlılar için su ortamı bozulur.
4. Bulanıklık artarak su kaynağının dinlenme maksatları için kullanımı ve fotosentetik aktivitesi azalır.
5. Suyun faydalı kullanma imkanları azalır.
6. Pestisit, ağır metaller, zirai koruma ilaçları, besi maddeleri gibi diğer kirleticiler bu katı maddelerle birlikte su yatağına girer.
7. Hastalık yapan bakteri ve virüslerde aynı şekilde su ortamına taşınmış olur.
8. Nehirlerin mansabına doğru çökelen katı maddelerin birikmesiyle suyolu taşımacılığı, taşkın kontrolü engellenir.
9. İnert (ayrışmayan) maddeler ile siltlerin su yataklarının tabanında birikmesi organizmalar için uygun yaşama ortamını bozar. Su derinliklerine ışığın nüfusunu azaltarak, ısı radyosunu değıştirerek ve organik maddeleri, besi maddelerini veya zehirli maddeleri beraberinde taşıyarak su kalitesi bozulur.
10. Su yatağı tabanının çökebilien maddeler ile örtülmesi, balık yumurtalarının ve diğer organizma larvalarının gelişmesini önler ve gıdalarını bu ortamdan temin eden organizmaların beslenmesini güçleştirir.

11. Tabanda biriken maddelerin organik menşeli olması halinde, bunların zamanla biyolojik olarak parçalanması, sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu azaltır ve çürüme neticesinde taban oksijensiz bir ortam haline gelebilir ve arzu edilmeyen H₂S, CO₂ ve CH₄ gazları ortaya çıkabilir.

12. Dere ıslahı çalışmaları gibi çok yüksek maliyete sebep olan faaliyetlerin, derelere katı madde yükü yüksek suların verilmesi sebebiyle zamanla yatağın dolarak yeniden ıslah çalışmaları yapılmasına sebep olur.

2.1.1.3. Katı Atık Kontrolü

Hazır beton tesislerinde, çöktürme havuzlarında alınan çamurlar ile yıkama tamburundan alınan değerlendirilmeyen katı atıklar “kurutma yatağı”na alınarak suyundan ayrıştırılması gerekir. Kurutma yatağında süzülen atık sular tekrar çöktürme havzalarına verilerek geri kazanılır (İnt.Kyn.2).

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin 28.nci maddesine göre kurutma yatağından alınan arıtma çamurunun evsel katı atıklarla birlikte depolanabilmesi için içinde bulunan su oranının %65 olması gerekir. Ayrıca bu arıtma çamurları Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğine göre Belediyelerin gösterdiği yerlerin dışındaki alanlara kesinlikle dökülemez. Belediyeler bu malzemeleri depolama alanlarında üst örtü malzemesi olarak kullanabilirler (İnt.Kyn.2).

2.1.1.4. Akaryakıt – Yağ – Kimyasal Madde Kontrolü

Yakıt depolarında; sızıntı ve taşmaya yönelik önlemler alınmalı korozyon önlenmelidir. Depo yer üstünde ise sızıntı ve dökülmeye karşı deponun etrafı bir duvarla çevrilmelidir (İnt.Kyn.2).

Kimyasallar; sınıflandırılıp etiketlenmelidir uygun depolarda muhafaza edilmelidir. Depolarda sızıntı olup olmadığı belli aralıklarda kontrol edilmelidir (İnt.Kyn.3).

2.1.1.5. Gürültü – Vibrasyon Kontrolü

Hazır beton üretim tesislerin makine ve araçlarından kaynaklanan gürültü seviyeleri Gürültü Kontrol Yönetmeliği'ndeki limitleri aşmamalıdır. Gerektiğinde gürültü seviyeleri sürekli veya periyodik olarak ölçülmelidir (İnt.Kyn.2).

Tesisteki makine ve kompresörler dikkatli ve kapalı mahallerde çalıştırılmalı ve bakımları yapılmalıdır. Dağıtım araçlarındaki susturucuların etkinliği sürekli olarak kontrol edilmelidir. Yük araçları 85 dBA, Beton Pompaları 115 dBA, Panmikserler 115 dBA, Yükleyici 115 dBA dır (İnt.Kyn.2, İnt.Kyn.3).

Tesiste kaynaklanan gürültü kirliliğine engel olmak için tesis çevresinde perdeleme yapılması, ağaçlandırılması, gereğinde duvarla kapatılması veya toprak setler yapılması gerekmektedir (İnt.Kyn.2).

2.1.1.6. Personel Eğitimi

Hazır beton tesisinde çalışan tüm personelin bu konuyla ilgili tüm istatistikleri değerlendirmesi ve bu istatistiklerin kendi bünyesine anlamlandırması gerekmektedir. Bu bilinçle çalışan tüm personel kendi oluşturacağı çevre denetimini en üst düzeyde tutar ve gelecekte oluşabilecek tüm sorunları bünyesinde bertaraf edecektir (İnt.Kyn.2).

2.1.1.7. Dış Görünüm – Tesis Düzenlenmesi – Peyzaj – Trafik

Kirli, pis ve gürültülü yerlerde çalışmadan hiçbir şekilde tam anlamıyla verim alınamaz. Bu nedenle tesis içi planlamanın önemi çok büyüktür. Bazı yapılması mümkün birtakım çalışmadan sonra tesis düzeni ve kullanılabilirliği sağlanmış olacaktır (İnt.Kyn.3).

Kaldırım ve yolların betonlanması,

Güvenli ve temiz tesis girişi,

İşaret ve levhaların kullanılması,

Yeşil alan düzenlemesi,

Araç, ekipman ve binaların temizlik ve bakımlarının yapılması.

2.2. Planlama

2.2.1. Çimento ve Filler Malzemenin Taşınması ve Stoklanması

Çimento ve diğer filler malzemenin taşınması dökme olarak ve silobas araçlarıyla karayolundan yapılmakta, malzeme, silolara özel hortumları ile basınçlı hava kullanılarak sevk edilmektedir. Silolara basılan havayı dışarı atmak amacı ile filtreler kullanılarak, toz emisyonu en aza indirgenmektedir (İnt.Kyn.1).

2.2.2. Agregaların Taşınması ve Stoklanması

Agregalar, damperli kamyonlarla karayolu ile nakledilerek, beton santrallerindeki stok alanlarına veya doğrudan agrega bunkerlerine depolanmaları sağlanmaktadır (İnt.Kyn.1).

2.2.3. Kimyasal Katkıların Depolanması

Kimyasal katkıları, betonun kullanım alanına göre performansını arttırmak için çimento ağırlığına % miktarlarla kullanılmaktadır. Genellikle dökme olarak tankerlerle temin edilen kimyasal katkıları, saç veya plastik silolarda saklanmakta ve saklama kapları etiketlenmektedir (İnt.Kyn.1).

2.2.4. Akaryakıt ve Yağların Depolanması

Uygun olan yerlerde akaryakıt dökme olarak, yağlar ise variller içinde dağıtılır ve depolanır. Bu konuda güvenlik önlemleri ile ilgili tüm yasal koşullar yerine getirilmektedir (İnt.Kyn.1).

2.2.5. Beton Bileşenlerin Karıştırılıp Harmanlanması

Hazır beton karışımı hazırlanırken, çimento ve bağlayıcı malzemeler silolardan, agrega ise bunkerlerden alınarak, santral otomasyonu yardımıyla önceden belirlenen oranlarda harmanlanır. Su ve katkı malzemesi ise ayrı olarak, hacim veya ağırlık ölçüsüyle katılır. Böylece tamamlanan hazır beton harmanı, yaş sistemli üretimde beton santrali pan mikserine, kuru sistemli üretimde ise doğrudan transmiksere aktarılır. Bu işlemler gerçekleştirilirken, çeşitli aşamalarda gürültü ve toz emisyonlarının kontrolü ilgili şartnamelere uyularak denetlenmektedir (İnt.Kyn.1).

2.2.6. Taşıma ve Teslimat

Beton santralinden, özel olarak tasarlanmış transmiksere aracına aktarılarak taşınması yapılan hazır betonun, en kısa zamanda alıcıya ulaştırılması ve kullanılması gerekmektedir. Betonun taşınmasına ilişkin yol ve süre belirlemeleri önceden ayarlanmalı, hataya yer bırakmayacak kesinlikte yapılmalıdır, çünkü üretimle kullanım arasındaki sürenin uzaması, betonun niteliğini olumsuz yönde etkiler (İnt.Kyn.1).

2.2.7. Atık Su ve Diğer Atıkların Yok Edilmesi

"Su Yönetimi", beton üretim tesislerini ilgilendiren en önemli çevre konularından biridir. Su kullanımının iyi organize edilmesi ile çevrenin olumsuz yönde etkilenme düzeyi en aza indirilir ve verim artarak maliyet azaltılır. Hazır beton tesisinde birçok atık su kaynağı vardır. Su, transmiksere kazanlarının dışını taşımadan önce ve sonra,

içini ise günün sonunda yıkamada kullanılır. Tesiste başka birçok işlemde sonra da atık su oluşabilir (İnt.Kyn.1).

Birçok tesiste betonlanmış alanlar bulunur. Bu alanlarda biriken su, drenaj kanalları vasıtası ile bir dinlendirme havuzunda toplanır. Bu sistem, suda asılı partikül maddelerin çökmesini sağlar. Toplanan su transmikser kazanlarının dışlarının ve içlerinin yıkanmasında kullanılır; uygun özelliklerdeyse beton karışım suyu olarak da kullanılabilir (İnt.Kyn.1).

Geri kazanılmış suyun kullanımı, hem atık su miktarını en aza indirecek, hem de önemli bir ekonomik getiri sağlayacaktır. Yakın bir gelecekte bu atık suların tamamının kullanılma yöntemleri gündeme gelecektir. Avrupa Hazır Beton Birliği'ne (Ermco) üye olan bütün ülkelerde bu geri kazanım yöntemi çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (İnt.Kyn.1).

