

57480

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HALIÇ BÖLGESİ'NDEKİ YAPILARDA
ZEMİN KOŞULLARI NEDENİYLE OLUŞAN
OTURMALARIN ÖNLENMESİ

Mimar Hakan ÇETİN

F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Görün ÖZŞEN

İSTANBUL, 1996

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ	III
FOTOĞRAF LİSTESİ	IV
TEŞEKKÜR	V
TÜRKÇE ÖZET	VI
İNGİLİZCE ÖZET.....	VII
BÖLÜM	
1.0. GİRİŞ	1
1.1. Problem	1
1.2. Amaç	1
1.3. Önem	2
1.4. Varsayım	2
1.5. Kapsam	2
1.6. Yöntem	2
1.7. Tanımlar	2
2.0. HALIÇ VE ÖZELLİKLERİ	4
2.1. Haliç'in Coğrafi Durumu ve Tarihsel Gelişimi	4
2.2. Haliç Jeolojisi	7
2.3. Haliç Bölgesi'nin Deprem Riski	10
3.0. YAPI OTURMALARI VE NEDENLERİ	14
3.1. Yapı Oturmaları	14
3.2. Yapı Oturmalarının Nedenleri	16
3.2.1. Yapı Yüküne Bağlı Oturmalar	16
3.2.2. Yeraltı Sularına Bağlı Oturmalar	19
3.2.3. Depremlere Bağlı Oturmalar	21
3.2.4. Trafik ve Çevre Makinalarının Titreşimine Bağlı Oturmalar.	25
3.2.5. Mevsimlik Isı Değişmelerine Bağlı Oturmalar	25
3.2.6. Yapı Oturmalarının Diğer Nedenleri	25
3.3. Yapı Oturmalarının Yapıya Etkisi	27
3.3.1. Yığma Yapı Oturmaları	27
3.3.2. İskelet Yapı Oturmaları	29
3.4. Yapı Oturmalarının Ölçülmesi	29
4.0. HALIÇ KIYI'LARINDA TEMEL VE STABİLİTE SORUNLARI	31
4.1. Genel Bir Bakış.....	31
4.2. Haliç'te Yapılmış Bazı Yapıların Temel Sistemleri.....	33
4.3. Haliç Yöresi'nde Gözlenen Yapı Oturma ve Dönmelerine İlişkin Örnekler	35

5.0. YAPI OTURMALARININ ÖNLENMESİ	52
5.1. Yapı İçi Önlemler	53
5.1.1. Temel Takviyesi ve Yöntemleri.....	53
5.1.1.1. Geleneksel Temel TakviyesiYöntemleri.....	55
5.1.1.2. Temel Yüklerinin Daha Derindeki Taşıyıcı Tabakalara Aktarılması	56
5.1.1.2.1. Ayaklar ve Kazıklar	56
5.1.1.2.2. "Jet-Grout" Yöntemi	58
5.1.2. Yapının Taşıma Gücünün Artırılması.....	62
5.1.2.1. Yapı Ağırlığının Azaltılması.....	64
5.1.2.2. Yapı Düktilitesinin Artırılması	64
5.1.2.3. Yapının Dinamik Özelliklerinin İyileştirilmesi	64
5.1.2.4. Yapıda Burulma Etkisinin Azaltılması	64
5.1.3. Çatlakların Onarımı	65
5.1.3.1. Epoksi Reçineler ile Çatlak Onarımı	65
5.1.3.2. Çimento Şerbeti ile Çatlak Onarımı.....	66
5.1.3.3. Çimento Enjeksiyonu ile Çatlak Onarımı	66
5.1.3.4. Mekanik Bağlayıcı ile Çatlak Onarımı	66
5.1.4. Farklı Yaştaki Betonların Kaynaştırılması.....	66
5.2. Yapı Dışı Önlemler.....	66
5.2.1. Zeminin İyileştirilmesi.....	66
5.2.1.1. Ön Yükleme ve Sürsarj.....	68
5.2.1.2. Düşey Drenler	68
5.2.1.3. Derin Sıkıştırma	68
5.2.1.4. Temel Enjeksiyon	69
5.2.1.5. Zemin Güçlendirilmesi	71
5.2.1.6. Geotekstiller	71
5.2.1.7. Diğer Yöntemler	72
5.2.2. Yapının, Yapı Dışında Kazık Perde Bir Sisteme Bağlanması	72
6.0. SONUÇ VE ÖNERİLER	74
6.1. Sonuç	74
6.2. Öneriler	75
KAYNAKLAR	76
ÖZGEÇMİŞ	77

ŞEKİL LİSTESİ

ŞEKİL	Sayfa
Şekil 2.1. İstanbul İçinde Haliç'in Coğrafi Konumu	4
Şekil 2.2. Ticaret Sarayı Sondajları (Peynircioğlu, H., 1962)	8
Şekil 2.3. Galata Köprüsü Ekseninde Arazi Profili	8
Şekil 3.1. Yapı Oturmalarının Önlenmesine İlişkin Bir Karikatür	14
Şekil 3.2. Pisa Kulesi, İtalya	16
Şekil 3.3. Yapı Zemininde Kireç Erimesi Sonucu Oluşan Boşluklar	17
Şekil 3.4. Oturan Bir Yapıya Etki Eden Kuvvetler	18
Şekil 3.5. York Minster Merkez Kulesi'nin Şimdiye Kadar Yapmış Olduğu Oturmalar, İngiltere	20
Şekil 3.6. Oturmuş Bir Binada Yerçekimi Kuvvetinin Bileşkelere Ayrılması	23
Şekil 3.7. Mevsimlere Bağlı Zemin Deplasmanları	26
Şekil 3.8. Yığma Yapılarda Temel Oturma Çatlakları	28
Şekil 3.9. İskelet Yapıda Sıvada Oluşan Çatlaklar	29
Şekil 3.10. İskelet Yapıda Çerçveden Ayrılmalar	29
Şekil 3.11. Çatlak Genişliğinin Gözlenmesi	30
Şekil 4.1. Sirkeci Rıhtımı (1894-1899)	32
Şekil 4.2. Sirkeci Rıhtımı (1896)	32
Şekil 4.3. Sirkeci Rıhtımı (1900)	32
Şekil 4.4. Bir Ticaret Binasının Deniz Seviyesi Altında Kalan Zemin Kat Döşemesi (Peynircioğlu, H. 1975)	36
Şekil 4.5. Kapani Hâfız Ahmet Ağa Çeşmesi Rölevesi (Peynircioğlu, H., 1961)	38
Şekil 4.6. İ.T.O. Tarafından 1961'de Yapılan Zemin Etüdülerine Ait Sonuçlar	39
Şekil 4.7. Yeni Cami Civarında Arazi Profili	40
Şekil 4.8. Yeni Cami'nde Ölçülen Eğimler	40
Şekil 4.9. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılardaki Oturmalar (1958) (Peynircioğlu, H., 1961)	41
Şekil 4.10. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapıların Düşeyden Ayrılmaları (1984)	42
Şekil 4.11. Galata Suru ile Kıyı Arasında Bulunan Yan Yatmış Çeşme Krokisi (1984)	46
Şekil 4.12. Ayvansaray Surları'nda Oturmaların Etkili Olduğu Bölge	47
Şekil 4.13. Haliç'te Bir Silo Binası'nın Oturması (1961)	48
Şekil 5.1. Sondalama	54
Şekil 5.2. Merkez Kule Temelleri, York Minster, İngiltere	55
Şekil 5.3. Hasarlı Temellerde Mini Kazık Uygulamaları	57
Şekil 5.4. "Jet-grout" Kolonu İmalı	61
Şekil 5.5. Küçüksu Kasrı'nda "Jet-Grout" Uygulamaları	61
Şekil 5.6. Küçüksu Kasrı'nda "Jet-Grout" Uygulamaları	61
Şekil 5.7. Hoca Ahmet Yesevi Türbesi Temel Takviyesi	63
Şekil 5.8. Hoca Ahmet Yesevi Türbesi Temel İyileştirmesi	63
Şekil 5.9. Yapının Stabil Hale Dönüştürülmesi İçin Zemin Durumunun Değiştirilmesi	67
Şekil 5.10. Ana Enjeksiyon Tipleri	69
Şekil 5.11. Kireç Enjeksiyonu Uygulaması	70
Şekil 5.12. Vibrokompaksiyon Yöntemi	72
Şekil 5.13. Taş Kolon Yöntemi	72
Şekil 5.14. Yapının, Yapı Dışında Kazık Perde Bir Sisteme Bağlanması	73

FOTOĞRAF LİSTESİ

FOTOĞRAF	Sayfa
Fotoğraf 4.1. Kapanî Ahmet Ağa Çeşmesinin Yeni Gıda Sitesi Yanındaki Yeni Yeri	38
Fotoğraf 4.2. Eski Yemiş Bölgesindeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)	43
Fotoğraf 4.3. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)	43
Fotoğraf 4.4. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)	43
Fotoğraf 4.5. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)	43
Fotoğraf 4.6. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)	44
Fotoğraf 4.7. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)	44
Fotoğraf 4.8. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)	44
Fotoğraf 4.9. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)	44
Fotoğraf 4.10. Galata Kıyıları'nda Haliç'e Doğru Yatmış Bir Bina (1984)	45
Fotoğraf 4.11. Galata Kıyıları'nda Birbirine Yaslanmış Binalar (1984)	45
Fotoğraf 4.12. Galata Suru ile Kıyı Arasındaki Tarihi Çeşme (1984)	46
Fotoğraf 4.13. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	49
Fotoğraf 4.14. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	49
Fotoğraf 4.15. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	49
Fotoğraf 4.16. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	49
Fotoğraf 4.17. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	50
Fotoğraf 4.18. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	50
Fotoğraf 4.19. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	50
Fotoğraf 4.20. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	50
Fotoğraf 4.21. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	51
Fotoğraf 4.22. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	51
Fotoğraf 4.23. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	51
Fotoğraf 4.24. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)	51
Fotoğraf 5.1. Küçükusu Kasrı	60

TEŞEKKÜR

Çalıőmamda beni bilgilendiren Doç. Dr. Görün Öőzen , Doç. Dr. Sönmez Yıldırım ve Prof. Dr. Nafız Çamlıbel'e, yabancı kaynaklardan çevirilerde yardımcı olan Ahmet Bozdoğan ve Osman Bedri Başlılar'a, bilgisayar dizisinde kolaylık gösteren Yusuf Uğur Kurtuluő'a desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen Anne ve Baba'ma teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Haliç zemini, kalın bir dolgu tabakasıyla kaplıdır. Bölgede yapılan yapılarda kohezyonlu tabakaların zamanla sıkışması sonucunda konsolidasyon oturmaları görülmektedir. Bu oturmalar, yapılarda önemli hasarlara yol açarak, yapının mukavemetinin azalmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda önemli bir deprem kuşağında yer alan bu bölgede, depremin meydana getirebileceği hasarların önlenmesi için, yapıların azalan mukavemetinin tekrar artırılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, zemin oturmaları nedeniyle oluşan, yapı hasarlarının iyileştirilerek olası bir depreme karşı yapı dayanıklılığını artırmanın yöntemlerini açıklamaktır. Bu çalışma, dolgu zeminlere iyi bir örnek oluşturan ve zemin oturmalarının sıkça rastlandığı Haliç Yöresi üzerinde yapılmıştır. Formüllü, monografik, bir anlatımdan daha çok, bilgilendirmeye dönük bir anlatımla hazırlanan çalışma, altı ana bölümden oluşmaktadır.

Giriş bölümü olan I. Bölüm'de problemin tesbiti yapıldıktan sonra, çalışmanın amacı, kapsamı, yöntemi ve önemi açıklanıp, yapı oturmalarının önlenmesinin sınıflandırılması hakkında bir de varsayım yapılmıştır. Bu bölümde ayrıca konuyla ilgili bazı tanımlar da açıklanmaya çalışılmıştır.

Haliç'i ve özelliklerini tanıtan II. Bölüm'de Haliç'in coğrafi durumu, tarihsel gelişimi, jeolojik özellikleri, ve deprem riski sırasıyla anlatılmıştır.

Yapılarda oturmaların neden ve nasıl olduğunun açıklandığı III. Bölüm'de yapı oturmalarının tanımı, türleri, çok geniş olarak nedenleri incelenip bu oturmaların yapılara nasıl etki ettiği açıklanmış ve yapı oturmalarının gözlenmesi hakkında çok kısa bir bilgi verilmiştir.

Haliç Kıyıları'ndaki temel ve stabilite sorunlarına ise IV. Bölüm'de değinilmiştir. Yörede yapılan bazı binaların temel sistemleri hakkında çok kısa bilgi verildikten sonra, yörede gözlenen yapı oturma ve dönmelerine ilişkin örnekler verilmiştir.

