



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2006, Volume: 1, Number: 3
Article Number: A0007

NATURAL AND APPLIED SCIENCES
TURKISH (Abstract: ENGLISH)

NWSA Received: February 2006
NWSA Accepted: July 2006
© 2006 www.newwsa.com

Cevdet Emin Ekinçi
Mustafa Erşimşek
Firat University
Faculty of Technical Education
Department of Construction Education
23119 Elazığ-Türkiye

**ENJEKSİYON YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN GRANÜLE YAPILI FERROKROM CÜRUFU
KATKILI BETONLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

ÖZET

Bu çalışmada, enjeksiyon yöntemiyle üretilmiş granüle ferrokrom cürufu katkılı betonların basınç dayanımı, aşınma ve yıpranma davranışları araştırılmıştır. Betonlarda 0-4 mm agrega malzemesi olarak granüle ferrokrom cürufu ve 4-16 mm agrega olarak da normal agrega kullanılmıştır. Betonlarda granüle ferrokrom karışım oranı %10, %20 ve %30'dur. Deneylerde elde edilen sonuçlara göre granüle ferrokrom cürufu katkı oranı arttıkça betonlarda basınç dayanımı, aşınma ve yıpranmaya karşı dayanımlarda bir artış olduğu gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enjeksiyon, Basınç Dayanımı, Beton, Aşınma ve Yıpranma, Ferrokrom Cürufu.

**THE RESEARCH OF PHYSICAL PROPERTIES OF CONCRETE WHICH IS CONTAINING
GRANULAR FERROKROM SLAG WHICH IS PRODUCED BY USING THE METHOD OF
INJECTION**

ABSTRACT

In this study, physical properties of concrete which is containing granular ferrokrom slag which is produced by using the method of injection are researched by doing experiments of pressure resistance, and wear-tear. In the concrete granular ferrokrom slag is used as 0-4 mm aggregate material. Normal aggregate is used as 4-16 mm. The mix ratio of granular ferrokrom slag in concrete is %10, %20 and %30. According to the results of experiments, while granular ferrokrom slag addition ratio increases, it is obtained an increase in pressure resistance in concrete and resistances against wear and tear of concrete.

Keywords: Injection, Pressure Resistance, Concrete, Wear and Tear, Ferrochrome Slag.



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Enjeksiyon, ortamın kayma mukavemetini artırmak veya geçirimsizliğini azaltmak amacıyla kaya ya da zemin içindeki boşluklara basınç altında bir karışım zerk etme yoluyla uygulanan bir zemin iyileştirme yöntemidir. Bu amaçla, zemine, kayaya ve betona enjeksiyon yapılarak boşluklar tamamen veya kısmen doldurulur. Bu sayede danelerin kenetlenmesi sağlanarak şekil değiştirme direnci artırılır. Enjeksiyon yapılan zeminin mukavemeti, zemin ve enjeksiyon karışımının özelliklerine bağlıdır.

Enjeksiyon yöntemiyle bir zeminin iyileştirilmesi 19. yüzyılın başından beri bilinmesine rağmen ilk ciddi gelişmeler bu yüzyılın başında ortaya çıkmıştır. İlk zamanlarda enjeksiyonlar genelde yüksek basınçlar altında yapılmıştır. Hatta sık sık zeminin kırılması ve kabarması ile karşılaşmıştır. Bu gibi şartlar altında, şehir içinde bulunan şantiyelerde başarılı enjeksiyon çalışmaları yapmak imkansız olmuştur.

Enjeksiyonlar, yapılan tüm araştırmaların sonucunda, belli bir işlevi yerine getirmek amacıyla yapılır. Özetle bunlar perde enjeksiyonları, sağlamlaştırma (konsolidasyon) enjeksiyonları, dolgu (kontakt) enjeksiyonları ve alüvyon enjeksiyonlarıdır.