Hazır beton, alıcıya istediği miktarlarda gönderilir, ancak müşteri sipariş ettiği tüm betonu kullanmayabilir ve bir miktar beton tesise geri dönebilir. Gün içinde artan bu tür betonlar, sonraki siparişe kaydırılabilir veya tesis içinde betonlaşabilecek sahalarda, perde yapılmasında, bordur taşı vb. imalatında veya rasgele bir yere dökülüp daha sonra kırılıp dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Su, geri kazanma tesislerinden çıkan çimento ve filler malzeme içeren çamur, normal olarak havuzun dışında kurutulur, dolgu veya başka amaçlarla kullanılabilir. Agregayı çimentodan ve çamurlu sudan ayırmanın birçok yolu vardır; bu sistemler yüksek kapasiteli tesislerde sıkça kullanılır. Geri kazanılan agrega taze beton içinde kullanılabilir (İnt.Kyn.1).

Tesis, coğrafi konumuna göre değişik yoğunlukta yağış alabilir. Bu nedenle, ofislerden, park ve stok sahalarından süzülen suların üretimde kullanılan sulardan ayrılması tavsiye edilir. Böylece saha sularını yeraltı yağmur drenaj sistemlerine deşarj etme imkânı sağlanır ve üretim sürecinde kullanılmak üzere işlem görecektir su miktarı azaltılmış olur. Yüzeyden süzülen yağmur suları da toplanarak aynı amaçla kullanılabilir; böylelikle işletme içinde tüketilecek taze su miktarı azaltılmış olur. Bu şekilde kazanılan su, işletmenin çeşitli yerlerinde (araç yıkama, saha sulama vb.) kullanılabilir (İnt.Kyn.1).

3. GERİ DÖNÜŞÜM VE BETONDA GERİ DÖNÜŞÜM SİSTEMİ

Geri dönüşüm terim olarak, kullanım dışı kalan geri dönüştürülebilir atık malzemelerin çeşitli geri dönüşüm yöntemleri ile hammadde olarak tekrar imalat süreçlerine kazandırılmasıdır (İnt.Kyn.6).

Tüketilen maddelerin yeniden geri dönüşüm halkası içine katılabilmesi ile öncelikle hammadde ihtiyacı azalır. Böylece insan nüfusunun artışı ile paralel olarak artan tüketimin doğal dengeyi bozması ve doğaya verilen zarar engellenmiş olur. Bununla birlikte yeniden dönüştürülebilen maddelerin tekrar hammadde olarak kullanılması büyük miktarda enerji tasarrufunu mümkün kılar (İnt.Kyn.6).

3.1. Geri Dönüşüm Niçin Önemlidir?

— Doğal kaynaklarımız korunur.

Doğal kaynaklarımız dünya nüfusunun artması ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedeni ile her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle malzeme tüketimini azaltmak, değerlendirilebilir nitelikli atıkları geri dönüştürmek sureti ile doğal kaynaklarımızı kullanmak zorundayız. Bu nedenle geri dönüşüm doğal kaynaklarımızın korunması ve verimli kullanılması için son derece önemli bir işlemdir (İnt.Kyn.5).



Şekil 3.1. Uluslararası Geri Dönüşüm Sembolleri

— Enerji Tasarrufu Sağlanır.

Geri dönüşüm malzeme üretiminde endüstriyel işlem sayısını azaltmak suretiyle enerji tasarrufu sağlar. Örneğin; metal içecek kutularının geri dönüşümü işleminde bu metaller direkt olarak eritilerek yeni ürün haline dönüştürüldüğünde bu metallerin üretimi için kullanılan maden cevheri ve bu cevherin saflaştırılma işlemlerine gerek olmadan üretim gerçekleştirile bilmektedir. Bu şekilde bir alüminyum kutunun geri

dönüşümünden % 96 oranında enerji tasarrufu sağlanabilir. Benzer şekilde katı atıklarda ayrılan kağıdın yeniden işleme sokulması için gerekli olan enerji normal işlemler için gerekli olanın :% 50 si kadardır. Aynı şekilde cam ve plastik atıkların da geri dönüşümünden önemli oranda enerji tasarrufu sağlanabilir (İnt.Kyn.5).

— Artık Miktarı Azalır.

Geri dönüşüm uygulaması ile çöplere giden atık miktarında azalma sağlanarak bu atıkların taşınması ve depolanması işlemleri için daha az miktarda alan ve daha az enerji kullanılmış olur (İnt.Kyn.5).

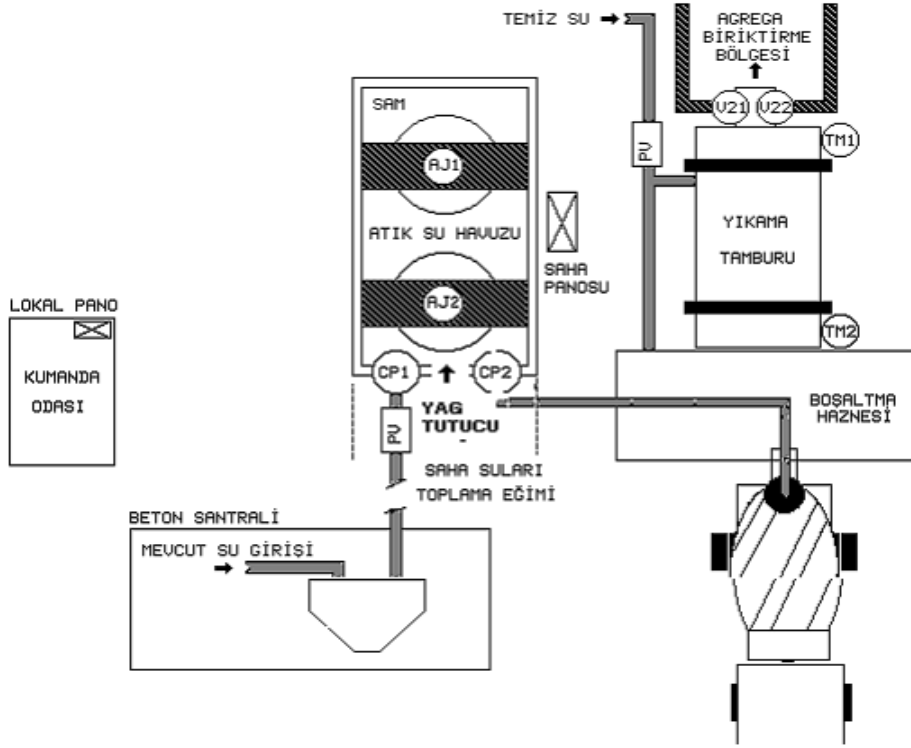
— Geri Dönüşüm Geleceği ve Ekonomiye Yatırım Demektir.

Geri dönüşüm uzun vadede verimli bir ekonomik yatırımdır. Hammaddenin azalması ve doğal kaynakların hızla tüketilmesi sonucunda ekonomik problemler ortaya çıkabilecek ve işte bu noktada geri dönüşüm ekonomi üzerinde olumlu bir etki yapacak ve gelecek kuşaklara doğal kaynaklardan yararlanma olanağı sağlayacaktır (İnt.Kyn.5).

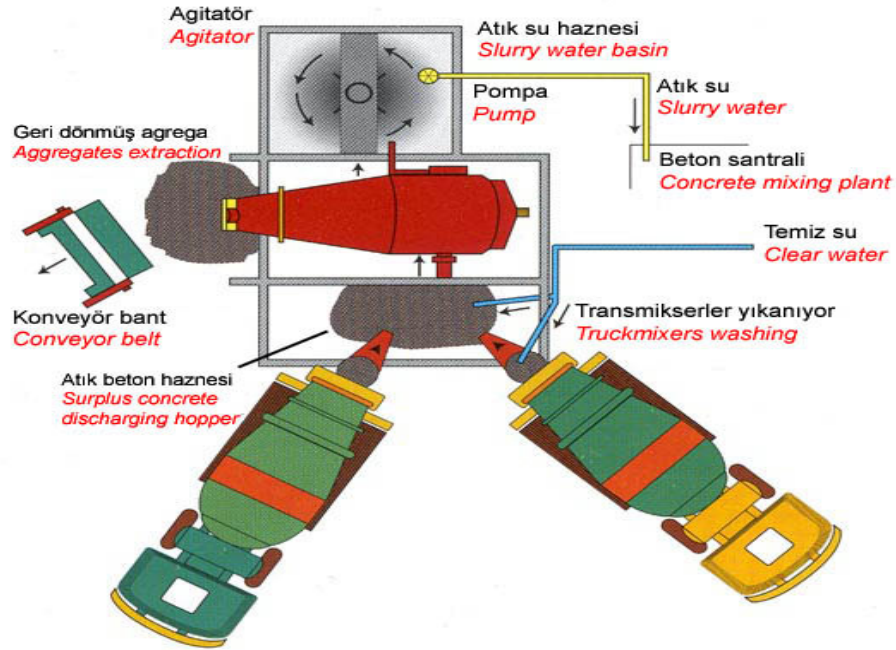
3.2. Betonda Geri Dönüşüm Sistemi

Beton geri kazanım ünitesi, transmikserler, beton pompaları, sabit mikserler ve beton taşıyıcı kovanlarındaki arta kalan betonun temizlenmesi sırasında ortaya çıkan atık su, agrega ve çimento israfını minimum seviyeye düşürmek ve yeniden kazanırken çevreyi de korumak amacıyla planlanmaktadır (Nallı 2006).

Hazır beton tesisi geri dönüşüm spesifikasyonu 1 ve 2 aşağıdaki sistemlerden oluşmaktadır.



