



Van ili kuzeyinde yer alan ortaç volkanik agregalarda asr etkilerinin incelenmesi

Ogün Ozan VAROL*

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Maden Mühendisliği Mühendisliği Bölümü, Van
ogunozanvarol@yyu.edu.tr ORCID: 0000-0002-3546-3086, Tel: (432) 444 50 65 (28202)

Mustafa AYHAN

Dicle Üniversitesi, Maden Mühendisliği Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır
mahyan@dicle.edu.tr ORCID: 0000-0003-4631-8842

Vural OYAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Maden Mühendisliği Mühendisliği Bölümü, Van
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Gölü Havzası Doğal Kaynakları Araştırma ve Uygulamam Merkezi, Van
vuraloyan@yyu.edu.tr ORCID: 0000-302-1566-9749

Geliş: 12.03.2018, Kabul Tarihi: 16.04.2018

Öz

Alkali silis reaktivitesi (ASR) beton yapılarının dayanıklılığını önemli derecede etkileyen, tek yönlü kompleks bir reaksiyondur. Bu çalışma kapsamında, Van ili kuzeyinde yer alan trakit ve pomza agregalarının alkali silis reaktivitesine (ASR) ilişkin özellikleri araştırılmıştır. ASR'yi belirlemek amacıyla örnekler üzerinde hızlandırılmış harç çubuğu deneyi, kimyasal yöntem deneyleri yapılmıştır. Hızlandırılmış harç çubuğu deneyi için trakit yerine ağırlıkça sırasıyla %10, %20, %30 pomza konularak 16 adet, harç çubuğu hazırlanmıştır. Hızlandırılmış harç çubuğu deneyine göre 3, 7, 14, 28 ve 56 günlük boy değişimleri ölçülmüştür. Kimyasal yöntemle ASR'yi belirlemek amacıyla agregalardan 0.250 mm ve 0.125 mm'lik elek aralığında kalan malzemedan 25 gr 3 adet örnek alınarak deney yapılmıştır. Harç çubuğu numunelerinin deney öncesi ve sonrası farklarını görebilmek amacıyla numuneler üzerinde SEM analizleri yapılmıştır. Hızlandırılmış harç çubuğu öncesi ve sonrası elde edilen SEM görüntülerinde belirli farklılıklar gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, hızlandırılmış harç çubuğu deneyine göre trakit agregasının genleşme oranının %0.2'den büyük olduğu ve zararlı agregalar sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Trakit yerine ağırlıkça %20 ve %30 pomza ikamesinin ASR etkilerini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre pomza ve trakit agregaları ASTM C 289 standardında belirtilen alkali silis reaktivitesi açısından "zararlı agregalar"ın yer aldığı III. bölge içerisinde yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: ASR; trakit; pomza; hızlandırılmış harç çubuğu deneyi

*Yazışmaların yapılacağı yazar

DOI:

Giriş

Gelişen teknoloji ile birlikte günümüzde, dayanımı yüksek beton konusunda yapılan çalışmalar, basınç dayanımını malzemenin en önemli özelliği olarak nitelendirmektedirler. Gerek ülkemizde gerekse diğer birçok ülkede betonu sınıflandırmak için 28 günlük basınç dayanım değerleri kullanılmaktadır. Basınç dayanımına etki eden faktörlerin başında ise su-bağlayıcı oranı, hammadde olarak kullanılan agrega, çimento, kullanılan katkıları ve kür süresi gelmektedir (Akçaözoğlu, 2007). Ana maddesi beton olan yapı elemanlarının zamanla bozulup beton özelliğini yitirmeden istenilen servis ömrüne ulaşmaları beklenir. Fakat bazı yapılarda istenilen servis ömrüne ulaşmadan yenilmeler olabilmektedir. Bu durumu etkileyen birden çok faktör vardır. Beton yapı elemanlarının duraylılığını belirleyen etmenler arasında beton yapımında kullanılan malzemelerin fiziksel ve kimyasal içyapısından kaynaklı etkiler, çevreden kaynaklanan dış etmenler olabilmektedir. Bazı durumlarda, betonu oluşturan malzemeler kendi aralarında etkileşime girebilmekte veya çevreden gelen istenmeyen maddeler ile tek yönlü kimyasal etkileşim oluşturabilmektedirler (Dinçdemir, 2015). Bu reaksiyon neticesinde beton özelliğini kaybedebilmekte ve yapı zarar görebilmektedir. Çalışmaya konu olan alkali silis reaksiyonu (ASR) betonun özelliğini kaybetmesine neden olan bu tip kimyasal reaksiyonlardan bir tanesidir.

Alkali silis reaktivitesi (ASR), betonun boşluk çözeltisinde bulunan yüksek alkali konsantrasyonu ve agrega bünyesinde bulunan opal, çört, kalsedon, kristobalit, deforme kuvars, tridimit, volkanik cam vb. gibi silisli minerallerden dolayı meydana gelen tek yönlü karmaşık kimyasal bir reaksiyondur (Yüksel vd., 2017).

Başlangıçta sadece kullanılabilirlik sınır durumunu etkiliyor olarak kabul edilen ASR ilerleyen seviyelerde yapının taşıma gücünü de etkileyebilecek duruma gelmektedir. ASR; agregalarda var olabilecek reaktif silisin, çimentoda bulunan alkali maddeler Na₂O, K₂O ile reaksiyonu neticesinde genleşme özelliğine sahip bir jelin meydana gelmesi durumudur.