Enjeksiyon teknolojisinin tarihi gelişimini şu şekilde sıralamak mümkündür:

- 1802'de Fransa'da Berigny tarafından çimento enjeksiyonu maden ocaklarında sızdırmazlık sağlamak amacıyla kullanılmaya başlandı.
- 1920'de çimento enjeksiyonu baraj inşaatlarında çatlaklı kayalarda kullanılmaya başlandı.
- 1925'de iki bileşenli kimyasal enjeksiyon olan Joosten yöntemi geliştirildi.
- 1950'de tek bileşenli kimyasal enjeksiyon yöntemi geliştirildi.
- 1970'li yıllarda kimyasal enjeksiyonların zamanla şekil değiştirme davranışları deneysel olarak incelendi.
- 1980'li yıllarda çevre ve yeraltı suyu kirlenmesine önlem olarak kimyasal enjeksiyon kullanılmasında sınırlamalar getirildi ve çok ince öğütülmüş çimentolar (ince daneli çimento) enjeksiyonda kullanılmaya başlandı [1].

Kullanım alanında büyük artışlar olan enjeksiyon, özellikle barajlarda büyük ölçüde başvurulan bir zemin ıslah yöntemidir. Başlıca kullanım alanları şöyle sıralanabilir:

- Geçirimsizlik perdelerinin teşkil edilmesi,
- Aşırı oturmaların ve su kaçaklarının önlenmesi amacıyla boşlukların doldurulması,
- Dinamit atımıyla gevşeyen temel kayasının üst kısımlarının sağlamlaştırılması,
- Yapı ile ana kaya arasında kalması muhtemel boşlukların doldurulması,
- Tünel inşaatında, tünel aynasının stabilitesinin sağlanması ve üst tabakalarda kemerlenme sağlanması,
- Temel çukuru kazı şevlerinin stabilitesinin sağlanması,
- Komşu temellerin takviyesinde veya oturmuş temellerin düzeltilmesi,
- Gevşek kumlarda sıvılaşmanın önlenmesi,
- Yanal toprak basıncının kısıtlanması,
- Kazıkların yanal yük taşıma gücünün artırılması ve
- Şev stabilitesinin sağlanması.



Enjeksiyon işlemi yukarıda sıralanan kullanım alanlarında genelde şu ortamlara tatbik edilir:

- Zeminlerin dane boşluklarının doldurulması,
- Kaya içinde mevcut galeri, kavern, karst gibi büyük boşlukların doldurulması ve
- Kaya çatlakların doldurulmasıdır.

Uygulanan basınca göre sınıflandırma ise şöyledir:

- **Alçak Basınç Enjeksiyonları:** Enjeksiyon karışımının 1 MPa'dan daha az bir basınçla basılması durumudur. Genellikle yüzeye yakın yerlere uygulanırlar. Sondaj derinliği 5-15 metredir.
- **Orta Basınç Enjeksiyonları:** Enjeksiyon basıncının 1-3 MPa arasında olduğu durumudur. Sondaj boyları derinliği 15-30 m arasındadır.
- **Yüksek Basınç Enjeksiyonları:** Daha çok geçirimsiz perde oluşturmak için yapılan ve 3 MPa'nın üzerinde basınçla yapılan enjeksiyon işlemleridir. Uygulanan basınç, duruma göre 7 MPa'a kadar çıkartılabilir.

Enjeksiyon yöntemi olarak yıllardan beri iki yöntem kullanılmaktadır. Biri açık taban boru yöntemidir (Open bottom pipe method), diğeri manşetli boru yöntemidir (Sleeve pipe method).

- **Açık Taban Boru Yöntemi:** Bu yöntemde enjeksiyon aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya olmak üzere iki farklı şekilde kademeler halinde yapılır.
- **Manşetli Boru Yöntemi:** Bu yöntemde önce delme işlemi yapılır. Sonra delik içine manşetli borular yerleştirilir. Manşetli borular içerisine ise ince borular takılır. Manşetli boru üzerindeki manşet genellikle kauçuktan yapılır ve açılabilir özelliktedir. Boru içerisinde iki adet tıpa kullanılarak, istenilen yerdeki manşetten enjeksiyon yapılabilir. Verilen bir pompalama hızından dolayı basıncı azaltmak, tıpalara mesafeyi artırarak mümkün olmaktadır. Manşetli borunun etrafında bulunan muhafaza harç, sertleştikten sonra çok kuvvetli olmalıdır. Genellikle kil-çimento kullanılmaktadır [1, 2 ve 3].