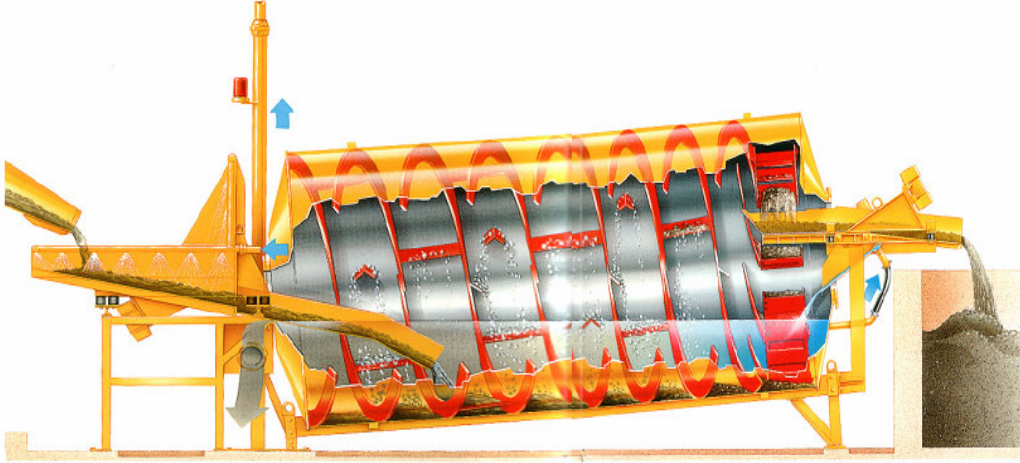
Şekil 3.2. Hazır Beton Tesisi Geri Dönüşüm Spesifikasyonu 1



Şekil 3.3 Hazır Beton Tesisi Geri Dönüşüm Spesifikasyonu 2

3.2.1. Geri Dönüşüm Sistemi Ekipmanları

— *Yıkama Tamburu*: Atık malzeme almaya, ayırmaya ve katı maddelerin ayrılmasını sağlayan iki parçadan oluşan cıvatalı, sökülebilir, aşınmaya dayanıklı çelikten imal edilmiş olup, boşaltma kısmı atık suyun üstten akmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.



Resim 3.1 Yıkama Tamburu

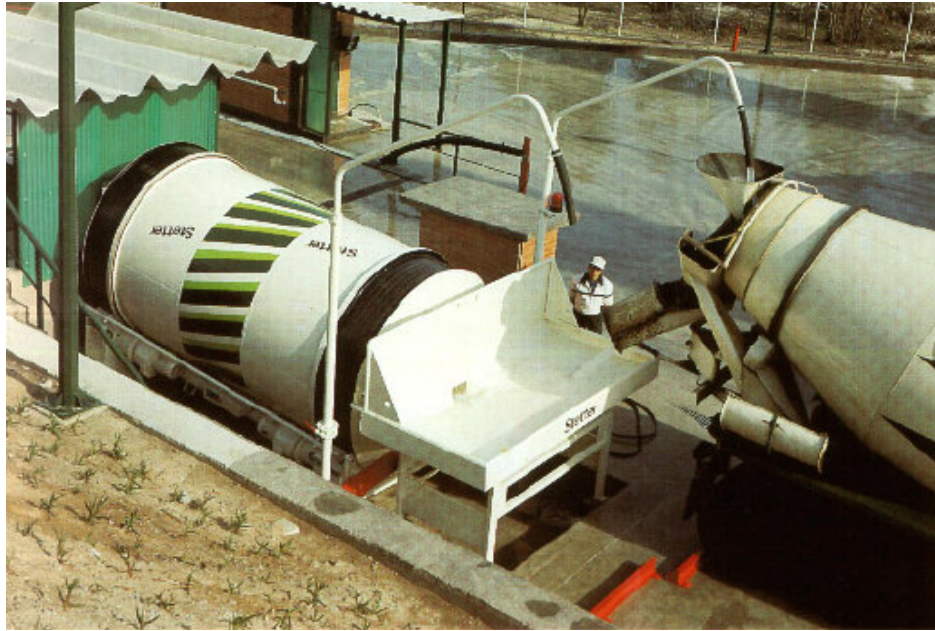
Çizelge 3.1 Yıkama Tamburu Ekipman Özellikleri

<i>Yıkama Tamburu Ekipman Özellikleri</i>		
<i>Kapasite</i>	20 m ³ /saat	
<i>Ağırlık</i>	5.440 Kg	
<i>Redüktör</i>	1450-25 d/dk	2 adet
<i>Motor</i>	3 KW-1450 d/dk	2 adet
<i>Yıkama tamburu</i>	6 mm St-52	1 adet
<i>Küresel Vana</i>	2''	1 adet
<i>Pnömatik Klape</i>	Omal 2''	1 adet
<i>Giriş Çıkış Vibratörleri</i>	Olimve – 700/15	4 adet

Beton Boşaltım oluğu: Boşaltma besleme oluğu 4 x 1,5 m, yıkama kazanının içindeki tüm malzemeyi taşıyabilecek kapasitede tasarlanmıştır.



Resim 3.2 a- Beton Boşaltım Oluğu



Resim 3.2 b- Beton Boşaltım Oluğu

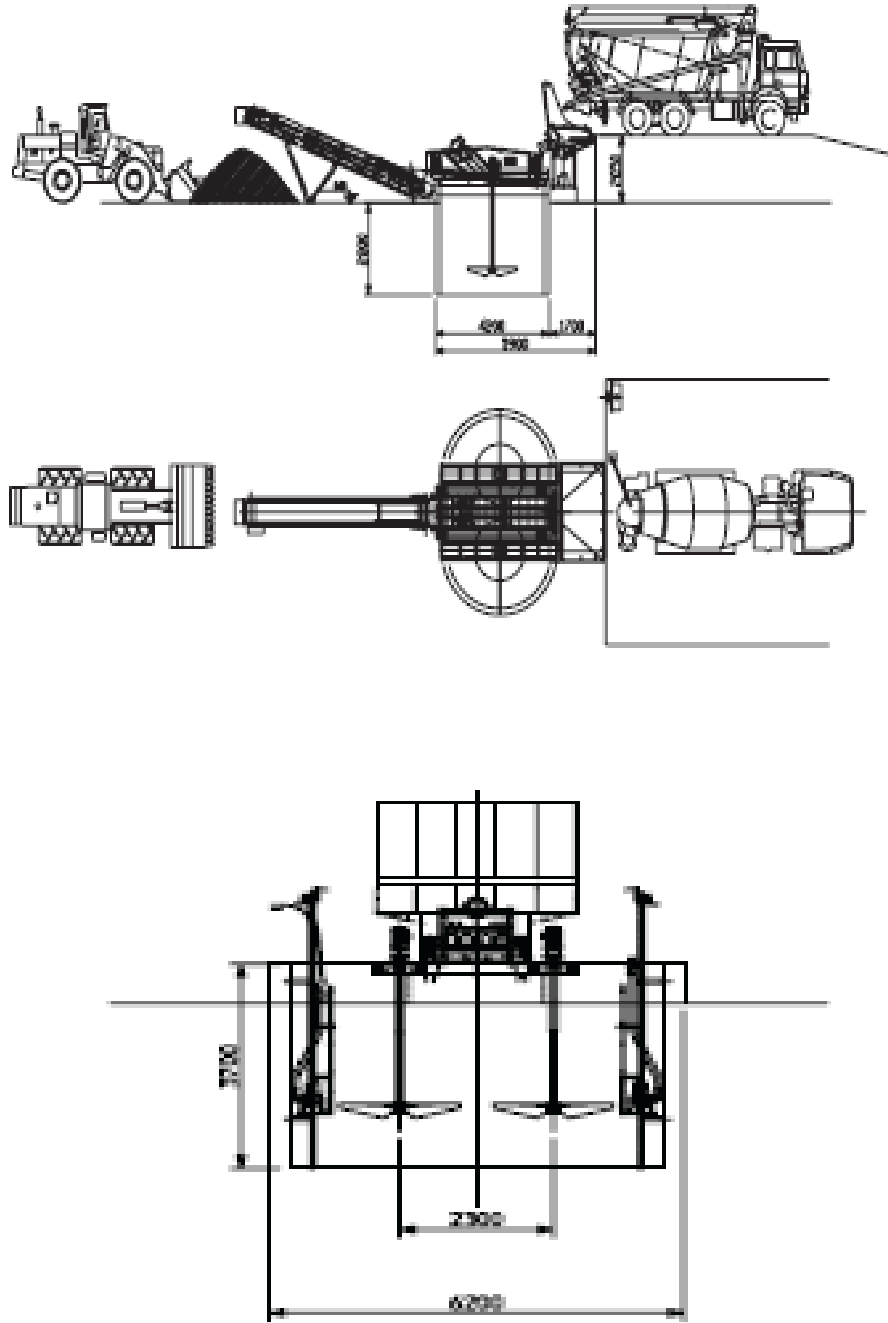


Resim 3.2 c- Beton Boşaltım Oluğu

— *Atık Su Karıştırıcı:* Karıştırıcı geri dönüşüm havuzu içerisine, homojen bir malzeme elde edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Karıştırma aşınmaya dayanıklı dikey bir saftla desteklenmiş, 4 paletli karıştırıcıyla sağlanmaktadır.



Resim 3.3 Atık Su Karıştırıcı



Şekil 3.4 Atık Su Karıştırıcı

Çizelge 3.2 Atık Su Havuzu Ajitatörü

<i>Atık Su Havuzu Ajitatörü</i>		
<i>Redüktör</i>	1450-50 d/dk	1 adet
<i>Motor</i>	5,5 KW-1450 d/dk	1 adet
<i>Platform</i>	Çelik Konstrüksiyon	1 adet
<i>Seviye Şamandırası</i>	Enfa	1 adet



Resim 3.4 Atık Su Havuzu Ajitatörü Motor ve Redüktör

— *Atık Su İçin Özel Pompa:* Atık su havuzuna monte edilen pompa 4,5 kW gücünde 1700 lt/dak debiye sahiptir.



Resim 3.5 Atık Su Pompası

— *Atık Su Havuzu Ajitatörü*: Tüm gereksinimi sağlayacak şekilde tasarlanmış olup, değişik şekil ve ebatlarda seçilmesi mümkündür.



