

Yüksek gerilim ekipmanlarının temelleri

Yüksek voltajlı ekipmanların temelleri (kesiciler, ayırıcılar, CT'ler, VT'ler, vb.) ve iletim kuleleri gibi diğer unsurlar, bakım ve durum izleme açısından genellikle ihmal edilir. Bu, uzun vadede ciddi maddi sorunlara ve güç kesintisine neden olabilir. Bu teknik makale, bir ekipmanın temelindeki veya onu oluşturan malzemelerdeki olası bozulma nedenlerini ele almaktadır.



Bakım sırasında genellikle ihmal edilen yüksek voltajlı ekipman temellerinin bozulması (fotoğrafta: Güç kulesi temelinin yeniden inşası)

Kolaylık sağlamak için benzer nedenlerin genel bir gruplaması, örn. çatlama, kimyasal reaksiyon, fiziksel reaksiyon, buzla yapışma ve tasarım ve yapım hataları vb. benimsenmiştir. Mümkün olduğunda, nedenin karakteristik özelliğinin bir göstergesi verilmiştir.

İçindekiler:

1. Çatlama
2. Erken Yaşta Çatlama

3. Kimyasal Tepkime
4. Fiziksel Tepkime
5. Buzla Yapışma
6. Takviye Korozyonu
7. Muf/Açığa Çıkarma ve Kaplama Betonu
8. Kule/Saplama veya Izgaralı Çelik Yapı Korozyonu
9. Tasarım ve Yapım Hataları

1. Çatlama

Betonda çatlama, oluşan çatlakların hem boyutunu hem de kapsamını etkileyen birçok faktörden etkilenir. Aktif, yani uzunluk ve genişlikte artış (**aktif çatlaklar**) veya uzunluk ve genişlikte önemsiz değişiklik (**pasif çatlaklar**) olsun, çatlağın doğası olası onarım seçeneklerinde kritik öneme sahiptir.

Beton temellerde aşağıdaki nedenlerden ötürü çatlama meydana gelebilir:

- Agresif maddelerin girişi için bir yol sağlayabilen erken yaşta çatlama, örn. klorürler,
- Reaktif agregalar (toplanmalar),
- Tuz kristalizasyonu,
- Sülfat tepkimesi,
- Donma-çözülme,
- Donatı korozyonu,
- Zemin yerleşimi ve
- Yetersiz tasarım ve/veya kötü inşaat.

2. Erken Yaşta Çatlama

2.1 Kurutma Büzülmesi

Kurutma büzülmesi çatlakları, beton özellikle rüzgar ve güneş etkisine maruz kaldığında, kür öncesi beton yüzeyinin erken kuruması nedeniyle oluşur.

2.2 Plastik Yerleşimi

Taze beton, sudaki katıların bir süspansiyonudur. Kepenk, betonun içine yerleştirildiğinde katılar çökme eğilimindedir. Dolgu temellerindeki üst donatı gibi engellerle katıların oturması engellenirse, çöken katılar engellerin üzerine katlandığında çatlaklar oluşma eğilimi gösterir.

Bu çatlaklar sıklıkla donatı düzenini yansıtır.

2.3 Plastik atlamaşı

Beton sertleşmeden önce suyun buharlaşmasına izin verilirse, ped temellerinde buna bağlı bir çatlama meydana gelebilir. Betonun üst tabakasının hacminde meydana gelen azalma, genellikle hızlı bir şekilde daralmalarına ve bazı durumlarda takviyeye kadar ve ötesine nüfuz edebilmelerine ve nadiren tampona nüfuz etmelerine rağmen, **ok geniş görünebilen çatlaklara yol açar.**

2.4 Termal atlama

Erken yaştaki termal çatlama, bağlayıcıların hidrasyon ısısının salınması ile bağlantılı olan bir sıcaklık zirvesinden soğutma sırasındaki büzölme kısıtlamasından kaynaklanır. Erken yaştaki termal çatlama, ince kesitlerde birkaç gün içinde meydana gelirken, masif kesitlerde gelişmesi birkaç haftayı bulabilir.

!!!Beton henüz “plastik” iken (plastik oturma gibi) veya beton ortam sıcaklığına geldikten sonra meydana gelen herhangi bir çatlama, **erken yaş termal çatlama olamaz.**

Şekil 1, delinmiş bir beton şaft temelinde yetersiz koçan uzunluğu ile birlikte erken yaştaki termal çatlamanın etkisini göstermektedir.

Şekil 1 – Delikli şaft beton temelinin bozulması. Delinmiş şaftın çatlaması, aşırı hidrasyon ısısının ve yetersiz koan uzunluğunun bir kombinasyonundan kaynaklanmıştır.



Şekil 1 – Delikli şaft beton temelinin bozulması. Delinmiş şaftın çatlaması, aşırı hidrasyon ısısının ve yetersiz koçan uzunluğunun bir kombinasyonundan kaynaklanmıştır.

3. Kimyasal Reaksiyon

3.1 Asit Reaksiyonu

Asit reaksiyonu, yalnızca **betonun düşük pH'lı suyla ($\text{pH} < 5,5$) temas halinde olması durumunda** meydana gelir. Asitli su, organik asitler (turbalı alanlarda) veya inorganik asitler (madencilik alanları) yeraltı suyunda çözündüğünde oluşur.

Asitler, çimento matrisindeki alkali bileşiklerle reaksiyona girerek bunları çözer ve uzaklaştırır, böylece beton macununu zayıflatır ve gözenekliliğini artırır.,

3.2 Alkali agrega tepkimesi(reaksiyonu) (AAR)

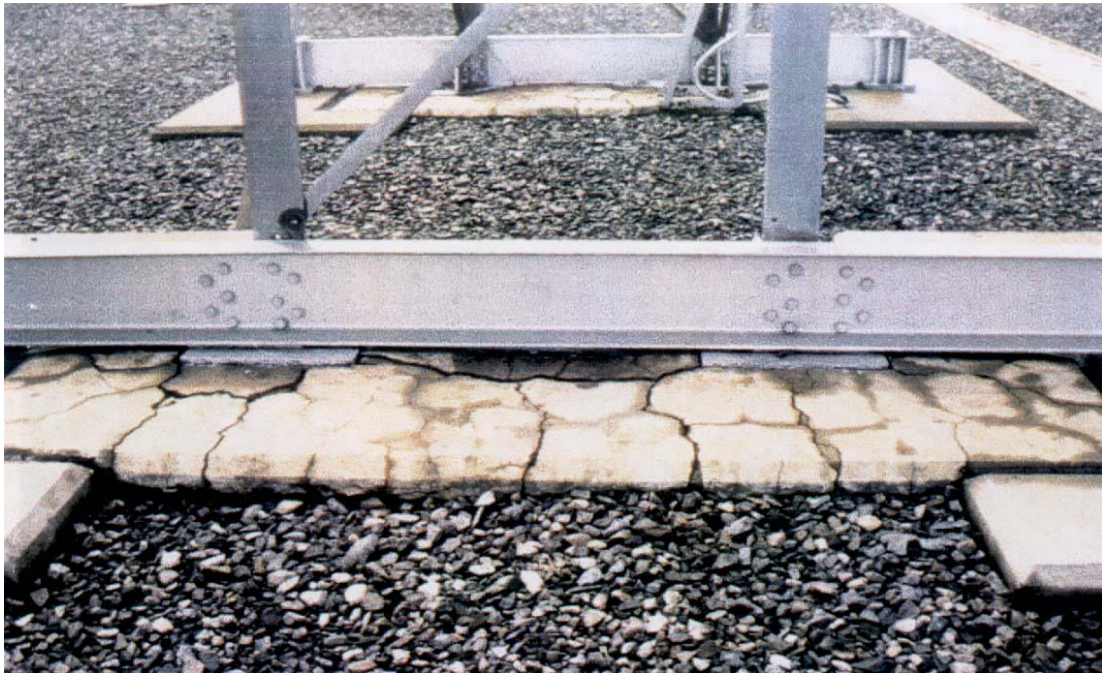
Alkali agrega tepkimesi, alkali silikat tepkimesinin en yaygın olduğu alkali-silikat, **alkali karbonat veya alkali silikat tepkimesi** nedeniyle oluşabilir. Alkali silikat tepkimesi, beton gözenek çözeltilerindeki alkali hidroksitler ile alkali-silika jel üreten belirli silika türleri (agrega içindeki) arasındaki kimyasal tepkimeden kaynaklanır. Jel, suyu emebildiğinden ve şişebildiğinden, agrega ve çimento hamurunun çatlamasına ve bozulmasına neden olan iç gerilimler oluşturur.

