

SULARIN, SU TAŞIMA VE DEPOLAMA YAPILARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ ve ALINMASI GEREKLİ ÖNLEMLER

Ünal ÖZ'

Meryem ÖZ'

OMÜ Sinop Su Ürünleri Fakültesi, E-mail: unaloz57@myynet.com

ÖZET

Su ürünleri yetiştiriciliğinde en çok kullanılan malzemelerden biri olan betonun, ortam şartlarının kimyasal ve biyolojik etkilerine karşı dayanıklı olması "servis ömrü" olarak da tanımladığımız dayanıklılık özelliğini artırması bakımından önemlidir. Bu makalede, bu etkilerin neler olduğu incelenmiş ve alınması gerekli önlemler belirtilmiştir.

Anahtar kelimeler: Su ürünleri yetiştiriciliği, beton, kimyasal ve biyolojik etkiler

ABSTRACT

The resistance of concrete, which is the most used material in aquaculture, to chemical and biological impact of ambience conditions is important for increasing the resistance quality that is also known as "service duration". In this paper, what these effects were investigated and the measures which should be taken were defined.

Key words: Aquaculture, concrete, chemical and biological effects

GİRİŞ

Deniz ve tatlı sudaki doğal hayat, gerek aşırı avlanma ve gerekse kirlilik nedeniyle, başta balıklar olmak üzere diğer sucul organizmaların hayatını tehdit etmektedir. Bütün dünyada olduğu gibi, üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde de insan kontrolünde yetiştiricilik yani kültür balıkçılığı son yıllarda gelişme göstermiştir. Balık yetiştiriciliği gerek denizlerde ve göllerde kafes sistemleriyle, gerek karada üretim tesisleri kurularak yapılmaktadır. Önemli olan noktalardan biri, üretim yapmak için kullandığımız malzemelerin, suyun kimyasal ve biyolojik etkilerine karşı dayanıklı olmasıdır. Karada yapılan üretim tesislerinde kullanılan en önemli malzemelerden

biri betondur. Günümüzde, betonun çok değişik ortamlarda kullanılması nedeniyle betondan beklenen özellikler de artmıştır. Bu nedenle, betonun kullanıldığı ortamda karşılaştığı kimyasal etkiler göz önüne alındığında, betonun dayanıklılık (durability) özelliği olarak tanımlanan "servis ömrü" oldukça önem kazanmaktadır. Betonun servis ömrü; bulunduğu ortamın etkisinde ilk şeklini, niteliklerini ve hizmet görme özelliğini uzun süre kaybetmeden devam ettirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram, betonun teknik ve ekonomik tasarımı sonucu ortaya çıkmıştır (Akman, 1989).

Betonun dayanıklılığı, kullanıldığı yapının emniyet ve ekonomisi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yapılar etüt, proje ve yapımı esnasında, servis ömrü boyunca karşılaşılabilecek kimyasal etkilere karşı dayanabileceği bir şekilde inşa edilmelidir. Doğadaki her şey gibi yapı malzemeleri de kusursuz değildir. Bununla birlikte yapılan hata ve eksiklikler, malzemede hasara yol açan etkenlerin etkisinin giderek artmasına ve betonun hizmet görme yeteneğini uzun süre devam ettirememesine sebep olabilmektedir. Bu türlü bir beton yapının kullanımı, güvenli ve ekonomik olmaktan çıkmaktadır. Yani bozulan betonun güvenlik gerilmesi, servis gerilmesinin altına düşer ya da onarım ve bakım masrafları yeniden yapım maliyetinin üstüne çıkar. Klasik mühendislik yapılarında dahi dayanıklılık problemlerinin henüz çözümlenememiş olması nedeniyle, gelişmiş ülkelerde bile inşaat yatırımlarının % 40' ı bakım ve onarıma ayrılmaktadır (Metha, 1986). Dolayısıyla yapı yapılırken, ortam şartları göz önüne alınarak, en ekonomik ve güvenli bir şekilde çalışabilmesi için, uygun malzemelerin seçilmesi büyük önem taşımaktadır.