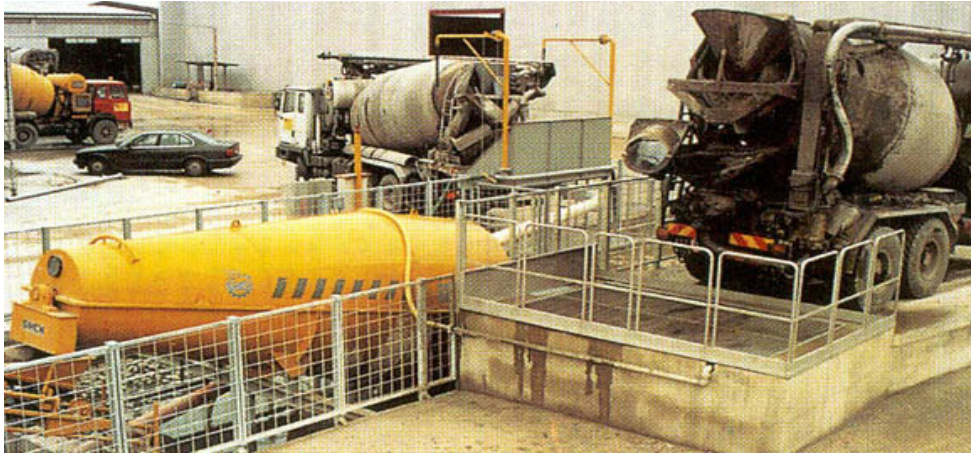
Resim 3.6 Atık Su Havuzu

3.2.2. Geri Dönüşüm Sistemi Çalışma Prensibi

Sistem aşağıda belirtilen 5 ana bölümden oluşmaktadır.

- 1- Sistem atık su havuzu.
- 2- Transmikserlere yıkama suyu verme sistemi
- 3- Yıkama tamburu
- 4- Santrale atık su basma sistemi

Yıkama Tamburu; içerisi boş iken devamlı 30 dakika durma 4 dakika dönme periyodu ile çalışmaktadır. İçerisi dolu ise araç çıkışından itibaren 10 dakika çalışır ve sonra periyodik durma – çalışma prensibine döner.



Resim 3.7 Yıkama Tamburu Çalışma Prensibi

Transmikserin Yanaşması; Boşaltma oluşuna yanaşan transmikser şoförü burada bulunan su alma düğmesine basar ve miktarı önceden programdan ayarlanmış olan kadar su CP2 pompası ile transmikserine gönderir. Eğer oluşa kepçe mal boşaltacak ise ve su almak istemiyorsa su alma düğmesine 3 saniye kadar basılı tutar ve yıkama tamburu dönmeye başlar. Transmikserini yıkayan şoför artık malzemesini boşaltma haznesine vermeye hazırdır. Aynı şekilde kepçe operatörü de artık malzemesini boşaltmaya hazırdır.

Yıkama Oluşuna Malzeme Verilmesi; Atık verildikten sonra V11 – V12 giriş vibratörleri çalışır. Boşaltma oluşunda bulunan fiskiyeler oluşa su vererek malzemenin tambur içine ilerlemesini sağlar. PV pnömatik vanası belli aralıklarda çalışarak artık

malzemenin ayrışabilmesi için tamburun içerisine temiz su alır. Bu su ile tambur giriş haznesi, tambur çıkış eleği ve tambur içindeki agrega yıkanır.



Resim 3.8 Yıkama Tamburu Çıkışı

V21 - V22 çıkış vibratörleri çalışarak yıkanan agregayı bir elekte süzerek agrega biriktirme bölgesine gönderir. Tambur içerisinden taşan su atık havuzuna geri döner.

Transmikserin Çıkmasından Sonra; V11 – V12 giriş vibratörleri durur. V21 – V 22 çıkış vibratörleri 12 dakika daha çalışır ve sistem normal durma – çalışma prensibine geri döner.

Santrale Atık Su Alma; Santral ve atık su havuzu arasında 15 – 20 metreden fazla mesafe olan yerlerde kullanılır. Pompanın önüne, santrale su basılmasından hemen sonra suyun geri kaçmaması için bir klape konulur. Böylece borunun içerisi dolu bırakılarak santral bir kez daha su istediğinde suyun havuzdan santrale varması için oluşan zaman kaybı önlenmiş olur. Boruda çökelmeyi önlemek amacıyla 20 dakika içerisinde yeni bir su isteği olmaz ise pompanın önüne konulan klape açılır ve boru içerisindeki su havuza geri boşaltılır. Bu nedenle havuzdan santrale giden boru hattı mutlaka %5 eğimle döşenmelidir. Aksi takdirde zaman içerisinde boru içerisinde çökelme oluşacak ve boru kesiti kısmen yada tamamen kapanacaktır.



Resim 3.9 Santrale Giden Atık Su Boru Hattı

3.2.3. Geri Dönüşüm Sistemi Maliyet Analizi

İnşaat işleri, temiz su hattının atık su havuzuna getirilmesi, atık su havuzu ile santral arasına döşenecek hattın belirlenmesi ve döşenmesi, elektrik tesisatının döşenmesi ve tamburu indirmek ve montajı için kurtarıcı veya vinç temini dışında yaklaşık olarak 55 Bin YTL olarak faturalandırılan geri dönüşüm tesisi maliyeti 2007 Nisan ayı fiyatlarına göre belirlenmiştir.

Bu rakam ilk bakışta tesis yetkililerini caydırıcı yönde etkilemekteyse de daha sonraları muhasebe biriminden alınan atık malzeme bertarafı için harcanan; yükleme için loder ve taşıma için kamyon faturalarından bu rakamın gelecekte kendilerine daha fazlasını kazandıracaklarının bir göstergesi olarak karşılıklarına çıkmaktadır.



Resim 3.10 Atık Malzeme Yükleme ve Taşıma 1



Resim 3.11 Atık Malzeme Yükleme ve Taşıma 2



Resim 3.12 Atık Malzeme Yükleme ve Taşıma 3



Resim 3.13 Atık Malzeme Kurutma Yeri 1



Resim 3.14 Atık Malzeme Kurutma Yeri 2



Resim 3.15 Atık Malzeme Kurutma Yeri 3



Resim 3.16 Atık Malzeme Kurutma Yeri 4

Araştırmakta olduğum konuyla ilgili tesisimizden aldığım sadece 4 ay gibi kısa bir süre içerisinde atık malzeme işleriyle ilgili fatura toplamı 7 Bin YTL civarlarında olduğu ortaya çıkmakta ve bu maliyet gün geçtikçe artmaktadır.

Buradan yola çıkarak yaklaşık yılda 21 Bin YTL atık malzeme bertarafı olarak harcama yapılmakta ise bu geri dönüşüm tesisi bize 3 yıl gibi kısa bir zaman içerisinde geri dönmekte ve çevre yönetimi bilinci içerisinde olumlu yönde gelişmeler sağlayacaktır. Unutulmamalıdır ki her geçen gün üretim süreci artmakta ve buna bağlı olarak hammadde ihtiyacı da talepleri karşılayamaz hale gelmektedir. Bu bilinçle yaklaşarak yapmakta olduğumuz her prosedürün hangi basamağında kullanılabilirlik yönünden minimum düzeyde oluşturmamız gerektiği bilincine ulaşmamız gerekmektedir.

Bu maliyet analizinde sadece harcamalardan dolayı bir tasarruf yapmakla kalınmayacak, geri dönüşen her mamulün (agrega ve suyun) bize eksi bir maliyet olarak yansıyacağı unutulmamalıdır.

3.2.4. Alternatif Geri Dönüşüm Sistemi

Tesis bünyesinde çalışan bakım ekibi dahilinde, isteği karşılayacak bir geri dönüşüm sistemi mevcut materyallerle tesise kazandırılabilir. Bu çalışmada yapılacak olan geri dönüşüm sistemi ile hem ekonomik açıdan yarar sağlanacak hem de hurda materyaller bu uygulamada kullanılmış olacaktır.

3.2.4.1. Yapım Aşaması

Geri dönüşüm tamburu: Bu tambur bir mikser kazanından yapılmış olup eğim ve teknik özellik açısından tüm gereksinimi karşılamaktadır.



Resim 3.17 a- Geri Dönüşüm Tamburu



Resim 3.17 b-Geri Dönüşüm Tamburu

Geri dönüşüm havuzu: Geri dönüşüm havuzu sistemin gereksinimini karşılayacak ölçü ve şekilde tasarlanmıştır.



Resim 3.18 a- Geri Dönüşüm Havuzu



Resim 3.18 b- Geri Dönüşüm Havuzu

Geri dönüşüm havuzu ajitatörü: Bu karıştırıcı tamamen tesis bünyesinde bulunan malzemelerden yapılmış olup tüm sistem gereksinimi karşılamaktadır. Bu karıştırıcı, homojen bir malzeme elde edilebilmesi için tüm detaylar düşünülmüş olarak tasarlanmıştır.



Resim 3.19 a- Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 1



Resim 3.19 b- Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 1



Resim 3.19 c- Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 1



Resim 3.19 d- Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 1



Resim 3.19 e- Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 1



Resim 3.19 f- Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 1



Resim 3.20 Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 2



Resim 3.21 Geri Dönüşüm Havuzu Ajitatörü 3

Geri dönüşüm suyunun santrale verilmesi: Santrale su bir çamur pompası vasıtasıyla getirilmekte ve suyun debisi selonaid hava ventiliyle sağlanmaktadır.



Resim 3.22 Çamur Pompası



Resim 3.23 Su Boru Hattı 1



Resim 3.24 Su Boru Hattı 2



Resim 3.25 Selonaid Ventil

Atık Suyun Betona Verilmesi: Atık su betona, santral otomasyonu dahilinde belirli beton dizaynlarına göre verilmektedir. İstenen miktar otomasyonda ayarlanarak sağlanmaktadır.



Resim 3.26 Su Girişleri

3.2.4.2. Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Havuz ve geri dönüşüm sisteminin kapasiteye göre doğru dizaynı, geri dönen beton, yıkanan transmiksör, pompa ve harcanan su miktarları göz önüne alınarak yapılmalıdır.