Reaksiyon neticesinde oluşan genleşme belirli bir sınıra eriştiğinde betonda çatlaklara ve dökülmelere neden olmakta ayrıca yapı için ciddi bir potansiyel tehlike oluşturmaktadır (Tapan vd., 2012). Reaksiyon neticesinde ortaya çıkan bu jel nedeniyle beton bünyesinde 0.1-11 MPa arasında değişen değerlerde çekme gerilmeleri meydana getirmektedir. Beton içerisinde oluşan hacimsel büyüme çekme gerilmelerine neden olur ve betonda çatlamlar oluşur. Betonun çekme dayanımı, basınç dayanımının yaklaşık olarak %10'u olduğundan, %0.04-%0.05 gibi bir genleşme değeri bile betonda çatlama neden olabilmektedir (Swamy, 1992).

Reaksiyonun başlayabilmesi için, çimentoda bulunan alkali içeriğinin %60'ı ve ortamdaki nemin 20 °C sıcaklıkta %85'i aşması gerekmektedir. Bu koşullardan herhangi biri eksik olursa alkali silis reaktivitesi kaynaklı jel oluşumu meydana gelmeyecektir. Bu koşulların dışında ortam gözenekliliği de reaksiyon açısından önem arz etmektedir (Mannasoğlu, 2016).

ASR kaynaklı hasarlar ilk olarak yaklaşık 70 yıl önce Stanton tarafından tespit edilmiştir (Yıldırım ve Sümer, 2018). Ülkemizde ise ASR kaynaklı hasar ilk olarak 1995 yılında İzmir'de bazı karayolu köprülerinde yaygın çatlakların gözlenmesi ile ortaya çıkmıştır. Yapılan araştırmalar neticesinde, beton yapımında agrega olarak kullanılan malzemelerin Gediz ve Nif nehri yataklarından alındığı ve içerisinde %3'ün üzerinde camsı riyolit bulunduğu tespit edilmiştir. Agregada içerisinde var olan camsı riyolit ASR'ye yol açtığı belirlenmiştir (Ramyar, 2013).

Betonda ASR oluşumundan söz edilebilmesi için üç koşulun bir arada olması gerekmektedir. Bu üç koşuldaki herhangi biri olmadığında ASR oluşumundan söz edilememektedir. Bu koşullar; yüksek sıcaklık, nem ve agregada serbest silis. Yapılan bu çalışma kapsamında trakit agregası yerine %10, %20, %30 oranlarında pomza ikame edilerek, pomzanın yüksek su emme özelliğinden yararlanmak ve ASR oluşumunun önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışma kapsamında, pomza ve trakit agregaları ile CEM I 42,5 R tipi çimento, 1N NaOH ve şebeke suyu kullanılmıştır.

Pomza ve trakit agregaları Van ili Erciş ilçesinden temin edilmiştir. Agregaların temin edildiği bölgelerin yer bulduru haritası Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

Araziden temin edilen pomza ve trakit agregaları Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü kırma ve eleme laboratuvarında çeneli kırıcıda boyut küçültme işlemine tabi tutulmuş daha sonra standartlarda belirtilen elekler kullanılarak boyutlandırılmıştır. Agregaların kimyasal özellikleri Tablo 1.’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Agregaların kimyasal özellikleri

Bileşen %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Kızdırma Kaybı
Pomza	70.1	13	2.8	1.6	0.3	0.04	3.1	4.4	3.95
Trakit	45.2	10.8	2.2	18.5	1.2	0.12	3.1	2.5	15.10

Metot

Agrega numuneleri üzerinde alkali silis reaktivitesini belirlemek amacıyla ASTM C 1260 (1994) standartına göre hızlandırılmış harç çubuğu deneyi, ASTM C 289 (1994) standartına göre kimyasal yöntem ile ASR tespit deneyi yapılmıştır. Ayrıca numunelerin deney öncesi ve deney sonrası jel oluşumları arasındaki farkları tespit etmek amacıyla harç çubukları üzerinde SEM görüntülemeleri EDX kimyasal analizleri yapılmıştır.

Hızlandırılmış Harç Çubuğu Deneyi (ASTM C 1260)

Hızlandırılmış harç çubuğu deneyi için hazırlanan numuneler ASTM C 1260 (1994) standardına uygun olarak hazırlanmıştır. Harç çubukları hazırlanırken, standartta belirtilen elek serisi kullanılarak elenen agregalar Tablo 2’de gösterilen karışım miktarına göre hazırlanmıştır. Hazırlanan bütün karışımlarda su/çimento oranı 0.47, çimento miktarı 441 gr, su miktarı ise 209

ml olarak sabit tutulmuştur. Şekil 2’de üretilen harç çubuğu gösterilmiştir.