Beton; agrega, çimento ve suyun belirli oranlarda bir araya gelmesiyle elde edilir. Betonun mekanik özellikleri arasında en çok inceleneni, bir anlamda en önemlileri, basınç, aşınma ve yıpranma dayanımıdır. Basınç dayanımı betonun birçok olumlu nitelikleriyle doğru orantılıdır. Yüksek basınç dayanımlı bir beton doludur, serttir, su geçirmez, dış etkilere dayanır ve aşınmaz. Betonun basınç dayanımını saptamakla betonun niteliği hakkında genel bir değerlendirme yapılabilir.

Betonun basınç dayanımına etkiyen bazı faktörler vardır. Bunlar arasında; bileşen malzeme ve özellikleri, kompasite, dış etkiler, küre ve deney şartları sayılabilir. Çimento dozajının yüksek olması mukavemeti bir yere kadar artırır, ancak dayanıma etkiyen faktör salt dozaj değil S/Ç oranıdır. İyi bir betonda kompasite 0.80'den büyük olmalıdır. Kompasitesi yüksek, dolu bir betonun basınç dayanımının da doğal olarak yüksek olması beklenir. Sertleşme sürecinde rutubet ve sıcaklık derecelerinin de betonun basınç dayanım gelişimine olan etkisi çok önemlidir. Bundan dolayı beton, yapılarda daha çok basınç gerilmelerine maruz bırakılarak kullanılır. Bununla beraber bazı yapı çeşitleri vardır ki, buralarda beton, basınç yanında çekme, eğilme, çarpma ve aşınma gibi zorlamaların etkileri altındadır. Örnek olarak yollar, hava meydanları ve barajlar gösterilebilir. Şu halde beton bu etkilere karşı yeterli bir mukavemete sahip olmalıdır. Bu husus, ortam koşullarına dayanacak uygun bir çimentonun seçilmesi yanında çeşitli önlemlerin alınmasını gerektirir [4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10].



2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Bu çalışmada temel amaç, zeminlerin enjeksiyonunda başarı ile kullanılan enjeksiyon makinelerinin bir prototipinin geliştirilmesi ve beton üretiminde kullanılıp kullanılmayacağını test edilmesidir. Prototip beton enjeksiyon cihaz geliştirme çalışmalarında başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen cihaz Resim 1'de verilmiştir. Araştırma, deneysel çalışmalarında kum agregası yerine granüle ferrokrom cürufunun kullanılması, enjeksiyonla beton üretimi konusunda yapılan birkaç örnek çalışma arasında olması, beton üretiminde enjeksiyon yöntemiyle de nitelikli betonların üretilebileceğinin yanı sıra ve buna benzer diğer çalışmalara veya araştırmacılara ışık tutabilmesi bakımından önem arz etmektedir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA VE SONUÇLAR (EXPERIMENTAL WORKING AND RESULTS)

Deney harç numunelerinde kıvam sabit tutulmuştur. Söz konusu numunelere enjekte edilen şerbetin viskozitesinin değişmezliği esas alınmıştır. Fotoğraf 2'de görülen ve Tablo 3'de verilen deney planına göre hazırlanan kuru karışım numunelerine enjeksiyonla çimento şerbeti işlemi yapılmıştır. Enjekte edilmiş numunelere 28 ve 56 gün sonra basınç dayanımı ve Los Angeles aletiyle aşınma ve yıpranma deneyleri yapılarak özelliklerindeki değişimin deneylerle tespiti yoluna gidilmiştir.

Tablo 3'de verilen deney planına göre önce agregalar belirlenen oranlarda kuru karışım olarak küp ve silindir kalıplara üç aşamada şişle sıkıştırılarak yerleştirilmiştir. Su ve bağlayıcı madde belirlenen oranlarda hazırlandıktan sonra numunelere geliştirilen test cihazıyla 10 bar basınçla verilmiştir. Tüm numunelerin enjeksiyon öncesi ve sonrasında daralı ağırlıkları belirlenmiştir. Tablo 3'de verilen deney planına göre her bir özellik için 6'şar adet numune hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler %90 bağıl nemde bir gün bekletildikten sonra 23°C sıcaklıktaki suda deney gününe kadar kür havuzunda muhafaza edilmişlerdir. Su ve çimento karışımı (çimento şerbeti), karıştırma kabında karıştırıcı ile hazırlandıktan sonra besleme haznesine bir huni yardımıyla boşaltılmış ve tüm karışımlarda 10 Bar basınç uygulanmıştır.