Çalışmanın esas amacını oluşturan yapı oturmalarının önlenmesi V. Bölüm'de anlatılmış, bu önlemler yapı içi ve yapı dışı olarak ikiye ayrılmıştır. Yapı içi önlemler kısmında temel takviyesi yöntemleri, yapının taşıma gücünün artırılması, çatlakların onarımı, farklı yaştaki betonların kaynaştırılması anlatılmıştır. Yapı dışı önlemler kısmında ise, zemin iyileştirilmesi yöntemlerine ve yapının yapı dışında kazık perde bir sisteme bağlanarak mukavemetin artırılabilmesine çok kısa olarak değinilmiştir.

Son bölüm olan VI. Bölüm'de önceki bölümlerde yapılan açıklamaların bir sonucuna gidilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

SUMMARY

Halic's ground is covered with thick filled layer. We may see consolidation settlements on the constructions that were built in that area. These settlements cause severe damages on the constructions and diminish the strength of them. As this area, in addition, is in an important earthquake zone to prevent the damages, which the earthquake may allow, the diminished strength of the constructions must be increased again.

The aim of this study is to explain how to recover the damages, which are caused by the settlements and to put the methods of increasing the strength of the constructions against an earthquake. This study was done in Halic Area that is a good example of filling ground and on which ground settlements are. Instead of formulated and monographic explanation this study was prepared with informative explanation and it includes 6 chapters.

In the first chapter after describing the problem, the aim of study, the method of study and the importance of study was explained and a hypothesis about the classification of construction settlements prevention was given. And also in this chapter some definitions about subject were explained.

In the second chapter Halic's geographical position, historical development, geological properties and earthquake hazard were told.

In the third chapter checking the definition of construction settlements kinds of them and causes of them, the way that these settlements affect in the constructions were explained and about construction settlements watch a brief information was given.

Foundation and stability problems of Halic coast is explained in chapter IV. After giving brief explanation about some buildings foundation systems, examples of construction settlements and rotation that were recorded, were given.

Preventing the construction settlements, this is the main purpose of the study, was explained in the fifth chapter and this prevention was divided in two groups as inside and outside. Inside prevention group, methods of reinforcing the foundations, increasing carrying capacity of the construction, repairing the fissures were told in outside prevention group it was explained that strength could be increased by joining with ground improvement methods and outside pile wall system.

In last chapter a conclusion of previous chapters was found and some advises were given.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Problem

Haliç'te, özellikle kıyı şeridinde yapılan yapılarda, kohezyonlu tabakaların zamanla sıkışması sonucu ortaya çıkan **konsolidasyon oturmaları** görülmektedir. Bunun nedeni Haliç'teki zeminin yumuşak silt ve kilden oluşan kalın bir dolgu tabakasıyla kaplanmış olmasıdır. Bu nedenle, hafif yapı yükleri altında dahi önemli oturmalar meydana gelmektedir. Bugün bazı yapılar, oturma ve hasarın kabul edilemez sınırlara ulaşması nedeniyle kullanılamaz durumdadır. Ayrıca, önemli bir deprem bölgesinde bulunan Haliç'in bu jeolojik yapısı, deprem sırasında taşıma gücü ve şev stabilitesi bakımından tehlikede olan yöre yapılarında daha büyük yer değiştirme, kayma ve hasarlar oluşmasına yol açabilir.

Bu durumda, yörede hasar görmüş binaların ne şekilde eski haline dönüştürülebileceği ve hasar görmemiş binaların, hasar görmemesi için hangi önlemlerin alınması gerektiği bir problem olarak ortaya çıkmaktadır.

1.2. Amaç

Haliç Yöresi'nde yapılan yapıları yukarıda söz edilen oturma ve dönme etkileriyle oluşabilecek hasarlardan korumak ve aynı yanlışların tekrar yapılmasını önlemek için, yapı hasarlarının nasıl ve neden olduğunun açıklanması; hasar görmüş yapılarda binanın tarihi değerine en az zarar verecek ve ileride yapılabilecek müdahalelerin önünü kapamayacak onarımların hangi yöntemlerle yapılabileceğinin araştırılması, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

1.3. Önem

Yapıların oturması ve dönmesiyle oluşan hasarlar çok uzun sürede oluştuğundan can kaybına yol açmasa da önemli maddi hasarlara neden olurlar. Ancak olabilecek bir deprem sırasında, Haliç Yöresi'nde olduğu gibi oturma ve dönme etkileriyle mukavemeti azalmış olan bir bina deprem kuvvetlerine karşı koyamayacak, dolayısıyla can kayıpları olabilecektir. Bu nedenle hem can ve mal kaybını korumak, hem de tarihi binaların görsel ve sanatsal değerinin hasar görmemesini sağlamak büyük önem taşımaktadır. Haliç Bölgesi'nde zemin koşulları nedeniyle oluşan yapı oturmalarının önlenmesi konulu bu çalışma, bu yörede oturan kişilerin hem mal kaybının hem de olası bir deprem sırasında can kaybının önlenmesi açısından çok önemlidir.

1.4. Varsayım

Yapı oturmalarına karşı önlemler, yapı içi ve yapı dışı olarak sınıflandırılabilir. Yapı içi önlemler; temel takviyesi önlemleri, temel üstü taşıma gücünün artırılması, çatlakların onarımı, farklı yaştaki betonların kaynaştırılması olarak; yapı dışı önlemler ise, zemin ıslahı ve yapının, yapı dışındaki zeminde düzenlenen bir kazık perde sisteme bağlanması şeklinde özetlenebilir. Yapı dışında alınan önlemler, yapının görsel ve sanatsal değerine zarar vermediği gibi, ileride olası müdahalelerin de önünü kapatmadığı için yapı içindeki önlemlerden daha uygundur. Hasar görmüş bir yapıda uygulanan yapı içi önlemlerde binanın tarihsel ve görsel değeri restorasyon kurallarına uyularak en iyi şekilde korunulmaya çalışılır. Yapıyı iyileştirecek tüm metodların üstün ve zayıf yanları vardır.

1.5. Kapsam

Çalışma, dolgu zeminlere iyi bir örnek teşkil eden Haliç Yöresi'nde yapılmıştır. Tüm bölümlerde bilgilendirme amacı güdülmekte ve formüllü geostatik ve zemin mekaniği ayrıntılarına girilmemektedir. Yapı oturmalarının türleri, nedenleri, önlemleri geniş olarak açıklanırken Haliç Yöresi'nde yapılmış yapılardan örnekler verilmektedir. Çalışmanın kapsamı her ne kadar Haliç Yöresi ile sınırlı olsa da tüm dolgu zeminler için geçerlidir.

1.6. Yöntem

Haliç'in zemin yapısından kaynaklanan özel durumu tanıtıldıktan ve yapı oturmalarının türleri ve nedenleri incelendikten sonra, bölgede yapılan yapıların hasar görmesinin önlenmesinin yanısıra hasar görmüş binaların onarılması, sistematik bir şekilde, sebep-sonuç ilişkisine uygun bir anlatımla sağlanmaya çalışılmıştır. Yapıyı iyileştirecek tüm metodların üstün ve zayıf yanlarının bilinerek "en iyi ne olur" yerine "en az kötü" yü araştıran bu yöntem ile yapıya uygulanacak müdahaleler arasında bir değerlendirme yapılabilecektir. Bu yöntem, özellikle mimarların, geoteknik ve zemin mekaniği konularında bilgilendirilmesini sağlayacaktır.

1.7. Tanımlar

Konsolidasyon Oturması: Kohezyonlu zeminler, granüler zeminler gibi bazı zemin tabakalarının zamanla sıkışması sonucunda oturması.

Stabil: Kaymaya, devrilmeye, çökmeye dayanıklı, dengeli.

Tsunami: Deprem odağının denizde olması durumunda, meydana gelen bir deprem türü.

Şist: Yerkabuğunun şekillenmesi sırasında büyük basınç kuvvetlerine maruz kalmış bulunan kil katmanlarından oluşan ve yaprak yaprak ayrılabilen taşların genel adı.

Fay: Jeolojik kırık, yer çatlağı.

Sonda: Zemin tabakalaşma biçimi ile tabaka kalınlıklarına ilişkin bilgiler elde etmek için kullanılan büyük burgu.

Kohezyonlu Zemin: Birbirinden ayrılamayan veya zorlukla ayrılabilen danelerin oluşturduğu zemin.

Kohezyonsuz Zemin: Birbirinden ayrılabilen danelerden oluşmuş zemin.

Rötre: Büzülme.

Plastite: Biçim verilebilen maddelerin özelliği.

Su Muhtevası: Zemin boşluklarındaki su ağırlığının, dane ağırlığına oranı.

Likit Limit: Zeminde suyun fazla bulunması ile zeminin akıcı bir hal almaya başladığı andaki su muhtevası.

Plastik Limit: Zeminde suyun az olmasından dolayı, zeminin elle şekil verilebilir plastik bir davranışa geçtiği durumdaki su muhtevası.

Rötre Limit: Zeminde suyun çok az olmasından dolayı, zeminin kuruyarak hacminde bir değişme olmadığı durumdaki su muhtevası.

Düktil: Kopmaksızın büyük ölçüde uzama yeteneğinde olan.

Viskozite: Bir sıvının akmaya karşı gösterdiği dayanım.

Ödometre: Zeminin zamanla oturmasının gözlemlendiği bir çeşit sıkıştırma deneyi.

Külte: Jeolojide aynı yapıda geniş taş topağı.

Orojeni: Yunanca oros (dağ) ve gnos (doğuş) sözcüklerinden türemiş dağ oluşumu anlamına gelen jeolojik bir terim.

BÖLÜM 2

HALIÇ VE ÖZELLİKLERİ

2.1. Haliç'in Coğrafi Durumu ve Tarihsel Gelişimi

İstanbul'un tarihi yarımadası ile Beyoğlu semtlerini birbirinden ayıran yaklaşık 8 kilometre uzunluğundaki Haliç, tarih boyunca dünyanın en güvenli tabii limanlarından biri olarak ün yapmıştır.

"İlk çağda **Khrysokeras** (Altın Boynuz) olarak söylenen isminin, boynuzla benzeyen biçiminden, bir bereket boynuzu gibi kıyılarındaki ve arkasındaki verimli toprakların ürünlerini kolayca dışarıya ulaştırmasından dolayı verildiği söylenir. Miletli Hesykhios'a göre Khrysokeras ismi, baştanrı Zeus ile İo'nun kızları ve Byzas'ın annesi Keroessa'dan gelmektedir. Bizans'ta ise Haliç'in adı sadece Keras (Boynuz)tır. Daha sonraki dönemlerde ise Batı'da, Altın Boynuz anlamında "Golden Horn", Osmanlılar'da ise **Halic-i Konstantiniye** ve fetihten sonra da **Halic-i Dersaadet** olarak ününü sürdürmüştür."¹

Kâğıthane-Alibeyköy derelerinin birleşen ağzının denizle dolması sonucu oluşan Haliç, kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda Sarayburnu-Tophane arasına kadar uzanır. Haliç'in 16 kilometreyi geçen iki yakasında herbirinin ayrı bir özelliği olan Eminönü-Unkapanı-Cibali-Fener-Balat-Ayvansaray-Defterdar-Eyüp-Alibeyköy-Kâğıthane-Silah tarağa-Sütlüce-Halicioğlu-Hasköy-Kasımpaşa ve Karaköy semtleri yer alır. (Şekil 2.1.)



Şekil 2.1. İstanbul İçinde Haliç'in Coğrafi Konumu

¹ Cemal Anadol, **Haliç** (İstanbul: Tercüman Yayınları, 1986), s.1.

