

SİLİS DUMANI KATKILI YAPI ALÇILARINDA EĞİLMEDE ÇEKME DAYANIMININ ARAŞTIRILMASI

Servet YILDIZ, Muhammed YALINBAŞ ve Oğuzhan KELEŞTEMUR

Yapı Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Fırat Üniversitesi 23119, Elazığ

Syildiz@firat.edu.tr , okelestemur@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 19.11.2004; Kabul/Accepted: 30.03.2005)

ÖZET

Bu çalışmada, yapı alçıları ile Antalya Etibank Elektrometalurji İşletmesi Tesisleri'nde tutulan silis dumanlarının birlikte kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yapı alçısı olarak kullanılan kartonpiyer alçısının SiFeCr baca tozu ile hacimce %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında yer değiştirilmesi neticesinde elde edilen numuneler, birim ağırlık, boşluk oranı ve eğilmede çekme dayanımı açısından kontrol numuneleri ile karşılaştırılmıştır. Hazırlanan karışımlara, silis dumanı miktarınca su ilavesi yapılarak silis dumanının katılmasıyla meydana gelen su ihtiyacındaki artış karşılanmış ve süperakışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanımına gerek kalmamıştır. Yapılan çalışma neticesinde; silis dumanı katkısının, kartonpiyer alçısının birim ağırlığı ve boşluk miktarında azalma, eğilmede çekme dayanımında ise artış meydana getirdiği belirlenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak, SiFeCr baca tozunun kartonpiyer alçısı ile %10 - %15 oranında yer değiştirmesi neticesinde en iyi sonucun alındığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Alçı, Silis dumanı, birim ağırlık, boşluk miktarı, eğilmede çekme dayanımı.

INVESTIGATION OF THE TENSILE STRENGTH OF BENDING IN BUILDING PLASTERS WITH SILICA FUMES

ABSTRACT

In this study, the usability of building plasters with silica fumes which is held in the Etibank Electro-metallurgy company-Antalya, is examined. The samples obtained from the result of displacement with specified proportions (5, 10, 15, 20, 25%) of the control sample as volumetric, papier-meché and SiFeCr chimney dust which are prepared beforehand are mixed. Then, the obtained samples are compared with the control sample in terms of the unit weight, porosity and bending strength. When adding silica fume to the mixture, water requirement is increased. Therefore, water addition has been completed in the amount of silica fume. Thus, it does not need for using the super-plasticiser addition material. In the condition of using silica fume, the consequence of comparisons which is done with the control samples, is determined that porosity and unit weights of them decrease whereas the bending strength of them increases. As a conclusion, it is seen that the best results are obtained on the condition that the average amount of displacement with SiFeCr chimney dust and plaster is 10-15%.

Keywords: Plaster, silica fume, unit weight, amount of cavity, bending strength.

1. GİRİŞ

İnşaat veya genel anlamıyla yapı sektörü insanların barınma, konut ve işyerleri ihtiyaçları doğrultusunda sürekli yenilenme ve değişme sürecindedir. Bu yenilenme ve değişim hem bir sebep hem de bir sonuçtur. Bunun oluşabilmesi, doğal olarak bilimsel çalışmaların artması ve geliştirilmesi ile doğru orantılıdır.

Bu bağlamda “kısıtlı kaynaklar ve hızla artan maliyetler karşısında gereksinimin karşılanabilmesi, yeni

yöntem ve yeni kaynakların araştırılmasını gerektirmektedir. Konut üretiminde öz kaynaklarımıza dayalı malzemenin kullanım oranlarının artırılması, eldeki kaynakların rasyonel kullanımı ve nispeten düşük maliyetli ve nitelikli malzeme üretimine yönelmesini gerektirmektedir [1]”.