Bilindiği üzere harcın kılcal su emmesi ve basınçlı su geçirimsizliği S/Ç oranı ile birlikte azalmakta, kompasitesi ve birim ağırlığı artmaktadır. Bu olumlu etki bünyedeki boşlukların miktarlarının ve sürekliliğinin azalmasından kaynaklanmakta ve bir kritik eşik değerine kadar sürmektedir. S/Ç bu eşik değerinin altına indiğinde harç yeterli ölçüde sıkışmayarak boşluklar artmakta, dolayısı ile kompasite ve birim ağırlık düşmekte, kılcal su emme ve basınçlı su geçirimsizliği artmaktadır. Bu durumdan dolayı beton numunelerinde bu oranı sabit tutmak için S/Ç 0.55 olarak alınmıştır.

Betonların basınç dayanım deneyi ise mevcut literatürler çalışmalarından farklı olarak bilyalı tamburla betonlarda aşınma ve yıpranma deneyi (100+400 devir) incelenmiştir. Numuneler 28. günün sonunda kür havuzundan çıkarılarak 24 saat bekletildikten sonra ağırlıkları tek tek tartılarak tespit edilmiştir. Söz konusu standartta agregalar için verilen numune miktarları, bilye sayısı ve ağırlığı bu deneyde göz önünde bulundurulmuştur. Ancak agregalar için verilen 5000 g'lık numuneye karşılık gelmek üzere üç adet deney numunesi (ağırlıkları toplam 2210-2340 g arasında) aşındırıcı 6 adet font bilye kullanılmıştır.

Betonların 28 ve 56 günlük dayanım sonuçları Tablo 5'de, bilyeli tambur olarak bilinen Los Angeles kullanılarak edilen aşınma ve

yıpranma sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Diğer malzemelerin genel özellikleri ise şöyledir:

