

SİLİS DUMANI İLAVESİNİN, STYROPOR KATKILI BETONLARDAKİ DONATI KOROZYONUNA ETKİSİ

Oğuzhan KELEŞTEMUR
Servet YILDIZ

ÖZET

Bu çalışmada; beton karışımına, agrega ile hacimce %5, %10 ve %15 oranlarında yer değiştirecek şekilde styropor katılarak, elde edilen betonlardaki donatı korozyonu araştırılmıştır. Ayrıca, %15 styropor katkıli betona, çimento hacminin %10'u oranında silis dumanı ilave edilerek donatı korozyonunda meydana gelen değişim incelenmiştir. Deneyler için; farklı oranlarda styropor katkıli ve styropor katkıli numuneye %10 oranında silis dumanı ilaveli olmak üzere iki grup numune hazırlanmıştır. Deneyler, korozif bir ortam oluşturmak amacıyla beton numunelerin karışım suyuna, deniz suyu ortamını sağlayabilmek için % 3 oranında NaCl ilave edilerek yapılmıştır. Korozyon hızı deneyleri, klorür katılmış ve katılmamış beton numuneleri arasındaki galvanik akım ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Beton numuneler içerisindeki elektrot potansiyellerinin zamana karşı değişimi de 90 gün süresince her gün Cu/CuSO₄ Referans Elektrotu ile tespit edilmiştir. Yapılan çalışma neticesinde, silis dumanı ilavesinin, %15 styropor katkıli betonarme demirlerinin korozyon hızını azalttığı, hatta kontrol numunesinden daha düşük seviyelere indirdiği belirlenmiştir.

THE EFFECT OF SILICA FUME ON CORROSION OF STEEL IN CONCRETE PRODUCED BY ADDITION OF STYROFOAM

In this study, the corrosion of steel reinforced into the concrete samples and obtained with the addition of styrofoam which was replacing 5, 10 and 15% of the aggregate volume in the concrete structure was investigated.

Additionally, the change on the corrosion of steel in the concrete samples with Styrofoam 15% with silica fume 10% in the cement volume was explored. Two groups of concrete samples have been prepared. In the first group, the samples were produced by addition of styrofoam (5, 10 and 15%) and second group of samples were prepared with the addition of styrofoam plus silica fume (10%). 3% NaCl which was base for seawater was added into the solution water of the concrete mortar for the sake of creating corrosive environment and then the corrosion tests have been carried out. The corrosion rates were measured according to the galvanic current method on the samples. The corrosion potentials have been measured by applying ASTM-C-876-91 method for 90 days and using Cu/CuSO₄ reference electrode. As a result of these experiments, the corrosion rate of steel reinforced into the concrete samples with styrofoam 15% has decreased with the addition of silica fume.

1. GİRİŞ

Betonun mekanik mukavemeti bakımından ilginç bir özelliği, çekme veya eğilme mukavemetlerinin, basınç mukavemetine göre çok küçük olmasıdır. Betonun bu dezavantajını gidermek üzere, betonarme demiri kullanılması yoluna gidilmiştir¹.

Bilindiği gibi beton inşaat mühendisliğinde her türlü konstrüksiyon da çok yaygın olarak kullanılan bir yapı malzemesidir. Özellikle ölü yük değerinin toplam yüke oranının

büyük olduğu köprü gibi büyük açıklıklı konstrüksiyonlar da birim ağırlığın fonksiyonu daha çok önem kazanmaktadır. Taşıyıcı elamanlara gelen yüklerin fazlalığından dolayı yapının önemli derecede depremden etkilendiği bilinen bir gerçektir. Bu etkiyi minimum seviyeye indirmek üzere, taşıyıcı elamanlara gelen yükleri azaltmak için styropor gibi daha hafif malzemeler kullanılmalıdır. Bu nedenle günümüzde, betonun birim ağırlığının azaltılarak konut yapımında hafif beton kullanılması önem kazanmıştır².

Hafif betonlar yapımlarına göre; yapay yada doğal hafif agregalı, geleneksel iri agregalı, çimento hamurunun genişletilmesi suretiyle elde edilen hücreli yada gaz beton olarak sınıflandırıldığı gibi kullanım amacına göre yalıtım betonu ve taşıyıcı beton olarak da sınıflandırılabilir³.