Reaksiyonun gerçekleşmesi için aşağıdaki koşulların aynı anda sağlanması gerekir:

1. Yeterince güçlü bir alkalın gözenek çözeltisi mevcut olmalıdır,
2. Mevcut aagregaların önemli bir oranı hassas aralık içinde kalmalıdır,
3. betonda yeterli nem olmalıdır.

Genleşme betonun tamamında tek tip değildir. Bu da beton yüzeyinde belirgin harita çatlamasına neden olur. AAR'nin bir trafo merkezi yapısı temeli üzerindeki etkisini gösteren Şekil 2'ye bakın.

Şekil 2 – Kimyasal tepkime: Alkali Agrega Tepkimesinin (Reaksiyonunun) bir trafo merkezi temeli üzerindeki etkisi. Belirgin harita çatlamasına dikkat edin.



Şekil 2 – Kimyasal tepkime: Alkali Agrega Tepkimesinin (Reaksiyonunun) bir trafo merkezi temeli üzerindeki etkisi. Belirgin harita çatlamasına dikkat edin.

3.3 Karbonatlaşma

Atmosferde bulunan karbondioksit, beton gözenek sıvılarında çözünerek karbonik asitler üretir. Karbonik asit, kalsiyum karbonat, silika jel, alümina ve demir oksit üretmek için çimento hidratları ile tepkimeye girer. Bu tepkimeyle ilişkili olarak, betona gömülü çelik işçiliği için ciddi sonuçlar doğuran, **çimento hamurunun alkaliliğinin tamamen kaybıdır**.

Betonun geri dönüşü olmayan büzülmesi, **betonun yüzey çatlamasına** neden olabilir.

3.4 Klorür Tepkimesi

Yeraltı suyundan, kirlenmiş agregalardan veya yıkanmamış deniz agregalarından gelen klorür iyonları, çimento alüminat macunu ile tepkimeye girebilir ve tepkimenin ürünleri genişlemez ve bu nedenle çimento hamurunda çatlama meydana gelmez.

Bununla birlikte, **3,6 Tuz Kristalizasyonu**'nda açıklandığı gibi kristalleşme etkileri mevcut olmadığı sürece, klorür iyonları betonun gözenekli çözeltilerinden difüze olabilir ve **böylece gömülü çelik yapının korozyonunu başlatabilir**.

3.5 Çiçeklenme

Çiçeklenme, **suyun içeriden yüzeye akması nedeniyle** beton yüzeyinde tuzların birikmesidir. Yüzeyde meydana gelen buharlaşma, çözülmüş tuzların kristalleşmesine neden olur.

(!) Genellikle gözenekli malzemenin göstergesidir veya **yüksek tuz konsantrasyonu olan alanlarda muflarla açığa sahip temellerde yaygın olan çatlaklarla ilişkilidir**.

3.6 Tuz Kristalizasyonu

Tuz çözeltileriyle (sülfat ve klorür) doymuş beton, alternatif ıslanma ve kuruma dönemlerinde kristalleşme hasarından zarar görebilir. Gözenek çözeltilerinden su buharlaştıkça, tuzlar gözenek boşluğu içinde kristaller büyümeye başlayana kadar konsantre olur.

Genleşme engellendiğinden, ortaya çıkan gerilmeler çimento hamurunu bozarak **beton yüzeyine paralel olarak yakın aralıklı çatlaklara veya delaminasyonlara neden olur**.

3.7 Sülfat Reaksiyonu

Yeraltı suyundaki sülfat tuzu çözeltileri, çimento hamurundaki hidratlı kalsiyum alüminat ile tepkimeye girer. Reaksiyon ürünleri (alçıtaşı ve kalsiyum trisülfoalüminat), orijinal bileşiklerden çok daha fazla hacim kaplar. Oluşan iç gerilmeler çimento hamurunun bozulmasına neden olur.

!!! Tepkimeyle ilişkili olarak, agrega alkali reaktif ise ciddi sonuçlara yol açabilen gözenek sıvılarının **alkalinitesinde bir artış** meydana gelir. Sülfatların neden olduğu beton tepkimesi, yüzeyde ilerleyen çatlama/delaminaleşme ile beyazımsı bir görünüme sahip olur ve genellikle betonu gevrek bir yumuşak duruma getirir.

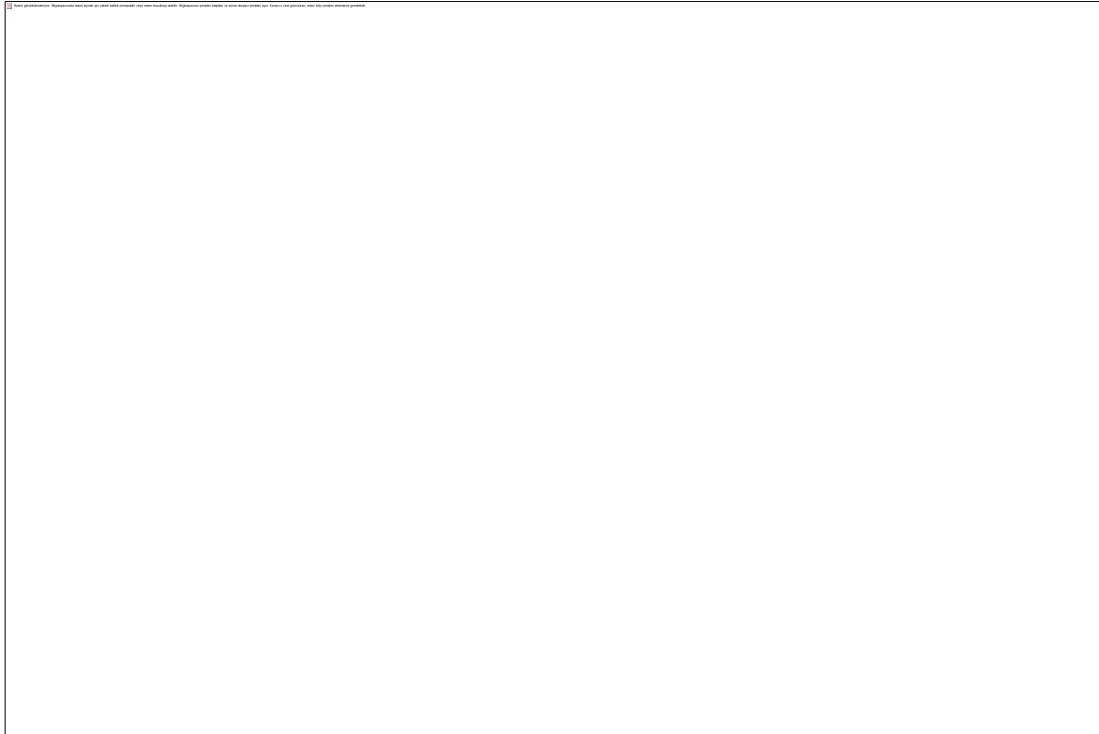
Beton veya çimento harcının tepkimeye gireceği (özel önlemler alınmadıkça) su agresifliğinin gösterge niteliğindeki seviyeleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 – Gösterge Suyu Agresiflik Düzeyleri

Madde	Limit Değeri
Asidik Su	pH< 5,5
Karbonik Asit	< 40 mg/l
Amonyum	< 30 mg/l
Magnezyum	< 1000 mg/l
Sülfat	< 200 mg/l
Su Sertliği	> 30 mg CaO /l