Yukarıda genel olarak bahsettiğimiz şartların oluşmasını sağlayacak malzemelerin üretimi insanların daha sağlıklı, güvenli ve rahat şartlarda yaşamlarını sürdürmelerini sağlayacaktır. Ülkemiz dahilinde hammadde

rezervimiz ve kendi öz kaynaklarımızın kullanılması büyük önem taşımaktadır. Malzeme üretimi açısından konunun bu şekilde değerlendirilmesi neredeyse zorunludur. Araştırmada bu hususu da göz önünde tutularak ülkemizde yeterli hammadde rezervi olan alçı ve silis dumanı seçilmiştir.

Bu çalışmada, yapının çok çeşitli kısımlarında yaygın olarak kullanılan alçının silis dumanı ilavesi ile olumlu yönlerinin daha da iyileştirilmesi, olumsuz yönü olan geçirimsizlik özelliğinin azaltılarak yapıda alçının kullanım alanlarının genişletilmesi amaçlanmıştır. Yapılan bir çok çalışma, silis dumanının çimento ile birlikte kullanılması halinde, betonda mukavemet artışına ve geçirimsizliğin azalmasına neden olduğunu ortaya koymuştur [2]. Hafif, çimentoya göre mukavemeti düşük ve daha geçirimsiz bir malzeme olan alçı ile silis dumanının birlikte kullanılması halinde elde edilecek malzemenin daha hafif, daha az geçirimsiz ve daha mukavemetli olacağı sonucunu akla getirmiştir. Bu düşünceden hareketle deneysel bir çalışma yapılarak sonuçları tartışılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışma öncesinde yapılan ön deneyler neticesinde, TS 370’de belirtilen değerlere göre kartonpiyer alçısı dışındaki alçı türlerinin hedeflenen amaçlara ulaşmada başarısız olacağının belirlenmiş olması yapılan çalışmada yapı alçısı olarak kartonpiyer alçısının kullanılmasına neden olmuştur. Yapılan ön deneylerde kartonpiyer alçısının basınç ve eğilme mukavemetlerinin diğer alçı türlerine oranla yüksek çıktığı saptanmıştır.

Deneylerde kullanılan silis dumanı Antalya Etibank Elektrometalurji İşletmesi Tesisleri’nden (A.E.E.İ.) temin edilmiştir. Ekonomik nedenlerle fabrikanın üretim kapasitesinin düşmesinden dolayı FeSi baca tozu bulunmadığı için, silis dumanı olarak SiFeCr baca tozunun kullanılması zorunlu hale gelmiştir.

2.1. Numunelerin Hazırlanması

Karşılaştırma yapmak üzere kontrol numuneleri ve alçıya hacimce %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında silis dumanı ilave etmek suretiyle deney numuneleri hazırlanmıştır. Deneylerde su/alçı oranı olarak TS 370’de belirtilen %70 değeri esas alınmıştır.

Yapılan ön deneyler ile numuneler hazırlanırken silis dumanının katılması sırasında %5 oranında herhangi bir olumsuzluğun olmadığı ancak silis dumanının daha yüksek oranlarda katılması sırasında silis dumanının suyu absorbe etmesi nedeniyle priz süresinin kısaldığı gözlemlenmiştir. Betonda silis dumanı kullanımı halinde, “1 m³ betonda her 1 kg. silis dumanı için 1 lt. su ilavesi önerilmektedir [3].”

Buradan hareketle %5’de dahil olmak üzere katılan silis dumanı miktarınca su ilavesi yapılarak herhangi bir priz geciktiriciye gerek kalmadan yeterli priz süresi

elde edilmiştir. Numuneler hazırlanmadan önce, düzgün yüzeyli kalıplar ince film oluşturacak şekilde yağlanmıştır.

Kontrol numunelerini hazırlamak amacıyla, TS370’de belirtilen su miktarı yeterli büyüklükteki bir kaba boşaltıldıktan sonra belirlenen miktardaki alçı su içerisine serpmeye yaparak karıştırılmıştır. Alçı-su karışımı bir spatula yardımı ile homojen bir dağılım elde edilene kadar karıştırıldıktan sonra, daha önceden hazırlanmış kalıplara priz süresi göz önünde bulundurularak üç kademe halinde yerleştirilmiştir. Her kademede spatula yardımı ile şişlenerek sıkıştırılmıştır. Numune ebatlarının küçük olması ve priz süresinin kısa olması nedeniyle başka sıkıştırma araçları kullanılmadan spatula ile sıkıştırma işlemi yeterli olmuştur.