Yapılan araştırmalar, betonarme demirlerinin korozyonuna başlıca beton bünyesine giren klorür tuzlarının neden olduğunu ortaya koymuştur. Beton içine klorür başlıca iki yoldan girebilir. Bunlardan birincisi, beton karışımı hazırlanırken kullanılan agrega, çimento, karışım suyu

ve çeşitli katkı maddeleri ile giren klorür bileşikleridir. İkincisi ve pratikte daha sık rastlanan, beton sertleştikten sonra çevreden beton içine difüzenen klorür iyonlarıdır¹.

Betondaki çelik donatıların korozyonunu azaltıcı önlemlerin başında geçirimsiz beton üretilmesi yer almaktadır. Bu amaçla, beton içerisine silis dumanı gibi ince taneli mineral katkıları ilave edilmektedir⁽⁴⁾.

Bu çalışmada, betonun birim ağırlığını azaltmak amacıyla, değişik oranlarda styropor ilave edilmiş beton numunelerdeki donatı korozyonu araştırılmıştır. Ayrıca, %15 styropor katkılı beton numuneye silis dumanı ilave edilerek donatı korozyonunda meydana gelen değişim incelenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

Silis dumanı ilavesinin, styropor katkılı betonlardaki donatı korozyonuna etkisini incelemek amacıyla, beş grup halinde 25 adet beton numunesi hazırlanmıştır. Beton içine daldırılmış olan çeliklerin korozyon hızları Jang ve Iwasaki tarafından geliştirilmiş olan "Galvanik Akım Yöntemi" ile ölçülmüştür⁵. Bu yöntem, farklı özellikte elektrolit içine daldırılmış olan elektrotlar arasında oluşan galvanik akımın duyarlı bir ampermetre ile ölçülmesi ilkesine dayanmaktadır.

Ayrıca betonarme demirlerinin aktif yada pasif halde bulunduğunu belirlemek üzere korozyon potansiyelleri ASTM-C-876-91'e uygun olarak 90 gün boyunca her gün ölçülerek grafiğe geçirilmiştir.

2.1. Elektrotların Hazırlanması

Elektrot olarak, inşaat sektöründe temel yapı malzemesi olan Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları üretimi, SAE1010 çelik çubuklar kullanılmıştır.

Çizelge 1'de ağırlıkça analizi verilen çelik çubuklardan 8 mm. çapında, 14 cm. uzunluğunda, 50 adet kesilmiş ve yüzeyleri mekanik olarak temizlenmiş ve son olarak 1200 meş'lik zımpara ile yüzeyler parlatılmıştır. Parlatılan yüzeyler, etil alkolle temizlenmiştir. Hazırlanan elektrotların, betona

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan çeliğin ağırlıkça analizi
Table 1. Analysis of steels used in experiments

Element	Karbon (C)	Mangan (Mn)	Silisyum (Si)	Fosfor (P)	Kükürt (S)
Ağırlıkça, %	0,100	0,249	0,051	0,005	0,044

gömülecek olan uçlarında 10 cm²'lik yüzey alanı açık bırakılmıştır. Deney esnasında ölçümlerin kolayca yapılabilmesi için çelik elektrotların diğer ucuna vida dişi açılarak bu vidalara kablolar bağlanmıştır. Elektrotların geriye kalan bölgeleri ise, önce epoksi reçinesi ile sonrada polietilen sargı ile kapatılarak dış etkilere karşı korunmuştur.

2.2. Beton Blokların Hazırlanması

Deneyisel çalışma için, 10cmx10cmx10cm boyutlarında yapışık konumda beton bloklar hazırlanmıştır. Daha önce hazırlanmış olan çelik elektrotlar bu beton bloklar içine yerleştirilmiştir. Bloklardan biri normal bileşimde, diğeri karışım suyunun %3'ü oranında NaCl içermektedir.