- **Çimento:** Elazığ Altınova Çimenton Sanayi A.Ş.'nin üretmiş olduğu CEM I 42,5 N kullanılmış olup kimyasal ve fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.
- **Agrega:** Elazığ-Palu yöresi agregası kullanılmıştır. En büyük tane boyutu 16 mm olup fiziksel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Çakılın rölatif sıklık deneyi yapılarak en sıkı ve gevşek haldeki hacim ağırlıkları tespit edildi. Bu değerler: $\gamma_{\min}=1.625 \text{ kg/dm}^3$ ve $\gamma_{\max}=1.781 \text{ kg/dm}^3$ olarak bulundu. Deneylerde rölatif sıklık sabit tutulmuştur.
- **Granüle Endüstriyel Atık Madde:** Elazığ Ferrokrom Fabrikasında atık madde olan granüle yapıli malzeme kullanılmıştır. Granül malzemenin rölatif sıklık deneyi yapılarak en sıkı ve gevşek haldeki hacim ağırlıkları tespit edildi. Bu değerler: $\gamma_{\min}=1,54 \text{ kg/dm}^3$ ve $\gamma_{\max}=1.64 \text{ kg/dm}^3$ olarak bulundu. Deneylerde rölatif sıklık sabit tutulmuştur.
- **Su:** Deneylerde Elazığ şehir şebeke suyu kullanılmıştır.
- **Tartı:** 0,01 g hassasiyetli tartı kullanılmıştır.
- **Kompresör:** Basınç, mevcut bulunan kompresöre bağıli şebekeden alındı. Kompresörün maksimum basıncı 12 bardır.
- **Hava Regülâtörü-Manometre:** Hava regülâtörü istenen basıncı ayarlamak ve sabit tutmak için kullanılmıştır. Regülâtör üstündeki sabit manometre uygulanan basıncı kontrol etme işlevini yürütmektedir.
- **Hidrolik Hortum:** Hidrolik hortumlar hava basıncını besleme haznesine, çimento karışımını da numuneye iletmek için kullanılmaktadır. Basınç dayanımı 12 kpa'dır.
- **Karışım Giriş Haznesi:** Karışım giriş haznesi, enjeksiyon işlemlerinde kullanılan haznenin küçültülmüş şeklidir. Hazne hacmi 12 litredir. Hazneye basınç girişi hidrolik hortumlarla üstten ve haznedeki çimento karışımının çıkışı ise hazne tabanında bağıli bulunan hidrolik hortumlarla yapılmaktadır. Akışı kontrol edebilmek için bu deliklere vana bağılanmıştır.
- **Rijit Başlık:** Deneylerde küp ve silindir kalıp üzerine rijit başlık monte edilmiştir. Başlığın merkezinde 8 mm çapında bir delik ve bunun etrafında bir tane sıkışan havanın çıkması için vana bulunmaktadır. Bu sayede enjeksiyon işlemi boyunca düşey deformasyona müsaade etmeyerek numunenin kabarması engellenmiş, fazla gelen çimento karışımının çıkışına imkan sağlanmıştır. Dört yönden kelebek somunlarla sıkılarak rijitliği sağlanmıştır.
- **Metal İnce Boru:** Metal ince boru çimento karışımını numuneye enjekte etmek için kullanıldı. Borunun iç çapı 5 mm ve uç tarafında 3 mm çapında 8 adet delik mevcuttur. Çimento karışımı bu deliklerden ve boru ucundan numuneye enjekte edilmiştir.
- **Beton Numune Kalıpları:** Deneylerde 10 cm'lik küp ve 10 cm çapında 20 cm yüksekliğinde standart silindir numuneler kullanılmıştır. Kalıpların alt kısmı numunenin çıkartılabilmesi için ayrılabilir olup üst kısmı açıktır.
- **Mikser:** Mikser olarak bir karıştırıcı ve bir karıştırma kabı kabı olarak 5 lt hacminde bir çelik kap, karıştırıcı ise 1400 dev/dk'lık standart beton laboratuvar mikser makinesi kullanılmıştır [11 ve 12].
- **Deney Setinin Çalışma Sistemi:** Fotoğraf 1 ve Şekil 1'de görüleceği üzere, agrega kuru karışım olarak hazırlanır kalıplara üç tabakada şişlendikten sonra deney setindeki yerine

yerleştirilir ve 20 numaralı emniyet valfı açık konuma getirilir. İstenilen S/Ç oranında hazırlanan çimento şerbeti 8 nolu hazneden doldurulur. Basınçlı havanın 4 nolu haznedeki girişi yapılarak manometrede 10 bar basınç okununcaya kadar beklenir ve 4 nolu valf kapatılır. 9 numaralı valf açılarak çimento şerbetinin 10 bar basınçlı olarak kalıp içindeki kuru karışıma girmesi sağlanır. Çimento şerbetinin 19 nolu tahliye valfinden dışarı çıkmasına kadar uygulamaya devam edilir. 9 numaralı valf kapatılarak enjeksiyon uygulamasına son verilir. Uygulamada ani enjeksiyondan kaçınılır.

Tablo 1. Çimentonun fiziksel ve kimyasal özellikleri
(Table 1. Physical and chemical properties of cement)

Kimyasal Birleşim (%)			
SiO ₂	20.40	Al ₂ O ₃	5.45
Fe ₂ O ₃	3.08	CaO	63.20
MgO	2,95	SO ₃	2.40
Kızdırma Kaybı	1.60	Tayin Edilemeyen	0.80
Çözülmez Kalıntı	0.12	Toplam	100.00
Fiziksel Özellikleri (%)			
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	3.10	Özgül Yüzey (cm ² /g)	3495

Tablo 2. Deneylerde kullanılan agreganın fiziksel özellikleri
(Table 2. Physical properties of aggregate used in tests)