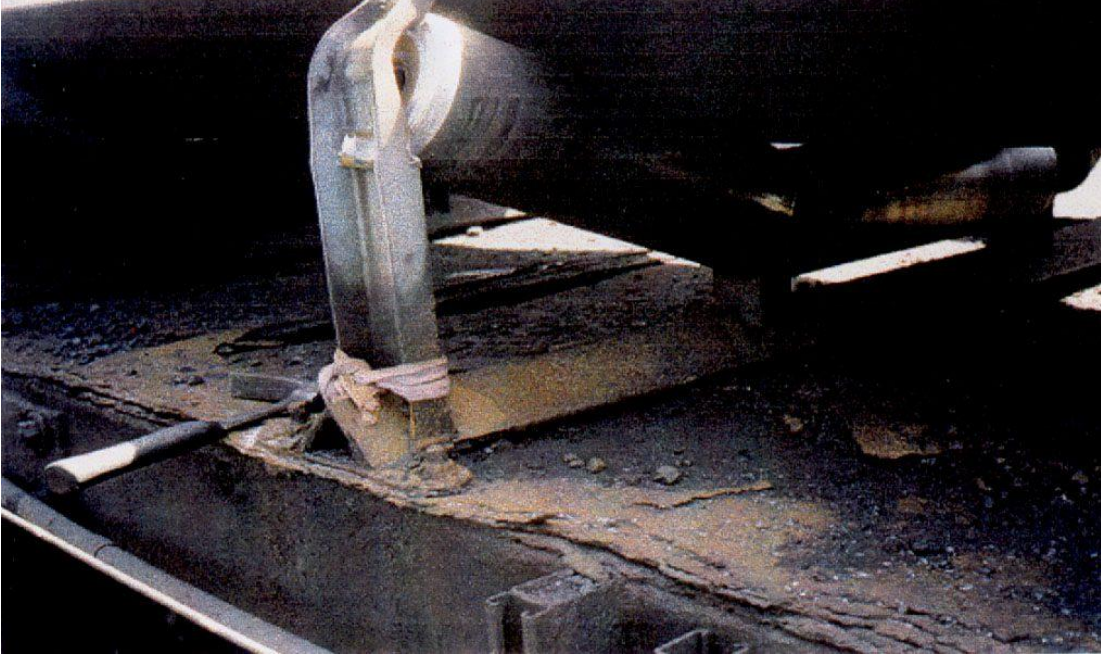
Şekil 3, 4 ve 5, sülfat tepkimesinin beton üzerindeki etkilerini göstermektedir.

Şekil 3- Bir termik santralde siyah kömür taşıma sistemi



Şekil 3- Bir termik santralde siyah kömür taşıma sistemi

Şekil 4 – Yer Seviyesi Geri Kazanım Konveyörleri için Avara Kasnakları ve Yapısal Destek Sistemi. Dairesel-beton destek ayakları bu yapısal sistemi taşır ve konveyörün her iki yanında aralıklı olarak yer alır.

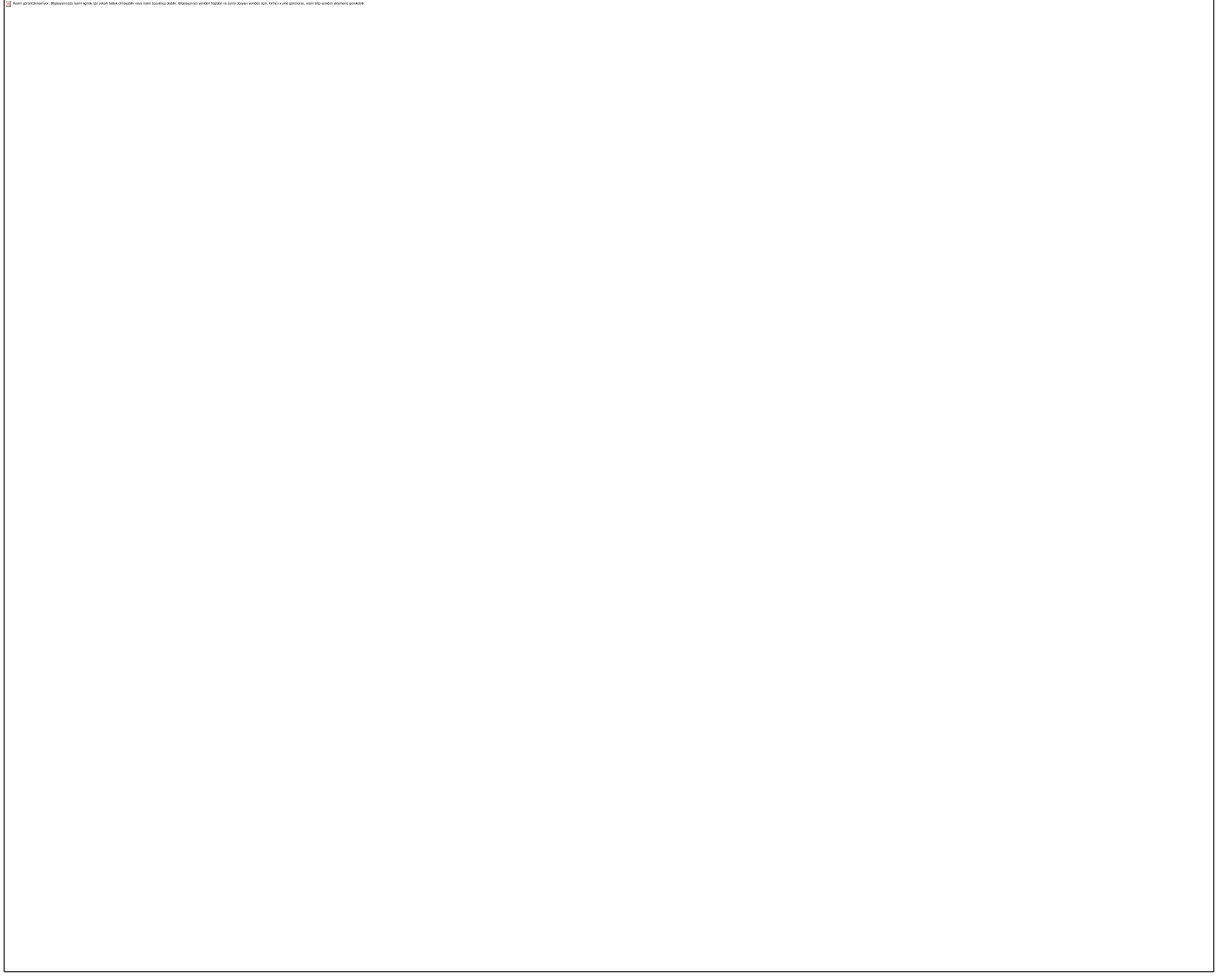


Şekil 4 – Yer Seviyesi Geri Kazanım Konveyörleri için Avara Kasnakları ve Yapısal Destek Sistemi. Dairesel-beton destek ayakları bu yapısal sistemi taşır ve konveyörün her iki yanında aralıklı olarak yer alır.

Şekil 5 – Sülfat Tepkimesi Altında Dairesel Beton İskelelerin Bozulması:

(a) Dairesel Beton İskelede Beton Tepkimesi: Bozulma, dökülen kömürle bağlantılı olarak fırtına drenajının boyun eğme durumunun gösterdiği gibi sülfatlar oluşturduğu zemin yüzeyine yakın yerlerde daha yaygındır. Ek olarak, bozulma ürünü yıkanarak alttaki betonun sülfatlara maruz kalmasına neden olur.

(b) Dairesel-Beton Destek İskelesinde Sülfat Tepkimesi: İskele boyunca yapılan kazılar, zemin yüzeyinin altındaki bozulmanın boyutunu ortaya çıkarmıştır.