Şekil 1'de yer alan elektrotlar üzerindeki siyah bölgeler, koruma altına alınan bölgeleri ifade etmektedir. Beton numuneler, laboratuvar ortamında 24 saat bekletildikten sonra kalıplar sökülüştür. Numuneler, iletkenliklerini yitirmeden daha hassas okumalar yapılabilmesi için, deney süresince %90 bağıl nemli ortamda bekletilmiştir.

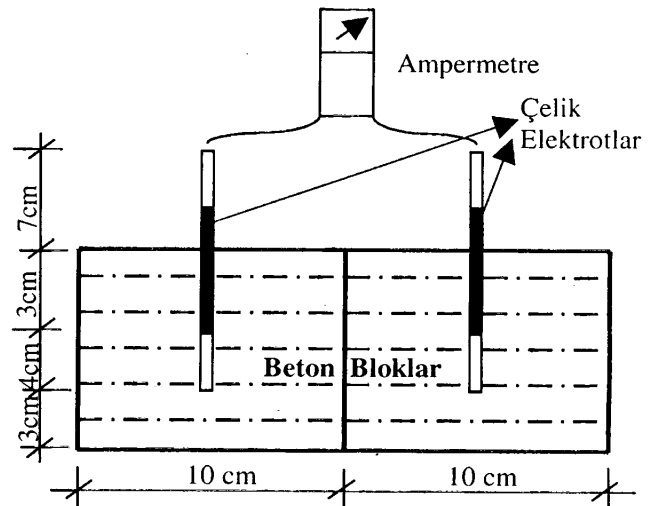


Figure 1. Concrete blocks in contact.
Şekil 1. Yapışık konumdaki beton bloklar.

2.3. Beton Blok Bileşimleri

Deneyler için beş grupta toplam 25 adet beton blok numunesi hazırlanmıştır.

A Grubu Beton Bloklar : Bu gruptaki yapışık bloklardan birinde normal beton kullanılmış, diğesine ise karışım suyunun %3'ü oranında NaCl katılmıştır.

B Grubu Beton Bloklar : Bu gruptaki beton blokların yapımında, agrega ile hacimce %5 oranında styropor yer değiştirilmiştir. Ayrıca bloklardan birine yine karışım suyunun %3'ü oranında NaCl katılmıştır.

C Grubu Beton Bloklar : Bu gruptaki beton blokların yapımında, agrega ile hacimce %10

Çizelge 2. Beton blokların bileşimi.
Table 2. Composition of concrete blocks.

Numune	Sol Blok	Sağ Blok
A Num.	Normal Beton	Normal Beton + 7,41 kg Cl/m ³
B Num.	Normal Beton + %5 Styropor	Normal Beton + %5 Styropor + 7,41 kg Cl/m ³
C Num.	Normal Beton + %10 Styropor	Normal Beton + %10 Styropor + 7,41 kg Cl/m ³
D Num.	Normal Beton + %15 Styropor	Normal Beton + %15 Styropor + 7,41 kg Cl/m ³
E Num.	Normal Beton + %15 Styropor + %10 Silis Dumanı	Normal Beton + %15 Styropor + %10 Silis Dumanı + 8,40 kg Cl/m ³

oranında styropor yer değiştirilmiştir. Ayrıca bloklardan birine yine karışım suyunun %3'ü oranında NaCl katılmıştır.

D Grubu Beton Bloklar : Bu gruptaki beton blokların yapımında ise agrega ile hacimce %15 oranında styropor yer değiştirilerek, yine bloklardan birine karışım suyunun %3'ü oranında NaCl katılmıştır.

E Grubu Beton Bloklar : Bu grupta da D grubuna benzer şekilde, agrega ile hacimce %15 oranında styropor yer değiştirilerek beton bloklar hazırlanmıştır. E grubunun, D grubundan farklı olan yanı ise, çimentonun hacimce %10 oranında silis dumanı ile yer değiştirmiş olmasıdır. Bu grupta da beton bloklardan birine karışım suyunun %3'ü oranında NaCl katılmıştır.

