

Silis Dumanlı Briketin Basınç Dayanımının Araştırılması

Hanifi TOKGÖZ*, Atila DORUM*, S. Oğuzhan KIVRAK**
*Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA
**Gazi Üniversitesi Çorum Meslek Yüksekokulu

ÖZET

Bu çalışmada, silis dumanının klasik briket imalatında kullanılan çimento ile belli oranlarda karıştırılarak briket üretiminde kullanılabilirliği ve briketin dayanımı araştırılmıştır. Bu amaçla çimento kütle oranları %0, %5, %10, %15 oranlarındaki silis dumanı çimentonun yerine ikame edilerek her birinden 3'er adet olmak üzere 3 farklı deney yapmak için briket numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelerle, birim hacim kütle tayini, donma-çözülme tayini, basınç mukavemeti tayini için deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, silis dumanı ikamesinin, birim hacim kütle değerlerini azalttığı, donma-çözülme ve basınç mukavemeti değerlerini ise artırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Silis dumanı, briket, ponza, hafif beton eleman, birim hacim kütle, donma – çözülme direnci.

Research on Compressive Strength of Silica Fumed Pumice Concrete Units

ABSTRACT

In this research, the usage of silica fume by adding specified rates to the cement used in pumice concrete units and the compressive strength of units were studied. For this purpose, for each test, 3 test specimens were prepared to conduct 3 different tests by adding 0%, 5%, 10%, and 15% silica fume instead of cement at the same ratio. On the prepared specimens; density, freeze – thaw resistance, and compressive strength determination test were applied. As a result, it was found that adding silica fume instead of cement at the specified ratio decreased the density but increased the freeze – thaw resistance and compressive strength.

Key words: Silica fume, pumice concrete unit, pumice, light weight concrete unit, density, freeze – thaw resistance.

1. GİRİŞ

Bazı bölgelerde betonarme yapılarda dolgu duvar malzemesi olarak beton briket kullanımı çok yaygındır. Briketlerin dayanımları genellikle düşüktür (1). Deprem Yönetmeliğinde de briketin taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılmayacağı belirtilmiştir (2). Burada yapılan çalışmada endüstriyel bir atık olan silis dumanı ile, briketin dayanımının artırılması amaçlanmıştır.

1.1. Literatür Taraması

Niederhoff, 1949 yılında ponza agregasıyla ilk çalışmayı yapmıştır. Ponza agregasıyla beton yapmış ve betonun yapısal davranışlarını ve özelliklerini incelemiştir(3).

Serin, Hafif agregalarla üretilen beton blokları incelemiş ve silis dumanı ilâvesinin düşük dozlarda erken yaşlarda dayanımı artırdığından söz etmiştir(4).

Çelik ve arkadaşları, 2001 yılında yaptıkları çalışmada, silis dumanının çimentonun priz süresini geciktirdiğinden bahsetmişlerdir(5).

Oğuz, Ponza agregası ile üretilen betonda fiziksel ve mekanik özellikleri araştırmış, dozajın

artırılması ve su/çimento oranının azaltılması sonucunda basınç dayanımının arttığını belirtmiştir (6).

Demirboğa, yaptığı çalışmada, silis dumanı ve uçucu külün, hafif betonların rötre ile donma çözülme özelliklerini iyileştirdiği ve ısı iletkenlik değerleri ile birim hacim kütlelerini azalttığı, silis dumanı 28 günlük basınç dayanımlarını artırırken, uçucu külün düşürdüğünü ortaya koymaktadır (7).

Kılıçkale, yüksek fırın curufu, uçucu kül, silis dumanı, pirinç kabuğu külü gibi yapay puzolanların ve trasın özellikleri, puzolanik aktivitesini incelemiştir. Portland çimentosuna, ağırlıkça %20 oranında çimento yerine puzolan ikame ederek puzolanlı harçlar üretmiştir. Bu harçların eğilme ve basınç dayanımlarını, harç üretiminin 7 ve 28'ci gününde saptamıştır. Sonuç olarak tüm puzolanların puzolanik aktiviteye sahip olduğundan bahsetmiştir, ancak puzolanlar içinde puzolanik aktivitesi en yüksek olanların, silis dumanı ve pirinç kabuğu külü olduğunu belirtmiştir (8).