Şekil 5 – Sülfat Tepkimesi Altında Dairesel Beton İskelelerin Bozulması

4. Fiziksel Tepkime

4.1 Toplu Sağlamlık

Sağlam olmayan agregalar, yani donma ve çözülme nedeniyle **hacimdeki büyük değişikliklere**, sıcaklıktaki değişikliklere veya alternatif ıslanma ve kurutmaya dayanamayan agregalar, çeşitli sorunlara neden olabilir. Bu problemler, yerel ölçeklenmeden, ciddi yüzey çatlamlarına ve betonun önemli bir derinlikte parçalanmasına kadar değişebilir.

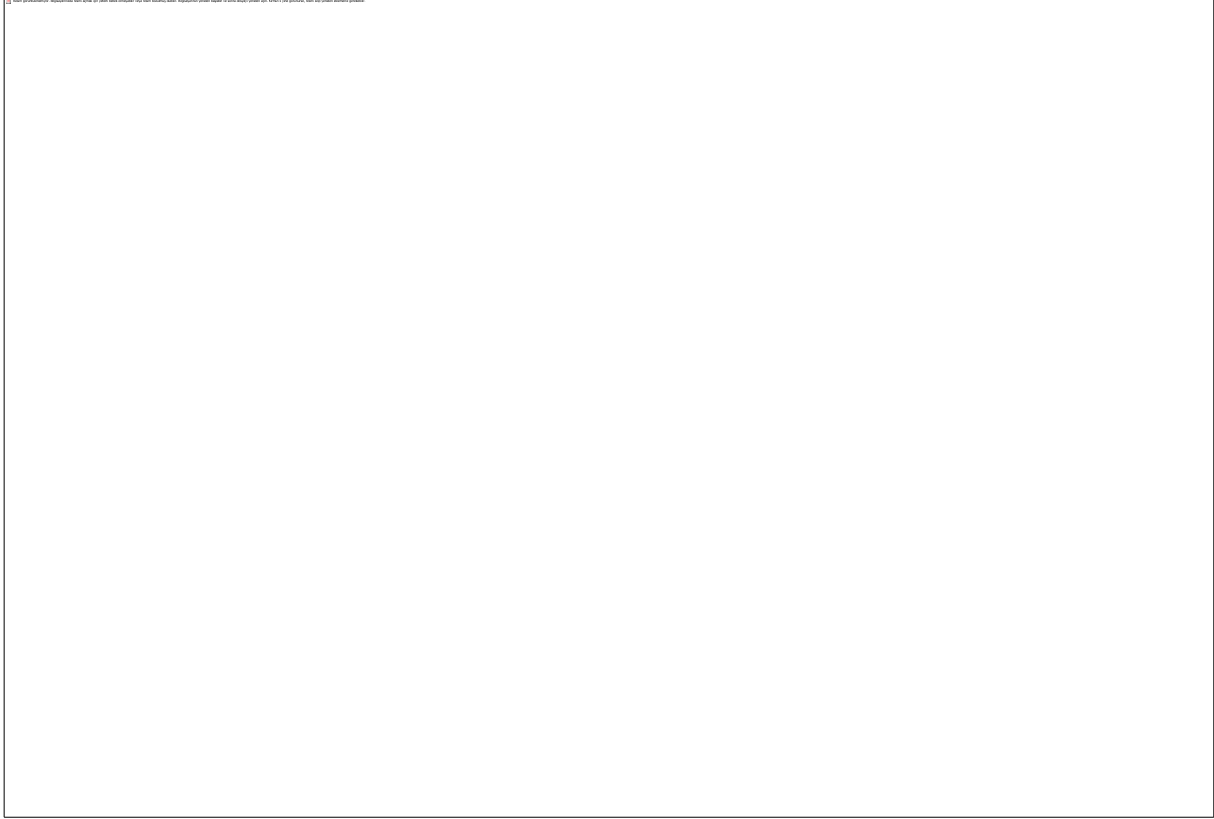
Duyarlı agregalar, gözenekli çakmaktaşı veya harita, bazı şeyller, maden atıkları, geniş kil tabakalı kireçtaşları ve kil içeren diğer malzemeleri içerir.

4.2 Donma-çözülme

Betonun donma-çözülme işlemi, beton yüzeyinin pul pul dökülmesine neden olur. Bunun nedeni, beton gözeneklerinde donan suyun oluşturduğu ve böylece yüzeye paralel bir dizi ince çatlaklara neden olduğu geniş gerilimlerdir.

Şekil 6, aşırı iklim koşulları altında betonun şiddetli hava koşullarına maruz kalması nedeniyle bir iletim kulesi temeli üzerindeki çatlamanın ve ardından gelen donatı korozyonunun etkisini göstermektedir.

Şekil 6 – Fiziksel Tepkime: Sert iklim koşullarında hava koşullarına bağlı beton çatlama ve donatı korozyonu



Şekil 6 – Fiziksel Tepkime: Sert iklim koşullarında hava koşullarına bağlı beton çatlama ve donatı korozyonu

5. Buzla Yapışma

Buzla yapışma olayı, **aşırı düşük sıcaklıklar ve zemin koşullarının** bir kombinasyonunun, bir kulenin çökmesine neden olacak kadar donma kabarması sorunlarına yol açtığı kuzey ülkelerinde meydana gelir.

5.1 Permafrost (Kalıcı Don)

Permafrost, boyutları bir metrekareden hektara veya daha büyük olan ve derinliği 3 metreden az ile yüz metre veya daha fazlasına kadar değişen dağınık “adalar” şeklinde oluşabilir. Permafrost oluşumu için sabit bir model olmayıpermafrosttan etkilenen bir kule sahasında zeminin sadece bir kısmını bulmak alışılmadık bir durum değildir.

Donmuş topraklar, buz kalıntılarının yanı sıra buz mercekleri içeren siltli killeri içerir.

(!)Permafrosttan etkilenen siltli killi topraklar, zemin donmuş durumdan çözülmüş duruma geçerken belirgin değişikliklere uğrayabilir. Donmuş durumda, zeminlerin yüksek taşıma kapasiteleri vardır, ancak çözüldükten sonra zemin parçacıkları arasındaki kohezyon kuvvetleri, özellikle buzun çimentolama kuvvetleri aniden değişir. Buz mercekleri ve inklüzyonları, nispeten sert katılardan, toprağın kendi ağırlığının etkisi altında bile kolayca yer değiştiren bir sıvıya dönüştürülür. Bu işlem de toprak yapısında ani bir değişikliğe ve dayanıklılıkta ciddi bir azalmaya neden olur.

Çözülen zemin, mekanik özelliklerdeki değişime ek olarak üniform olmayan bir şekilde çökecektir. Oturma, temel olarak zeminlerin kendi ağırlığının etkisi altında, konsolidasyon sonucu oluşan deformasyondan kaynaklanmaktadır. Tasarımı, çözülen toprağın temelini altından çıkmasına izin veren yapıların temelleri altında daha büyük oturmalar beklenebilir.

Bir kule sahasındaki çözülen toprağın konsolidasyonu nedeniyle farklı zemin oturmaları özellikle olumsuz koşullar altında 150 mm ile 600 - 900 mm arasında değişebilir.

5.2 Don Kuvvetleri

Toprak suyunun donması ve buz merceklerinin oluşumu, zeminin şişmesine neden olur ve bu da zemine dayanan veya buna buzla yapışma kuvvetleriyle yapışan herhangi bir temel elemanı yüksek gerilimlere maruz kalabilir. Temellerin alt taraflarına etki eden doğrudan kaldırma kuvvetleri, temelleri normal donma penetrasyonunun altında bir derinliğe ayarlayarak genellikle en aza indirilebilir veya üstesinden gelinebilir.