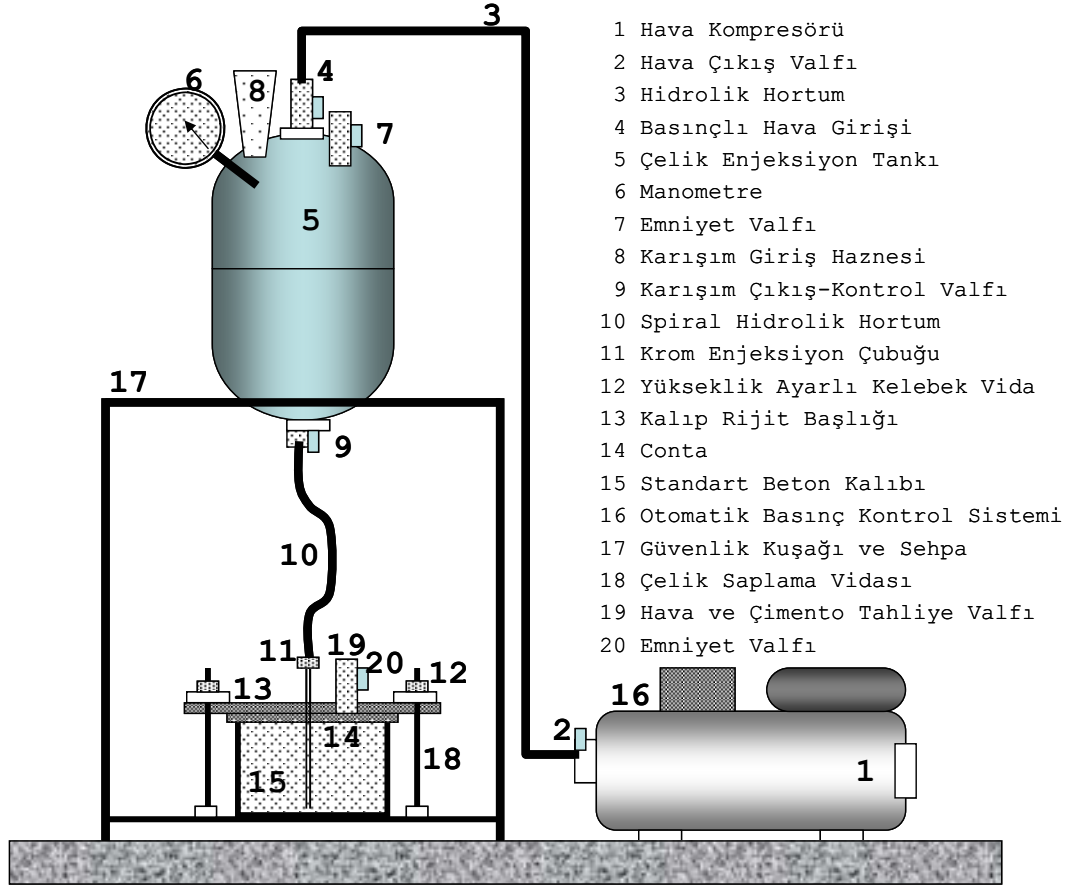
Agrega Tane Sınıfı	Birim Ağırlık (Sıkışık) (kg/m ³)	Özgül Ağırlık (DKY) (kg/m ³)	Su Emme (%)	Mevcut Rutubet (%)	Aşınma (%) (Tüvenan)	
					100 Devir	500 Devir
0-4 mm	1765	2.64	1.10	0.70	---	---
4-16 mm	1720	2.73	0.85	0.45	7.00	18.60

Tablo 3. Deney karışım oranları
(Table 3. Ratios of experiment mixture)

Numune No	Kum (%) (0-4 mm)	Çakıl (%) (4-16 mm)	Granüle Cüruf (%) (0-4 mm)	S/Ç	Enjeksiyon Basıncı (Bar)
Kontrol	0	100	0	0.60	10
GFC10	0	100	10	0,55	10
GFC20	0	100	20	0,50	10
GFC30	0	100	30	0,45	10
GFC	Granüle Ferrokrom Cürufu				



Fotoğraf 1. Agreganın kuru karışımları
(Fotograf 1. Dry aggregate mixtures)



Şekil 1. Deney düzeneği planı
(Figure 1. Plan of experimental set)

Tablo 4. Aşınma ve yıpranma dayanımı sonuçları
(Table 4. Results of wear and tear resistance)