Bir Grek Kolonisi olarak M.Ö. 7.yy.'da kurulan Byzantion, İstanbul yarımadasının en ucunda bulunan tepenin (*Sarayburnu*) Haliç'e bakan kıyıları üzerine yerleşmişti. Bugünkü Eminönü'ne rastlayan liman alanı, balıkçılık ve ticarete dayanan ekonomik etkinliklerin yeri olduğu gibi ulaşım, depolama, askeri ve yönetsel işlevlerde de önemli bir odak noktasıydı. Kentin surları, Haliç'te bugünkü Sirkeci'den başlayıp tepeyi çevreleyerek Marmara kıyısında, Ahırkapı'da denize ulaşmaktaydı.²

"Byzantion, M.S.3. yy.'da Romalıların eline geçene dek bir Grek kenti olarak varlığını sürdürdü Bu tarihten sonra, özellikle M.S. 4. yy.'da Konstantin'in burayı başkent yapmasıyla gelişmeye başladı. Nüfus arttı, ekonomik etkinlikler genişledi. 4. yy. başlarında surlar batıya kaydırıldı. Bugünkü Fener'den, Balat ve Ayvansaray'a dek olan yerler, kentin dış mahallelerini oluşturuyorlardı. Eski liman dışında yeni limanlar, pazarlama ve depolama etkinliklerin yerleşme alanları, kent ticaretinin arttığı oranda yayıldılar. Bizans döneminde Fener, Balat semtleri, Venedik ve Cenevizli tüccarlarla Avrupa'nın diğer kentlerinden ve Asya'dan gelenlerin ilk konaklama ve yerleşim bölgesi oldu. İstanbul'un fethinden sonra boşalan ve ekonomik yönden çöküntü içinde olan kentin canlandırılması amacıyla izlenen zorunlu göç ve iskan politikası, nüfusta istenen artışı sağlamıştı. 15. yy.'da sürgün yöntemi ile Anadolu'dan getirilen Müslim ve gayri müslim gruplar, kentin belirli bölgelerine yerleştirildiler. Bu dönemde de daha önceleri olduğu gibi en kalabalık yerleşim alanları Haliç kıyısında ve Haliç'e bakan sırtlarda olmuştur. İlk yerleşim alanları Müslüman halk ile gayri müslim halkın mahalleleri olmak üzere ayrı ayrıydı. Müslümanlar, Fatih, Aksaray, Süleymaniye, Çarşamba gibi yönetim ve iş alanlarını çevreleyen tepeler üzerine yerleştirilirken kıyı kesimleri de gayrimüslim gruplar için ayrılmıştı. Rumlar 1587 yılında Patrikhanenin bulunduğu, bugün Fener diye anılan semte yerleştirilmişlerdi. 1475'te Kırım alınınca Kırımlı Ermeniler, Unkapanı ile Balat arasına yerleştirildiler. Balat Yahudilerin yerleşim bölgesi olarak belirlenmişti. 16. yy.'da İspanya'dan gelen Yahudilerle, Eminönü'nden Yeni Cami Külliyesi'nin yapımı nedeniyle çıkarılanlar da gene Balat'a ve Hasköy'e yerleştirildiler. Böylece Fener ve Balat, Osmanlıların İstanbul'un Fethi'nden imparatorluğun son dönemlerine dek gayrimüslim yerleşme bölgesi olarak kalmıştır. Gayrimüslim mahallelerinde yerleşim, müslüman mahallelerinin cami çevresinde oluşu gibi, kilise ya da sinagog çevresinde düzenlenmiştir. Okul, yol ve diğer hizmetlerin yapılmalarını ve konumlarını mahalleli "*cemaat*" üstleniyordu. yine de gayri müslim mahallelerinde konut, ibadet yerleri, okul vb. hizmetlerin yapımı özel izne bağlanmıştı."³

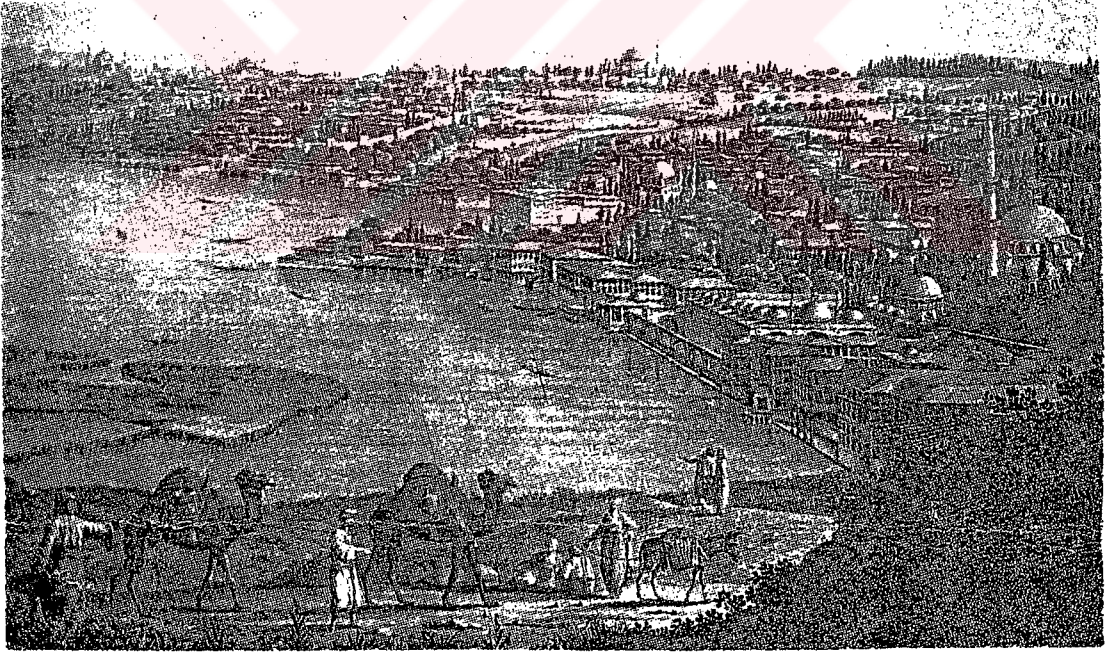
Varlıklılar ve yoksullar değişik konutlarda yaşıyorlardı ama bir mahalleyi paylaşıyorlardı. Fener'de varlıklı Rum beylerinin konakları olan taş binalar yanında dar gelirli Rum ailelerin oturdukları yüksek ahşap yapılar yer alıyordu. 19. yy. ortalarına kadar dış diplomatik ilişkileri yürüten Rumların, Osmanlı yönetim örgütünde özel bir yeri vardı. 18. yy. sonlarıyla 19. yy. başlarında sosyo ekonomik yapıdaki gelişmeler, mekânsal yapıda da yenilikler getirdi. Yeni ulaşım araçlarının gelişmesi, Haliç'in iki

² Cengiz Bektaş, "Haliç'te Onarımlar," *Tasarım Dergisi*, 11 (Mart 1991), s.54.

³ Aynı, s. 55.

yakası arasında sürekli bağlantı kurulması, Haliç'in kuzey yakasında daha önceleri yoğun yerleşim bulunmayan Galata ve Beyoğlu semtlerinin gelişmesini sağladı. Öte yandan varlıklı Fenerli Rumların yeni yaşam biçimleri arayarak Boğaz'da Ortaköy, Yeniköy ve Tarabya'da yaptırdıkları yalılara taşınmaları, bu bölgede yakın çağlara dek süren "boşalmayı ve göçleri" başlatıyordu. Bununla birlikte hem Fener hem Balat, Cumhuriyetin ilk dönemlerine dek özellikle gayri müslim mahallesi olarak yaşamlarını sürdürdüler. Resim 2.1.' de Melling tarafından yapılan bir Haliç resmi o zamanlar hakkında bir bilgi verebilmektedir.⁴

"Beyoğlu yakasının gelişmesi ve Şişhane'deki kent içi mezarlık alanının konut yapımına açılmasıyla, Fener ve Balat'ta yaşayan varlıklı gayri müslimler bu kez de bu bölgede yeni yapılan apartmanlara taşındılar. Yüzyıllar boyunca gayri müslim toplulukların yerleşme yerleri olarak yaşayan Fener ve Balat semtlerinin el değiştirme ve "boşalma" süreci böylece başlamış oluyordu. Satın alma yoluyla Fener ve Balat'a yerleşen İstanbullu'lar ve İstanbul'a göç edenler arasında çoğunluğu oluşturan Karadenizliler bir süre Rum ve Yahudilerle birlikte bu mahallelerde yaşamlarını sürdürdüler. Ancak 1955 olayları ve 1974'teki Kıbrıs olayları nedeniyle Rum azınlıkların büyük çoğunluğunun yurt dışına göçleri sonucu mahalle bütünüyle yeni sahiplerinin eline geçmiştir."⁵



Resim 2.1. Haliç ve Eyüp XVIII. Yüzyıl Sonu (Melling)

⁴ Aynı, s. 56.

⁵ Aynı, s. 57.

2.2. Haliç Jeolojisi

"Zemin şartlarının bilinmesi, Haliç ve çevresinde yapılacak yapılar için büyük önem taşımaktadır. Bu bölgede önemsiz görünen küçük binalardan, rıhtım, köprü, su alma yeri, vb. özelliği olan yapılara kadar, bütün yapıların jeoteknik açıdan iyice incelenmesi, gerekiyorsa bu incelemenin sonucuna göre yapı sisteminin değiştirilmesi uygun olur. Böylece yapı maliyetinde büyük tasarruf sağlanabileceği gibi yapının ömrü de arttırılabilir."⁶

Haliç ve çevresi için özel jeolojisi nedeniyle arazi profilini oluşturan tabakalar hakkında oldukça ayrıntılı bilgi vardır. Bu bilgiler, Haliç çevresinde çeşitli zamanlarda yapılan jeoteknik incelemeler sonucunda elde edilmiştir. Sondajlar şeklinde yapılan bu jeoteknik incelemelerden bazıları şunlardır:

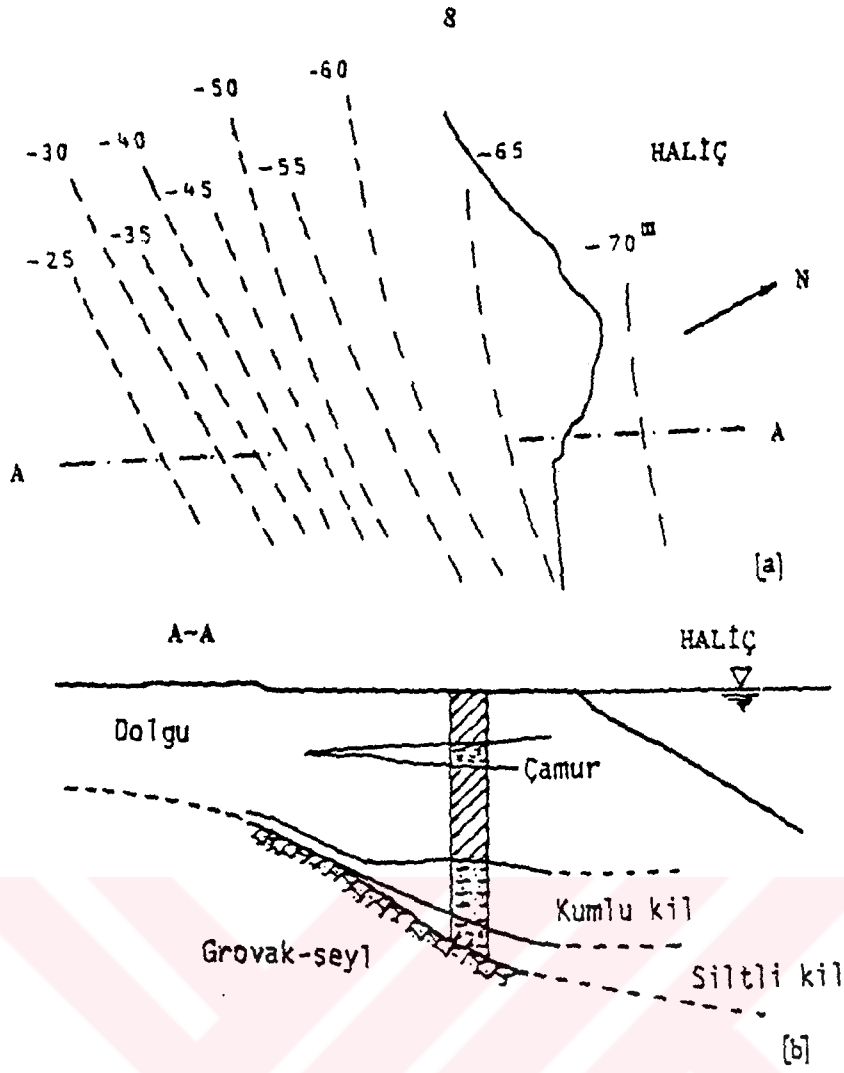
- Metro Sondajları, 1954.
- T.C. Emekli Sandığı Unkapanı Sondajları, 1958.
- Eminönü Ticaret Sarayı Sondajları, 1961.
- Hasköy Sondajları, 1961.
- Haliç Tersanesi Sondajları, 1961.
- Azapkapı Sondajları, 1961.
- Silahtar Sondajları, 1961.
- Haliç Köprüsü Sondajları, 1970.
- Kanalizasyon Projesi Sondajları, 1974.
- Karaköy Ziraat Bankası Tevsii İnşaatı Sondajı, 1975.
- Koçtaş Demir Deposu Sondajı, 1975.
- Yeni Cami Sondajları, 1977.
- Metro Sondajları, 1978.
- Haliç Sağ Sahil Kollektörü Sondajları, 1982.
- Galata Köprüsü Sondajları, 1983-85.
- Fatih Tüneli Sondajları, 1985.
- Haliç Tüneli Sondajları, 1985.
- Eyüb Tüneli Sondajları, 1985.
- Demirtaş Sondajları, 1988.
- Hacı Kadın Sondajları, 1991.
- Cibali Sondajları, 1995.

Şekil 2.2.' de ve Şekil 2.3.' de bu sondajlara ait iki örnek görülmektedir.