Ekinci, silis dumanı ilâve edilmesiyle çimentolu sistemlerin dayanımının arttığını, harcın hazırlanış süresini kısalttığını, silis dumanı katkı ile birlikte normal su ihtiyacını da artırdığını belirtmiştir (9).

Erdoğdu ve arkadaşları, silis dumanının farklı oranlarda ikamesini incelemişlerdir. Düşük dozajlarda %9 oranında silis dumanı ilâvesinin betonun erken yaşlarda %50 mertebesinde dayanımda artış sağladığını tespit etmişlerdir(10).

Taşdemir ve arkadaşları, silis dumanının betonun basınç altındaki mekanik davranışına etkisini araştırmışlardır. Betonda silis dumanı kullanımının agrega-harç temas yüzeyinin mikro yapısal özelliklerini değiştirdiğini ve malzemenin daha gevrek davranış sergilediğini belirtmişlerdir (11).

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Malzeme

2.1.1. Ponza agregası, Çimento, Silis dumanı, Karışım Suyu

Deneysel çalışmalarda kullanılan, ponza agregası Isparta-Gözcük civarından çıkartılmış olup, agrega 0-4mm.- 4-8mm.- 8-16mm'lik tane sınıflarına ayrılmış halde ISBAŞ A.Ş.den temin edilmiştir. Çimento olarak, Ankara Set Çimento fabrikasının TS EN 197-1'e uygun olan PÇ 42,5 tipi çimentosu kullanılmıştır. Silis Dumanı, Antalya Etibank Elektrometalurji işletmesinden temin edilmiştir. Karışım suyu olarak, Çorum ili Alaca ilçesi şehir şebeke suyu kullanılmıştır.

2.2. Metot

Ponza agregası eleme sonucunda 3 farklı tane çapı elde edilmiş, bunlardan 0-4mm. tane çaplı ponza agregasından %20, 4-8 mm.lik ponza'dan %70 ve 8-16 mm. tane çaplı ponzadan %10 oranında homojen bir ponza agregası karışımı elde edilmiştir. PÇ 42,5 çimento içerisine %0, %5, %10, %15 oranlarında silis dumanı ikame edilmiştir.

2.2.1. Birim Hacim Ağırlığı Tayini

TS 406'ya uygun olarak, hazırlanan numunelerin dış boyutları 0,1 mm hassasiyetle ölçülerek hacimleri bulunmuştur. Numuneler $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa ayarlanmış olan etüv'e konarak değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Etüvden çıkarılıp soğutulduktan sonra 0,1 g. hassasiyetle tartılmıştır. Elde edilen numuneye ait kütle (g), numunenin hacmine (cm^3) bölünerek numunenin birim hacim ağırlığı (g/cm^3) elde edilmiştir(12).

2.2.2. Dona Dayanıklılık Değerleri Tayini

Hazırlanan briket numuneleri, TS 406' ya uygun olarak, $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ sıcaklığındaki su dolu havuzun içine, numunenin yüksekliğinin yarısına kadar daldırılarak 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra su seviyesi yükseltilerek numunenin tamamı suyun içinde kalacak şekilde tekrar 24 saat süreyle bekletilmiştir. Bu süre sonunda numune, sıcaklığı $(-5 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanan soğuk hava dolabına konulmuştur. Bu durumda 4 saat bekletilmiştir. Daha

sonra numune, su sıcaklığı $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ olan havuz'a konularak 4 saat bekletip donun çözülmesi sağlanmıştır. Aynı işlem 25 kez tekrarlanıp, basınç mukavemet deneyi yapılmıştır (12).