Şekil 2. Üretilen harç çubuğu numunesi

Harç çubuklarının üretimi için 25x25x285 mm boyutlarında iki gözlü metal harç çubuğu kalıpları kullanılmıştır. Kalıplara harçlar iki eşit tabaka olacak şekilde yerleştirilmiş ve 60 sn

boyunca sarsma tablasında harcın kalıplara oturması için sarsma hareketine maruz bırakılmıştır. Hazırlanan harç kalıplara iyi bir şekilde oturduktan sonra, kalıplar %90 nispi nem içeren kür odasında 23 °C’de 24 saat boyunca bekletilmiştir. 24 saat sonunda kalıp sökme işlemi yapılmış ve kalıptan çıkartılan harç çubuklarının ilk boy ölçümleri dijital komperatör yardımıyla ölçülmüştür. Daha sonra harç çubukları içerisinde 80 °C saf su bulunan su banyosuna 24 saat süre ile bırakılmıştır. 24 saat sıcak su banyosunda bekletilen harç çubukları çıkartıldıktan sonra 1 N NaOH içeren 80 °C sıcaklıktaki ASR tankına bırakılmıştır. ASTM C 1260 (1994) standardında belirtilen 3, 7 ve 14. gün boyca genleşme değerlerinin ölçülmesi tavsiye edilmiştir. Çalışma kapsamında 3, 7, 14, 28 ve 56. günlerde boyca genleşme değerleri ölçülerek reaksiyonun bahsi geçen günlerde devam edip etmediği irdelenmiştir.

Tablo 2. Trakit agregası için hazırlanan harç çubuklarının karışım oranları (gr)

Karışım Oranları	Elek Serisi (mm)									
	-4.75 +2.36		-2.36 +1.18		-1.18 +0.600		-0.600 +0.300		-0.300 +0.150	
	Pomza	Trakit	Pomza	Trakit	Pomza	Trakit	Pomza	Trakit	Pomza	Trakit
P0	-	100	-	250	-	250	-	250	-	150
P10	10	90	25	225	25	225	25	225	15	135
P20	20	80	50	200	50	200	50	200	30	120
P30	30	70	75	175	75	175	75	175	45	105

Hızlandırılmış harç çubuğu deneyi ile alkali silis reaktivitesi tespiti için ASTM C 1260 (1994) standardına uygun olarak yapılan deneyin sonuçları aşağıda verilen (1) numaralı eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% L = (\Delta L / L) \times 100 \quad (1)$$

Eşitlikte;

%L = Boyca Uzama Miktarını,

ΔL = Numune boy değişimini (mm),

L = Numune ilk boy uzunluğunu (mm) ifade etmektedir.

Kimyasal Yöntem İle ASR Tespiti Deneyi (ASTM C 289)

Kimyasal yöntem ile ASR tespiti için ASTM C 289 (1994) standardına uygun olarak -0,250 mm +0,125 mm elekler arasında kalan malzemeden alınan numuneler saf su altında yıkanmış, içerisinde bulunan safsızlıklardan, toz parçalarından kurtulması sağlanmıştır. Yıkanan malzeme 105 °C etüvde 24 saat süreyle kurutulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

X-Işınları Flüoresans Spektroskopisi

Çalışma kapsamında kullanılan agregaların ve hızlandırılmış harç çubuğu deneyine tabi tutulan harç çubuğu örneklerinin X-Işınları Flüoresans Spektroskopisi (XRF) yöntemi ile mineral içeriklerine dair sonuçlar Tablo 3’de gösterilmiştir.

Eleme, yıkama, kurutma işlemlerinden sonra her bir numuneden 25 gramlık 3 adet numune reaksiyon kaplarına alınmıştır. Reaksiyon kaplarının her birine 25 ml 1 N NaOH çözeltisi ilave edilmiştir.

Tablo 3. X- Işınları Flüoresans Spektroskopisi (XRF) sonuçları

% İÇERİKLER	SP	STRA	P30STRA	P30(56)TRA
KIZDIRMA KAYBI (%)	3.95	15.10	9.50	11.25
AL ₂ O ₃ (%)	13.0	10.8	10.3	10.0
BAO (%)	0.02	0.04	0.04	0.03
CAO (%)	1.6	18.5	21.3	20.8
CR ₂ O ₃ (%)	0.01	< 0.01	0.01	0.01
FE ₂ O ₃ (%)	2.8	2.2	2.8	2.6
K ₂ O (%)	4.4	2.5	3.9	2.3
MGO (%)	0.3	1.2	1.1	1.0
MNO (%)	0.1	0.1	0.1	0.1
NA ₂ O (%)	3.1	3.1	2.7	5.7
NİO (%)	< 0.01	< 0.01	0.01	0.01
P ₂ O ₅ (%)	0.1	0.3	0.1	0.1
RB ₂ O (%)	0.02	0.01	0.01	0.01
SO ₂ (%)	0.04	0.12	1.30	0.69
SiO ₂ (%)	70.1	45.2	47.1	44.7
SRO (%)	0.01	0.07	0.05	0.04
TiO ₂ (%)	0.3	0.6	0.6	0.5
V ₂ O ₅ (%)	< 0.01	0.01	0.01	0.01
Y ₂ O ₃ (%)	0.01	< 0.01	0.01	0.01
ZNO (%)	0.01	< 0.01	0.01	0.01
ZRO ₂ (%)	0.04	0.05	0.05	0.04

Hazırlanan numune kapları 80 °C sıcaklıkta sabit tutulan su banyosunda 24 saat bekletilmiştir. 24 saat süre sonunda su banyosundan çıkartılan kaplar 30 °C sıcaklığa kadar soğutulup, kapakları açılarak kuru bir kapa süzülmiştir. Homojenliğin sağlanabilmesi amacıyla pipet ile 10 ml çekilerek 200 ml hacminde balon jöjeye alınan numuneler üzeri saf su ile 200 ml’ye tamamlanmıştır. Hazırlanan bu çözelti, çözünmüş silis ve alkali azalmasını tayin ederken kullanılmıştır.