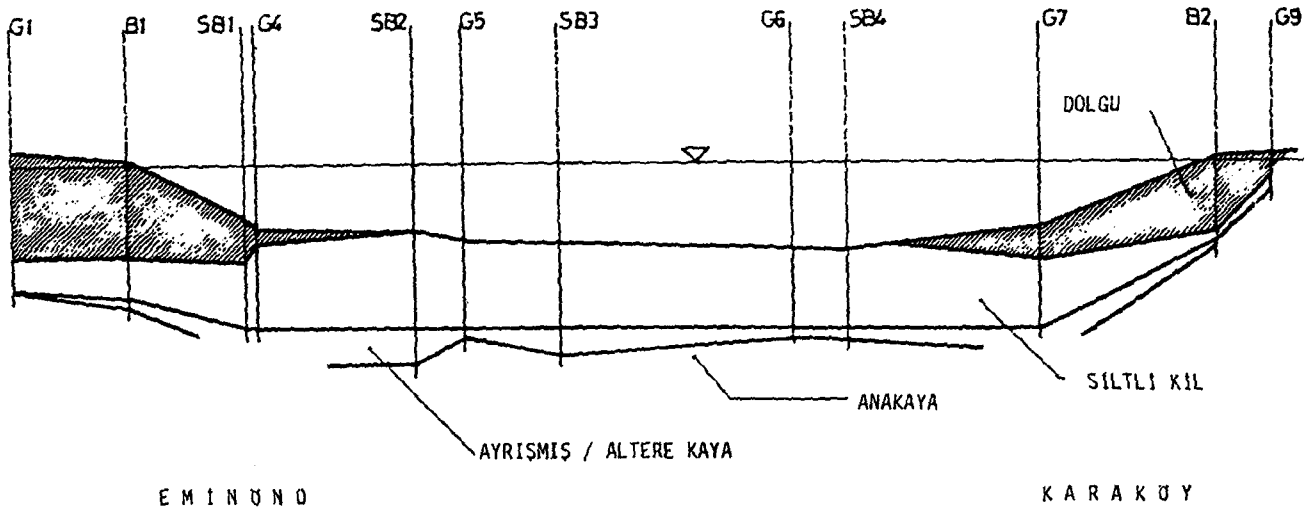
Haliç ve civarındaki arazi genellikle Paleozoik (Karbonifer) grovak, silisli şist ve bir miktar kalkerlerden oluşmuştur. Kıvrımlı, kırıklı, faylı, şistli, çatlaklı ve fissürlü bir yapı gösteren bu formasyonlar yüzeysel olarak düzensiz bir ayrışma zonunu oluştururlar. Derine doğru ayrışma derecesinin azalmasına bağlı olarak yoğunlukları ve basınç mukavemetleri artar.⁷

⁶ Ergün Toğrol ve diğerleri, **Haliç'in Geoteknik Sorunları ve Çözüm Yolları** (İstanbul: Boğaziçi Ü. Yayınları, 1986), s.6.

⁷ Aynı, s.8.



Şekil 2.2. Ticaret Sarayı Sondajları (Peynircioğlu, H. 1962)
 (a) Anakaya derinlikleri,
 (b) Arazi Profili



Şekil 2.3. Galata Köprüsü Ekseninde Arazi Profili

"Bölgede Tersiyer (Üst Miosen)'e ait tabakalar yer yer ince bir örtü halindedir ve genellikle konsolide olmayan kum ve çakıllar daha yaygındır. Kil-marn ve Maktra'lı kalkerler (Güngören ve Bakırköy formasyonu) ise önemli bir alan kaplamazlar. Çapraz tabakalı çimentosuz olan kumlar ve killer zamanla kolay aşınır ve taşınırlar."⁸

Alibeyköy ve Kâğıthane vadilerinde karasal alüvyonlar vardır. Haliç kıyılarında ve tabanında konsolide olmuş killer ve tavrıklı kumlu siltler ise denizel alüvyon (kuvaterner)ları oluştururlar. Bunların üzerinde, özellikle kıyı noktalardan karaya doğru kalınlığı azalan bir sun'i moloz dolgu bulunmaktadır; şehir içinde de görülen bu molozlar ile Haliç kıyılarındaki ve tabanındaki tortuların kalınlığı homojen değildir.⁹

"Üst Paleozoik sedimentlerinde düzenli bir akifer bulunmaz. Kültelerin çatlak sistemleri arasında rastlanan yeraltı suyu bazen basınçlı olabilir. Üst Miosen'in kum ve çakılları geçirgen tabakalardır, aralarındaki kil-marn mercikleri ile üstteki kil-marn formasyonunun kumlu seviyelerinde akifer tabakalar bulunur."¹⁰

Haliç'e yağışlar ve derelerle gelen katı maddeler söz edilen formasyonlardan erozyonla taşınmaktadır. Bunlar çoğunlukla grovak ve şistlerin ayrışmasından oluşan ince kuvars-kumu ve siltleri, killer, feldispat kırıntıları, mika (genellikle muskovit) pulları ve demirli kolloidlerdir. Haliç dip tortularının koyu renkli oluşu ve bazı sondajlarda yanıcı metan gazının çıkışı bu sedimentlerin çökmesi sırasında bol miktarda organizma artığı bulunduğunu gösterir.¹¹

"Kısaca, bölgede en yaşlı arazi üst Paleozoik Sisteme ait grovak, grovak şist, killi şist, silisli şist ve kalkerlerden ibaret formasyonlar olduğu söylenebilir. Bu eski temel üzerinde yüksekçe kotlarda Neojen devrine ait kum, çakıl, kil, marn tabakaları transgresif olarak bulunur. Üst Paleozoik sedimentler tabakaları kıvrımlı, kırıklı faylı, çatlaklı ve fisürlü bir yapı gösterirler. Bunlar arasında yer yer andezit ve diyabaz daykaları vardır. Tüm arazi Hersinien ve Alpin orojeninden etkilenmiştir. Grovak ve killi şistler yüzeysel olarak değişik yörelerde değişik derecede ayrışma gösterirler. Bu nedenle sağlam kaya üzerinde sarımsı-kahverenkli killi-siltli topraklar bulunur. Alibeyköy ve Kâğıthane derelerinin yatağında, Haliç kıyılarında ve tabanında kuvaterner yaşlı tortular (alüvyonlar) en genç jeolojik sedimentlerdir."¹²

Gerek Haliç'in özel durumu, gerek Haliç Denizi'ndeki çeşitli organizmaların biyokimyasal ve bio-jeokimyasal etkileri ile deniz suyundaki katı maddeler ve eriyikler Haliç'in tabanında çökelmekte ve gündün güne kalınlaşan çamur tortularını oluşturmaktadır. Haliç ve kıyılarında yapılan çalışmalar jeolojik ve diğer çeşitli etkiler sonucu Haliç denizinin giderek küçüldüğünü gösterir.

Haliç kıyılarını oluşturan yeterli derecede konsolide olmamış ve düzenli bir kalınlık göstermeyen bu genç doğal ve yapma dolgular bölgede yer yer zemin oturmalarına neden olmaktadır.

⁸ Cazibe Sayar, "Haliç ve Civarının Jeolojisi," **Haliç Sempozyumu** (İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1975), s.355.

⁹ Aynı, s.356.

¹⁰ Aynı, s.356.

¹¹ Aynı, s.357.

¹² Aynı, s.358.

2.3. Haliç Bölgesi'nin Deprem Riski

Ülkemiz bilindiği gibi, yerkürenin en önemli ve aktif deprem kuşağı olan Akdeniz deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Bu kuşağın en aktif bölümü olan, ortalama 1500 km uzunluğundaki Kuzey Anadolu Fay Hattı, Türkiye'nin doğusunda Karlıova bağlantısından başlayıp, Yunanistan yarımadasına kadar uzanmaktadır. Olası bir depremde episantr noktasının bu Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde olacağı ve merkezüstü derinliğinin 30-60 km arasında değişeceği kabul edilmektedir.¹³ İstanbul ve civarı bu fay hattı içindedir ve Marmara Denizi'ndeki çöküntü bölgelerindeki hareketin etkisi altındadır. Bu durumda deprem şiddeti, episantr noktasının İstanbul'a uzaklığına göre değişkenlik gösterecek, bu uzaklığa bağlı olarak şiddet belirli ölçüde sönümlense bile büyük hareketlere sebep olacaktır. Ayrıca Haliç ve çevresindeki taşıma gücü ve şev stabilitesi bakımından tehlikeli durumda olan yapılarda, depremin ortaya çıkaracağı, yer değiştirme ve kayma etkileri, hasarın daha büyük olmasına yol açacaktır.

Bir yörenin deprem açısından önem derecesi, yörede meydana gelen toplam deprem sayısının bağlı olduğu bölgede meydana gelen toplam deprem sayısına oranı olarak tanımlanır. Türkiye sınırları içinde kalan bölgede tarih boyunca oluşan deprem sayısı dikkate alınırsa İstanbul yöresinin önem derecesi 38,9 bulunur ki bu değer Erzincan yöresi için 8,1 dir.

Deprem odaklarının kümelenmesi göz önüne alınırsa İstanbul çevresini, deprem etkinliği bakımından,

- (1) Gelibolu-Çanakkale.
- (2) Balıkesir-Bandırma-Erdek.
- (3) Bursa.
- (4) İzmit-İzmit

olarak 4 kısma ayırmak mümkündür.

Gerçi Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'nin Marmara Bölgesinde kurmuş bulunduğu deprem ağı ile elde edilen kayıtlarda Haliç'i kapsayan bölge içinde hiçbir deprem odağına rastlanmamıştır. Ancak İstanbul'da meydana gelen bazı depremlerin, Haliç kıyılarına yakın yerlerde büyük tahribat yaptığı bilindiğine göre bölgede deprem etkinliğinin olmadığı söylenemez.

Tarih boyunca, İstanbul'da meydana gelen depremler şu şekilde özetlenebilir. 1489'daki depremin şehirde büyük hasara yol açtığı, Beyazıt devrindeki (14 Eylül 1509) depremin ise bilinenlerin en şiddetlisi olduğu kaydedilmektedir. Bu depreme "küçük kıyamet" anlamına gelen "kıyamet-i suğra" adı verilmiştir. Müverrih Ali'ye göre, 45 gün belli aralıklarla süren bu deprem, 109 camii ve mescitin, 1070 evin çökmesine, Eğrikapı'dan Yedikule ve İshakpaşa Kapısı'na kadar olan surların büyük ölçüde yıkılmasına, Karaman (Fatih-Çarşamba) semtinin harap olmasına yol açmıştır. Hasar gören önemli yapılar arasında Fatih Camii, darüşşifa ve imareti, Semaniye Medreseleri'nden bazıları ve Beyazıt Camii kubbesi sayılabilir. Tarihçilere göre, bu

¹³ Nafiz Çamlıbel, *İstanbul'daki Tarihi Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığının Artırılmasına İlişkin Bir Sistem Araştırması* (İstanbul: Y.Ü. Yayınları, 1992), s.1.

deprem esnasında yükselen deniz dalgaları İstanbul ve Galata Surları'nı aşarak sokakları kaplamıştır ki bu, deprem odağının deniz içinde olduğunu yani Marmara Denizi içinde tsunami olayının meydana geldiğini gösterir. 6 Şubat 1659'daki deprem de İstanbul'da büyük hasara ve can kaybına yol açmıştır.¹⁴

"Haliç ve çevresi deprem bakımından İstanbul'dan soyutlanamayacağına göre İstanbul ile ilgili verileri ele almakta yarar vardır. (Tablo 2.1.) Bu depremlerin hepsi İstanbul ve çevresinden kaynaklanmamış olmakla birlikte, eldeki bilgiler bölgenin büyük deprem felâketleri etkisinde kaldığını göstermektedir."¹⁵

Tablo 2.1. İstanbul ve Çevresinde meydana gelmiş depremler *

TARİH	GOZLEMSEL ENLEM	MERKEZ BOYLAM	ŞİDDET	AÇIKLAMA
212	41.00	29.00	VII	
325	41.00	29.00	IX	Kocaeli ve Çanakkale'de de duyuldu.
356	41.00	29.00	VII	
01.02.363	41.00	29.00	VIII	
376	41.00	29.00	VIII	
382	41.00	29.00	VIII	
394	41.00	29.00	VIII	
396	41.00	29.00	VIII	
398	41.00	29.00	VII	
7.02.402	41.00	29.00	VIII	
403	41.00	29.00	V	
05.07.408	41.00	29.00	VII	
412	41.00	29.00	VII	
07.04.422	41.00	29.00	VI	
427	41.00	29.00	IX	
434	41.00	29.00	VII	
438	41.00	28.90	VIII	
26.10.440	41.00	28.90	VII	
26.01.450	41.00	29.00	VIII	
470	41.00	29.00	VII	
25.09.478	40.80	29.00	IX	
26.09.488	41.00	29.00	VI	
496	41.00	29.00	?	
517	41.00	29.00	VII	
04.10.525	41.00	29.00	VI	
526	41.00	29.00	VII	
527	41.00	29.00	VII	
7.11.533	41.00	29.00	VII	
16.08.541	41.00	29.00	VIII	
7.11.545	41.00	29.00	VI	
546	41.00	29.00	VII	
547	41.00	29.00	V	
7.02.548	41.00	29.00	V	
549	41.00	29.00	V	
550	41.00	29.00	V	
15.08.553	40.75	29.10	X	

¹⁴ Toğrol, Ön.ver., s.96.