Betonda silis dumanı kullanımı halinde, "1 m³ betonda her 1 kg. silis dumanı için 1 lt. su ilavesi önerilmektedir⁶. Buradan hareketle, katılan silis dumanı miktarınca su ilavesi yapılarak herhangi bir priz geciktiriciye gerek kalmadan yeterli priz süresi elde edilmiştir. A, B, C, D ve E numunelerine ait beton bileşimleri Çizelge 2.'de verilmiştir

Beton blokların hazırlanmasında kullanılan Elazığ Altınova Çimento Fabrikası A.Ş.'nin üretmiş olduğu PÇ 42,5 çimentosunun minerolojik bileşimi Çizelge 3.'de, Antalya Eti Elektro Metalurji A.Ş.'nin üretmiş olduğu silis dumanına ait minerolojik bileşim ise Çizelge 4.'de verilmiştir. Kullanılan çimento dozajı, 300 kg/m³tür. Styroporlu beton karışımında kullanılan silis dumanının yoğunluğu 2.2 kg/dm³ olarak belirlenmiştir.

Beton blokların hazırlanmasında, karışım suyu olarak içme suyu kullanılmıştır. Styropor (polistren sert köpük) malzemesine dair genel özellikler Çizelge 5.'de verilmiştir. Her gruba ait 10 cm x 10 cm x 10 cm'lik beton numunelerin karışım oranları Tablo 6.'da yer almaktadır.

Çalışmada kullanılan styropor malzemesine dair üretici firmanın belirlemiş olduğu bazı değerler şunlardır; yoğunluk 0.024 kg/dm³, basınç dayanımı 0.15 N/mm² çekme dayanımı 0.30 N/mm², E-Modülü 1.70 N/mm², tamamen suya batmış durumda su alma durumu (1 yıl) hacimce % 4,1,

Çizelge 3. PÇ 42,5 Çimentosunun minerolojik bileşimi.
Table 3. Minorologic composition of blocks PÇ42,5 concrete.

Bileşenler	Bileşen Miktarları (%)
Silisyum dioksit (SiO ₂)	20,04
Alüminyum oksit (Al ₂ O ₃)	5,61
Demir oksit (Fe ₂ O ₃)	3,27
Kalsiyum oksit (CaO)	63,01
Mağnezyum oksit (MgO)	2,49
Kükürt trioksit (SO ₃)	2,26
Klorür (Cl)	0,006
Kızdırma kaybı (K.K.)	1,64
Tayin edilemeyen (T.E.)	1,68

Çizelge 4. Silis dumanının minerolojik bileşimi
Table 4. Minorologic composition of silica fume.

Bileşenler	Bileşen Miktarları (%)
Silisyum dioksit (SiO ₂)	91
Alüminyum oksit (Al ₂ O ₃)	0,58
Demir oksit (Fe ₂ O ₃)	0,24
Kalsiyum oksit (CaO)	0,71
Mağnezyum oksit (MgO)	0,33
Kükürt trioksit (SO ₃)	1,06
Klorür (Cl)	0,09
Kızdırma kaybı (K.K.)	1,84
Tayin edilemeyen (T.E.)	-

3. DENEY YÖNTEMİ ve SONUÇLAR

3.1. Basınç Dayanımı Deneyi

Betonun mekanik dayanımları arasında değeri en büyük olan basınç dayanımıdır⁷. Basınç dayanımı yüksek olan betonun kompasitesi, sertliği, su geçirmezliği, dış etkilere dayanıklılığı artmakta, aşınması ise azalmaktadır. Beton üzerinde yapılan bir çok çalışmada bu malzemenin bazı özellikleri ile basınç dayanımı arasındaki bağıntılar araştırılmış ve betonun çeşitli mekanik özelliklerinin, basınç dayanımı ile aynı yönde değiştiği sonucuna varılmıştır⁸.