Yapılan jeokimyasal analiz sonuçlarına göre saf trakit numunesinin SiO₂ oranı %45.2 iken agrega yerine %30 pomza konularak hazırlanan örneklerde SiO₂ oranının %47.1 olduğu görülmüştür. Agregaya yerine %30 pomza ikame edilerek hazırlanan ve 56 gün boyunca 80 °C 1 M sodyum hidroksite maruz bırakılan örneğin SiO₂ oranının %44.7 olduğu görülmüştür.

Bu bilgiler ışığında trakit agregasının yerine %30 pomza konulmak suretiyle hazırlanan ve 56 gün boyunca yüksek alkaliye maruz bırakılan örneklerde SiO₂ oranının düştüğü gözlemlenmiştir.

Hızlandırılmış Harç Çubuğu Deneyi Sonuçları

ASR oranını tespit edebilmek amacı ile trakit agregası kullanılarak harç çubukları hazırlanmıştır. Hazırlanan harç çubuklarının 3, 7,

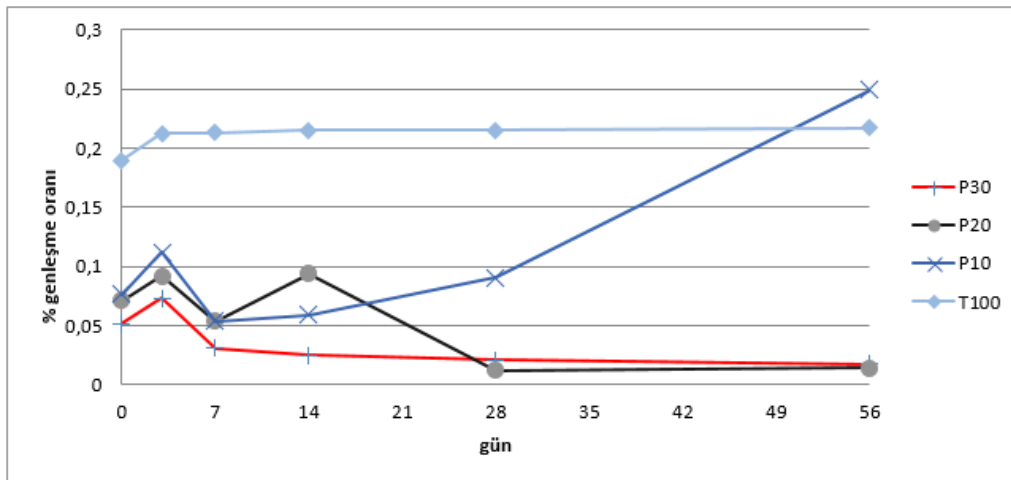
14, 28 v 56 günlük boy değişim oranlarının aritmetik ortalaması Tablo 4’de, harç çubuklarının boy uzama yüzdeleri ise Tablo 5’de gösterilmiştir. Hazırlanan harç çubuklarının boyca uzamasını gösteren grafik Şekil 3’de verilmiştir.

Tablo 4. Harç çubuklarının boy değişim oranlarının aritmetik ortalaması (mm)

Numune Numarası	1.gün	3.gün	7.gün	14.gün	28.gün	56.gün
T100	0.541	0.606	0.608	0.613	0.612	0.618
P10	0.218	0.319	0.153	0.168	0.259	1.064
P20	0.203	0.262	0.153	0.027	0.035	0.04
P30	0.148	0.208	0.088	0.070	0.060	0.050

Tablo 5. Harç çubuklarının boy uzama yüzdeleri

Numune Numarası	1.gün	3.gün	7.gün	14.gün	28.gün	56.gün
T100	0.190	0.213	0.213	0.215	0.215	0.217
P10	0.077	0.112	0.054	0.059	0.091	0.373
P20	0.071	0.092	0.054	0.094	0.012	0.014
P30	0.052	0.073	0.031	0.025	0.021	0.018



Şekil 3. Harç çubuklarının boyca uzamaları

Şekil 3’de görüldüğü gibi en yüksek boy uzaması P10 (%10 pomza + %90 trakit) harç çubuğunda, en küçük boy uzaması ise P20 (%20 pomza + %80 trakit) harç çubuğunda gözlemlenmiştir.

T100 karışımı (%100 trakit)’nin zamana bağlı boyca genişleme grafiğinde, ASTM C 1260 (1994) standardında belirtilen %0.2 değerinden büyük olduğu Şekil 3’de görülmektedir.