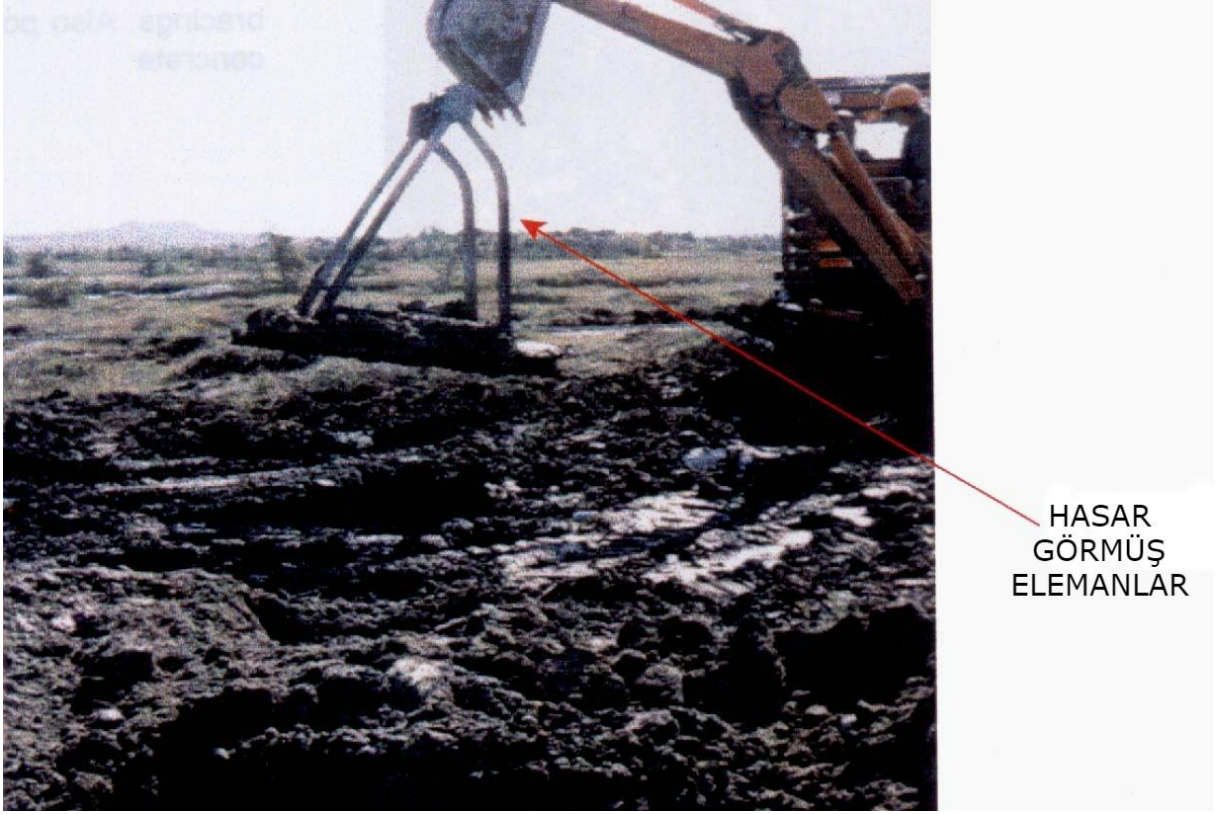
Ancak bu, aktif tabakadan zemin yüzeyine uzanan temel elemanlarına buzla yapışma bağı yoluyla iletilen kaldırma kuvvetlerini ortadan kaldırmaz.

!!!Kaldırma kuvveti, yapının tolere edebileceği hareket miktarıyla da ilgilidir. Yapının yer kabarması yönünde hareket etmesine izin verilirse kuvvetler serbest bırakılır, diğer yandan yapı elemanları kısıtlanırsa buzla yapışma kuvvetleri temel üyelerinin kendi bağlantılarında gerilimintersine dönmesine ve doğrudan eğilme gerilmelerine neden olabilir. Bu gerilimler oldukça önemli olabilir ve tasarımda izin verilmediği takdirde ciddi sonuçlar doğurabilir.

Donmapenetrasyon hızı aynı zamanda buzla yapışma kuvvetlerinin büyüklüğünü de etkiler. Temellerde don kabarması nedeniyle oluşan bozulmalar belirlenmeli ve buna göre müdahale edilmelidir.

Şekil 7, gergili kule çeliği ızgara temeli üzerindeki don kuvvetlerinin etkilerini göstermektedir.

Şekil 7 – Hasarlı ızgara temelinin kaldırılması: Donma kuvvetlerinin neden olduğu hasar



Şekil 7 – Hasarlı ızgara temelini kaldırılması: Donma kuvvetlerinin neden olduğu hasar

6. Takviye Korozyonu

Takviye korozyonuna aşağıdaki faktörler neden olabilir:

1. Gözenekli beton örtü,
2. Kimyasal tepkimeörn. klorür tepkimesi,
3. Betonda alkalilik kaybı
4. Çatlama

Nedeni ne olursa olsun, yetersiz beton kaplama nedeniyle korozyon derecesi her zaman daha da kötüleşecektir. Betondaki donatı, yüzeyde ince bir demir oksit filmi oluşturarak korunur ve ortaya çıkan pasiflik, betonun alkalinitesi ile dengelenir.

!!!Korozyon, oksijen ve nem mevcut olduğunda ve metalin pasifliği kaybolduğunda meydana gelir. Çelik paslandığında, ortaya çıkan ürünler esas çelikten daha büyük bir hacim kaplar. Oluşan iç gerilmeler betonun çekme dayanımını aştığında betonda çatlama ve heceleme meydana gelir. Takviye alanındaki herhangi bir azalmanın önemli yapısal sonuçları olabilir.

Takviye korozyonu ile ilişkili çatlaklar normalde donatı yönüne paralel olarak ilerler. İşlemin gerçekleşmesi için oksijen mevcut olmalıdır ve bu nedenle topraktaki hava-nem aktivitesi bölgesinin altında korozyon hızı düşük olacaktır.

7. Muf/Açığa Çıkarma ve Kaplama Betonu

Muf/açıktaki beton, bir su havzası oluşturmak veya beton bir temelin tepesine, özellikle de bacaya bitirmek için kullanılır. Kaplama betonu genellikle, gömülü veya su basmasına vb. maruz kalabilen kule çelik yapılarını çevreleyen koruma olarak eklenir.

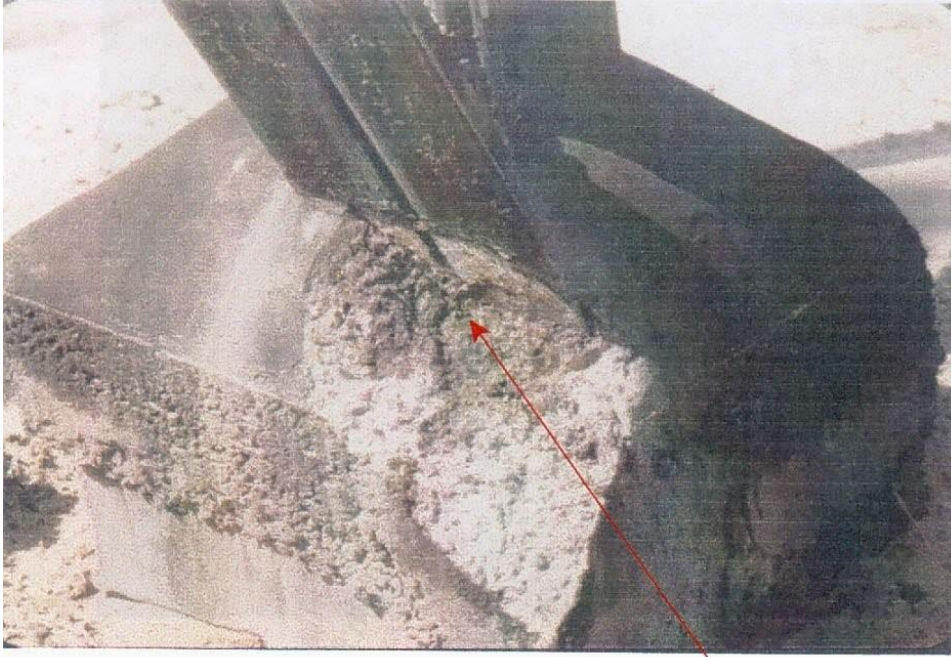
Bu ikincil betonlama, çoğunlukla, ana yapısal betondan daha gözenekli olan daha zayıf bir beton karışımı kullanılarak inşa edilen ana beton zaten kürlendikten ve sertleştikten sonra gerçekleştirilir. Ana yapısal beton ile bitirme betonu arasındaki bağ bu nedenle genellikle şüphelidir ve nem ile agresif maddelerin erişebileceği çatlaklar oluşur.