¹⁵ Aynı, s.97.

02.04.557	41.00	29.00	VIII	
16.10.557	41.00	29.00	VIII	
14.12.557	41.00	29.00	VIII	
559	41.00	29.00	VI	
560	41.00	29.00	VI	
580	41.00	29.00	VI	
582	41.00	29.00	VI	
10.05.583	41.00	29.00	VII	
20.04.601	41.00	29.00	VII	
611	41.00	29.00	VII	
677	41.00	29.00	VI	
732	41.00	29.00	VIII	
26.10.740	40.80	29.00	VIII	
08.02.789	41.00	29.00	VIII	
04.05.796	41.00	29.00	VIII	
840	41.00	29.00	VI	
23.05.860	41.00	29.00	VII	
?08.861	41.00	29.00	VI	Koordinatlar kuskulu
16.05.865	41.00	29.00	IX	
09.01.867	41.00	29.00	VIII	
10.01.870	41.00	29.00	VIII	
915	41.00	29.00	VII	
945	41.00	29.00	?	
960	41.00	29.00	VIII	
02.09.968	41.00	29.00	VIII	
26.10.986	41.00	29.00	IX	Etkime alanı Trakya'ya kadar uzanıyor.
?01.1010	41.00	29.00	VIII	
09.03.1010	41.00	29.00	VII	
13.08.1032	41.00	29.00	VIII	
06.03.1033	41.00	29.00	VII	
?05.1035	41.00	29.00	VII	
20.12.1037	41.00	29.00	VIII	
06.09.1038	41.00	29.00	VI	
10.01.1041	41.00	29.00	?	
10.06.1041	41.00	29.00	VIII	
?08.1061	?	?	VI	
19.02.1063	41.00	29.00	VI	
1070	41.00	29.00	?	
06.12.1082	41.00	29.00	VIII	
1086	41.00	29.00	VII	
1185	?	?	VIII	
01.06.1296	41.00	29.00	VIII	
1305	41.00	29.00	VII	
1323	41.00	29.00	VIII	
12.02.1332	41.00	29.00	VII	
23.09.1344	41.00	29.00	IX	
1346	41.00	29.00	VII	
1443	41.00	29.00	VIII	
1462	41.00	29.00	IX	
23.04.1481	?	?	VIII	
06.01.1489	41.00	29.00	VIII	
1507	41.04	28.98	VIII	
1508	41.00	29.00	VI	
14.09.1509	40.75	29.00	IX	Edirne'de de hasar var
1532	41.00	29.00	VII	
12.06.1542	41.00	29.00	VI	
10.05.1556	41.00	29.00	VIII	
30.04.1557	41.00	29.00	VIII	
14.12.1569	41.00	29.00	VI	
05.03.1571	41.00	29.00	VII	
1592	41.00	29.00	VII	
30.07.1633	41.00	29.00	VI	
?05.1641	41.00	29.00	VI	
19.08.1642	41.00	29.00	VIII	
?04.1646	41.00	29.00	VII	
28.06.1648	41.00	29.00	VIII	
06.02.1659	41.00	29.00	IX	
11.07.1690	41.00	29.00	VII	
1698	41.00	29.00	V	
05.05.1718	41.00	29.00	VIII	

06.03.1719	41.00	29.00	VI	30 gün süreli deprem kümesinin başlangıcı
22.06.1720	41.00	29.00	VI	
1725	41.00	29.00	VI	
1729	41.00	29.00	VI	
1737	41.00	29.00	VIII	
26.05.1752	41.00	29.00	VII	Edirne'de de duyuldu
20.01.1755	41.00	29.00	VI	
20.01.1757	41.00	29.00	VI	
04.12.1757	41.00	29.00	VI	
13.08.1760	?	?	VI	
03.09.1763	41.00	29.00	VIII	
22.06.1766	41.00	29.00	IX	
13.11.1766	41.00	29.00	VII	
05.10.1768	41.00	29.00	VII	
20.02.1769	41.00	29.00	VI	
14.08.1770	41.00	29.00	V	
30.04.1772	41.00	29.00	V	
15.08.1778	41.00	29.00	?	
16.04.1779	41.00	29.00	?	
01.06.1783	41.00	29.00	VI	
16.06.1794	41.00	29.00	VI	
15.08.1803	41.00	29.00	VI	
19.05.1811	41.00	29.00	V	
05.08.1819	41.00	29.00	VI	
23.05.1829	41.00	29.00	VII	Gelibolu'da da duyuldu
25.09.1834	41.00	29.00	V	
30.08.1835	41.00	29.00	VI	
06.10.1841	41.00	29.00	VII	
10.07.1850	41.00	29.00	VI	
24.01.1855	41.00	29.00	VI	
27.04.1858	41.00	29.00	VI	
07.10.1862	41.00	29.00	VI	
10.12.1870	41.00	29.00	V	
26.06.1873	41.00	29.00	VI	
26.06.1874	?	?	VI	
7.03.1878	41.00	29.00	V	
7.10.1880	41.00	29.00	VI	
7.08.1886	41.00	29.00	VI	
10.07.1894	40.80	29.00	X	

BÖLÜM 3

YAPI OTURMALARI VE NEDENLERİ

3.1. Yapı Oturmaları

Yapılarda oturma ve oturma nedenlerini açıklamadan önce "Stabilite" kavramını belirlemek gerekir. "Rijit-cisim stabilitesi", bir binanın bütün olarak kabul edilemeyecek hareketleri yapma tehlikesinin incelenmesidir. Örneğin, bir kasırga etkisindeki yüksek bir bina zemine yeter derecede bağlanmamışsa yahut zemin bağı, kendi ağırlığı ile dengelenmemişse dönmeye karşı stabil olmayan bu yapı parçalanmadan devrilebilir. Yüksek, dar binalar için geçerli olan bu durum pürüzlü bir zemin üzerinde duran dar ve yüksek bir kutunun üflendiğinde devrilmesi ya da en azından kayması gibidir.

Dönme halinde dengenin kararsızlığı, bina "iyi dengelenmediği" ya da mukavemeti yeterli olmayan bir zemine oturduğu zaman söz konusu olur. Eğer bina zemini, Pisa kulesinde olduğu gibi farklı oturmalar yaparsa bina dönebilir ve devrilebilir¹. Bu tip oturmalar dünyanın hemen hemen her yerinde görüldüğünden oturan binaların tamiri için bir çok bilim adamı çözümler üretmeye çalışmıştır. Şekil 3.1.'deki karikatür bu durumu anlatmaktadır. Bu bölümde yapı oturmaları açıklandıktan sonra nedenleri incelenecektir.



Şekil 3.1. Yapı Oturmalarının Önlenmesine İlişkin Bir Karikatür

¹ Mario Salvadori, *Structures in Architectura* (İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1963), s.5.

Yapı oturmaları, başlıca üç şekilde olur. Bunlar;

(1) **Ani oturma**, yapı ağırlığı altında zeminin elastik deformasyonundan doğar. İnşaat ile birlikte durur.

(2) **Konsolidasyon oturması**, yapı ağırlığı altında zeminin boşluk hacminin ufalması, zemin daneciklerinin birbirlerine yaklaşması sonucu meydana gelir. Suya doygun zeminlerde zemin boşluklarını dolduran suyun dışarı çıkması zaman aldığı için, bu oturmanın tamamlanması uzun sürer,

(3) **Plastik oturma**, yapı yüklerinin zeminin kayma direncine yaklaşması halinde meydana gelir.

Bu oturmalarından başka **ikincil konsolidasyon** dan da söz edilir ki, sebebi henüz kesin olarak bilinmemekte ve yıllarca sürebilmektedir.²

"Haliç kıyı şeridindeki yapılarda, özellikle kohezyonlu tabakaların zamanla sıkışması sonucu ortaya çıkan **konsolidasyon oturmaları** gözlenmektedir. Bu bölgede, hafif yapı yükleri altında dahi yumuşak siltler ve killerde önemli sıkışmalar meydana gelmektedir."³

Zamana bağlı bu sınıflamadan başka inceleme kolaylığı sağlamak bakımından oluş şekline göre oturmalar üçe ayrılabilir.

(1) **Binanın rotasyonsuz (dönmeden) batmasına neden olan bütün binanın eşit oturması**: Bu tip oturmada binanın temelleri her noktada aynı miktarda oturduğundan binada herhangi bir hasar meydana gelmez. Toplam oturma denen bu oturma tipinde binadaki oturma giriş seviyesinde bir rahatsızlığın yanı sıra tesisat hatlarında bazı bozukluklar görülebilir.

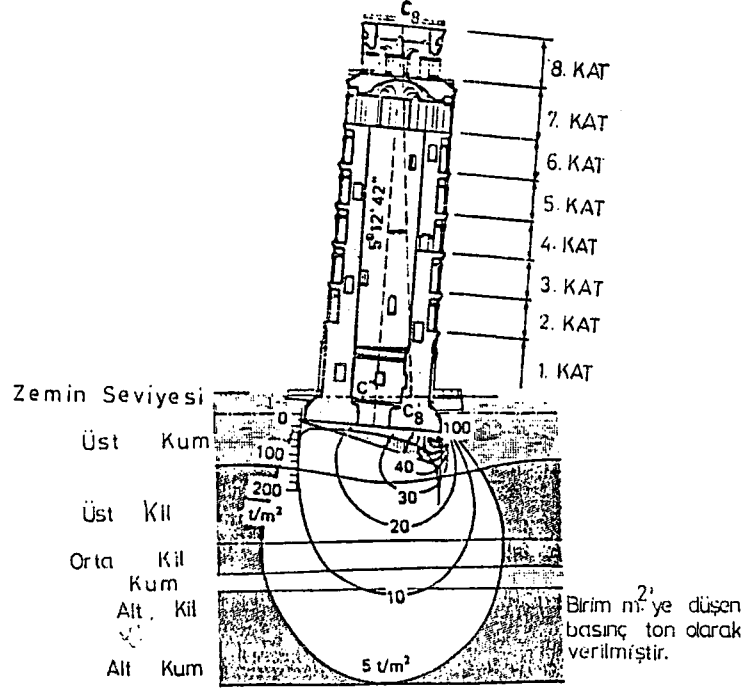
(2) **Binanın rotasyonlu (dönerek) Pisa Kulesi'nde olduğu gibi oturması**: (Şekil 3.2.) Bu tür oturmalar rotasyonsuz oturma türüne göre oldukça tehlikelidir. Rotasyonlu çökmeler, binalarda önemli hasarlar oluşturabilir. Milano Katedrali'nde olduğu gibi, özellikle kolonlar uzun ve zayıfsa bu hasarın şiddeti daha da büyük olabilir.

(3) **Aşırı yüklü binaların, çürük zemine yapılması durumunda sıkça görülen, binada bölgesel deformasyonlar oluşturan düzensiz oturma**: Farklı oturma da denilen bu tip oturmalar, temel altındaki zeminde tehlikeli eksantrik yüklemeler oluşturduğu için binalarda çok önemli hasarlara neden olurlar. Bu durumda binalar ne kadar büyük olursa, temel çökmelerine bağlı yapı elemanlarındaki bozulmalar da o kadar fazla olur.⁴

² Toğrol, Ön.ver., s.96.

³ K. Özyayın ve D. Orhon, "Haliç Dipsel Çamurunun Konsolidasyon Özellikleri," **Zemin Dergisi**, 3 (1981), s.30.

⁴ Bernard M. Feilden, **Conservation of Historic Building**. (Londra: ICCROM, 1980)



Şekil 3.2. Pisa Kulesi, İtalya

3.2. Yapı Oturmalarının Nedenleri

Yapılarda oturmaların nedenleri:

- Yapı Yüküne Bağlı Oturmalar
- Yeraltı Sularına Bağlı Oturmalar
- Depremlere Bağlı Oturmalar
- Trafik ve Çevre Makinalarının Titreşimlerine Bağlı Oturmalar
- Mevsimlik Isı Değişmelerine Bağlı Oturmalar
- Diğer Nedenlere Bağlı Oturmalar

olarak sıralanabilir. Görüldüğü gibi yapı oturmalarının ana nedeni zemin yapısıdır.