2.2.3. Basınç Dayanımı Tayini

TS 406'ya uygun olarak hazırlanan numunenin boyutları 0,1 mm hassasiyetle ölçülerek basınç uygulanacak yüzeyin brüt alanı tesbit edilmiştir. Numunenin basınç uygulanacak yüzeyi düzlem şeklinde düzenlenerek yaklaşık bir hafta düzlem oluşturmada kullanılan harcın kurumması sağlanmıştır. Daha sonra basınç deney presinde, numuneler kırılana kadar Basınç (P) artırılarak, deney yapılmıştır (12).

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

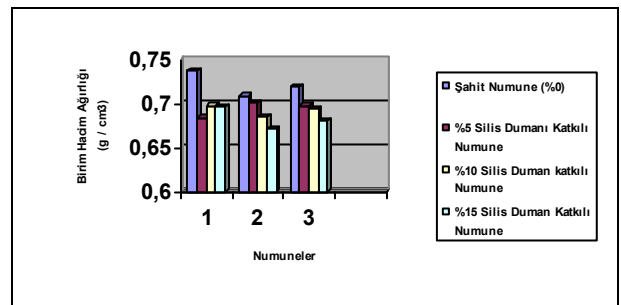
Metotta verilen deneylerin sonuçları Çizelge değerleri, şekillerle ifade edilmiştir ve güvenilirliği tek yönlü varyans çözümlemesi metoduyla sorgulanmıştır (13).

3.1. Birim Hacim Ağırlığı Tayini

Bölüm 2.2.1'de verildiği gibi yapılan deney sonucunda elde edilen veriler Çizelge 1 ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çimento içerisine silis dumanı ikamesinin, numunelerin birim hacim ağırlığına etkisine ilişkin veriler.

Deney No	Şahit Numune (g/cm^3)	%5 Silis Dumanı Katkılı Numune (g/cm^3)	%10 Silis Dumanı Katkılı Numune (g/cm^3)	%15 Silis Dumanı Katkılı Numune (g/cm^3)
1	0,738	0,684	0,698	0,697
2	0,709	0,701	0,685	0,671
3	0,720	0,698	0,694	0,680



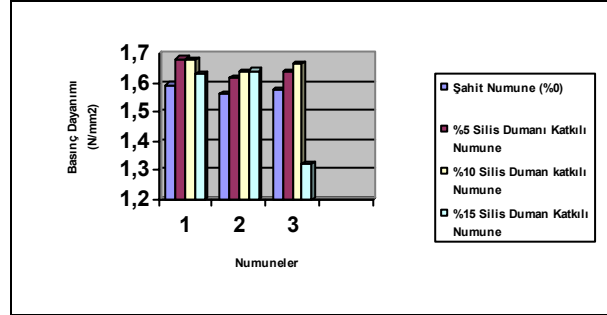
Şekil 1. Numunelerin Birim Hacim Ağırlığı Dağılım Grafiği

3.2. Dona Dayanıklılık Değerleri Tayini

Bölüm 2.2.2'de verildiği gibi yapılan deney sonucunda elde edilen veriler Çizelge 2 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

Çizelge2.Çimento içerisine silis dumanı ikamesinin, dona dayanıklılık basınç mukavemeti etkisine ilişkin veriler.

Dene y No	Şahit Numune (%0) (N/mm ²)	%5 Silis Dumanı Katkılı Numune (N/mm ²)	%10 Silis Dumanı Katkılı Numune (N/mm ²)	%15 Silis Dumanı Katkılı Numune (N/mm ²)
1	1,5950	1,6844	1,6819	1,6347
2	1,5652	1,6167	1,6397	1,6417
3	1,5776	1,6397	1,6670	1,6223



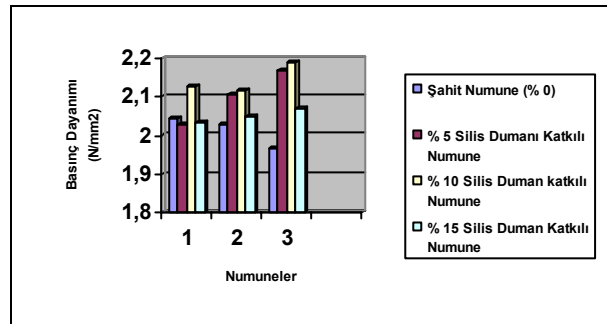
Şekil 2. Numunelerin dona dayanıklılık basınç mukavemetleri dağılım grafiği

3.1. Basınç Dayanımı Tayini

Bölüm 2.2.3'de verildiği gibi yapılan deney sonucunda elde edilen veriler Çizelge 3 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Çimento içerisine silis dumanı ikamesinin, numunelerin birim hacim ağırlığına etkisine ilişkin veriler.