Yıkama suyu ve yıkanmış agregaların temiz ve güvenli ayrımı, bağlayıcı ve ince malzemenin kalmaması dikkate alınmalıdır.

Kontrol panelinin olabildiğince basit tasarlanması gerekmektedir.

Güvenlik önlemlerinin tam anlamıyla alınması ve bu kurallara harfiyen uyulması sağlanmalıdır.

Ekipmanın ekonomik olması ve olumsuz çevre şartlarına dayanıklı yapılması gözden kaçırılmamalıdır.

3.2.4.3. Geri Kazanılmış Su Ve Kullanılabilirliği

Betonun en önemli bileşenlerinden biride sudur. Su çimento ile hidrasyon reaksiyonu yaparak karışımın sertleşmesini sağlar. Su beton dayanımında önemli bir rol oynar. TS EN 206' ya göre karma suyu TS EN 1008'e uygun olmalıdır. Beton karma suyunun özellikleri Çizelge 4'te gösterilen özellikleri sağlamalıdır (TS EN 1008 2003).

Beton karma suyu, betonda işlenebilirliği ve çimento hidrasyonunu sağlamak için kullanılan çok hassas ve önemli bir hammaddedir. Hassas ve önemli olmasının nedeni, su miktarının, taze ve sertleşmiş betonun tüm özelliklerini etkileyebilmesidir.

Beton karma suyu, mümkün olabildiği kadar temiz, içinde zararlı etki gösterebilecek kadar klorür, sülfat, asit, şeker, organik madde, endüstriyel atık, yağ, kil ve silt gibi maddeler olmamalıdır.

Çimento, hidrasyon için ağırlığının %25'i kadar su miktarına ihtiyaç duyar. Bu miktarın üzerinde kullanılan su miktarı sadece işlenebilirliği artırma amacına yöneliktir. Bu su zamanla betonun bünyesini terk ederek yerini boşluklara

bırakmaktadır. Karma suyu miktarı ne kadar fazla olursa boşluklar da o kadar fazla olur ve bu durum sadece dayanımı olumsuz yönde etkilemekle kalmaz, betonun dürabilitesini de olumsuz yönde etkiler. Beton karışım dizaynı hesabında, hedeflenen ve üretimde gerçekleştirilen kıvamı daha da arttırmak için, betona fazladan su ilave etmek ise hem dayanımı hem de dayanıklılığı (dürabiliteyi) yok eder.

Hazır beton santrallerinde geri kazanılabilecek sular;

- Geri dönen betondaki su,
- Transmikser, panmikser,pompa ve ajitatörlerin yıkanmasında açığa çıkan su,
- Tesis saha betonlarının yıkanmasından açığa çıkan su.

Geri kazanılan suyun saklama koşulları;

- Çimento hidratasyonu izlenmelidir.
- Yoğunluk (taze su eklenmesiyle) azaltılmalıdır.
- Kirlenmeye karşı önlem alınmalıdır.
- Yağlar (tuzakla) tutulmalıdır.
- Asit, deterjan ve tuzlardan uzak tutulmalıdır.
- Asılı maddeler (0,2mm altı) sıklıkla karıştırılmalıdır.

Geri dönüşüm suyunun TS EN 1008'e göre kullanım şartları;

- Geri dönüştürülmüş suyla gelen ilave ince agrega beton üretiminde kullanılan toplam agreganın % 1'ini geçemez (TS EN 1008 2003).
- Betonla ilgili özel durumların (öngermeli, hava sürüklemeli vb.) etkileri göz önüne alınmalıdır (TS EN 1008 2003).
- Geri dönüşüm suyunun miktarı mümkün olduğunca gün içi beton üretimine eşit dağıtılmalıdır (TS EN 1008 2003).
- Suyun yoğunluğu otomatik olarak veya gün içinde yoğunluğun en fazla olacağı zamanda ölçülmelidir (TS EN 1008 2003).
- Suyun kimyasal analizi ilk ay içerisinde her hafta daha sonra 6 ayda bir yapılmalıdır (TS EN 1008 2003).

Geri dönüşüm suyuyla beton dizaynı ;

- Gerçek su miktarı,

- Geri dönüşmüş sudaki ince malzemelerin gerçek su ihtiyacı,
- İnce malzemelerin beton hesabına katılması,
- 1.01 kg/lt altında yoğunluktaki suyun eser miktarda asılı madde taşıdığı varsayılır. Daha fazlaysa beton dizaynının da hesaba katılmalıdır.

İnce maddenin su ihtiyacı;

- İnce maddeleri su ihtiyacı ve işlenebilirliğe etkileri değişkendir,
- İnce maddelerin su ihtiyaçları çimentoya yakındır,
- Doğru beton bileşimi için ön deneylerle gerçek su ihtiyacı belirlenmelidir.

Çizelge 3.4 Karma Suyu Özellikleri

<i>Özellik</i>	<i>Kabul Şartı</i>
Deterjan	Herhangi bir köpük iki dakika içerisinde kaybolmalı.
Renk	Geri kazanılan suların dışında rengi açık sarıdan daha açık olmalı.
Askıda Katı Madde	Geri kazanılmış sular dışında 4ml'den az olmalı
Koku	Geri kazanılan sularda içinde çimento veya yüksek fırın cürüflü çimento olması halinde az bir miktar sülfür kokusu dışında koku bulunmamalıdır.
	Diğer sularda içilebilir sularda bulunan dışında herhangi bir koku bulunmamalı, hidroklorik asit eklendiğinde sülfür kokusu alınmamalıdır.
Asitler	pH \geq 4 olmalıdır.
Organik Madde	NaOH eklendiğinde belirlenen renk sarıya dönük kahverengi veya açık olmalıdır.

Beton karma suyunun kimyasal özellikleri;

Klor içeriği;

Klor içeriği TS EN 206–1 Madde 5.2.7. seçilen değerleri geçmediğinin gösterilmesi halinde Çizelge 3.5’teki değerleri geçebilir.

Çizelge 3.5 Max Klorür Miktarı

<i>Karışım Suyunun Kullanılacağı Betonun Cinsi</i>	<i>En Yüksek Klorür İçeriği (mg/lt)</i>
Öngermeli beton veya şerbet	500
İçerisinde donatı veya diğer metal bulunan beton	1000
İçerisinde donatı veya diğer metal bulunmayan beton	4500

Sülfatlar;

Karışım suyundaki sülfat miktarı 2000 mg/lt’ yi geçmemelidir. Sülfat çözeltileri betonarme çeliğini doğrudan paslandırmadığı halde, betonda sertleşmiş olan çimentoya tesir ederek mevcut sülfatın yapısı ve çimento tipine göre iki tip reaksiyon meydana getirirler. Bunlar;

1. Sülfatlar çimento içerisinde alçı taşı oluşturmak için serbest kalsiyum hidroksit ile reaksiyona girer.
2. Alçı taşı (gypsum) ve trikalsiyum alüminat ile birlikte trikalsiyum sülfoalüminat oluşturur.

Alkali;

Karışım suyunda alkalilik oranı alkali silika reaksiyonu (ASR)’na karşı önlem alınmadıkça 1500 mg/lt’ yi geçmemelidir.

Zararlı Kirlenme;

Öncelikle şekerler, fosfatlar, nitratlar, kurşun ve çinko için deneyler yapılabilir. Fakat bunların varlığında piriz süresine etkisi ve miktarı belirlenmelidir. En fazla zararlı madde miktarı değerleri Çizelge 3.6'teki değerlerden fazla olmamalıdır.

Çizelge 3.6 En Fazla Zararlı Madde Miktarı Değerleri

<i>Madde</i>	<i>En Fazla Miktar (mg/lt)</i>
Şekerler	100
Fosfat (Pb ₂ O ₅)	100
Nitrat (NO ₃)	500
Kurşun (Pb ₂)	100
Çinko (Zn ₂)	100

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan agregalar, karma suyu ve süper akışkanlaştırıcı katkı Modern Beton Sarnıç Santralinden temin edilmiştir. Beton üretiminde kullanılan CEM I (PÇ 42,5 R) çimentosu Denizli Çimento Fabrikasından sağlanmıştır.

4.1.1. Çimento

Bu çalışmada, Denizli Çimento Fabrikasında üretilen CEM I 42,5 R (Portland Çimentosu) Kullanılmıştır. Çimentonun kimyasal analizi ve fiziksel özellikleri TS EN 197-1 ‘‘Genel Çimentolar – Bileşim, Özellikler ve uygunluk kriterleri’’ standardı sınır değerleriyle birlikte sonuçlar Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de gösterilmiştir (TS 197-1 2002).