Kimyasal Yöntem ile ASR Tespiti (ASTM C 289)

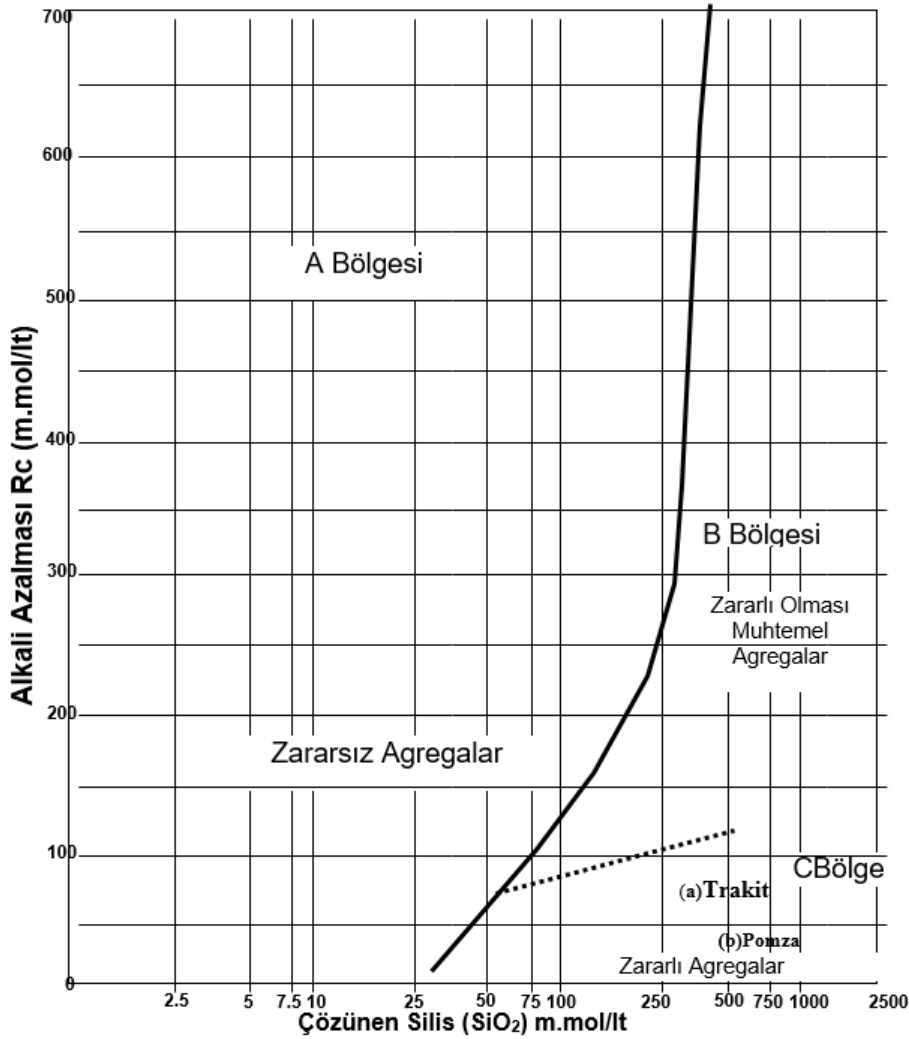
Van ili Erciş ilçesinden alınan pomza ve trakit agregaları üzerinde ASTM C 289 (1994) standardına göre yapılan kimyasal yöntem ile ASR tespitinin sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. ASTM C 289 (1994) “Alkali Silis Reaktivitesinin Kimyasal Yöntem ile Tayini”

yöntemine göre alkali azalması (Rc) ve çözünmüş silis (Sc) değerleri kullanılarak Şekil 4’deki grafik yardımıyla pomza, trakit agregalarının yeri belirlenmiştir.

Van ili Erciş ilçesinden alınan pomza ve trakit agregaları ASR bakımından standartlarda belirtilen “zararlı agregalar” sınıfına girmekte. III. bölge içerisinde yer aldığı görülmektedir.

Tablo 6. Çalışma kapsamında kullanılan pomza ve trakit numunelerinin kimyasal yöntem ile ASR Tespiti sonuçları