Bitirme betonu kalitesiz bir malzemeden ise yine rötre çatlakları oluşabilir.

(!)Kule ayağı/saplama ile manşon/açıklık arasındaki arayüz/eklem, normal olarak kule ayağından aşağı akan nemin girmesine ve dolayısıyla agresif ajanlar için bir yola izin verecektir. Muflu betonun gözenekli yapısına bağlı olarak manşon, kule koçanına/bacağına tepki veren agresif maddeler için bir rezervuar görevi görebilir.

Şekil 8, muf betonu içindeki alt kule destek elemanının korozyonunu göstermektedir.

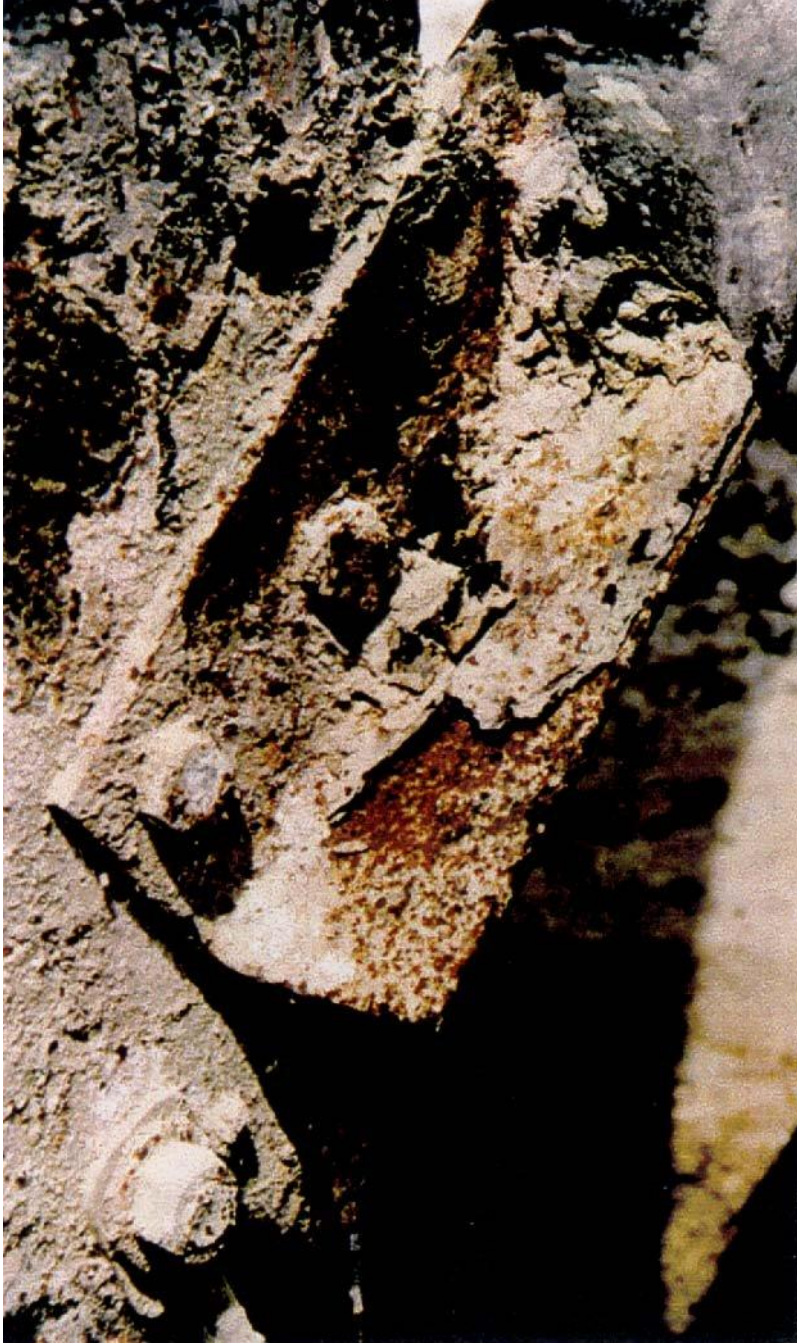
Şekil 8 – Beton ve destekler arasına dolgu macununun yetersiz uygulanmasının yanı sıra düşük kaliteli muf betonu nedeniyle nem penetrasyonu.



Üstteki fotoğraf, beton ve çaprazlar arasında dolgu macununun yetersiz uygulanmasından kaynaklanan nem penetrasyonunu göstermektedir. Ayrıca muf betonu düşük kalitelidir.

Şekil 8 – Beton ve destekler arasına dolgu macununun yetersiz uygulanmasının yanı sıra düşük kaliteli muf betonu nedeniyle nem penetrasyonu.

Şekil 9 - Muf betonuna nem girmesi nedeniyle çaprazlama açısının şiddetli korozyonu



Şekil 9 - Muf betonuna nem girmesi nedeniyle çaprazlama açısının şiddetli korozyonu

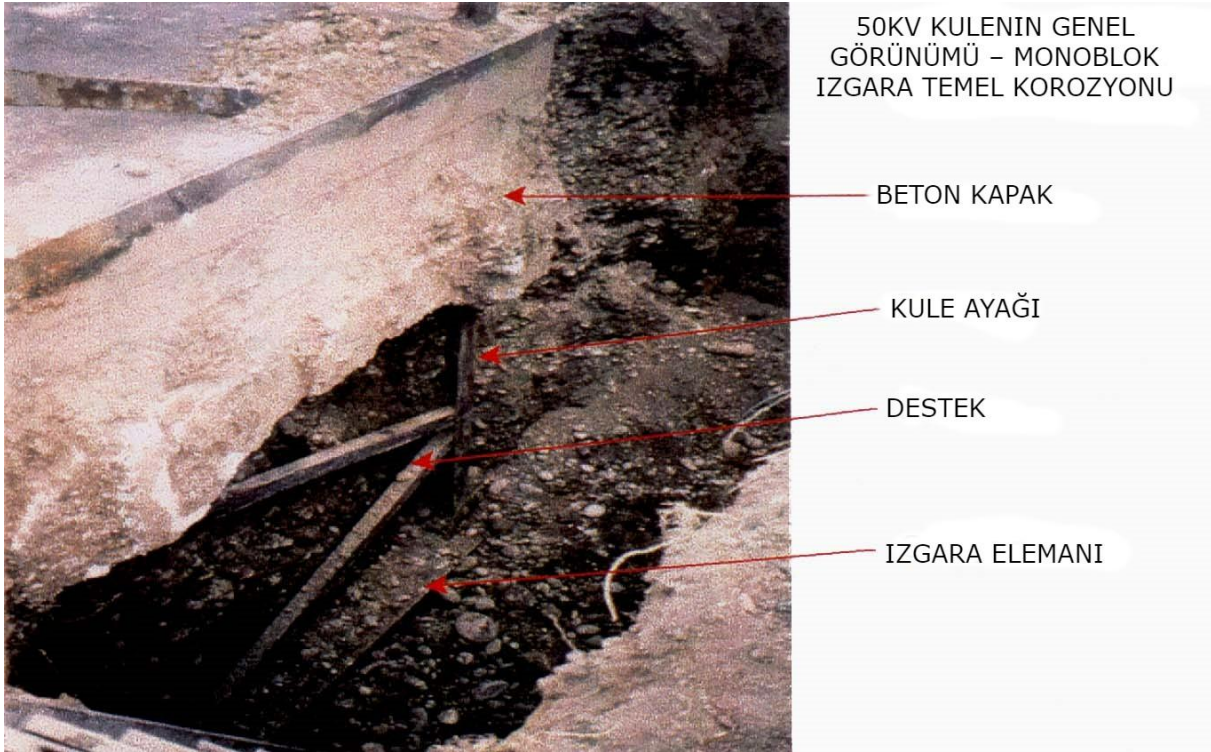
8. Kule/Saplama veya Izgaralı Çelik Yapı Korozyonu

Makaralı temel ankraj çubukları ve helisel vidalı ankrajmilleri dahil olmak üzere kule/saplama veya ızgara çelik yapılarının korozyonu, donatı korozyonu için anlatılana benzer şekilde meydana gelir. Daha önce belirtildiği gibi, **korozyonun oluşması için oksijen ve nem mevcut olmalıdır**. Bu kuralın istisnaları, yeraltı sularında klorür bulunması ve bazı topraklarda anaerobik bakteriyel korozyondur.