Çizelge 4.1 CEM I Çimentosunun Fiziksel Analizi

<i>Fiziksel Özellikler</i>	<i>PÇ 42,5</i>	<i>TS EN 197-1</i>
2 Günlük basınç dayanımı	24,6	En az 20
28 Günlük		En az 42,5
Basınç Dayanımı (Mpa)	49,5	En çok 62,5
Priz baş. (dak)	152	60
Priz sonu (dak)	235	600

Çizelge 4.2 CEM I Çimentosunun Kimyasal Analizi

<i>Kimyasal Analiz (%)</i>	<i>PÇ 42,5</i>	<i>TS EN 197-1</i>
CaO	64,26	-
SiO ₂	18,74	-
Al ₂ O ₃	4,36	-
Fe ₂ O ₃	4,45	-
MgO	1,89	-
SO ₃	3,45	En çok %4,0
K ₂ O	0,66	-
Na ₂ O	0,26	-
Cl	0,0004	En çok 0,10
Kızdırma Kaybı	2,44	En çok %5,0
Çözünmeyen Kalıntı	0,43	En çok %5,0

4.1.2. Agregas

Beton üretiminde, İzmir Bornova mevkiinde bulunan Dere Madencilik kırmataş ocaklarından elde edilen agregalar kullanılmıştır. Agregaların özgül ağırlığı 0–3 agrega için 2,70 kg/dm³, 0–5 agrega için 2,68 kg/dm³, 5–15 ve 15–25 iri agrega için 2,65 kg/dm³ tür. Agregaların maksimum tane çapı 25 mm dir. Agregaları kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Agregaların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

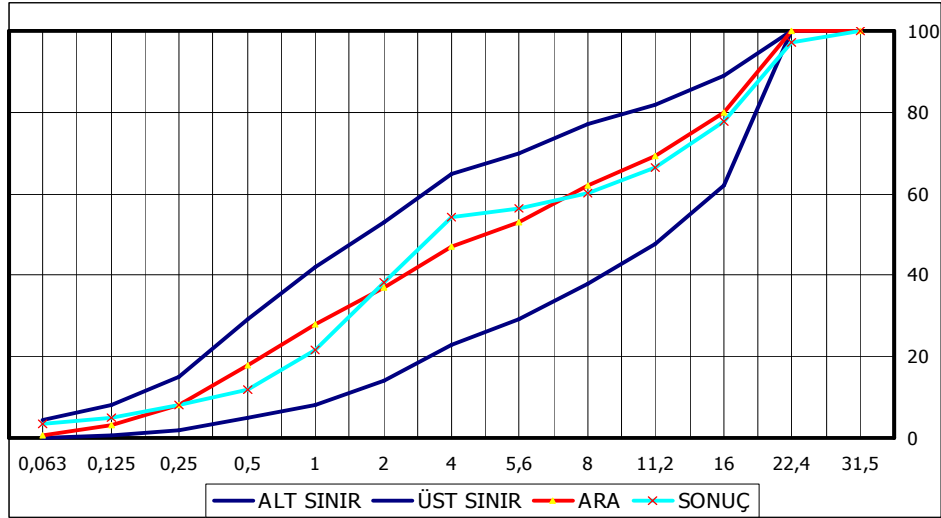
Metilen mavisi deney sonucu (%)	0,75
Alkali silika reaktifliği (%)	0,007
Asitte çözünen sülfat değeri (%)	0,05
MgO (%)	0,5
CaO(%)	54,9
Agrega klorür miktarı (%)	0,0181
Al ₂ O ₃	0,4
Fe ₂ O ₃	0,3
SiO ₂	0,1
Los angeles katsayısı (%)	18

Agrega tane sınıflarının karışımı sonucu elde edilecek eğrinin TS 706 EN 12620 standardında belirlenen referans değerler arasında kalması gerekmektedir. Agregas tane dağılımını elde etmek için kuru eleme yapılmıştır. Eleme sonucunda agreganın tane dağılımını elde etmek için kuru eleme yapılmıştır. Buna göre agrega olarak 0-3 %28, 0-5 %24, 5-15 %18, 15-25 %30 oranlarında alınarak en uygun granülometri belirlenmiştir. TS 3530 EN 933-1’e göre elek analizi sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir (TS EN 3530 EN 933-1 1999, TS 706 EN 12620 2003)

Çizelge 4.4 Agregaların Elek Analizi Sonuçları

%	AGREGA CİNSİ	31,5	22,4	16	11,2	8	5,6	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
30	15-25	100	91	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	5-15	100	100	100	72	36	14	3	1	1	1	1	1	1
24	0-5	100	100	100	100	100	100	99	70	35	15	7	3	2
28	0-3	100	100	100	100	100	100	100	71	43	28	22	14	9
	Karışım Gradasyonu	100	97	78	67	60	57	54	38	21	12	8	5	3

Agrega tane dağılımı eğrisi, Çizelge 4.4'deki % elekten geçen değerler kullanılarak Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Agregasyon Karışım Granülometri Eğrisi

4.1.3. Katkı

Bu çalışmada polinaftalen bazlı sentetik polimer esaslı, yüksek oranda su azaltıcı süper akışkanlaştırıcı katkı kullanılmıştır. Kullanılan katkının teknik özellikleri TS EN 934–2 standardı sınır değerleri ile birlikte Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Kimyasal Katkı Özellikleri

	<i>Özellik</i>	<i>Test Metodu</i>	<i>Limit Değerler</i>	<i>Test Sonucu</i>	<i>TS EN 934–2</i>
1	Homojenlik	KKL6	Ayrışmamalı	Ayrışmadı	Gözle
2	Renk	KKL6	Kahverengi	Kahverengi	Gözle
3	Etkin Bileşen	KKL5	Referans Değer	Uygun	TS EN – 480-6
4	Bağıl Yoğunluk (g/ml)	KKL2	1,200 ± 0,01 gr/cm ³	1,195	TS 871
5	Katı Madde %	KKL3	% 40,00 ± 1,5	39,68	TS EN- 480-8
6	pH	KKL4	6,5 ± 1	6,60	TS 6365
7	Suda Çözünen Klorür %	KKL1	<0,1 % kütlece	0,0072	TS EN 480-10
8	Alkali Miktarı (Na ₂ O)	-	Üretici Beyanı	uygun	TS EN 480-12

4.1.4. Su

Beton üretiminde, atık su (AS) ve milli su (MS) kullanılmıştır. AS, çökeltme havuzlarından elde edilen su, MS ise çökeltme havuzları öncesinde bulunan giriş havuzundan alınan sudur. Bu kullanılan suların kimyasal analizleri Dokuz Eylül Üniversitesinde yaptırılmış olup sonuçlar Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Karma Suların Özellikleri

<i>Özellik</i>	<i>AS</i>	<i>MS</i>	<i>TS EN 1008</i> <i>Sınır Değer</i>
Nitrat (NO ₃) ⁻¹	2,48 mg/L	8.41 mg/L	Max. 500
pH	6,59	6,51	≥4
Askıda Katı Madde (mg/L)	olmadı	1 ml	Max. 4ml
Çinko (Zn)	< 1 mg/L	< 1 mg/L	Max.100 mg/L
Cl ⁻ (mg/L)	32 mg/L	36 mg/L	Max. 500
Sülfat (SO ₄) ⁻² (mg/L)	15 mg/L	30 mg/L	Max. 2000
Şeker	< 1 mg/L	< 1 mg/L	Max.100 mg/L
Kurşun (Pb)	< 1 mg/L	< 1 mg/L	Max.100 mg/L

4.2. Metod

Bu çalışmada, çimento deneyleri Denizli Çimento Fabrikasında, ilgili agrega ve beton deneyleri Modern Beton Santralinde yapılmıştır. Araştırmada C 30 beton reçetesi dikkate alınarak sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. (TS EN 206–1 2004)

Beton karışım hesabı, TS 802 ‘‘Beton Karışım Hesap Esasları’’ Türk standardına göre yapılmıştır. Karışımlarda çimento dozajı ve katkı yüzdesi sabit tutulmuştur. Karışımlarda, karma suyu olarak AS ve MS iki farklı su kullanılmıştır. Milli sudaki mil miktarı 0–3 kırma kum agregasından düşülerek karışım suyuna eklenmiştir. Agrega

yüzdeleri her karışım için sabit tutulmuş, 0-3 için % 28, 0-5 için % 24, 5-15 için %18, 15-25 için % 30 oranları kullanılmıştır.



Resim 4.1 Atık Su Havuzu



Resim 4.2 Milli Su Havuzu

TS 802 standardına göre yapılan beton karışım hesabı sonucunda elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 1m³ beton üretimi için hesaplanmış malzeme miktarları

<i>Beton Kodu</i>	<i>PÇ 42,5 (kg)</i>	<i>Katkı %</i>	<i>AS (kg)</i>	<i>MS (kg)</i>	<i>ΣSU (kg)</i>	<i>0-3 (kg)</i>	<i>0-5 (kg)</i>	<i>5-15 (kg)</i>	<i>15-25 (kg)</i>	<i>S/Ç</i>
%100 AS	340	1,70	173		173	492	458	345	559	0,51
%80 AS-%20 MS	340	1,70	139	38	177	488	458	345	559	0,52
%60 AS-%40 MS	340	1,70	104	76	180	485	458	345	559	0,53
%40 AS-%60 MS	340	1,70	69	114	183	482	458	345	559	0,54
%20 AS-%80 MS	340	1,70	35	152	187	478	458	345	559	0,55
%100 MS	340	1,70		190	190	475	458	345	559	0,56

4.2.1. Beton Numunelerinin Kodlanması

Numunelerin kodlanması işlemi, numune üzerine özel kodlama etiketi konularak yapılmıştır. Hazırlanan bu kodlama etiketi üzerine; numune adı, numune tarihi, numunenin döküldüğü saat, numunenin sıcaklığı ve çökme gibi bilgiler yazılmıştır. Çizelge 4.7’de, kodlama işleminde görüldüğü gibi kullanılan karma sularının yüzdeleriyle belirtilmiştir.

4.2.2. Beton Numunelerinin Üretilmesi

Taze betonların üretilmesinde 50 dm³ hacimli betonyer kullanılmıştır. Üretilen taze betonlar üzerinde çökme, sıcaklık, birim ağırlık ve hava miktarı deneyleri yapılmıştır. Üretilen taze betonlardan 150 mm boyutlu küp numuneler alınmış 2, 7 ve 28 olmak

üzere toplam 54 adet numune deney gününe kadar kür havuzunda bekletilmiştir. Numuneler TS EN 12390–3 standardına göre basınç dayanımı testine tabi tutulmuştur.

4.2.3. Taze Beton Kıvam Tayini Deneyi (Çökme Metodu)

Taze betonların çökme deneyi TS EN 12350-2'e göre yapılmıştır. Taze beton kıvam tayininde çökme metodu esas alınmıştır. Çökme deneyi için taban çapı 200 mm, üst yüz çapı 100 mm ve yüksekliği 300 mm olan kesik çökme hunisi kullanılmıştır. Huninin içi ıslak bezle silinip su emmez bir yüzey haline geldikten sonra huni 3 aşamada doldurularak, boyu 70 cm olan şişleme çubuğuyla 25 defa kenarlardan ortaya doğru dairesel olarak düşey bir şekilde şişlenmiştir. Huni şişlenip doldurulduktan sonra kalıbın üstü mala ile tesviye edilip huninin etrafına dökülen betonlar temizlenmiştir. Daha sonra huni sarsılmadan düşey konumda kaldırılarak çökme miktarı ölçülmüştür.