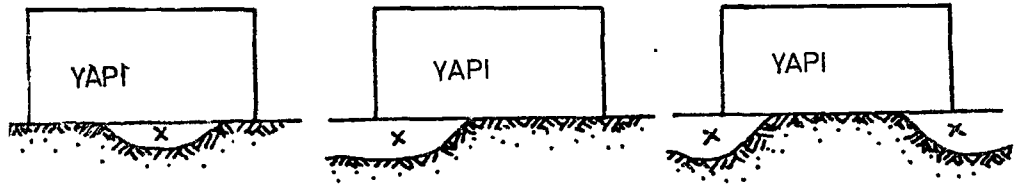
3.2.1. Yapı Yüküne Bağlı Oturmalar

Bilindiği gibi temeller; çatılardan, döşemelerden ve duvarlardan gelen yükleri zemine aktaran bir bina ögesidir ve bir binanın sağlamlığında en büyük faktör, temellerinin yeterliliğidir. Bir yapı temelinin uygun düzenlenmesi için yapı yükü etkisiyle zemin cinslerine göre oluşacak deformasyonlarla bu deformasyonların yapıya yapacağı etkiler bilinmelidir. Oturmaların yapıda oluşturacağı ek gerilmeler, binalarda tehlikeli çatlamalara neden olmasa da yapının taşıma gücünü ya da estetik değerini olumsuz yönde etkileyebilir. Çeşitli nedenlerle bozulmuş bir yapının temeli sağlam değilse, bu yapıyı restore emeye çalışmak sadece bir israf olur. Bu nedenle, yapı temeli ile temel zemininin incelenmesinde:

- Sağlam bir temel zemininin taşıma gücü ne kadardır ve temel derinliği ne kadar olmalıdır,
 - Sağlam olmayan bir temel zemininin taşıma gücü ne kadardır, temel taşıma gücü ne kadar artırılabilir,
 - Sağlam bir tabakanın altında bulunan sağlam olmayan bir tabakanın bulunması nedeniyle sağlam tabakanın kalınlığı ne olmalıdır ki yapı yükünün etkisiyle bu tabaka alt tabakanın içine göçmesin,
 - Temel zemininin deformasyonları üst yapıda ne gibi bir etki yapar,
 - Yapıdaki oturma ne kadardır, bu oturma hangi kısımlarda daha fazla olur,
 - Komşu yapıların etkileri ne şekilde olur,
 - Temel zemininin oturma süresi ne kadardır,
 - Yapının çeşitli ve değişik temelleri altında meydana gelen oturmaların aynı miktarda olması nasıl sağlanır, bu oturmalar azaltılabilir yada ortadan kaldırılabilir mi,
 - Zeminde don etkisi var mı,
- gibi sorulara cevap aranması yararlı olur.⁵

Bir bina temelinin başarılı olması, üzerine oturduğu zemine bağlıdır. Zemin, birçok mineral parçacıklarının ve danelerin biraraya gelmesiyle oluşmuş sonsuz değişken yapıya sahip bir ortamdır. Dane aralarındaki boşluklarda hava ve su bulunur. Zemin türleri genellikle kohezyonsuz ve kohezyonlu olarak ikiye ayrılır. Birbirlerinden ayrılabilen danelerden oluşmuş zeminlere (daneli zeminler) veya "kohezyonsuz zeminler" adı verilir. Bu tür zeminlere örnek olarak, kum ve çakıllar gösterilebilir. Birbirinden ayrılamayan veya zorlukla ayrılabilen danelerin oluşturduğu zeminlere de "kohezyonlu zeminler" adı verilir. Örneğin (killi) zeminler kohezyonlu bir zemin türüdür.⁶

Zemin oturmaları zemin yapısına bağlı olarak bazen birdenbire ortaya çıkar, bazen de uzun zaman alır. Her zemin cinsi kendi özelliklerine göre üzerindeki yapıdan gelen yüke karşı bir dayanıklılık gösterir. Eğer zeminin taşıma gücü zayıfsa yani bir santimetre karesinin taşıyabileceği kuvvet, binadan gelen yükten az ise, çökme başlar. Zeminin taşıma gücünün zayıf olmasından başka zemin tabakalarının yapısı da çökmelere neden olabilir. Oluşabilecek zemin oturmaları yapılarda önemli hasarlara yol açabilir. Örneğin; içinde kireç toprakları bulunan killi bir zeminde, herhangi bir önlem alınmadan bir bina yapılırsa, kireç topraklarının sular karşısında erimesi ile zeminde kalan boşluklar sonucu oturmalar oluşacağından yapıda çatlamlar ortaya çıkar. (Şekil 3.3.)



Şekil 3.3. Yapı Zemininde Kireç Erimesi Sonucu Oluşan Boşluklar

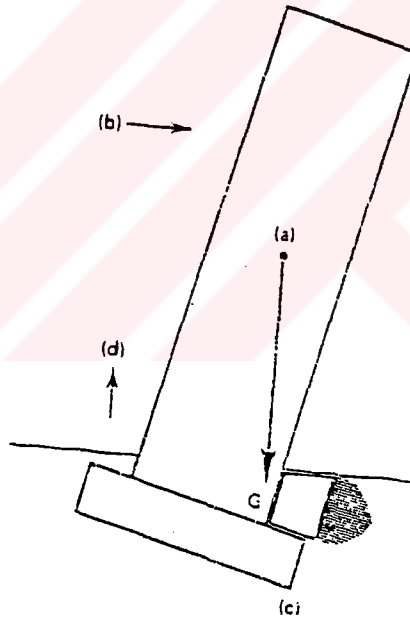
⁵ Lami Eser, *Geleneksel ve Gelişmiş Yapı* (İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları 1977), s.14.

⁶ Nafiz Çamlıbel, *Yapı Temelleri* (İstanbul: Birsen Yayınları, 1983), s.10.

Ayrıca rüzgâr depozitleri olan lös zeminler, rezidüel (yerinde oluşmuş) zeminler, volkanik küllerin oluşturduğu zeminler ve ince kum ile karışık siltli zeminler gibi zemin türleri de çökme özelliği gösterir. Kohezyonsuz zemin üzerindeki bir yapıda yapı oturması sonucu pek çatlak oluşmasa da aşırı yüklenme nedeniyle oluşan zemin göçmeleri yapı çatlaklarına yol açar.

Zemin konusundaki bilimsel araştırmalar, ikiyüzyıl önce Coulomb tarafından başlatılmıştır. Bugün zemin mekaniği adı verilen bilim ile zemin parçaları ve zemin yapısı üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle günümüzdeki kent planlamasında, yeşil alanlara büyük yerler ayrılıp taban alanları küçük çok katlı yapıların yapılması, bu çalışmaların önemini artırmaktadır. Bu gibi durumlarda, yapı yükleri etkisi ile temel altında oluşan gerilmelerin (taban basınçları) büyümesi sonucu zemin tabakaları aşırı derecede sıkışabileceğinden oluşacak "temel oturmaları" üst yapı taşıyıcı sisteminde aşırı zorlamalar doğurabilir. Oturan bir yapıya etki eden kuvvetler ise Şekil 3.4.'te gösterilmiştir. Burada;

- a- Ağırlık, yerçekimi merkezine doğru hareket eder.
- b- Rüzgâr kuvvetleri eğilme hareketine eklenir.
- c- Kule eğildikçe temel ayağı ucundaki basınç hızla artar.
- d- Kaldırma tehlikesi oluşur.



Şekil 3.4. Oturan Bir Yapıya Etki Eden Kuvvetler

Kısaca yapı oturmalarının oluşmasında en büyük etken, yapının inşa edildiği zeminin yapısıdır. Ayrıca yeraltı suları ve deprem gibi etkilerin şiddeti de zemin yapısına göre değiştiği için zemin cinsine göre oturmaların miktarı da değişir.

Haliç ve çevresindeki arazi profili dikkatle incelendiğinde oturma ve dönme etkisindeki yapılardan büyük bir kısmının yumuşak, kil tabakalarını örten dolgu tabakasına oturduğu görülür. Yapının zemine aşırı yüklenmesi de bu oturmaya

hızlandırır. Bütün yükler, temel tabanı ile zemine aktarıldığına göre, zeminin taşıma gücünü aşmayacak bir temel sistemi uygulanmalıdır. Zemin etüdlere, mimari proje evresinden önce hatta şehir planlarının yapılmasından önce ele alınmalıdır. Zayıf zeminler park veya yeşil saha olarak düzenlenmelidir.⁷

3.2.2. Yeraltı Sularına Bağlı Oturmalar

Zemin altında nehirler, dereler ve göller olabilir. Bunların akışı üstten farkedilmez. Yumuşak zemin üzerindeki yapılarda, yeraltı suyunun alçalma ya da yükselme olarak hareketi, yapı oturmaları sonucu yapıda çatlamalara neden olur. Yeraltı suyunun alçalması sonucunda zemin danelerinin ağırlıkları artacağından, daha altlardaki zemin tabakasına ilâve yükler gelir. Bu ilâve yükler etkisi ile zemin tabakaları tekrar oturmaya başlar. Bu oturmaların belli değerlere ulaşması da üst yapıda çatlamlar oluşturur. Suyun alçalması ile kuruyan zemin tabakalarında ayrıca "rötre" sonucu, özellikle killi zeminlerde, aşırı bir hacim küçülmesi olacağından oturmalar daha da büyük boyutlara ulaşır. Aynı durum, buharlaşmanın söz konusu olduğu zeminler için de geçerlidir. Aşırı buharlaşma sonucu kuruyan zeminde yine "rötre" olayı oluşacağından oturmalar ani olarak başlar. Yüksek plastisiteli yarı doymuş killer su içeriklerindeki artma sonucu şişme, azalma sonucu büzülme eğilimi gösterirler. Şişme sonucu ortaya çıkabilecek kabarma hareketleri, bu zeminler üzerine inşa edilmiş yapılarda hasarlara neden olabilir.⁸

Yeraltı suyu nedeniyle çökme eğilimi gösteren zeminler doymuş olmayan, yüksek boşluk oran ve düşük birim ağırlığa sahip zeminlerdir. Islanmaları halinde üzerinde etkileyen yük olmaması durumunda bile önemli oranda hacim değişimine uğrarlar. Rüzgâr depositleri olan lës zeminler, rezidüel zeminler, volkanik küllerin oluşturduğu zeminler çöken ince kum ve siltler, siltli killi kumlar çökme eğilimi gösteren zeminlerdir.

Silt ve kil gibi kohezyonlu zeminler için boşluk oranı çok az bir önem taşır. Bu tür zeminlerde boşluklar içindeki suyun varlığı çok önemlidir. Suyun miktarına göre killi zeminler "akıcı" durumdan "katı" duruma kadar çok farklı davranışlar gösterir. Killi bir zeminde suyun aşırı bulunması ile kil, akıcı bir durum alır. Suyun daha az olması durumunda, elle şekil verilebilen plastik bir davranış gösterir. Zemin boşluklarındaki suyun azalması sonucu kil kuruyarak hacminde bir azalma olur. Bir noktada, su azalsa da artık hacimde bir değişme olmaz. Temel yüzeyine yakın yerlerde kurumalar sonucunda oluşacak hacim küçülmeleri, temel oturmalarını önemli ölçüde artırabilir. Bu nedenle killi zeminlerde özellikle rötre limitinin belirlenmesi önemlidir.⁹

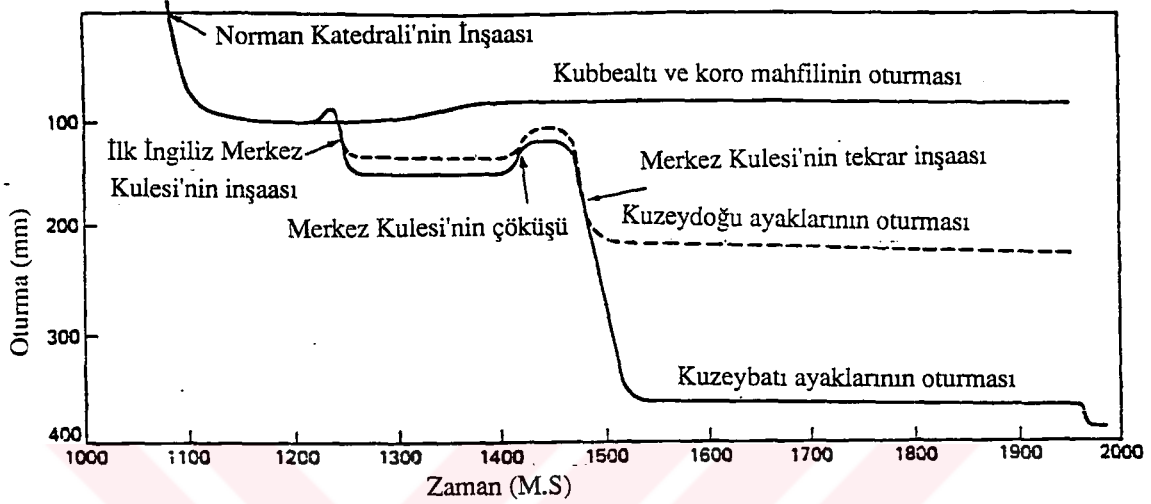
Yeraltı suyunun yükselmesi sonucunda da zemin boşlukları tamamen su ile dolacağından zemin doymuş hale geçip yumuşamaya başlar. Zeminin kayma direncinin azalması ile taşıma gücü azalır, oturmalar başlar ve belli değerlere ulaştıktan sonra üst

⁷ Toğrol, Ö.n.ver., s.111

⁸ Orhan Erol, "Sığ Temeller," *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5, Ulusal Kongresi* (Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994), s.656.