Agrega Türü	Sc (milimol/ml)	Rc (milimol/ml)
Pomza	299.8	72.5
Trakit	267.8	98.7



Şekil 4. Trakit (a), pomza (b) agregalarının alkali silis diyagramındaki yeri

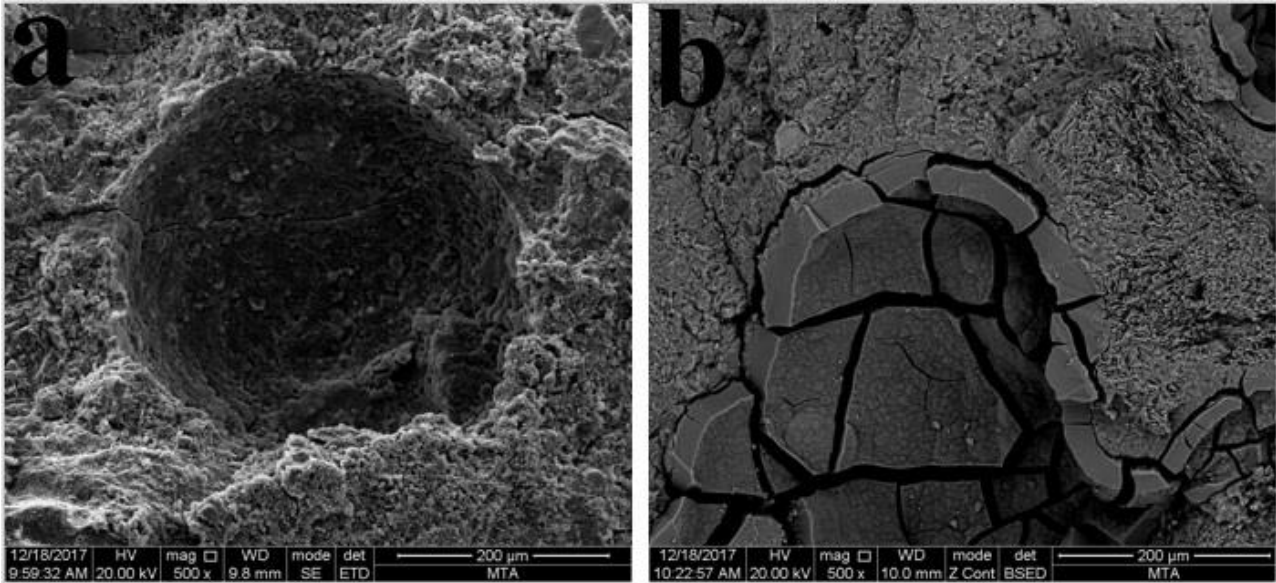
Taramalı Elektron Mikroskobu Analizleri

Hazırlanmış olan harç çubuğu numunelerinin deney öncesi ve sonrası farklarını görebilmek amacı ile Taramalı Elektron Mikroskobu Analizleri (SEM) görüntüleri ve belirli bölgeler ile noktalarda EDX kimyasal analizler yapılmıştır.

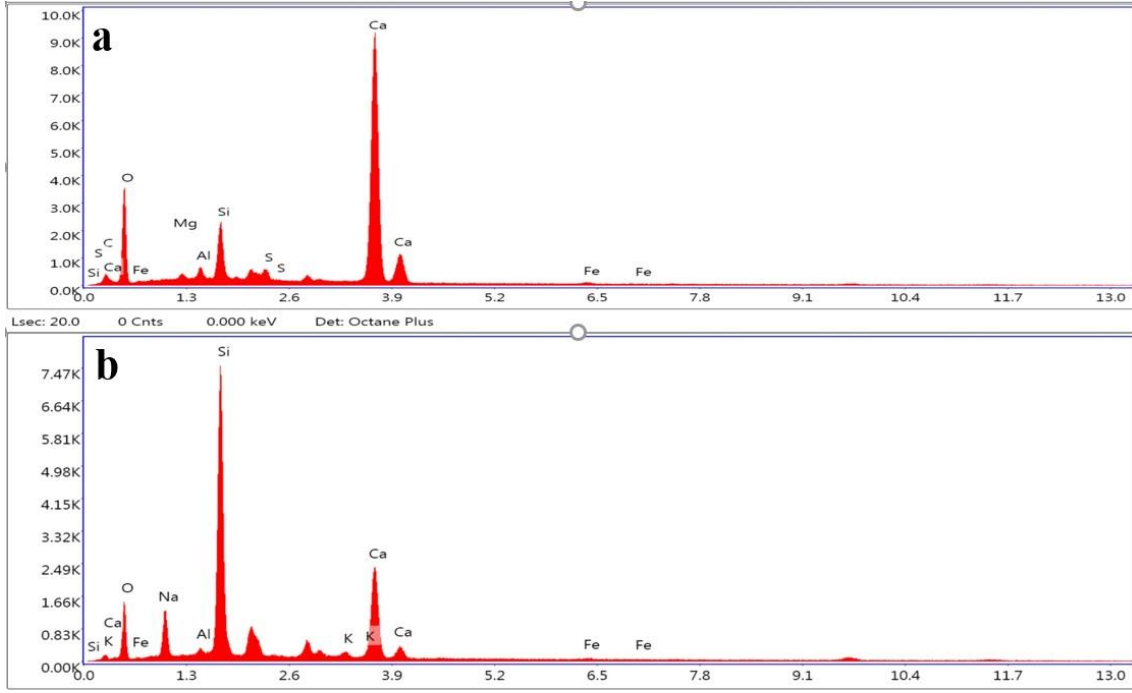
Hızlandırılmış harç çubuğu öncesi ve sonrasında yapılan SEM görüntülemeleri ile EDX kimyasal analizlerinde birtakım farklılıklar saptanmıştır. Saf trakit numunesi (T100) harç çubuklarının deney öncesi ve sonrası SEM görüntüleri ile yapılan EDX kimyasal analiz Şekil 5. ve Şekil 6.'da verilmiştir. Hızlandırılmış harç çubuğu deneyi öncesi elde edilen SEM görüntüsünde boşluklarda ve agrega-çimento sınırında ASR jel oluşumuna rastlanmamıştır. Fakat 56 gün boyunca 80 °C 1 M NaOH çözeltisine bırakılan harç çubuğu numunesinden elde edilen SEM

görüntülerinde boşluklarda ve agrega-çimento sınırında jel oluşumları tespit edilmiştir. Oluşan ASR jelinin, hızlandırılmış harç çubuğu deneyi sonrası elde edilen veriler doğrultusunda betonu olumsuz yönde etkileyeceğine ve agreganın zararlı agregalar sınıfına girdiğine karar verilmiştir.

T100 örneğinin EDX sonuçlarında ise; hızlandırılmış harç çubuğu deneyine maruz bırakılmış örneklerde Si miktarının arttığı buna bağlı olarak Ca miktarının ise azaldığı tespit edilmiştir. EDX yapılan noktalar genel olarak ASR jelinin olduğu tespit edilen nokta ve alanlardır. Bu tespitler ışığında, alkali silis jeline neden olan alkali miktarının jel oluşan nokta ve alanlarda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Alkali silis jeline neden olan en önemli elementlerden Na ve K alkalilerinin artış göstermesi ASR jelinin oluşumu için genel bir özellik olarak kabul görmektedir.