4.2.4. Taze Betonda Birim Ağırlık Tayini Deneyi

Taze beton birim ağırlık deneyi, TS 2941 standardına göre çelikten veya çimento hamurundan etkilenmeyecek bir ölçme kabında (hava metre kabı) yapılmıştır. Ölçme kabı içine üç eşit tabakada ve her tabakada şişleme yapılarak taze beton doldurulmuştur. Her tabakanın sıkıştırılmasından sonra kabın kenarlarına tokmak ile vurularak hava kabarcıklarının kısmen çıkması sağlanmıştır. Daha sonra ölçme kabı tartılarak birim ağırlık değerleri okunmuştur.

4.2.5. Taze Betonda Hava Miktarı Tayini Deneyi

Hava miktarı tayini deneyi, TS 12350–7 standardına göre çelikten veya çimento hamurundan hemen etkilenmeyecek sert bir metalden silindir şeklinde imal edilmiş ölçme cihazı kullanılmıştır. Deney numunesi 3 eşit tabaka halinde ölçme kabının içerisine yerleştirilmiştir. Her tabaka şişlenmiş, numunenin üst yüzeyi şerit cetvelle düzeltilmiştir. Daha sonrasında cihaz üzerinde gerekli işlemler yapılarak taze betonun hava miktarı manometre aracılığıyla ölçülmüştür.

4.2.6. Küp Numunelerin Alınması ve Saklanması

Taze beton ebatları 150x150x150 mm olan kalıplara TS EN 12390-2'e göre 2 eşit tabaka halinde doldurulmuştur. Her tabaka şişlenerek zarar görmeyecek bir yerde muhafaza edilmiştir.

Küp numuneler kalıplarından çıkarılıp üzerlerine yağlı tebeşirle deney numarası ve kırılma yaşları yazılmıştır. İşaretlenen numuneler kirece doymun 20 ± 2°C sıcaklıkta bulunan kür havuzunda saklanmıştır.

4.2.7. Basınç Dayanımı Deneyi

Basınç dayanımı deneyi için, 200 tonluk beton presi kullanılmıştır. Numune, deney makinesine yerleştirilmeden yüzey suyu alınmış ve yükleme başlıklarının ortasına konulmuştur. Yükleme hızı 0,2 MPa/s (N/mm²) – 1,0 MPa/s (N/mm²) arasında sabit bir hızla numuneler kırılmıştır.

4.2.8. Karma Sularının Hazırlanması

Beton karma suları, geri dönüşüm havuzlarından alınmıştır. Sular homojen olacak şekilde seçilmiş gün içerisinde üç defada alınmıştır.

5.BULGULAR

5.1. Taze Beton Deney Sonuçları

Hazır beton santrallerinde geri dönüşüm sistemi yardımıyla kazanılan atık milli suyun tekrar beton karışımında kullanılması amacıyla yapılan bu çalışmada; üretilen taze beton üzerinde yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Taze Beton Deney Sonuçları

<i>Karışım</i>	<i>Sıcaklık (°C)</i>	<i>Çökme (mm)</i>	<i>Birim Ağırlık (kg/m³)</i>	<i>Hava Miktarı (%)</i>
%100 AS	18,8	20	2359	2,0
%80 AS-%20 MS	18,5	18	2369	2,4
%60 AS-%40 MS	18,0	19	2370	2,5
%40 AS-%60 MS	18,5	19	2383	2,3
%20 AS-%80 MS	19,1	19	2370	2,2
%100 MS	19,3	19	2365	1,9

5.2 Sertleşmiş Betonların Basınç Dayanımları

Atık su oranlarının belirli oranları geri dönüşüm sisteminden elde edilen milli suyun beton üretiminde karışım suyu olarak değerlendirilmesi için yapılan deneysel çalışmada üretilen numuneler üzerinde 2, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarını belirlemek üzere tek eksenli basınç deneyleri yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Bulunan sonuçlar dikkate alınarak karışımlardaki milli su miktarı artışına bağlı olarak basınç dayanımlarındaki değişimler Çizelge 5.2 de gösterilmiştir.

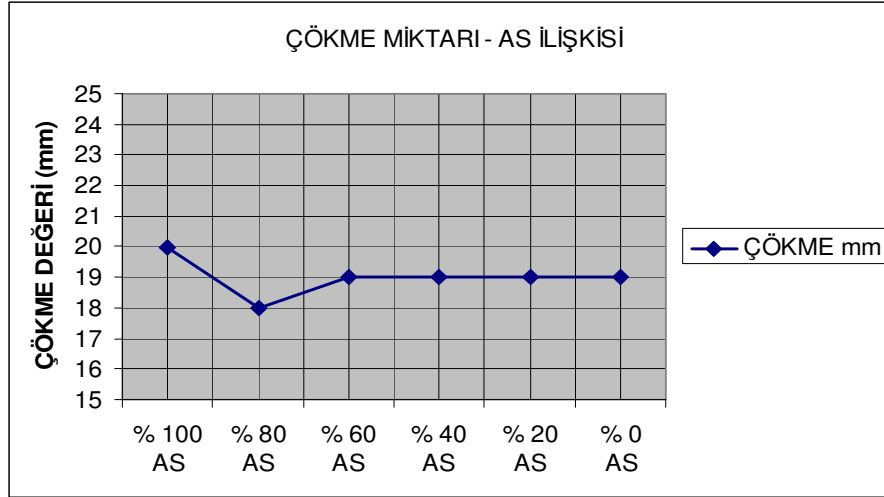
Çizelge 5.2 Dayanım Sonuçları

Beton Kodu	DAYANIM(MPa)											
	2 GÜN			Ort.	7 GÜN			Ort.	28 GÜN			Ort.
%100 AS	16,2	16,6	15,3	16,0	28	28,4	27,9	28,1	39,9	39	37	38,6
%80 AS	16,9	17,2	17,7	17,3	28,7	29,1	28,6	28,8	39,7	37,5	37,8	38,3
%60 AS	21,0	21,1	23,0	21,7	36,1	37,8	36,7	36,9	46,1	48,2	47,5	47,3
%40 AS	19,6	20,5	20,9	20,3	33,2	34,5	33,6	33,8	44,4	46	42,7	44,4
%20 AS	18,4	19,6	19,8	19,3	32,9	33,8	33,1	33,3	44,3	44,4	42,3	43,7
%100 MS	17,5	17,2	16,4	17,0	29,8	29,1	29,2	29,4	39	39,5	40,5	39,7

6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1 Taze Beton Özellikleri

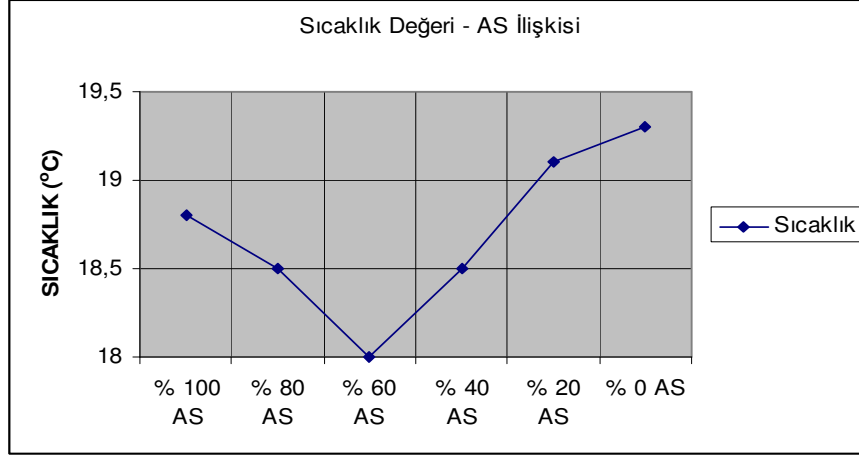
6.1.1. Çökme



Şekil 6.1 Çökme Miktarı - AS İlişkisi

Yapılan çalışmada ince maddenin (milli sudaki) karakteristik özellikleri (su emme, özgül ağırlık vb.) belirlenerek yapılan karışımlarda atık suyun belirli oranları, geri dönüşüm sistemi ile elde edilen milli su oranları ile değiştirilmesi halinde, karışımın işlenebilme özelliğinde belirgin bir değişim olmadığı görülmüştür. Taze betonun çökme değerleri her seri üretim için aynı değerlerde elde edildiğinden çalışmanın uygunluğunu desteklemektedir. Yapılan dizaynlarda görüldüğü gibi mil miktarı arttıkça toplam su miktarı milli suyun özelliğine bağlı olarak artmıştır. Yani sudaki mil miktarı 0-3 agregadan düşülmüş, su miktarına verilmiştir. Buda çökme miktarlarını değiştirmemiş S4 kıvamını sağlamıştır.

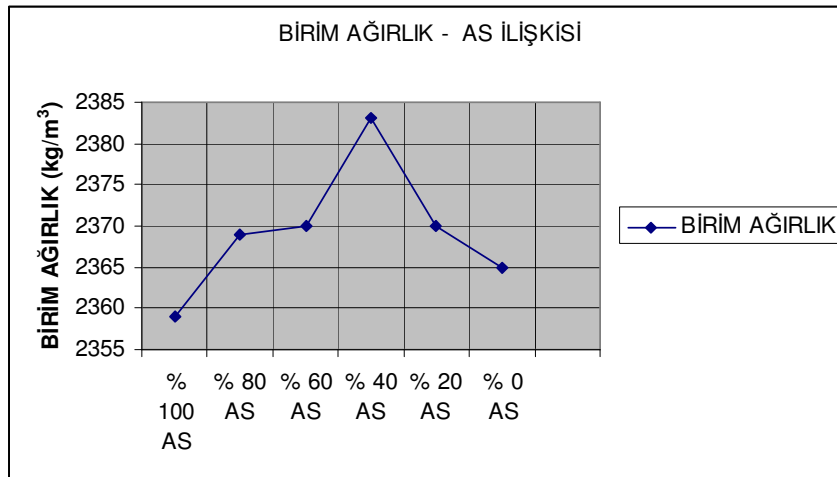
6.1.2. Taze Beton Sıcaklığı



Şekil 6.2 Sıcaklık Değeri - AS İlişkisi

Beton sıcaklığı, yapılan denemelerde genel anlamda MS miktarının artmasıyla bir artış göstermiştir.