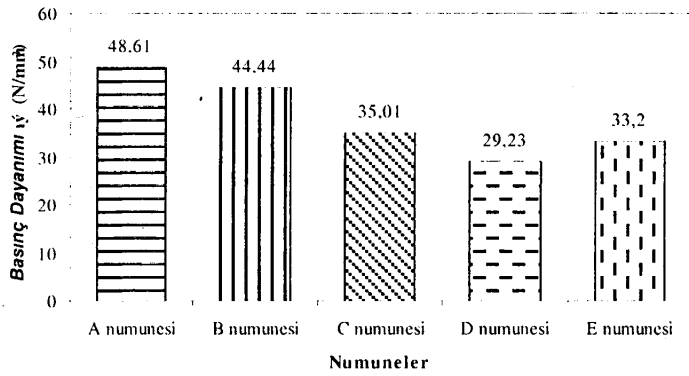
Basınç dayanımı betonun diğer pozitif özellikleriyle paralellik göstermektedir. Basınç dayanımı deneyi, betonun diğer denetleme deneylerine oranla en kolaydır. Bu nedenle, korozyon deneylerine ilave olarak hazırlanan numuneler 28 gün sonunda universal test cihazı ile basınç deneyine tabi tutularak elde edilen sonuçlar

Çizelge 5. Styroporun genel özellikleri.
Table 5. General characteristics of styropor.

Teknik Özellikler	İlgili Standart	Birim	Oran		
Yoğunluk	DIN 53420	kg/dm ³	0,015	0,020	0,030
Basınç Dayanımı	DIN 53421	N/mm ²	0,07-0,12	0,12-0,16	0,18-0,26
Çekme Dayanımı	DIN 53430	N/mm ²	0,15-0,23	0,25-0,32	0,37-0,52
Makaslama Dayanımı	DIN 53427	N/mm ²	0,09-0,12	0,12-0,15	0,19-0,22
Bükülme Dayanımı	DIN 53423	N/mm ²	0,16-0,21	0,25-0,30	0,42-0,50
E-Modülü	-	N/mm ²	0,6-1,25	1,0-1,75	1,8-3,1
Isısal Uzama Katsayısı	-	1/K	5-7.10 ⁻⁵	5-7.10 ⁻⁵	5-7.10 ⁻⁵
Özgül Isı Kapasitesi	DIN 4108	J / (kg.k)	1500	1500	1500
Su Buhar Geçirgenliği	DIN 53429	g/ m ² .d	40	35	20
Buhar Difizyon Direnç Katsayısı, (μ)	DIN 4108	1	20/50	30/70	40/100
Tamamen Suya Batmış	7 Gün	Hacmen, %	3,0	2,3	2,0
Durumda Su Alma Durumu	1 Yıl	Hacmen, %	5,0	4,0	3,5

Çizelge 6. Numunelere ait karışım oranları.
Table 6. Mixing ratios of samples.

	A Numunesi	B Numunesi	C Numunesi	D Numunesi	E Numunesi
Çimento, kg	0,465	0,465	0,465	0,465	0,419
Kum(0-4 mm), kg	0,907	0,862	0,816	0,771	0,771
Çakıl(4-8 mm), kg	0,863	0,863	0,863	0,863	0,863
Su, kg	0,247	0,247	0,247	0,247	0,280
Styropor, kg	-	0,00075	0,00150	0,00225	0,00225
Silis Dumanı, kg	-	-	-	-	0,03278
Nacl, kg Cl/m ³	7,41	7,41	7,41	7,41	8,4
Su/Bağlayıcı	0,53	0,53	0,53	0,53	0,61



Şekil 2. Numunelerin basınç dayanımları.
Figure 2. Compressive strength of samples.

numunelerin korozyon hızları ile birlikte yorumlanmıştır. Deney esnasında yükleme hızı 3,00 KN/S olarak alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 2.'de gösterilmiştir.

3.2. Korozyon Potansiyeli Ölçümleri

Korozyon potansiyeli ölçümlerinde, referans elektrot olarak doygun Bakır/Bakır Sülfat (Cu/CuSO₄) referans elektrotu kullanılmıştır. Korozyon potansiyelleri, ASTM-C-876-91'e uygun olarak 90 gün boyunca her gün ölçülmüştür. Ölçümlerde "Fluke 45 Dual Display Multimeter" cihazı kullanılmıştır.

Korozyon potansiyellerinin zamana göre değişimleri, çeliğin aktif veya pasif halde bulunduğunu belirlemek üzere grafiğe geçirilmiştir.

Bu yöntem ile, zamana karşı yapılan potansiyel ölçümlerinde, beton örnekleri içindeki inşaat demirlerinin, korozyonu kalitatif olarak incelenmektedir. Korozyon potansiyeli ölçümleri sonucunda elde edilen değerler Tablo 7'de çizelge halinde, Şekil 3'de ise grafiksel olarak verilmiştir.