Şekil 5. T100 numaralı örneğin SEM görüntüleri a)Hızlandırılmış harç çubuğu deneyine maruz bırakılmadan önce, b)Hızlandırılmış harç çubuğu deneyine maruz bırakıldıktan sonra



Şekil 6. T100 numaralı örneğin EDX kimyasal analiz sonuçları a) Hızlandırılmış harç çubuğu deneyine maruz bırakılmadan önce b) Hızlandırılmış harç çubuğu deneyine maruz bırakıldıktan sonra

Sonuçlar ve Öneriler

Van ili, Erciş ilçesi civarından alınan trakit ve pomza agregalarının standartlarda belirtilen oranlarda karıştırılması sonucu oluşan yüzde genişleme oranlarına göre alkali silis reaksiyonu belirlenmiştir. Bölgede genel olarak kireçtaşı agregalarının kullanılmasının yanı sıra volkanik kökenli bazalt, trakit gibi SiO_2 içeriği %45-%60 arasında değişen kayaların yüksek mukavemet ve yalıtım özelliklerinden dolayı beton hammaddesi olarak betonarme yapılarda tercih edilmektedirler. Bu nedenden dolayı bölgede yoğun olarak bulunan volkanik agregaların alkali silis reaksiyonunun belirlemesi önem arz etmektedir.

Yapılan çalışma kapsamında, yüksek silis içeriğine sahip olan trakit agregasının alkali silis reaktivitesini düşürmek amacıyla mineral katkı olarak bölgede büyük bir rezerv oranına sahip olan pomza kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, agrega yerine pomza kullanımı üzerinde durulmuş ve pomzanın agrega yerine ağırlıkça %20 ve %30 oranlarda yer değiştirerek kullanımı ile alkali silis reaktivitesi bakımından zararsız

agregalar bölgesinde yer alması sağlanmıştır. Pomzanın %10 oranında kullanımının ise alkali silis reaktivitesi bakımından istenilen sonuçları doğurmamıştır. Bu kapsamda gerçekleştirilen hızlandırılmış harç çubuğu ve kimyasal yöntem ile alkali silis reaktivitesi tespiti deneyleri sonuçları şu şekildedir;

Hızlandırılmış harç çubuğu deneyi ASTM C 1260 (1994) standardına göre yapılmıştır. Bu standarda göre, dökülen harç çubuklarının yüzde boyca uzama değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, içerisinde pomza bulunmayan trakit agregası (T100) %0.2 sınır değerinden büyüktür. Bundan dolayı trakit agregası reaktif agrega sınıfına girmektedir. İçerisine ağırlıkça %10 pomza konulan P10 (%10 pomza + %90 trakit) harç çubuğunun yüzde boyca uzama değeri %0.2'den büyük çıkmıştır. İçerisine ağırlıkça %20 P20 (%20 pomza + %80 trakit) ve %30 P30 (%30 pomza + %70 trakit) pomza konularak hazırlanan harç çubuklarının değerleri ise %0.2 sınır değerinden küçük çıkmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, 56

gün boyunca 80°C 1 M NaOH çözeltisine koyulan harç çubukları içerisinde en büyük boyca uzama P10'da tespit edilmiştir. Yüzde boy uzamasının en küçük olduğu numune ise P20 harç çubuğudur.

Kimyasal analiz sonuçlarına göre, trakit agregası için alkali azalması (Rc) ortalama 46.3 mmol/l'tir. Çözünen silis içeriğinin (Sc) ortalaması ise 285.5 mmol/l olarak belirlenmiştir. ASTM C 289 (1994) standardına göre, trakit agregası alkali silis reaksiyonu bakımında "zararlı agregalar" sınıfındadır (III. bölge).

SEM görüntüleri ve EDX ile elde edilen veriler ışığında 56 günlük uzama oranları ile hızlandırılmış harç çubuğu deneyi sonucunda elde edilen sayılar veriler birbiriyle örtüşmektedir. Özellikle pomzanın agrega yerine %20 ve %30 oranlarında kullanımı alkali silis jelini zararsız agrega sınıfına kadar düşürdüğü ve 56 gün boyunca 80 °C 1 M NaOH çözeltisine maruz bırakılan numunelerde ciddi hasar oluşturacak seviyelere çıkmadığı gözlemlenmiştir.