Korozyon hızı ve kapsamı, kaplanmamış çelik için metalin yüzeyindeki demir oksit filminin pasifliğine veya örneğin galvanizleme gibi yüzey kaplamasının bütünlüğüne bağlı olacaktır.

Şekil 10, bir çelik ızgara temeli üzerinde korozyonun etkisini göstermektedir.

Şekil 10 – 50kV kulenin genel görünümü – Monoblok ızgara temel korozyonu



Şekil 10 – 50kV kulenin genel görünümü – Monoblok ızgara temel korozyonu

9. Tasarım ve Yapım Hataları

Tasarım ve yapım hataları potansiyel olarak çok çeşitli öğeleri kapsasa da, şu anda dikkate alınması gereken, yalnızca temel üzerinde uzun vadeli zararlı etkisi olan veya temelin yenilenmesini veya yükseltilmesini engelleyebilecek hatalardır.

9.1 Saplama çelik işleri

Saplama çelik işleri, **tasarım veya kurulum hataları nedeniyle** doğal hatalara sahip olabilir. Muhtemelen yanlış boyut ve/veya bir dizi kilit ve bağlantı civatası tasarlanmış, tedarik edilmiş veya takılmış olabilir. Alternatif olarak, saplamanın yanlış uzunluğu sağlanmış ve kurulmuş olabilir. Bu tür hataların meydana geldiği biliniyorsa veya şüpheleniliyorsa temelin yenilenmesi gerektiğinde hatanın düzeltilmesi gerekecektir.

Şekil 1, yetersiz saplama uzunluğunun delinmiş bir shaft temeli üzerindeki etkisini göstermektedir.

9.2 İnşaat Hataları

İnşaat hatalarından kaynaklanan potansiyel problemler arasında erken yaştaki çatlamlar, benzer tipteki temeller için bilinen sanatsal problemler veya inşaat çizimlerinin incelenmesinden kaynaklanan potansiyel sorunlar yer alır. Örneğin, baca ve baca temelleri için baca yastığı arayüzündeki inşaat derzi, yerinde dökme beton kazıklarda 'boyun verme', tasarımda varsayılan yastık alt kesiminin ihmal edilmesi vb.

!!! Diğer yapısal hatalar, yanlış ayarlama veya uygun test ekipmanı eksikliği nedeniyle hafriyatın tabanında doğru bir şekilde değerlendirilmeyen toprak taşıma kapasitesidir. Hafriyat tabanının yeterli şekilde hazırlanmamış olması veya zeminin bozulması nedeniyle varsayılan taşıma kapasitesinin düşmesine bağlı olarak sorunlar meydana gelebilir. Bu, beton veya ithal granül malzeme körleme maliyetinin aşırı derecede pahalı olduğu ve ızgara temellerinin doğrudan zemine kurulduğu uzak bölgelerde özel bir sorun olabilir.

Şekil 11, 12, 13 ve 14, inşaat hatalarının beton piramit ve baca üzerindeki etkilerini göstermektedir. Hatalar, betondaki zayıf inşaat derzlerini, saplama ve kilitlerin yanlış hizalanmasını, donatının yanlış hizalanmasını, kör betonun ihmal edilmesini vb. içerir.

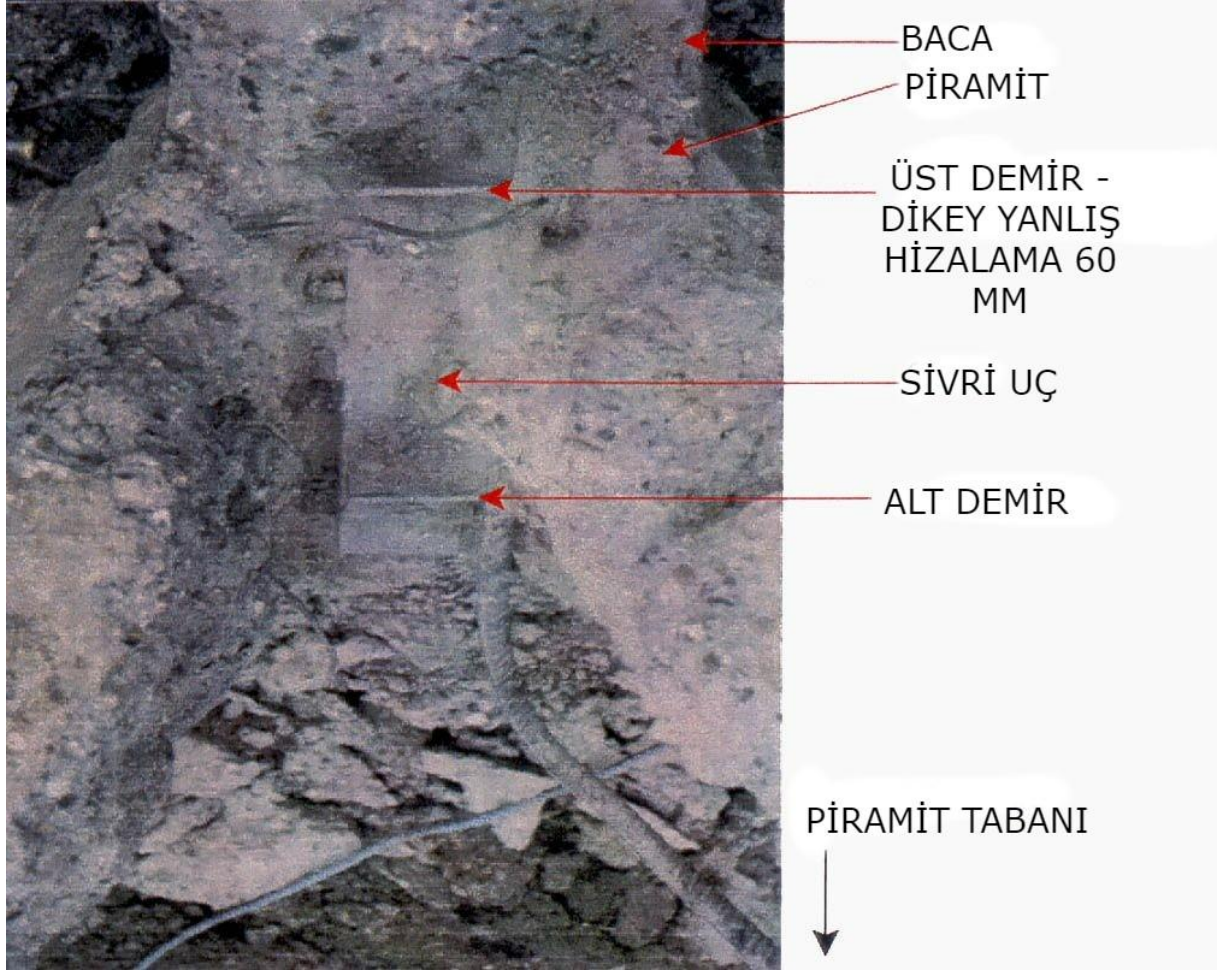
Alternatif olarak, potansiyel problemler, aynı dönemde, aynı alanda veya benzer malzemeler kullanılarak inşa edilen temellerden bilinen veya şüphelenilen malzeme problemleriyle ilgili olabilir, örneğin alkali reaktif agregalar.