Hacimce %5, %10, %15, %20 ve %25 silis dumanı katkılı numuneler şu şekilde hazırlanmıştır:

Yeterli büyüklükteki bir kaba belirlenen miktardaki su boşaltılmıştır. Su miktarı belirlenirken karışıma katılacak silis dumanı miktarınca su ilavesi yapılmıştır. Daha sonra su içine dökülen silis dumanı bir müddet karıştırılarak, silis dumanı taneciklerinin tamamen suyu emmesi ve daha homojen bir karışım elde edilmesi sağlanmıştır. Son olarak yeterli miktarda alçı, bu karışıma serpmek suretiyle katılarak kontrol numunelerine benzer şekilde silis dumanı katkılı numuneler hazırlanmış ve kalıplara yerleştirilmiştir.

Numuneler TS 370’de belirtildiği gibi %90 nispi nemde 20 °C sıcaklıkta 24 saat kalıp içersinde bekletilmiştir. Daha sonra kalıplardan çıkarılan numuneler 40 °C’deki etüvde sabit kütleye gelinceye kadar bekletilmiştir. Sabit kütleye gelen numuneler ilgili deney ortamına taşınarak deneyler gerçekleştirilmiştir.

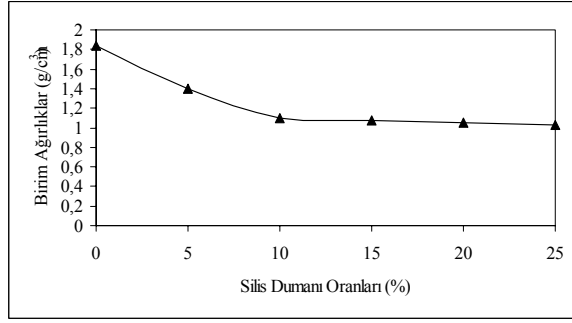
2.2. Birim Ağırlık Ölçümleri

Numunelerin birim ağırlık tespiti için 40x40x40 mm boyutunda üçer adet deney numunesi hazırlanmıştır. Bilindiği gibi malzemelerin boşluklu olarak birim hacminin ağırlığına birim ağırlık denir. Numunelerin birim ağırlıkları, $\gamma = W/V$ formülü ile hesaplanmıştır.

Numunelere ait birim ağırlık ölçüm sonuçları Çizelge 2.1.’de, bu sonuçlardan elde edilen grafik ise Şekil 2.1.’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Numunelerinin birim ağırlıkları

Silis Dumanı Oranı, (%)	Numunelerin Birim Ağırlıkları, $\gamma = W/V$, (g)			Birim Ağırlık Ortalama, (g/cm ³)	Birim Ağırlık Değişim, (%)
	1	2	3		
0	1,92	1,81	1,80	1,84	0
5	1,16	1,55	1,50	1,40	23,91
10	1,09	1,09	1,11	1,10	40,21
15	1,06	1,08	1,09	1,08	41,30
20	1,06	1,03	1,06	1,05	42,93
25	1,03	1,04	1,04	1,03	44,02



Şekil 2.1. Numunelerin birim ağırlık grafiği

2.3. Boşluk Oranı Ölçümleri

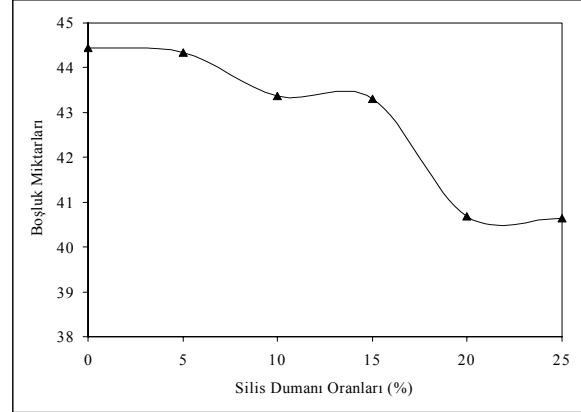
Boşluk miktarı boşluk hacminin görünen hacme oranı olarak ifade edilerek, $e = V_b / V$ formülü ile gösterilir.