Dene y No	Şahit Numune (%0) (N/mm ²)	%5 Silis Dumanı Katkılı Numune (N/mm ²)	%10 Silis Dumanı Katkılı Numune (N/mm ²)	%15 Silis Dumanı Katkılı Numune (N/mm ²)
1	2,0447	2,0298	2,1291	2,0322
2	2,0273	2,1068	2,1167	2,0496
3	1,9677	2,1689	2,1888	2,0720



Şekil 3. Numunelerin basınç mukavemetleri dağılım grafiği

3.4. Dene ylerin Tek Yönlü Varyans Çözümle-meleri

Birim hacim kütle, donma-çözülme ve basınç mukavemeti deneyleri ile elde edilen sonuçların güvenilirliğini sorgulamak için matematiksel model denklemi(13);

$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \sum ij$ olarak kurulmuştur ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

Birim hacim kütle deneyi sonucu: Genel kareler toplamı; $KT_{Genel} = 0,003$, Denemeler arası kareler toplamı; $KT_{Deneme} = 0,002$, Hata kareler toplamı; $KT_{Hata} = 0,001$, Genel kareler ortalaması; $K_{O_{Genel}} = 0,00066$, Hata kareler ortalaması; $K_{O_{Hata}} = 0,000125$ olarak hesaplanmıştır. Buradan elde edilen verilere dayanarak; $F_{Hesap} = 5,28$ olarak bulunmuştur.

Bu durumda, $F_{Hesap} = 5,28 > F_{Çizelge} = 95F_{3,8} = 4,07$ $F_{Hesap} > F_{Çizelge}$ olduğu için, silis dumanı katkısının briket numunesinin birim hacim ağırlığını azalttığı anlaşılmıştır.

Donma-çözülme basınç mukavemeti deneyi sonucu: Genel kareler toplamı; $KT_{Genel} = 1,576$, Denemeler arası kareler toplamı; $KT_{Deneme} = 1,185$, Hata kareler toplamı; $KT_{Hata} = 0,391$, Genel kareler ortalaması; $K_{O_{Genel}} = 0,395$, Hata kareler ortalaması; $K_{O_{Hata}} = 0,049$ olarak hesaplanmıştır. Buradan elde edilen verilere dayanarak; $F_{Hesap} = 8,061$ olarak bulunmuştur.

Bu durumda, $F_{Hesap} = 8,061 > F_{Çizelge} = 95F_{3,8} = 4,07$ $F_{Hesap} > F_{Çizelge}$ olduğu için, silis dumanının briket numunesinin dona dayanım basınç mukavemetini artırdığı anlaşılmıştır.

Basınç mukavemeti deneyi sonucu: Genel kareler toplamı; $KT_{Genel} = 4,628$, Denemeler arası kareler toplamı; $KT_{Deneme} = 2,965$, Hata kareler toplamı; $KT_{Hata} = 1,663$ olarak hesaplanmış, Genel kareler ortalaması; $K_{O_{Genel}} = 0,988$, Hata kareler ortalaması; $K_{O_{Hata}} = 0,207$ olarak hesaplanmıştır. Buradan elde edilen verilere dayanarak; $F_{Hesap} = 4,772$ olarak bulunmuştur.

Bu durumda, $F_{Hesap} = 4,772 > F_{Çizelge} = 95F_{3,8} = 4,07$ $F_{Hesap} > F_{Çizelge}$ olduğu için, silis dumanının briket numunesinin basınç mukavemetini artırdığı anlaşılmıştır.