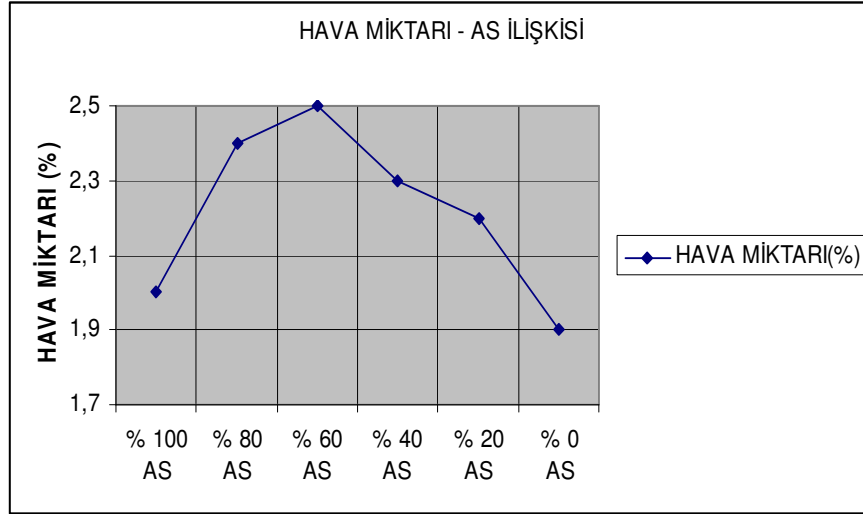
6.1.3. Taze Beton Birim Ağırlığı



Şekil 6.3 Birim Ağırlık - AS İlişkisi

Üretilen serilerde karışımları taze birim ağırlıkları katılan milli su oranlarına bağlı olarak atık su karışımına göre bir artış eğilimi göstermiştir. Max. Birim ağırlık %40 AS-%60 MS karışımında elde edilmiştir.

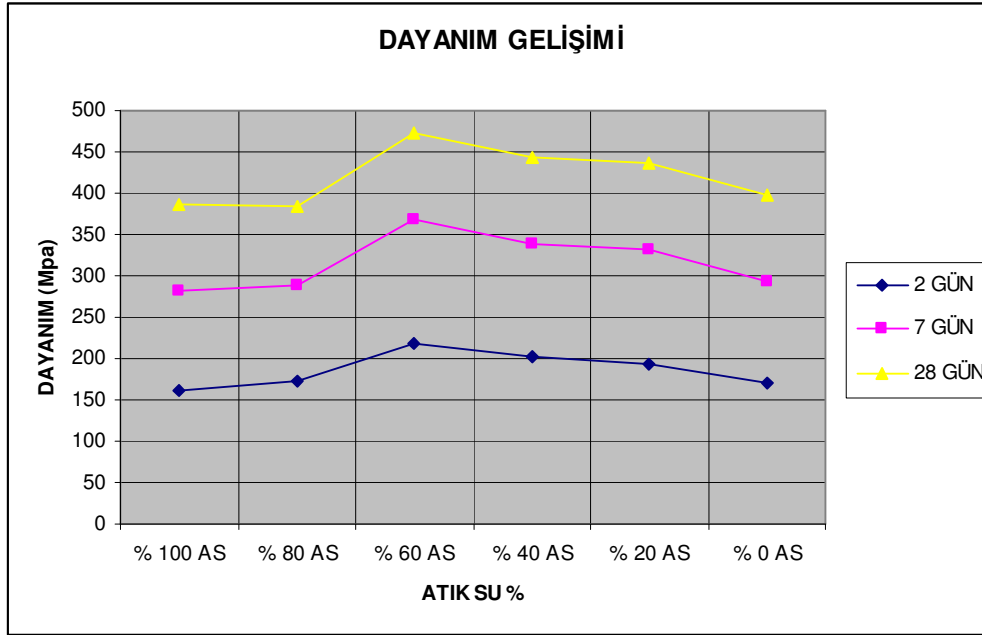
6.1.4. Taze Beton Hava Miktarı



Şekil 6.4 Hava Miktarı - AS İlişkisi

Taze betonda ölçülen hava miktarları karışıma katılan milli su oranları itibariyle teorik olarak başlangıçta kabul edilen %2 oranına yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bu da üretim esnasında kalıba yerleştirilmesindeki vibrasyon süresine ve ortam sıcaklığına bağlanabilir.

6.2 Basınç Dayanım Sonuçları İle AS Arasındaki İlişki



Şekil 6.5 Sertleşmiş Betonda AS Miktarı İle Basınç Dayanımı Arasındaki İlişki

Elde edilen sonuçlara göre atık su miktarının azalmasına paralel olarak, bütün zamanlarda dayanımlarda benzer bir artış eğilimi görülmüştür. Üretilen seriler içerisinde % 100 AS yi şahit numune olarak kabul edersek diğer serilerin bu numuneye göre basınç dayanımlarında % 60 AS miktarına kadar artış oranı yaklaşık % 22,3 olmakta iken % 40 AS den itibaren azalma eğilimi görülmektedir. Ancak bu azalma eğilimi yine şahit numuneye göre basınç dayanımları yüksektir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

— Taze betonun çökme değerleri her seri üretim için aynı değerlerde elde edildiğinden çalışmanın uygunluğunu desteklemektedir.

— Beton sıcaklığı, yapılan denemelerde genel anlamda MS miktarının artmasıyla bir artış göstermiştir.

— Üretilen serilerde karışımları taze birim ağırlıkları katılan milli su oranlarına bağlı olarak atık su karışımına göre bir artış eğilimi göstermiştir. Max. Birim ağırlık %40 AS-%60 MS karışımında elde edilmiştir.

— Taze betonda ölçülen hava miktarları karışıma katılan milli su oranları itibariyle teorik olarak başlangıçta kabul edilen %2 oranına yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bu da üretim esnasında kalıba yerleştirilmesindeki vibrasyon süresine ve ortam sıcaklığına bağlanabilir.

— Elde edilen sonuçlara göre atık su miktarının azalmasına paralel olarak, bütün zamanlarda dayanımlarda benzer bir artış eğilimi görülmüştür.

— Bu üzerinde çalışmış olduğum hazır beton santrallerinde kurulması mümkün geri dönüşüm sisteminin maliyet analizlerinden de anlaşılacağı üzere tesise büyük bir getiri sağlamakta yaklaşık bu sistem için harcanacak miktar 2 sene gibi kısa bir zaman içerisinde kendisini amorti edecektir.

— Yapılan çalışmada görüldüğü üzere MS kullanımı betonun işlenebilirliği üzerinde olumsuz bir etki yapmamıştır.

— MS kullanımı beton basınç dayanımını olumlu yönde etkilemiştir.

— Bu çalışma, hazır beton santrallerinde bir sorun haline gelen atık malzemelerin tekrar kullanılabilirliğinin çözüm yollarını farklı bir bakış açısıyla incelemiştir. Bu durum dolayısıyla karşılaşılan problemlerin, incelenen konu üzerinden çözüm bulacağı kanısındayım.

8. KAYNAKLAR

NALLI, E. 2006. Hazır beton santrali atık suyunun beton üretiminde karma suyu olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.

THBB., Türkiye’de Hazır Beton ve Türkiye Hazır Beton Birliği., THBB yayını İstanbul, 1996.

TS 802. Beton Karışımı Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1985.

TS EN 197–1, ‘‘Çimento-Bölüm 1: Genel çimentolar-Bileşim, Özellikler ve uygunluk kriterleri’’ Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.

TS EN 1008, Beton-Karma Suyu – Numune Alma, Deneyler ve Beton Endüstrisindeki İşlemlerden Geri Kazanılan Su dahil, Suyun Beton Karma Suyu olarak uygunluğunun tayini kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003.

TS EN 206–1, Beton-Hazır Beton, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2004.

TS 706 EN 12620, Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003.

TS EN 3530 933–1, ‘‘Agregaların Geometrik özellikleri için Deneyler’’ Bölüm 1:Tane Büyüklüğü dağılımı tayini-Eleme metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.

TS EN 12350 -1, ‘‘Taze Beton Deneyleri’’ , Bölüm 1: Numune alma, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2002.

İnternet Kaynakları

Erişim Tarihi

- 1- <http://www.orbetasbeton.com/cevre.htm> (2007)
- 2- http://www.cevreorman.gov.tr/moz_00.htm (2007)
- 3- www.thbb.org/download.php?f=documents/61.ppt (2007)
- 4- <http://www.bcm.org.tr/pdf/toz%20emisyonlarının%20onlenmesi.pdf> (2007)
- 5- <http://st.fatih.edu.tr/~cenkakman/Geridonusum.html> (2007)
- 6-http://tr.wikipedia.org/wiki/Geri_d%C3%B6n%C3%BC%C5%9F%C3%BCm (2007)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Ufuk COŞKUN
Doğum Yeri	MALATYA
Doğum Tarihi	1979
Medeni Hali	EVLİ
Yabancı Dili	İNGİLİZCE
	Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise	Karşıyaka Lisesi, 1996
Lisans	Afyon Kocatepe Üniversitesi, 2004
Yüksek Lisans	Afyon Kocatepe Üniversitesi, -
	Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl aralığı
Tümtaş A.Ş.	Afyonkarahisar , 2004 – 2006
Modern Beton	İzmir , 2006 – (Devam)

Yayımları (SCI ve diğer)

Ünal O., Uygunoğlu T., Coşkun U., "Agrega Granülometrisinin Yüksek Performanslı Beton Özelliklerine Etkisi", Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt-1, Sayı-2, s.13-20, 2005