3.3. Galvanik Akım Ölçümleri

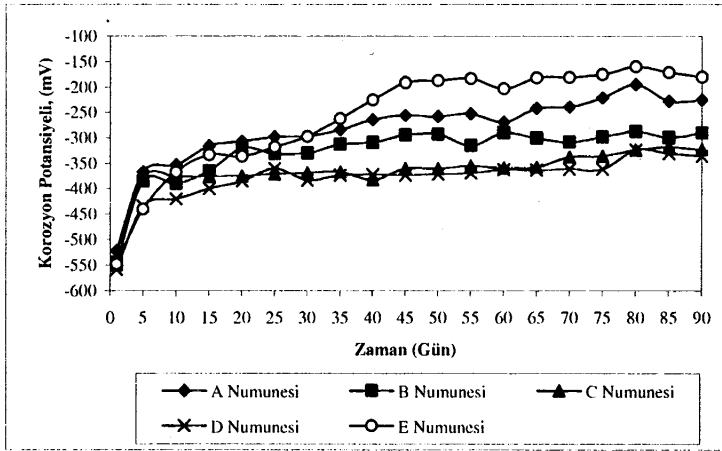
Bu ölçümlerde, A, B, C, D ve E numunelerinin 90 gün süresince her gün galvanik akım değerleri okunmuştur. Bağlı korozyon hızları galvanik hücrelerden geçen galvanik akımın elektrot yüzey alanına bölünmesiyle belirlenmiştir. Ölçümlerde "Fluke 45 Dual Display Multimeter" cihazı kullanılmıştır. Elde edilen değerler Çizelge 8.'de çizelge halinde, Şekil 4.'de ise grafiksel olarak verilmiştir.

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Yapılan basınç deneyleri neticesinde, kontrol numunesinin basınç dayanımı 48,61N/mm² olarak belirlenmiştir. Beton numunelerde styropor oranının artması ile birlikte basınç dayanımlarında

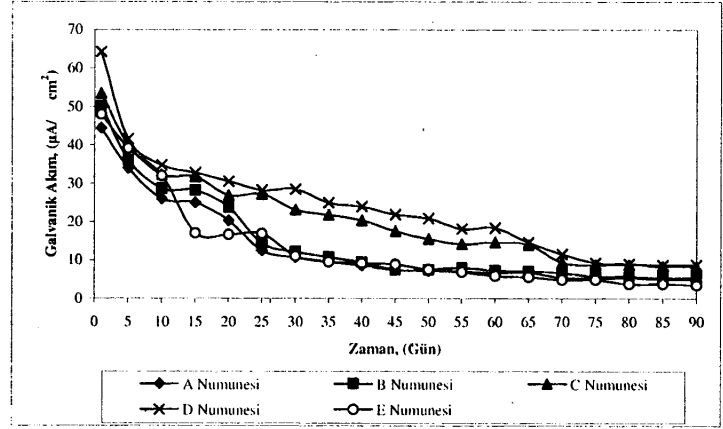
Çizelge 7. Numunelerin korozyon potansiyeli değerleri.
Table 7. Corrosion potentials of samples.

Numunelerin Korozyon Potansiyeli Değerleri, (mV)					
Gün	A	B	C	D	E
1	-522	-545	-550	-559	-548
5	-367	-385	-378	-434	-440
10	-353	-390	-376	-420	-367
15	-316	-365	-376	-400	-333
20	-307	-320	-375	-385	-336
25	-298	-331	-371	-360	-318
30	-297	-330	-369	-383	-297
35	-284	-312	-367	-373	-262
40	-264	-309	-382	-372	-225
45	-256	-294	-360	-373	-191
50	-258	-293	-360	-371	-187
55	-253	-315	-355	-369	-183
60	-269	-290	-359	-362	-203
65	-242	-300	-357	-363	-182
70	-239	-308	-337	-361	-181
75	-221	-298	-335	-361	-175
80	-195	-287	-323	-323	-160
85	-227	-299	-318	-330	-171
90	-225	-290	-322	-335	-180