4. SONUÇLAR

Birim hacim kütle deneyi sonucunda, şahit numune'nin değeri $0,722 \text{ gr/cm}^3$ bulunmuştur. Çimento içine %5, %10 ve %15 oranlarında silis dumanı ikame edilmesi sonucunda sırasıyla, $0,694 \text{ gr/cm}^3$, $0,692 \text{ gr/cm}^3$ ve $0,682 \text{ gr/cm}^3$ değeri elde edilmiştir. Bu sonuçlar ele alındığında, şahit numuneye oranla, çimento içerisine %5, %10 ve %15 oranlarında silis dumanı ikame edilmesi ile birim hacim kütle değerlerinde azalma tespit edilmiştir.

Donma-çözülme deneyi sonucunda, şahit numune değeri $15,793 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur. Çimento içine %5, %10 ve %15 silis dumanı ikame edilmesi ile değerler sırasıyla, $16,469 \text{ N/mm}^2$, $16,629 \text{ N/mm}^2$ ve $16,329 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur. Bu değerler ele alındığında %5 ve %10 silis dumanı ikamesinin basınç değerlerini artırdığı, %15 silis dumanı ikamesinin ise şahit numuneye göre basınç mukavemeti arttırdığı ancak bu artışın %5 ve %10 oranlarındaki silis dumanı ikame edilen numunelerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Basınç mukavemeti deneyi sonucunda ise, şahit numune değeri $20,132 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur. Çimento içine %5, %10 ve %15 silis dumanı ikame edilmesi ile değerler sırasıyla, $21,018 \text{ N/mm}^2$, $21,449 \text{ N/mm}^2$ ve $20,513 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur. Şahit numuneye oranla %5, %10 silis dumanı ikame edilmiş numunelerde basınç dayanımının arttığı görülmüştür. %15 silis dumanı ikame edilen numunede ise %5 ve %10 oranlı silis dumanı ikame edilen numunelere göre azalma tespit edilmiştir. Dolayısıyla, elde edilen verilere göre düşük dozajlı silis dumanı ikamesinin basınç dayanımını artırdığı saptanmıştır.

5. KAYNAKLAR

1. Bayülke, N., 27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan depremi hasar raporu, Afet İşler Genel Müdürlüğü, Ankara, 1998
2. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” Ankara, 1988
3. Niederhoff, A. E., Lightweight pumice concrete, “ASCE proceedingis” 1949
4. Serin, G., “Ponza'nın hafif beton blok duvar elemanı olarak kullanılmasının araştırılması”, SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 1999
5. Çelik, M.H., Şimşek, O., Sancak, E., “Silis dumanı kullanımının çimentonun priz başlama ve bitiş sürelerine etkisi” Politeknik Dergisi, Cilt:4, Sayı:4, s.55-60, 2001.
6. Oğuz, C., “Ponza betonda fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki ilişkiler”, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 1994
7. Demirboğa, R., “Silis Dumanı ve Uçucu Külün, Perlit ve Ponza İle Üretilen Hafif Betonların Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi”, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, Aralık 1999
8. Kılıçkale, F. M., “Çeşitli Puzolanların Puzolanik Aktivitesi ve Bu Puzolanlarla Üretilen Harçların Dayanımı” İMO Teknik Dergi, Cilt:7, Sayı:3, Temmuz, 1996
9. Ekinci, C. M., “Antalya Etibank Elektrometalurji işletmesi Silis dumanlarının çimento ve betonda katkı maddesi olarak değerlendirilmesi”, Fırat Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Elazığ, 1995
10. Erdoğan, M., “4. Ulusal Beton Kongresi”, S: 280, Maya Basın Yayın, İstanbul, 1996
11. Taşdemir, M.A., “Silis dumanı içeren yüksek mukavemetli betonların basınç altındaki davranışları”, 3. Ulusal Beton Kongresi, S: 175-187, İstanbul, 1994
12. TS 19, Beton bloklar, Briketler ve duvarlar için standartlar, Ankara, Nisan, 1988.
13. Çelik, M. H., Deney Düzenleme ve Çözümleme Metodları Lisansüstü Ders Notları, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 1996.