⁹ Nafiz Çamlıbel, *Yapı Temelleri* (İstanbul: Birsen Yayınları, 1983), s.13.

yapıda çatlamalara neden olur. Bu durum daha çok barajların yapıldığı bölgelerdeki yapılarda görülebilir. Bu nedenle, zemin suya doymuş hale getirilmemelidir. Yapım işlemleri susuz yapılamadığından kuyu açmak bakımından da yeraltı suları çok önemlidir. Don süresince açılan çukuru dolduran sular, donarak çok tehlikeli sonuçlar doğurabilir. İstanbul ve çevresinde don 50-60 cm. derinliğe kadar etki yapar. Bu seviyede sağlam zemin bulunsa bile temel tabanı 80 cm. derinlikte yapılmalıdır.¹⁰



Şekil 3.5. York Minster Merkez Kulesi'nin Şimdiye Kadar Yapmış Olduğu Oturmalar, İngiltere

Yeraltı suları nedeniyle binaların oturması bazen de York Minster Merkez Kulesi'nde olduğu gibi yıllarca sürebilir. 400 yıla yakın bir zamandır stabil olmayan bir denge içinde bulunan York Minster Merkez Kulesi, asılı su seviyesinin düşmesi nedeniyle tekrar oturmaya başlamış zemin son gerilme durumuna ulaştığı için bir zemin göçme tehlikesi oluşmuştur. Bu durum bir zaman-oturma grafiği ile gösterilebilmiştir.¹¹ (Şekil 3.5.)

Genellikle zemin altı durumu yüzyıllarca değişmeden kalır. Ancak, yapının zemin altında kalan kısmı iklim değişimi ve zemin yapısının bozulmasına bağlı olarak dayanımını kaybeder ve bu durum önlenemez. Ayrıca, pompalama, drenaj ve yeraltı su çıkışındaki tıkanmalar gibi etkiler yeraltı su seviyesinin değişmesine neden olur. Yeraltı su seviyeleri; patlamalar, lağım sızıntısı, drenajlar ve bozuk yağmur suyu borularından da etkilenebilir. Su seviyesindeki değişmelerin etkilerini tahmin etmek güçtür. Bu nedenle yeraltı su seviyesinin korunması önemlidir. Bu nedenle özellikle ağır yapılar olan

¹⁰ Eser, Ön.ver., s.7.

¹¹ Feilden, Ön.ver., s.77.

tarihi binaların oturduğu zemindeki yeraltı su seviyelerini bilmek bu tür binaların oturmasını önlemek açısından çok önemlidir. Örneğin; Leannig Kulesi'nin eğiminin artmasının sebebi yeraltı su seviyesinin yükselmesidir. Burada pompalar ile su boşaltılarak yeraltı su seviyesi eski durumuna getirilmiştir. Ancak akan su, alttaki kum tabakasını yıkamış ve 300 mm.'lik oturmaya neden olmuştur. Yerel su çekme ve uzaklaştırma işlemleri de özellikle siltin kaybolmasına neden olduğu için aynı tehlikeyi içerir.

Yeraltı suyunun seviyesi foraj veya sondaj delikleri yardımı ile her ne kadar saptanırsa da, seviyenin zamanla olan değişiminin gözlemlenmesi için özel kontrol kuyularının açılması gerekir. Yapı çevresinde mevcut su kuyularının gözlenmesi ile de yeterli bilgiler elde etmek mümkündür. İstenen bilgiler yeraltı suyu ile ilgilenen kuruluşların, örneğin; "Su İşleri Müdürlük" lerine bağlı bürolarının gözlemlerinden de elde edilebilir. Bu bilgiler yeraltı suyunun uzun zaman süreci içindeki değişimini içerdiğinden, daha sağlıklı olur.¹²

Sonuç olarak, zeminin yapısı ve yükünün zemine etkisinden sonra yapı oturmalarının en önemli nedeni yeraltı sularının durumudur. Yeraltı suları, tüm şehir ölçeğinde oturmalara neden olabilir. Örneğin; Londra'nın yeraltı suları nedeniyle oluşan zemin oturmaları sonucu 500 yılda 200 mm. battığı Bernard M. Feilden tarafından tespit edilmiştir. Zeminin hem kabarmasına, hem de göçmesine, sebep gösterilen yeraltı sularının etkilerini bilmek yapı oturmalarını önlemek bakımından oldukça önemlidir.

3.2.3. Depremlere Bağlı Oturmalar

Depremler, yer kabuğunda ani olarak meydana gelen, saniye ile ölçülen zaman süreleri içinde devam eden kısa süreli zemin hareketleridir.¹³ Yani, zeminin iç yapısında aniden oluşan elastik dalgaların yol açtığı sarsıntı olarak da tanımlanabilir.¹⁴ Zemin hareketi, jeolojik olarak sürekli bir şekilde oluşur ve ekstrem durumlarda depreme sebep olur. Madencilik ve yeraltı drenajı gibi insanların yaptıkları olaylar da küçük depremlere neden olabilir. Depremin kalabalık yerleşme merkezlerinde meydana gelmesi çok büyük mal ve can kaybına neden olur.

Depremi önlemek mümkün değildir. İnsanları depremden korumak için iki önemli konu vardır. Bunlardan biri, deprem bölgelerinde yerleşmiş olan sakinlerin deprem sırasında oturdukları binaları hemen boşaltabilmeleri için uygun uyarıları zamanında yapmak, diğeri ise; depremin kötü sonuçlarını önlemek için "depreme dayanıklı binalar" yapmaktır. 1975 yılında şiddetli bir deprem, Çin'de Liaoning Bölgesi'ni yerlebir etmiş, fakat facianın önceden doğru olarak tahmini ile yüzbinlerce insanın hayatı kurtarılmıştır. Bu gün, isabetli deprem tahmini ile insanların can kaybına uğramadan en

¹² Nafiz Çamlıbel, **Yapı Temelleri** (İstanbul: Birsen Yayınları, 1983), s.8.

¹³ **Bilim Teknik Ansiklopedisi** (Cilt 3), s.650.

¹⁴ Nafiz Çamlıbel, **Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri** (İstanbul: Y.T.Ü. Yayınları, 1994), s.1.

düşük düzeyde mal kaybı ile deprem felâketinden kurtulmaları mümkündür. Deprem bölgelerinde, deprem öncesi yapılan incelemelere göre; kayaçlarda yarıklar oluştuğu, yapılan ölçümlerle Dünya'nın manyetik alan şiddetinin değişikliğe uğradığı ve hava içindeki iyonize elektrik parçacıklarının yüksek rakamlara ulaştığı görülmüştür. Deprem öncesi yer kabuğundan radyoaktif bir gaz olan Radon, oldukça yüksek miktarlarda yayılmaya başlar. Deprem olacağına bir diğer habercisi de hayvanların panik içindeki anormal davranışlarıdır. Depremden saatlerce önce fareler, deliklerini terkeder, balıklar suyun üst yüzeyinde debelenmeye başlar, çiftlik hayvanları ahırlarında panik içinde bulunur.¹⁵

Depremi neden olduğu yapı hasarları, iki ana başlıkta toplanabilir. Bunlar;

- (1) Deprem sonucu ortaya çıkan yeni zemin koşullarının üst yapıyı taşıyamaması
- (2) Önceki depremlerde oluşmuş çatlakların bina mukavemetini azaltması

Deprem dolayısıyla yapının oturduğu zemin koşullarının değişmesi sonucu ortaya çıkan yeni taşıma gücünün yapı yükünü taşıyamaması nedeniyle binalarda toplam ya da farklı oturmalar görülebilir.

Deprem sırasında zemin her yönde düzensiz olarak titreştiğinden yapı davranışının üç öteleme ve üç dönme olmak üzere altı bileşeni vardır. Oysa hesaplarda genellikle depremin bir öteleme bileşeni ile yapı davranışının bir öteleme bileşeni gözönüne alınır. Eğer yapı depremin öteleme bileşenine göre simetrik ve zemine iyice bağlanmışsa depreme karşı davranışın gerçekte bir tek öteleme bileşeni vardır.¹⁶ Özellikle fay hattı üzerinde veya yakınında bulunan bölgelerde zemin hemen şekil değiştirdiği için yapı temelleri genellikle farklı oturmalar yapar. Sonuçta yapı yıkılır veya yapıda çatlama oluşur. Üzerinde ağır yapılar bulunan yumuşak zeminler, deprem süresi içinde bütünlüğünü koruyamadıkları için büyük şekil değişimine uğrarlar. Gevşek yer katmanları üzerinde bulunan ve sömelleri devamlı olmayan yapılarda sarsıntı sonucu kayma ve farklı oturmalardan oluşan daha büyük hasarlar görülebilir.

Daha önce meydana gelen depremlerden veya zemin oturması gibi nedenlerden yapıda önceden oluşmuş çatlakların binanın mukavemetini azaltması, deprem sırasında büyük hasarlara neden olabilir. Zemin oturması nedeniyle oluşan boşluklar, yapı duvarı tarafından doldurulamaz ve duvar askıda kalır. Bu durumda oluşan çatlaklar yukarıya doğru azalarak devam eder. Ayrıca çerçeve ile sınırlı duvarların kenarlarında çatlaklar belirginleşerek çerçeveden ayrılmalara gözlenir.

Depremlerin binalarda oluşturduğu çatlaklar yığma ve betonarme yapılarda farklılık gösterir. Yığma yapılarda duvarlar deprem anında kesme kuvvetleri ile zorlanır. Duvarlardaki pencere ve kapıların oluşturduğu boşlukların alanı duvar alanının üçte birinden büyük olması durumunda deprem yükleri, boşluklar arasındaki bölümlerde 45° eğimli çatlaklar oluşturur. Daha sonra bu çatlaklara dik yönde yeni çatlaklar ortaya çıkar. Çok katlı yığma düzenlerinde de bu durum büyük boşluklar çevresindeki dar ve

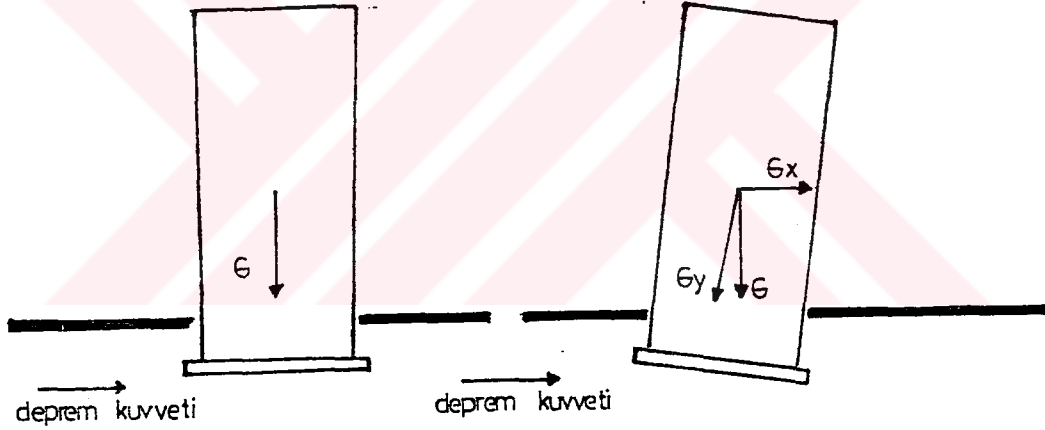
¹⁵ Ernst Deissinger, "Depremler ve Yapılar," *Bilim ve Teknik Dergisi*, (Temmuz 1985), s.24.

¹⁶ Kâmil Korkut, *Kesik Deprem Perdeleri ve Kütle Yığılmaları İçeren Binalarda Toplam Taban Kesme Kuvvetinin Kat Hizalarına Dağıtımı* (Ankara: Tübitak YAE, 1981), s.2.

uzun balkon veya merdiven sahanlıkları gibi çıkmalara açılan kapı boşluklarının iki yanındaki sağır duvar parçaları üzerinde çatlaklar oluşması ile görülür. Duvarların üst başlarından birbirlerine bir döşeme ile yeteri kadar rijit bağlanmaması sonucunda da duvarlar, kendi düzlemlerine dik yönde hasar görebilir.