Şekil 3. Numunelerdeki korozyon potansiyelinin zamana göre değişimi
Figur 3. Time- dependent change of corroslon of samples.

azalmalar meydana gelmiştir. Ani basınç azalması %21,22'lik bir azalma ile %10 styropor katkılı numunede gözlenmiştir. En düşük basınç dayanımı 29,23 N/mm² ile %15 styropor katkılı numunede belirlenmiştir. En düşük basınç dayanımına sahip numuneye, çimento ile %10 oranında yer değiştirecek şekilde silis dumanı ilave edilmesi neticesinde, basınç dayanımında %13,58'lik bir artış gözlenmiştir. Basınç dayanımındaki bu artış, silis dumanı ilavesi ile meydana gelen su ihtiyacını karşılamak üzere, silis dumanı miktarınca katılan su neticesinde, su/bağlayıcı oranında ki artışa rağmen meydana gelmiştir. Silis dumanı ilavesi ile basınç dayanımında meydana gelen bu artış, gerek silis dumanının çok ince taneli olmasıyla beton içerisindeki boşlukları azaltması (dolgu etkisi yaratması), ve gerekse puzolanik aktivitesinin çok yüksek olması sonucuna bağlanmıştır⁴.



Şekil 4. Numunelerdeki galvanik akımın zamana göre değişimi
Figur 4. Time- dependent change of galvanic currents in samples.

Çizelge 8. Numunelerin galvanik akım değerleri, değerleripotansiyeli değerleri
Table 8. Galvanic currents of samples.

Numunelerdeki Galvanik Akım Değerleri, (µA/10 cm ²)					
Gün	A	B	C	D	E
1	44.4	50.2	53.5	64.3	48.0
5	34.0	36.1	40.0	41.6	39.2
10	26.0	28.7	32.3	34.8	32.0
15	25.0	28.2	31.7	32.8	17.1
20	20.3	23.8	26.9	30.6	16.7
25	12.5	14.4	27.2	28.3	16.9
30	10.7	12.2	23.2	28.5	11.1
35	9.6	10.8	21.8	25.0	9.6
40	8.6	9.5	20.4	24.0	9.2
45	7.4	7.5	17.6	21.9	8.9
50	7.2	7.5	15.5	20.9	7.6
55	7.0	8.0	14.2	18.2	6.9
60	6.7	7.3	14.6	18.4	5.9
65	6.8	7.1	14.0	14.6	5.6
70	5.4	6.7	9.4	11.6	4.9
75	5.3	5.8	8.8	9.3	4.9
80	5.3	5.7	8.8	9.0	3.8
85	5.0	5.4	8.4	8.7	3.8
90	4.8	5.4	8.3	8.8	3.5

Korozyon potansiyeli ölçümleri; styropor oranına bağlı olarak betonarme demirlerinin korozyon hızlarında artış meydana geldiğini, en yüksek korozyon hızına sahip styropor katkılı numuneye %10 oranında silis dumanı ilave edilmesi ile bu numunedeki korozyon hızının azalarak kontrol numunesindeki korozyon hızından daha düşük seviyelere indiğini açıkça ortaya koymuştur. Her ne kadar korozyon potansiyeli değerleri ile korozyon hızı hakkında kantitatif sonuçlara varmak mümkün değilse de, betonarme demirlerinin aktif yada pasif halde oluşları net olarak anlaşılabilmektedir. 90 gün süre ile ölçülmüş olan korozyon potansiyeli değerleri, A, B ve E numunelerinde betonarme demirlerinin pasif bölgede kaldığını, C ve D numunelerinde ise aktif bölgede kaldığını göstermiştir.