Numune İsimleri	100 Devir Sonucu Kalan Ağırlığı (kg)		Numune İsimleri	500 Devir Sonucu Kalan Ağırlığı (kg)	
	28 Günlük	56 Günlük		28 Günlük	56 Günlük
Kontrol	1,55	1,56	Kontrol	0,53	0,56
GFC10	1,67	1,79	10%	0,61	0,90
GFC20	1,78	2,08	20%	0,72	1,48
GFC30	1,81	2,16	30%	0,83	1,58

Tablo 5. Betonların basınç dayanım sonuçları (N/mm²)
(Table 5. Compressive strength results of concretes (N/mm²))

Beton Numunesi	28 Günlük	56 Günlük
Kontrol	99	113
GFC10	103	114
GFC20	105	123
GFC30	109	142



4. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Betonda 0-4 mm ince agrega (kum) malzemesi yerine Elazığ ferrokrom cüruflarından granüle yapıllı mineral malzemesinin enjeksiyonla kullanabilirliği ve bağlayıcı malzemenin de özel enjeksiyonla verilmesi deneysel olarak araştırılmıştır. Buna göre, dört tip beton karışımından elde edilen sonuçlar, kum yerine katkı maddesi olan granüle yapıllı mineral malzeme oranı artıkça basınç dayanımı az da olsa artmakta, betonlar aşınma ve yıpranmaya karşı daha iyi davranış sergilemektedirler.

Basınç dayanımı deneyi esnasındaki kırılmalar tüm numunelerde yüzeysel olarak meydana gelmiştir. İnce malzeme miktarı artıkça kompasitesi yüksek olduğundan aderansı da yüksek olunca basınç miktarı da buna bağlı olarak artmaktadır. Fakat fazla miktarda granül malzeme kullanıldığında da (%30'dan sonra) testler aşamasında da görüldü ki enjeksiyon işlemi kısmi olmaktadır.

Sonuç olarak, enjeksiyon yöntemiyle üretilmiş granüle yapıllı ferrokrom cürufu katkılı betonların fiziksel özelliklerinde olumlu gelişmeler görülmüştür. Ayrıca basınç dayanımı ve Los Angeles aşınma ve yıpranma deneylerinde katkı maddesi olumlu yönde etki etmektedir.

KAYNAKLAR (REFERECES)

1. İncecik, M. ve şenol, A., (1994). Çimento enjeksiyonunda son gelişmeler. İ.T.Ü. Dergisi, 52, (1-2), ss:61-69.
2. Özocak, A., (1994). İnce daneli imento ile enjeksiyon model deneyleri (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İ.T.Ü.
3. Ceran, İ., (1990). Zeminlerin enjeksiyonu ve laboratuvar enjeksiyon deneyler. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İ.T.Ü.
4. Akman, M.S., (1987). Yapı malzemeleri. İstanbul: İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası.
5. Sümer, M., (1994). Harçlarda kılcal ve basınçlı su altındaki geçirimsizliğin s/ oranı ile değişimi. Teknik Dergi, 5, (1), ss:744-753.
6. Ekinci, C.E., (2005). Bordo kitap: yapı ve tasarımcının inşaat el kitabı. Elazığ: Üniversite Kitabevi.
7. Postacıoğlu, B., (1986). Beton, bağlayıcı maddeler, agregalar (Beton Cilt: I, Bağlayıcı maddeler). İstanbul: Matbaa Teknisyenleri Basımevi.
8. Oymael, S. ve Yeğinobalı, M.A., (1996). Bitümlü şist külü katkılı imentolar, Fırat Üni. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8, (2), ss:99-112.
9. atal, A., (1993). Atatürk barajı jeoteknik uygulamaları. Ankara: Atak Ofset.
10. Ekinci, C.E., (2006). The calculation methods of compound of concrete and a novel calculation method. E-Journal of New World Science Academy, 1, (1) ss:1-12.
11. Türk Standartları, (1990). TS 3114 Beton basınç mukavemeti deney metodu. Ankara: TSE.
12. Türk Standartları, (1978). TS 3068 Laboratuvar da beton deney numunelerinin hazırlanması ve bakımı. Ankara: TSE.