Betonun Tanımı: Su ürünleri yetiştiriciliğinde, en çok kullanılan taşıyıcı ve depolayıcı elemanlardan biri betondur. Beton; çimento, su, agrega (kum ve çakıl) ve gerektiğinde katkı maddelerinin homojen karışımı olan boşluklu yapıya sahip bir kütle olarak tanımlanabilir (Onaran, 1985). Bu malzemeler belirli oranlarda karıştırıldığında, kalıplarda istenilen biçimi alabilecek, plastik bir malzeme elde edilir. Betonu üstün kılan

en önemli özelliklerinden biri, bu plastik kıvamıdır (Ersoy,1987).

Betonun Boşluklu Yapısı: Betonun boşluklu yapısı, bu boşlukların beton içerisindeki dağılımı, miktar ve büyüklükleri betonun tahribatına yol açan kimyasal etkenler üzerinde birinci dereceden rol oynar. Yapı malzemelerinin birçoğu katı madde olmalarına rağmen, iç yapılarında gözle görülen veya görülemeyen boşluklar bulunur. Boşlukların büyük ve sürekli olanları, malzeme içerisinde sıvı ve gazların geçmesine imkan sağlar. Beton içerisindeki boşluk sistemlerinin bazılarını, iyi agrega seçimi, agrega büyüklüklerinin düzenlenmesi, çimento dozajının artırılması (dozaj 1 m³ betona konacak çimentonun kg cinsinden miktarıdır), betonun iyi yerleştirilmesi gibi işlemler sonucunda önlemek mümkündür.

Betonda Geçirgenlik: Yapı malzemelerindeki dayanıklılık problemlerini incelerken, dikkate alınması gerekli en önemli unsur malzemenin geçirgenliğidir. Özellikle su yapılarında betonun dayanıklılığını birinci dereceden etkileyen betonun geçirgenliği, beton içerisindeki boşluklar ile agrega yüzeyindeki çatlakların bir fonksiyonudur (Uğurlu,1990). Betonda dayanıklılık problemleri betonun geçirgenliği ile başlar. Betonun geçirimsiz olması durumunda, birçok dayanıklılık problemine yol açan su ve zararlı sıvılar beton içerisine nüfuz edemez. Dolayısıyla geçirimsiz ya da geçirimsizliği az olan betonlarda, don olayı veya betonu kimyasal olarak parçalayan reaksiyonlar görülmez. Özellikle betonda tahribata yol açan kimyasal reaksiyonların, zararlı sıvıların beton içerisine sızması ya da beton tarafından emilmesi sonucu meydana geldiği düşünülecek olursa, beton dayanıklılığında geçirgenliğin önemi anlaşılmış olur.

Betonda Kimyasal Hasar Etkenleri: Beton bileşenleri maruz kaldıkları çevre koşulları ile, özellikle sulu ortamlarda, çeşitli etkileşimlere girerler. Bu etkileşme sonucu, malzemede çoğu zaman istenmeyen değişiklikler ortaya çıkar. Bu değişim sonucunda, beton yapı işlevini yerine getirebilmesi için gerekli olan özelliklerinin bir kısmını kaybedebilir. Kimyasal etkilerin sonucunda beton-

da iç yapı bozulur, mukavemet azalır, boşluk oranı büyür, büyük yerel şekil değiştirmeler sonucunda betonda kabarmalar ve çatlamlar görülür. Kısacası beton korozyona uğrar. Değişik kimyasal maddelerin betona olan etkisi Tablo 1'de verilmiştir. Tabloya göre farklı kimyasal maddelerin betonu farklı şekillerde tahrip ettiği görülecektir (ACI,1983).

Kimyasal Madde	Etki Şekli
Asitli sular (pH 6,5 veya daha küçük)	Yavaş yavaş parçalar. Boşluklu veya çatlaklı betonda çelik donatıya zarar verir.
Amonyak	Amonyum tuzları içerirse zararlıdır.
Bakır Sülfat	Sülfat dayanıklılığı yeterli olmayan betonu parçalar.
Hidrojen Sülfür	Oksijenli ortamda sülfüroz aside dönüşerek betonu yavaş yavaş parçalar.
Karbonik Asit	Yavaş yavaş betonu parçalar.
Magnezyum Sülfat	Sülfat dayanıklılığı yeterli olmayan betonu parçalar.
Sodyum Klorür	Betonun boşlukları ya da çatlakları yardımıyla çelik donatıya etki ve betonu parçalar.