Yapılan araştırmaları sonucu elde edilen bulgularda, pomzanın süngerimsi, boşluklu ve hafif yapısının alkali silis reaktivitesinin üzerinde etkili olduğu, kimyasal bileşiminde var olan yüksek silis içeriğinin alkali silis reaktivitesini olumsuz yönde etkilemediğini ortaya koymuştur. ASR oluşumu için gerekli olan üç koşulun bir arada bulunması gerekmektedir. Bu şartlar; yüksek sıcaklık, nem ve agrega var olan serbest silis içeriğidir. Agregaya yerine pomza ikamesinin ortamdaki nemin pomza gözenekleri ile tutulmasından dolayı, agrega çimento sınırında veya beton bünyesindeki boşluklarda ASR jeli oluşmayacak ve betonda hasar meydana gelmeyeceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi DÜBAP MÜHENDİSLİK.17.004 numaralı yüksek lisans projesi kapsamında desteklenmiştir. Makale, Prof. Dr. Mustafa AYHAN'ın danışmanlığında Ogün Ozan VAROL'un yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akçaözöglü, K. (2007). Silis Dumanı İçeren Yüksek Dayanımlı Harçlarda Numune Boy Değişiminin Basınç Dayanımı ve Birim Kısılma Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 140.
- ASTM C 1260. 1994. Standart Test Method for Potential Reactivity of Aggregates (Mortar Bar Method). Annual Book of ASTM Standards, Concrete and Mineral Aggregates, Philadelphia, USA, American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 289. 1994. Standart Test Method for Potential Alkali Silica Reactivity of Aggregates (Chemical Method), Annual Book of ASTM Standards, Concrete and Mineral Aggregates, Philadelphia, USA, American Society for Testing and Materials.
- Diñdemir, İ. (2015). Alkali-Silika Reaksiyonunun İyileştirilmesinde Mineral Katkıların Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 63.
- Mannasoğlu, N., Yılmaz, M., Tuğrul, A. (2016). Granitik Agregaların Alkali Silis Reaksiyonu Yönünden Değerlendirilmesi, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 40 (1), 69-87.
- Ramyar, K. (2013). Betonda Alkali Silis Reaksiyonu: Bir Derleme, Hazır Beton Kongresi, 21-23 Şubat 2013, İstanbul, Cilt I. S, 70-82.
- Swamy, R. N. (1992). Alkali Aggregate Reaction in Concrete. Material and Structural Implications, Science Concrete Technology, Energy, Mines and Resources, Ottawa Canada, 533-581.
- Tapan, M., Özvan, A., Oyan, V., Muvafık, M., Subaşı Direk, Y. (2012). Van Yöresinde Beton Üretiminde Kullanılan Agregaların Alkali-Silika Reaktivitesinin (ASR) Belirlenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17 (1), 13-19.
- Yıldırım, K., Sümer, M. (2018). Alkali Silika Reaksiyonunun Azaltılmasında Dört Farklı Mineral Katkı Kombinasyonunun Optimizasyonu, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (1), 128-135.
- Yüksel, C., Mardani-Aghaboglu, A., Beglarigale, A., Yazıcı, H., Ramyar, K., Çakır Andıç, Ö. (2017). Bazalt ve Atık Cam Agregalı Betonlarda Alkali-Silis Reaksiyonu Genleşmeleri ve Alkali Sızıntı Seviyeleri, *İMO Teknik Dergi*, 447, 7865-7882.

Investigation of asr effect in intermediate aggregates in the north of Van province

Extended abstract

Today, along with the developing technology, studies on the concrete with high strength describe the pressure resistance as the most important feature of the material. In our country and many other countries, 28 day compressive strength values are used to classify concrete.

At the beginning of the factors affecting the compressive strength used as raw material, cement, used additives and cure time. It is expected that the building materials whose main material is concrete will be broken down with time and reach the desired service life without losing the concrete property. However, some structures can be defated before raching the desired service life. There are multiple factors that affect this situation. Among the factors that determine the stability of the concrete construction elements, the physical and chemical effects of the materials used for making concrete can be external factors caused by the surroundings. In some cases, concrete forming materials interact with each other or create unidirectional chemical interactions with surrounding unwanted materials. As a result of this reaction, concrete properties may be lost and the structures may be damaged. The alkali silica reaction (ASR) subject to work is one of such chemical reactions that cause the concrete to lose its properties.

Alkali silica reactivity (ASR) is a complex chemical reaction that significantly effects the durability of concrete structures. It is possible to encounter ASR damage in reinforced concrete structures in our contry and in many parts of world. The work to be done in this area is important to avoid ASR damage.

Preliminarily, the ASR, which is considered to affect only the usability boundary conditions, is likely to affect the carrying power of the construction in progressive levels. ASR, the reactive silica that may be present in the aggregates is a gel that has the characteristic of expansion due to the reaction with the alkali metals (e.g. Na_2O , K_2O) present in the cement.

In this study, alkali silica reactivity properties of trachyte and pumice aggregates in the North of Van province were investigated. To determine the alkali silica reactivity accelerated mortar bar method and chemical method experiments were carried out on the samples. Instead of trachyte 10%, 20%, 30% pumice were replaced and 16 mortar bar were prepared for accelerated mortar bar method. The 3, 7, 14, 28 and 56 day length changes were measured according to the accelerated mortar bar method.

In order to determine the ASR by chemical method, 3 samples of 25 gr aggregate, which is 0.250mm and 0.125mm in the range of sieve, were taken sample.

SEM analyzes were performed on the samples to see the difference between the mortar bar samples before and after the accelerated mortar bar method.

As a result, according the accelerated mortar bar method, it has been found that the expansion rates of trachyte aggregates are larger than 0.2% and they are in the class of harmful aggregates. It was observed the instead of trachyte 20% and 30% by weight of pumice additions were reduced ASR effects. According to result the chemical analysis, pumice, trachyte aggregates were classified as "harmfull aggregates" in terms of alkali silica reactivity as specified in ASTM C 289 standard III. is located within the region.

Keywords: ASR, trachyte, pumice, accelerated mortar bar method