Şekil 11 – Bir beton bacadaki zayıf bir inşaat derzinin detayı



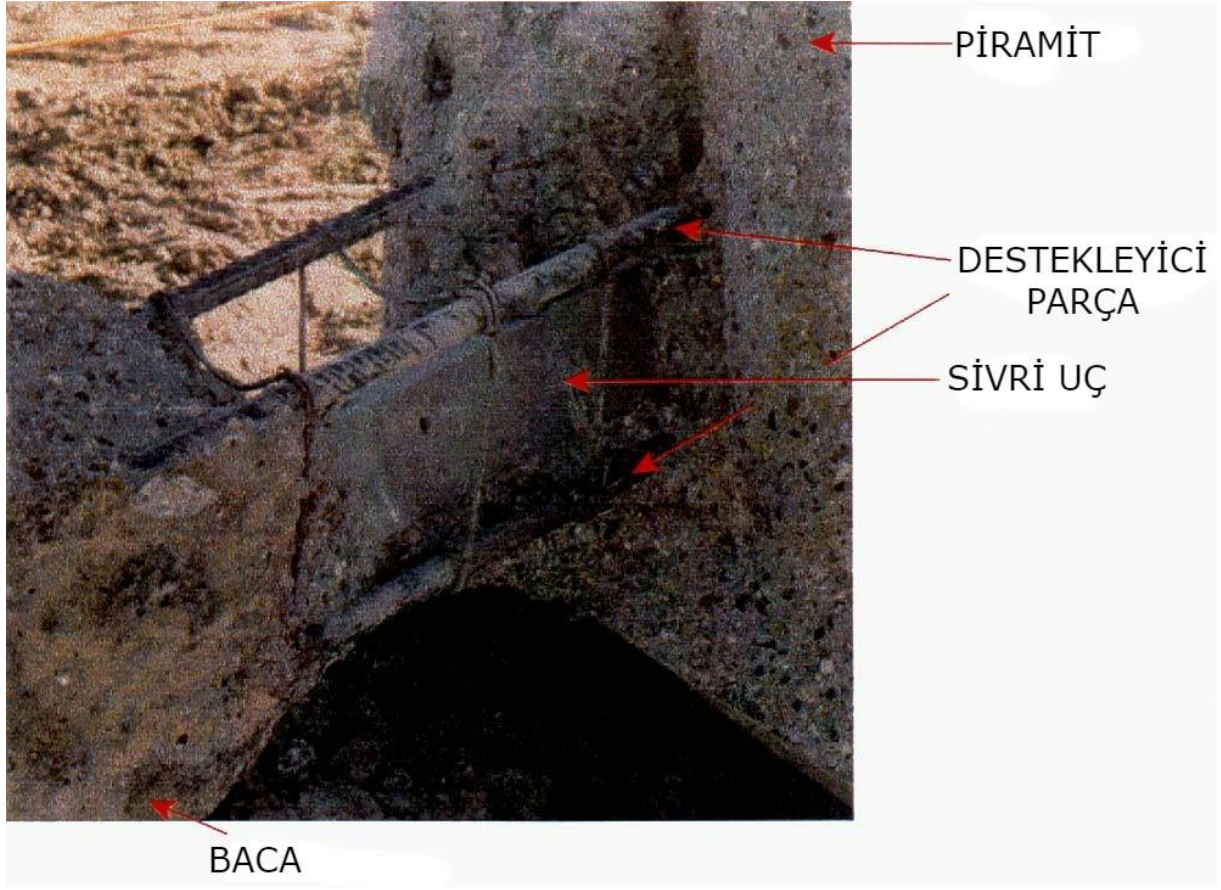
Şekil 11 – Bir beton bacadaki zayıf bir inşaat derzinin detayı

Şekil 12 – Saplama ve kilitlerin yanlış hizalanması



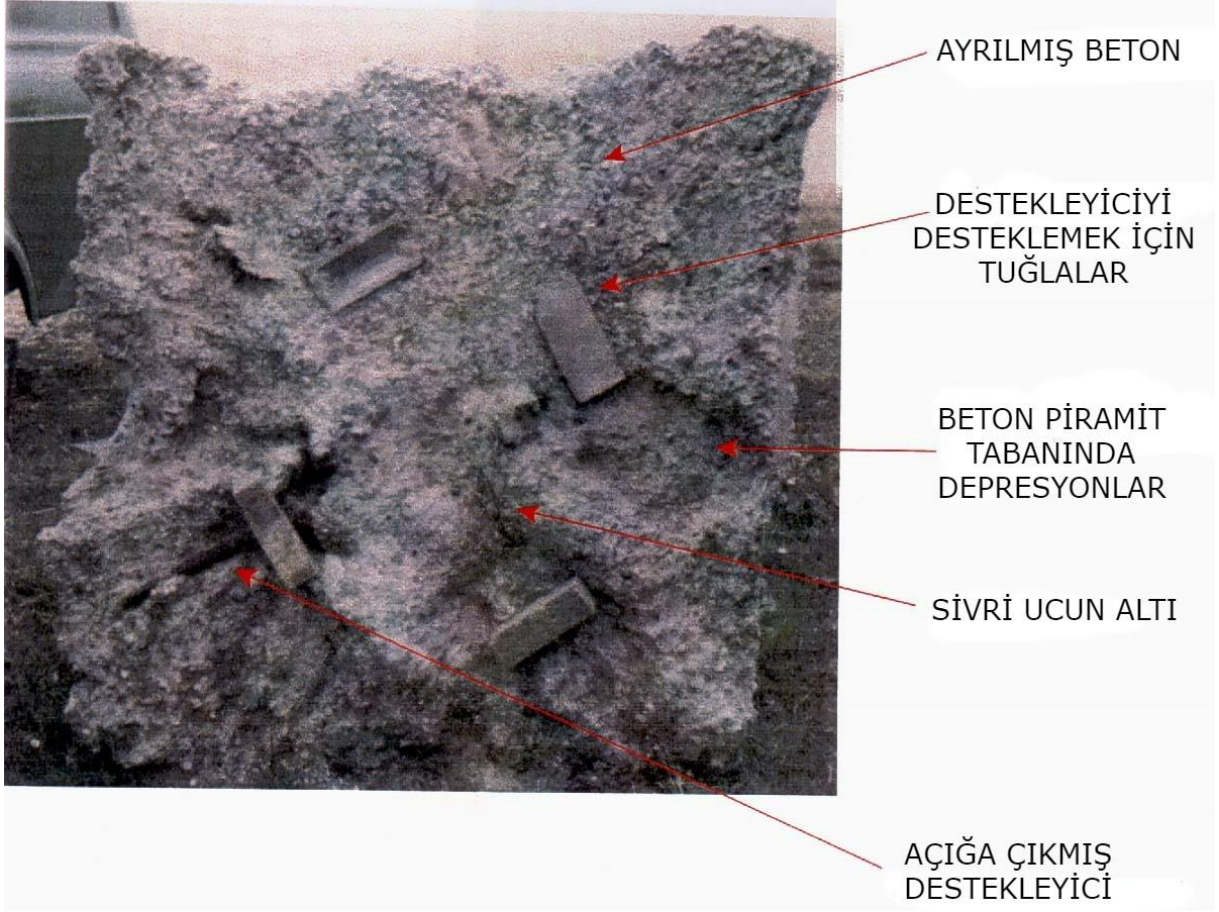
Şekil 12 – Saplama ve kilitlerin yanlış hizalanması

Şekil 13 – Beton bacadaki saplama ve takviyenin yanlış hizalanması



Şekil 13 – Beton bacadaki saplama ve takviyenin yanlış hizalanması

Şekil 14 – İnşaat hatası



Şekil 14 – İnşaat hatası