Tablo 1. Çeşitli Kimyasal Maddelerin Betona Etkisi

Çok karşılaşılan kimyasal hasar tipleri açısından, betona etki ederek tahribatına yol açan zararlı kimyasal etkileri Sülfat Etkisi, Asitlerin Etkisi, Magnezyum ve Amonyum Tuzlarının Etkisi olarak sınıflamak mümkündür.

Betona Sülfat Etkisi: Betonda sülfat korozyonunun şiddeti, sülfat iyonunun konsantrasyonuna, çimento içindeki bileşenlere, sülfat iyonunun oluşturacağı bileşimin cinsine ve miktarına, betonla temas süresi ve şekline bağlıdır. Sodyum ve kalsiyum sülfatla korozyona uğrayan beton yumuşamakta, magnezyum sülfat ile ise beton yüzeyinde sert bir kabuk oluşarak parçacıklar şeklinde bozulma olmaktadır (Onüçyıldız,1991). Beton karma suyu için, kirlilik derecesini gösteren geliştirilmiş sınırlar değerler olmamasına karşın, karma suyunda aşındırıcı karbonik asit, mangan bileşikleri, amonyum tuzları, serbest klor, silt, yağ, evsel ve endüstriyel atıklar bulunmamalıdır. Karma suyunda sülfat miktarı % 5 ile % 1 arasında ise zararsız kabul edilir, fakat bu miktar bile dayanımda % 4 ile %10 arasında kayba neden olmaktadır. Suyun pH' ı ise 7' den küçük olmamalıdır (TS 1247). Doğadaki suların zararlı etkinlik dereceleri, incelenen özellik ve madde bakımından TS 3440' da verilen (Tablo 2) sınırlar değerler göz önüne alınarak tayin edilir. Bu değerler durgun veya yavaş akan, doğrudan doğruya beton ile temas eden sular için geçerlidir (TS 3440).

Tablo 2. Doğadaki Suların Zararlı Etkinlik Dereceleri İçin Sınır Değerler (Durgun veya yavaş akan ve betonla doğrudan doğruya temas halinde olan sular için)

İncelenen Özellik	Zararlı Etkinlik Derecesi		
	Zayıf	Kuvvetli	Çok Kuvvetli
pH değeri	6.5-5.5	5.5-4.5	4.5
CO ₂ (mg/l)	15-30	30-60	60
Amonyum (mg/l)	15-30	30-60	60
Magnezyum (mg/l)	100-300	300-1500	1500
Sülfat (mg/l)	200-600	600-3000	3000

a) Sülfatın Betona Etki Mekanizması: Sülfat korozyonu, reaksiyon ortamında su bulunduğu zaman mümkündür. Betonla temas halinde bulunan sülfat iyonu, çimento bileşenleri ile reaksiyona girerek candlot tuzu olarak isimlendirilen bir tuz oluşumuna neden olur. Bu tuzun oluşumu sırasında çok büyük bir hacim artışı (~ %227) meydana gelir. Hacim genişmesi sırasında, beton dokularında meydana gelen içsel gerilmeler betonu zayıflatarak çatlatır, bazen de tamamen parçalanmasına yol açar.

Tablo 3. Sülfat etkisindeki beton için yerine getirilmesi gerekli şartlar (Neville, 1977).

Sülfat Çıkarılan (g/l)	Miktar (ppm)	Çimento Tipi	Uygun Agregat, Yoğun Beton			
			Min. çim. Dozajı			Max. Su /çim. Oranı
			Max. agrega	boy(mm)		
40	20	10				
-	300' den az	Normal portland çim. veya yüksek fırın p.ç.	Kg/m ³ 240	Kg/m ³ 280	Kg/m ³ 330	0.55
-	300-1200	Normal portland çim. veya yüksek fırın p.ç.	290	330	380	0.50
-	"	Sülfat dirençli p.ç.	240	280	330	0.55
-	"	Supersülfat p.ç.	270	310	360	0.50
1.9-3.1	1200-2500	Sülfat dirençli p.ç. veya süper sülfat çim.	290	330	380	0.45
"	"	Yüksek alüminli çim.	290	330	380	0.45
3.1-5.6	2500-5000	Sülfat dirençli p.ç. veya süper sülfat çim.	330	370	420	0.40
"	"	Yüksek alüminli çim.	300	340	410	0.45
5.6' dan çok	5000' den çok	Sülfat dirençli p.ç. veya süper sülfat çim. ile yapılan beton üzerine yeterli koruyucu örtü	330	370	420	0.45
"	"	Yüksek alüminli çim.	330	370	420	0.35