Boşluk hacmi (V_b), malzemenin suya doymuş ağırlığından ilk ağırlığının çıkarılması ile elde edilir. Bulunan boşluk hacminin, görünen hacme oranı boşluk miktarını vermektedir.

Numunelerin boşluk oranlarının tespiti için 40x40x40 mm boyutunda üçer adet deney numunesi hazırlanmıştır. Numuneler önce, uygun bir kaba yerleştirilmiş, numune yüksekliğinin 1/4'üne kadar su doldurularak bir saat beklenmiştir. Bir saat sonunda, su seviyesi malzeme yüksekliğinin yarısına kadar yükseltilmiş ve bir saat daha beklenmiştir. Daha sonra benzer şekilde su seviyesi malzeme yüksekliğinin 3/4'ü ve tamamını kapsayacak şekilde yükseltilerek birer saat daha beklenmiştir. Gerekli ölçümler yapıldıktan sonra boşluk miktarı yukarıdaki formül yardımıyla tespit edilmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 2.2.'de, bu değerlere göre oluşturulan grafik ise Şekil 2.2.'de verilmiştir.

2.4. Eğilmede Çekme Dayanımı Ölçümleri

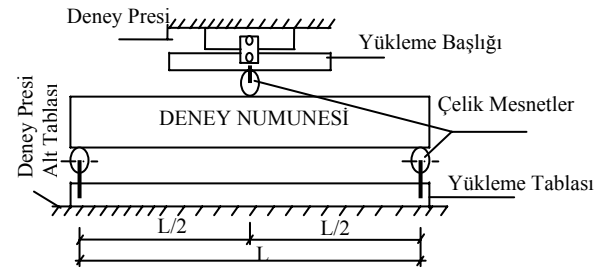
Kontrol ve silis dumanı katkılı numuneler üzerinde, eğilmede çekme dayanımının tespit edilebilmesi için 40x40x160 mm boyutlarında, üçer adet deney numunesi hazırlanmıştır. Gerekli bakım şartları uygulandıktan sonra, ELE Autotest 250 marka otomatik test cihazında, yükleme hızı 0,2 kN/s olacak şekilde tek noktadan yüklemeler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.2. Numunelerin boşluk miktarlarına ait grafik

Yükleme esnasında, cihazın yükleme başlığı numunenin orta noktasına etki ederken, mesnetler arası açıklık 10 cm olarak sabit tutulmuştur.

Eğilmede çekme dayanımı ölçümlerinde kullanılan deney aleti şematik olarak Şekil 2.3.'de verilmiştir. Yükleme sonucunda dijital göstergeden elde edilen değerler Çizelge 2.3.'de ve bu değerlere göre oluşturulan grafik ise Şekil 2.4.'de verilmiştir.



Şekil 2.3. Eğilmede çekme dayanımı deney düzeneğinin şematik görünümü

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

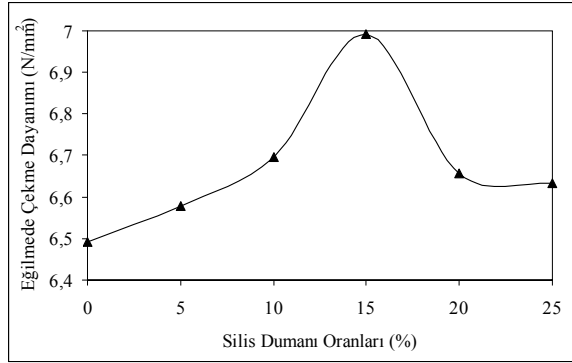
Yapılan çalışma ile yapı alçılarının özelliklerinin silis dumanı katkısı ile iyileştirilerek birim ağırlığı daha az olan ve yapıda kullanıldığında bina yüklerini azaltan bir malzeme elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla oluşturulan numunelerin birim ağırlıkları tespit edilerek, silis dumanı katkılı numunelerle, katkısız kontrol numuneleri arasında kıyaslama yapılmıştır. Böylelikle