Galvanik akım ölçümleri de korozyon potansiyeli değerlerini desteklemiştir. Galvanik akım ölçümleri neticesinde, beton içine katılan styropor oranına bağlı olarak galvanik akım değerlerinde de artış meydana geldiği açıkça belirlenmiştir. En yüksek galvanik akım değerine sahip styropor katkılı numuneye, %10 oranında silis dumanı ilave edilmesi ile bu numunedeki galvanik akım değerinin azalarak kontrol numunesindeki galvanik akım değerinden daha düşük seviyelere indiği yapılan ölçümler neticesinde belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen, basınç dayanımları ve korozyon hızı değerleri benzerlik göstermiştir. Basınç dayanımında olduğu gibi korozyon hızlarında da ani değişim %10 styropor katkılı numuneden sonra meydana gelmiştir. Benzer şekilde, en yüksek styropor katkılı numunede, silis dumanı ilavesi ile basınç dayanımında %13,58'lik bir artış meydana gelirken, korozyon hızı da çok daha büyük bir azalma ile kontrol numunesinden daha düşük bir seviyeye inmiştir.

Yapılan çalışma neticesinde, hafif beton üretmek amacı ile kullanılan styropor katkısı için, basınç dayanımı ve korozyon hızları göz önünde bulundurularak en uygun miktarın %5 olacağı sonucuna varılmıştır. Ayrıca styropor katkılı betonun, basınç dayanımını ve korozyona karşı direncini artırabilmek için mutlak surette silis dumanı kullanılması gerektiği yapılan çalışmanın sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

KAYNAKÇA

1. Yalçın, H., Koç, T., Betonarme Demirlerinin Korozyonu ve Önlenmesi, CMS Kongre Yönetim sistemler Uluslar arası Organizasyon Yayıncılık Bilişim Hizmetleri Limited Şirketi, Ankara, 2004.

2. Argunhan, E., Pomza Taşı ile Üretilen Taşıyıcı Hafif Betonarme Elemanların Özelliklerine Süper Akışkanlaştırıcı Katkı Maddesinin Etkisinin Araştırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1984.
3. Kaya, A., Styropor Kullanılarak Elde Edilen Hafif Betonun Karakteristik Özelliklerinin İncelenmesi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2002.
4. Erdoğan, T., Y., Beton, ODTU Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayını, Ankara, 2003.
5. Jang, W., Iwasaki, I., Rebar Corrosion Under Simulated Concrete Conditions Using Galvanic Current Measurements, Corrosion-Nace, 47(11): 875-883, 1991.
6. Yeğinobalı, M.A., 1993, "Silis Dumanının Betonda Katkı Maddesi Olarak Değerlendirilmesi." (Endüstriyel Katı Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması Sempozyumu: 18-19 Kasım 1993), Bildiriler Kitabı.
7. Uluata, A., R., Yapı Malzemesi Olarak Beton Ders Notları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Kültürteknik Bölümü, Erzurum, 1979.
8. Postacioğlu, B., Yapı Malzemeleri Dersleri, İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı:1011, İstanbul,1975.
9. Asan, A., Yalçın, H., Uçucu Kül Katkısının Betonarme Demirlerinin Korozyonu Üzerine Etkisi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16(1): 47-54, 2003.
10. Asan, A., Galvanik Akım Metodu Kullanarak Klorür İyonları, Asetat İyonları ve Uçucu Külün, Beton İçindeki Çeliğin Korozyonu Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1996
11. Doruk, M., Korozyon ve Önlenmesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Müh. Fak., Yayın No:70, Ankara, 1982.
12. TS 802, Beton Karışım Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1985.
13. TS 2511, "Taşıyıcı Hafif Betonların Karışım Hesap Esasları", TSE, Ankara, 1977.
14. TS 3114, "Beton Basınç Mukavemeti Tayini", TSE, Ankara, 1990.
15. Yalçın, H., Koç, T., Katodik Koruma, Palme Yayın Dağıtım, Ankara, 1999.
16. Yalçın, H., Koç, T., Mühendisler için Korozyon, Türk Mühendisler ve Mimarlar Birliği Odası, Kimya Mühendisleri Odası, Ankara, 1998.
17. Üneri, S., Korozyon ve Önlenmesi, Korozyon Derneği, Poyraz Ofset, Ankara, 199

YAZARLAR

Arş Gör. Oğuzhan KELEŞTEMUR, Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Elazığ
Yrd. Doç. Dr. Servet YILDIZ, Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Elazığ.
Yazarlarla iletişim için Fax: 0424-236 70 64
E-mail : okelestemur@firat.edu.tr