b) Betona Asitlerin Etkisi: Hemen hemen bütün asitler kireç, çimento, harç ve beton üzerine değişik şekillerde etki ederler. Asitler pH' ları 7' den küçük olmaları ile tanınan sıvılardır. 6-6.5 pH değerinden itibaren asitler betonu etkiler, bu değer azalmasıyla etki şiddeti daha da artar. pH değerinin 6' dan küçük olması durumunda, hiçbir çimento cinsi asit etkisini önlemek için çözüm olamaz. Ayrıca kuvvetli asitlerin betona

etki etme mekanizmasının karmaşık ve hızlı olması nedeniyle, bu konuda kesin çözümler üretilmemiştir.

c) Magnezyum ve Amonyum Tuzlarının Etkisi: Magnezyum sülfat ve magnezyum klorür gibi magnezyum tuzları, çimentodaki bileşenler ile reaksiyona girerek, Candlot tuzunu oluşturur. Tuz oluşumu, sülfatın zararlı etkisine benzer şekilde, büyük bir hacim oluşturarak betonu zamanla parçalar. Bu tuzlardan betonu korumak için alınması gerekli önlemler, sülfat etkisindeki zararlı etkilerden korunma yöntemleriyle benzerdir (Neville, 1977).

Su Taşıyıcı Elemanlarda Biyolojik Kirlenme: Suyun taşınmasında iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlar açık kanallar ve boruyla sevk sistemleridir. Açık kanallarda, hem uzunluğa hem de suyun taşınma yüksekliğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Açık kanallarda oluşacak sürtünme kayıpları, borulara kıyasla daha az olmaktadır. Maliyet açısından dezavantajlı olmasına rağmen, biyolojik kirlenmenin kontrolü ve temizlenmesi bakımından, açık kanallar daha avantajlıdır. Bir deniz suyu sisteminin performansını etkileyebilecek en önemli faktör, biyolojik kirlenmedir. Biyolojik kirlenme, deniz suyu sistemlerinin bakımı ve işletilmesi ile birlikte düşünülmesi gereken, en önemli faktörlerden birisidir. Sorunların büyüklüğü, bulunulan yöreye ve mevsime göre değişmektedir. Boruların yüzeyi biyolojik kirlenme sonucu pürüzlenmektedir. Bu şekilde işletilmesi, boruların dolmasına sebep olabilmektedir. 12-16 aylık zaman içerisinde midyelerin artan büyüklüğü, 8 inç'lik bir boruyu doldurarak, 3 inç'lik bir boru durumuna getirebilir. Biyolojik kirlenme, su taşıyan borularda akımı belirgin bir şekilde azaltacak kadar tıkanmasına yol açmışsa, sorunu çözmek için aylarca sistemin kapatılması bile söz konusu olabilir. Özellikle, ciddi bir şekilde içleri dolan boruların temizlenmeye çalışılması durumunda, borulara zarar verilmesi de mümkündür. Bazı durumlarda, boruların ve teçhizatın söküp atılmasının daha hızlı ve daha ekonomik olduğu belirtilmektedir. Bir başka yöntem ise, deniz suyu sistemlerinde birbirine paralel iki komple boru sistemi kullanımınıdır. Bu şekilde, borunun biri sistem dışı kalıp biriken organizmaları yok ederken, diğer borular görevine devam etmektedir. Bu sistem çok güvenilir olup, iyi sonuç vermektedir. Fakat doğal olarak, maliyet iki