Çizelge 2.2. Numunelerin boşluk oranları

Silis Dumanı Oranı, (%)	Numunelerin Kuru (KNA) ve Islak (INA) Ağırlıkları, (gr)								Boşluk Miktarları (V _b /V)	Boşluk Miktarı Değişimi (%)
	1		2		3		Kuru Numune Ort., (g)	Islak Numune Ort., (g)		
	KNA (g)	INA (g)	KNA (g)	INA (g)	KNA (g)	INA (g)				
0	75,35	103,68	75,16	103,75	75,41	103,82	75,31	103,75	0,4443	0
5	73,60	102,10	73,98	102,28	74,10	102,41	73,89	102,26	0,4432	0,25
10	70,68	98,61	70,91	98,45	70,78	98,58	70,79	98,55	0,4337	2,38
15	69,85	97,68	69,89	97,75	69,98	97,42	69,91	97,62	0,4329	2,56
20	67,52	93,81	67,75	93,98	68,10	93,68	67,79	93,82	0,4067	8,46
25	66,39	92,10	65,97	92,54	66,56	92,32	66,31	92,32	0,4064	8,53

Çizelge 2.3. Eğilmede çekme dayanımı deney sonuçları

Silis Dumanı Oranı, (%)	Numunelere Göre Eğilmede Çekme Dayanımı Sonuçları, (N/mm ²)			Eğilme Dayanımı Ortalamaları, (N/mm ²)	Eğilme Dayanımı Değişimi, (%)
	1	2	3		
0	6,680	6,305	6,492	6,492	0
5	6,469	6,703	6,563	6,578	1,32
10	6,797	6,609	6,680	6,695	3,12
15	6,633	7,313	7,031	6,992	7,70
20	6,586	6,680	6,703	6,656	2,52
25	6,492	6,844	6,563	6,633	2,17

**Şekil 2.4.** Eğilmede çekme dayanımı grafiği

birim ağırlıkça elde edilen pozitif gelişmelerin, boşluk oranı ve eğilme çekme dayanımı değerleri ile karşılaştırılması yapılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Silis dumanı katkılı kartonpiyer alçılarında, %15 silis dumanı kullanım oranına kadar birim ağırlıklarında bir azalma meydana gelirken, %15'den sonraki kısımlarda pek fazla değişim meydana gelmediği Şekil 2.1'den açık bir şekilde görülmektedir. Bu sonuç, %15'den fazla silis dumanı kullanımının birim ağırlık açısından fayda sağlamayacağı şeklinde yorumlanmıştır.
- Silis dumanı katkılı kartonpiyer alçılarında, silis dumanı oranındaki artışa bağlı olarak boşluk yüzdelğinde bir azalma meydana gelmiştir. Ancak, boşluk yüzdelindeki bu azalmanın, %20 silis dumanı katkısına kadar devam ederken, %20'den sonraki kısımlarda pek fazla değişmediği Şekil 2.2'den açık bir şekilde görülmektedir. Bu durum, eklenen silis dumanı porlarına yerleşen suyun yeterince uzaklaştırılamamasından meydana gelmiştir. Kartonpiyer alçısındaki boşluk miktarının %20 silis dumanı katkısına kadar azalma göstermesi, bu malzemenin donma-çözülme, aşınma ve geçirimsizlik incelemelerinde de iyi sonuçlar verebileceği kanaatini oluşturmuştur.
- Silis dumanı katkılı kartonpiyer alçılarında çekme dayanımının önemli bir şekilde artış gösterdiği Şekil 2.4'den anlaşılmaktadır. Ancak, numunelerin çekme dayanımındaki bu artış, silis dumanı oranının %15'e kadar olan kısmında gerçekleşmiş olup, %15 ile %20 arasındaki kısmında azalma göstermiştir. Silis dumanı oranının %20'den sonraki kıs-

mında değişim meydana gelmemiştir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda, %15 silis dumanı oranının eğilmede çekme dayanımında ideal bir oran olduğu belirlenmiştir.