katına çıkmaktadır. Başka bir yaklaşım da, kirlenmeye engel olmak için, borulardaki su hızını belli bir değerin altına düşürmektir. Yaklaşık olarak, minimum 3 m/sn'lik bir hızın ideal olduğu belirtilmektedir. Eğer su hızı 4 m/sn ve daha yüksek değerlerde olursa, kum gibi aşındırıcı parçacıkların boru üzerinde yapacağı erozyonun dikkate alınması gerekir. Biyolojik kirlenmenin giderilmesi için kullanılan yöntemlerden birisi de, mekanik yöntemler ile yapılan temizleme işlemidir. Kirlilik çok büyük boyutlara ulaşmışsa bu yöntemler çok işe yararmaktadır. Kısa borularda "Snakes" ' ler, uzun borularda ise poliüretan "Pigs" ' ler (domuzcuk) oldukça etkili açma araçlarıdır. Bu pigs' ler, mermi şeklinde olup esnek ve kasılabilir özelliktedirler. Bunlar, basınçla borulara itilerek ilerleyip, sürtünme yoluyla önlerinde bulunan atıkları temizlemektedirler. Bu temizleme işlemi sadece birkaç dakika sürer. Bunların üzerinde toplanan materyaller kolaylıkla temizlenebilir. Bu yüzden ekonomik, pratik ve yeterince güvenlidirler. Bir başka yöntem ise, biyolojik kirlenmeye karşı yüzeylerin klorlanmasıdır. Her 2-4 haftada bir, 1-2 gün süre ile, 1-1.5 mg/l klor uygulanacak olursa, borularda biyolojik kirlenmenin önlenebileceği belirtilmektedir (Huguenin ve Colt, 1989).

SONUÇ

Betonun bozulmasına yol açan kimyasal etkiler incelendiğinde, düşük su/çimento oranının, iyi seçilmiş çimento cinsinin, düşük su emme ve geçirgenliğin, yüksek oranda doluluk ve iyi sıkışmanın, bozulmayı azaltan faktörler olduğu görülmektedir. Eksik kalite kontrol, suyun basınç altında veya yüksek dozda etkilemesi, yetersiz kür, aralıklı ıslanma-kuruma, donatıların paslanması gibi değişik faktörler de bozulmayı arttırmaktadır. Beton yapılar inşa edilmeden önce, etüt safhasında betonun karşı karşıya kalacağı kimyasal etki ve bu etkinin hangi ortamdan kaynaklandığı bilinmelidir. Projelendirme sürecinde ise seçilecek doğru kriterlerin ve yapım sırasında alınacak tedbirlerin,

bu etkinin yapacağı tahribatları önlemesi büyük ölçüde olasıdır. Betonun zararlı etkiye maruz kalacağı ortamda, zararlı etkinlik derecesinin altında kimyasalların olması durumunda bile, bu olgu önemle değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmenin içerisinde betonun bileşenleri, yapısal durumu, çimento dozajı ve cinsi, agrega cinsi ve granülometrisi, su/çimento oranı, geçirgenliği, kimyasal reaksiyonun kinetiği ve oluşum biçimi gibi özellikler göz önüne alınarak, yapı inşa edilmeden önce gerekli önlemler alınmalıdır. Yine özellikle deniz suyu sistemlerindeki taşıyıcı elemanlar üzerinde büyük derecede bir problem olan biyolojik kirliliğin, tamamen önlenmesi imkansızdır. Ancak bazı yöntemlerle, bu kirliliğin azaltılması ve tesisin normal işlevini yerine getirmesi mümkün olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Akman, M.S., (1989): Betonda Dayanıklılık Özelliği ve Önemi, Makale, I. Ulusal Beton Kongresi, , Bildiri no=4, s.53.
2. Metha, P.K., (1986): Concrete-Structure, Properties & Materials Practice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J.
3. Onaran, K., (1985): Malzeme Bilimi, Çağlayan Basımevi, İstanbul.
4. Ersoy, U., (1987): Betonarme, Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı, Evrim Basımevi, İstanbul.
5. Uğurlu, A., (1990): Betonun Basınç Dayanımı ile Geçirgenliği Arasındaki İlişki. DSİ TAKK yayını.
6. ACI Manual of Concrete Practice, Part 5, 515.IR-79 Committee, (1983): A Guide to The Use of Waterproofing, Dampproofing, Protective and Decorative Barrier Systems for Concrete.
7. Onüçyıldız, M., (1991): Konya II. Organize Sanayi Bölgesi Zemin ve Yer altı Suyunun Beton Üzerine Etkisi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
8. TS 3440, Zararlı Kimyasal Etkileri Olan Su, Zemin ve Gazların Etkisinde Kalacak Betonlar İçin Yapım Kuralları.
9. TS 1247, Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları.
10. Neville, A.M., (1977): Properties of Concrete, Pitman Publishing, London.
11. Huguenin, E.J., Colt, J., (1989): Design and Operating Guide for Aquaculture Seawater Systems, Elsevier Science Publishing Company Inc., New York.