- %15'e kadar silis dumanı katkılı kartonpiyer alçılarındaki birim ağırlığın azalması, bunun yanında eğilme dayanımlarının artış göstermesi çok olumlu bir gelişme olarak nitelendirilmiştir. Bilindiği gibi sıva malzemesi olarak ta kullanılan alçıda, sıva yüzeyinde meydana gelebilecek çatlaklar alçının çekme mukavemeti ile alakalıdır. Elde edilen deney sonuçları neticesinde, %10 ile %15 oranında silis dumanı katkılı alçı sıvaların yüzeyinde çatlak oluşma riskinin büyük oranda azalacağı sonucuna ulaşılmıştır.
- Genel olarak deneylerde elde edilen sonuçlara bakıldığında, kartonpiyer alçısı ile silis dumanının birlikte kullanılması halinde, alçıdan %10 ile %15 arasında tasarruf edilebileceği ve bu sayede atık bir malzeme olan silis dumanı değerlendirilmesinin de mümkün olması çok önemli bir gelişme olarak yorumlanmıştır.

Kartonpiyer alçısı ve silis dumanı karışımı ile ilgili deneysel çalışmaların sonuçları değerlendirilerek aşağıdaki öneriler yapılmıştır.

- Kartonpiyer alçısı %10-15 oranında silis dumanı ile yer değiştirdiğinde olumlu neticelere ulaşıldığı deneyler sonucunda belirlenmiştir. Bu oran sınırlaması arasında yapılacak değerlendirmelerle üretilen malzeme değişik amaçlara yönelik kullanılabilir.
- Bağlayıcılık özelliği yüksek olan alçı hamurunun, kartonpiyer işçiliğinde ve bazı malzemelerin yapılandırılmasında kullanılması mümkündür. Bu durumda, silis dumanı katkılı alçı hamuru da bu tür işlerde kullanılabilir. Böylece yukarıda da belirtildiği gibi hem alçıdan tasarruf sağlanmış, hem daha hafif ve daha dayanıklı bir malzeme elde edilmiş olunacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ersoy, H. Y., **Alçı, Sünger Taşı ve Cam Lifi Kompoziti**, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayın-
evi, 1985.

2. Erdoğan, T.Y., **Beton**, ODTU, Ankara, 2003.
3. Yeğınobalı, M.A., “Silis Dumanının Betonda Katkı Maddesi Olarak Değerlendirilmesi.”, **Endüstriyel Katı Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, 18-19 Kasım 1993.
4. TS 370, **Yapı Alçıları**, TSE, Ankara, 1995.
5. TS 5266, **Alçı-Deney Şartları**, TSE, Ankara, 1987.
6. TS 6917, **Alçıtaşı(Jips)-Alçı Üretiminde Kullanılan**, TSE, Ankara, 1989.
7. Ekinci, C. E., **Antalya Etibank Elektrometalurji İşletmesi Silis Dumanlarının Çimento ve Betonda Katkı Maddesi Olarak Değerlendirilmesi**, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, 1995.
8. Özturan, T., “Uluslararası IV. CANMET ACI Betonda Uçucu Kül, Silis Dumanı, Cüruf ve Doğal Puzolanların Kullanımı Konferansının Değerlendirilmesi”, **Endüstriyel Katı Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, 18-19 Kasım 1993.
9. Uysal, M., **Antalya Etibank Elektrometalurji İşletmesi’nde Baca Tozlarının Tutulması**, Antalya, 1993.