Betonarme yapılarda, deprem kuvvetleri öncelikle betonarme çerçeve ile dolgu duvarı arasında sıva çatlakları oluşturur. Şiddeti büyük olan depremlerde ise, yığma yapılardakine benzer şekilde duvar çatlakları ortaya çıkar. Kolonlarda kesme çatlakları, basınç çatlakları, burulma çatlakları, kısa kolon çatlakları kolon oturması çatlakları, kolon-kiriş bağlantısı çatlakları, gibi hasarlar oluşur. Betonarme kirişlerde ise düşey yükler etkisiyle kiriş açıldığı için eğilme çatlakları meydana gelir. Perdelerde de, perde yüksekliğine göre değişen çatlaklar, kısa perdelerde kesme kuvvetlerinin, uzun perdelerde ise eğilmelerin etkisiyle oluşurlar. Döşemelerde oluşan çatlakların çoğu ise, döşeme ortalarındaki aşırı sehim nedeniyle oluşan çatlaklardır.¹⁷

Gerek zemin oturması sonucu, gerekse daha önce meydana gelmiş depremler sonucu yapıda meydana gelen çatlaklar, yapının depremden hasar görme riskini artırır. Yapının hasar görme riskinin artmasının bir nedeni de bir yana oturmuş binanın düşey kuvvetlerini bileşenlerine ayrılmasıdır. Bu durumda, Şekil 3.6.'da görülen yapının (G) düşey kuvvetinin, (G_y) düşey bileşeni toprak tarafından yutulurken boşta kalan (G_x) yatay bileşeni bir tali moment oluşturarak yapının hasar görmesine neden olur.



Şekil 3.6. Oturmuş Bir Binada Yerçekimi Kuvvetinin Bileşkelere Ayrılması

Deprem sırasında ortaya çıkan kinetik enerji yer kabuğunun kırılmasıyla oluşur. Çok ani olan yer kabuğunun kırılması deprem süresince "şok dalgaları"nı oluşturur. Yapıları sallayan bu dalgalar, yapının üzerine oturduğu zemini de harekete zorlarken yapı, bu dalgalara direnerek deprem kuvvetlerine ters yönde atalet kuvvetleri oluşturur. Deprem dalgaları yapı altından geçerken oluşan bu atalet kuvvetlerine karşı yapının dayanıklı olması gerekir.

¹⁷ Nafiz Çamlıbel, "Yapılarda Taşıma Gücünün İyileştirilmesi," (Yayınlanmamış Ders Notu, Y.T.Ü., 1995), s.10.

Binayı deprem hareketinden korumak için bina temelleri hareketli hale dönüştürülebilir. Rulman tipi temel de denilen bu temel sistemi sayesinde bina serbestçe hareket ederek, deprem kuvvetinden etkilenmez. Tekerlekli eve benzeyen bu sistem, deprem açısından oldukça olumlu olmasına rağmen, dolgu zeminlerde uygulanması çok tehlikelidir. Zemin çökmesi durumunda büyük tehlikelere yol açabilecek bu sistemin maliyeti de yüksektir. Bu nedenle Haliç Yöresi'nde başka temel sistemleri uygulanmalıdır.

1920'li yıllarda **Frank Lloyd Wright**'ın, **Tokyo Imperial Oteli**'nde uyguladığı temel sistemi, Haliç Yöresi için uygun olabilir. Otelin yapıldığı zeminin özellikleri ve bölgenin açık bir deprem tehtidi altında olması Haliç'le benzer özellikler göstermektedir. Wright, alt kısmı beton bir plak ile kaplı, aşağıya doğru genişleyen duvarlar üzerine oteli inşa ederek binanın yumuşak zemin üzerinde bir gemi gibi yüzmesini sağlamış ve yapıyı deprem sarsıntularından korumuştur. Duvarların alt kısımlarını pek çok sıralar halinde kısa beton direklerle bağlayan Wright, bir felaket anında gaz kaçağı, elektrik kontakları, su şebekesinin arızalanması gibi güvenlik konularını da düşünerek gerekli önlemleri almıştır. Tüm detayları, dolgu zemin üzerinde olduğu ve deprem tehtidi altında bulunduğu göz önüne alınarak düşünülen bu otelin açılış gününde büyük bir deprem olmuş, 5000 bina bir saniyede yerle bir olurken otel hiçbir hasara uğramadan kalmıştır.¹⁸

Depreme dayanıklı bir yapı, Tokyo Imperial Oteli'nde olduğu gibi orta şiddetli bir depremde elastik bir davranış göstererek hasar görmez. Şiddetli bir depremde ise, bir takım kalıcı deformasyonlar şeklindeki hasarlarla düktil bir davranış göstererek yıkılmadan ayakta kalır. Bu şekilde, deprem nedeniyle oluşan pek çok can ve mal kaybı önlenir.¹⁹

Deprem şiddeti ve deprem dalgalarının hızları, etki ettikleri zeminin tipine, yoğunluğuna vb. diğer fiziki özelliklerine göre değişiklik gösterir. Deprem bu özelliğinden faydalanarak, yer kabuğunun jeolojik ve fiziki yapısı hakkında gerçeğe en yakın bilgiler elde edilebilir. Yapay depremler sayesinde hem maden, su gibi yeraltı servetleri tespit edilir, hem de çeşitli kayaçların deprem dalgalarını geçirme özelliği belirlenir.²⁰ Örneğin; zemin üstünden 4-5 metreye kadar yükselen su tablası altındaki çakıl yatakları, kumlu topraktan daha fazla deprem şiddeti gösterir. Yeraltı düzeyinin yüzeye yakın olduğu çakıllı alanlar ile su tablasının 10 metreden daha derinde olduğu çakıllı alanlar arasındaki deprem şiddeti birbirinden farklıdır. İnce toprak katmanları ile kaplı adry (çimentolaşmış eski alüvyon) tabakada toprak kalınlığı ile birlikte şiddet artar. Haliç zemininin büyük bir kısmını oluşturan killi zeminler de benzer şekilde deprem şiddetinin artmasına neden olur.²¹

¹⁸ Ernst Deissinger, "Depremler ve Yapılar," *Bilim ve Teknik Dergisi*, (Temmuz 1985), s.26.

¹⁹ Nafiz Çamlıbel, *Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri* (İstanbul: Y.T.Ü. Yayınları, 1994), s.27.

²⁰ İ. Ketin, *Genel Jeoloji* (İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1977), s.351.

²¹ Güner Yavuz, *Türkiye'de Deprem ve Yapı Planlamasına Etkisi* (İstanbul: İDMMA Yeterlilik Çalışması, 1975), s.92.

3.2.4. Trafik ve Çevre Makinalarının Titreşimine Bağlı Oturmalar

Trafik ve çevre makinalardan gelecek titreşimler de deprem gibi zemin hareketine yol açarak yapı oturmalarına neden olur. Trafik ve makina titreşimleri, zayıf zemin üzerinde bulunan yapılarda oturmaları artırarak üst yapıda bazı hasarlar oluşturur. Bu hasarları önlemek için yapıda titreşimlerin emilmesini sağlayacak önlemler uygulanabilir. Örneğin; Roma'daki Villa Farnesina'nın tarihi önem taşıyan freskleri, yapı dışında emici kauçuk tamponlar kullanılarak başarıyla korunmuştur. Tarihi yapılara oldukça sık rastlanan Haliç Bölgesi'nde de tarihi bina yakınlarındaki yol yüzeylerinde emici kauçuk tamponlar kullanılabilir. Ağır taşıtların geçişinin yasaklanması ve araç hızlarının sınırlandırılması ile bu yapılar trafik titreşimlerine karşı korunabilir.²²

3.2.5. Mevsimlik Isı Değişmelerine Bağlı Oturmalar

Mevsimlik ısı değişimleri, yapıdan daha çok zemini etkiler. Mevsimlere bağlı zemin deplasmanları, Şekil 3.7.'de inşaat sonrası zemin üzerinde bulunan esnek bir plajın davranışı ile açıklanmıştır. Burada da görüldüğü gibi, yağışlı mevsimlerdeki ıslanmalar zeminde kabarmalara, kurak mevsimlerde temel zeminindeki nem kaybı ise büzülme neden olmakta ve kabarma-büzülme hareketleri özellikle kenarlarda yoğunlaşarak uzun dönemde zeminde farklı deplasmanlar oluşturmaktadır.²³ Zemindeki çökmeler ise, mevsimlik ısı değişmelerinin zemine etkisinin durumuna göre yapıların oturmasına sebep olurlar. Ancak burada zemindeki çökmeler mevsimlik ısı değişmelerinden kaynaklanmaktadır.

Yapının iç ısıtma sistemi de zeminde mevsimlik ısı değişmelerine benzer etkiler oluşturabilir. Bu nedenle iç ısıtma sistemi tasarlanırken özellikle bodrumda kalorifer kazanının olduğu bölümde bu konu dikkate alınmalıdır.

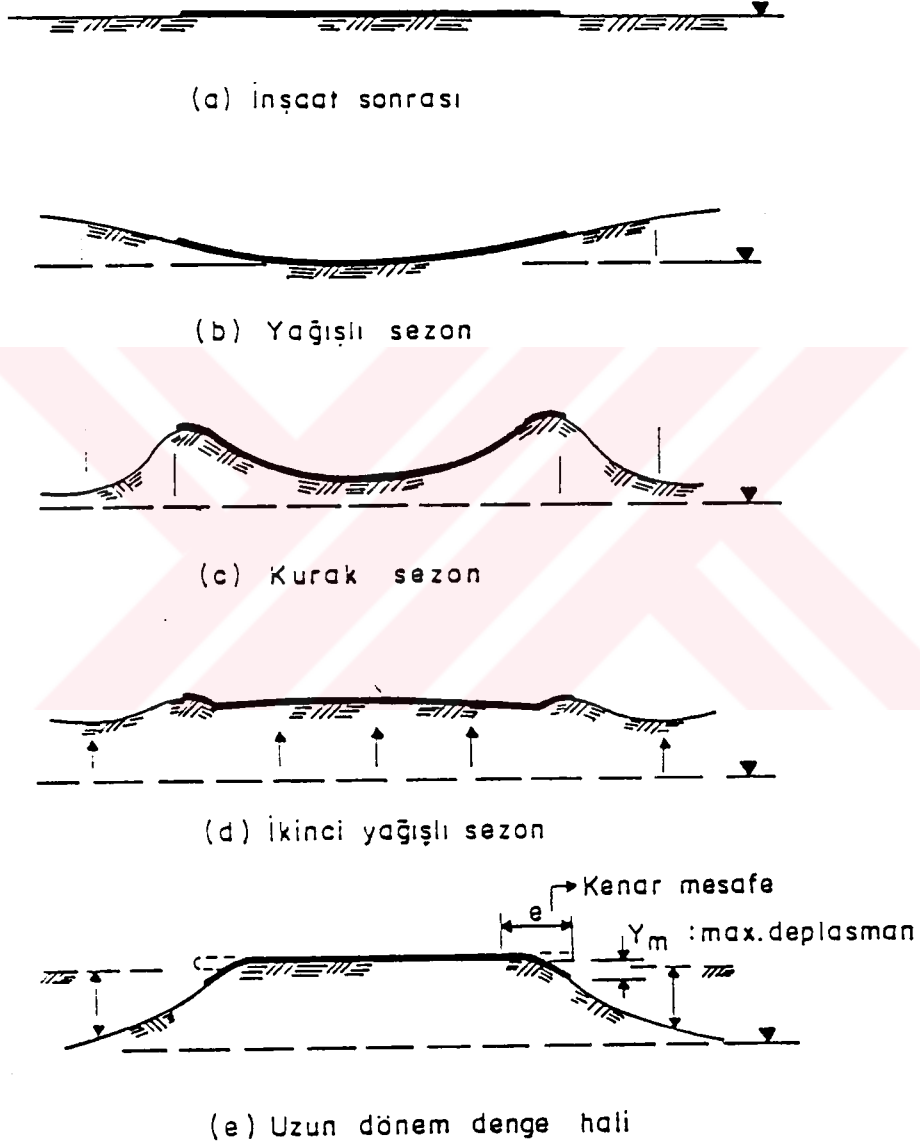
3.2.6. Yapı Oturmalarının Diğer Nedenleri

Bir yapının onarımı veya işlev değişikliği nedeniyle ağırlığının artması sonucu binada oturmalar ortaya çıkabilir. Çünkü binanın statik hesapları, yapının ilk durumdaki yüklerine göre yapılmıştır. Zeminin taşıma gücü aynı kaldığına göre binanın yeni durumu daha da ağırlaştığından bina oturabilir.²⁴ Ayrıca, yapı çevresinde yapılan ağır binalar zemin gerilmelerinin değişmesine ve zeminin hareketine yolaçabilirler. Binaların yanına yapılan derin temelli ağır binalar yeraltı su hareketini de bloke edebilir. Zeminin ağır yüklenmesi sonucu, zemin gerilmelerinin değişmesi veya zeminin hareketi binalarda oturmalara, bu tür oturmalar da yapı üstünde çatlamalara yol açabilir.

²² Feilden, Ön.ver., s.158.

²³ Orhon Erol, Ön.ver., s.665.

²⁴ Nafiz Çamlıbel, **Yapı Temelleri** (İstanbul: Birsen Yayınları, 1983), s.49



Şekil 3.7. Mevsimlere Bağlı Zemin Deplasmanları

Maden ocaklarında açılan boşluklar üzerinde bulunan bina, sağlam bir zemine oturmuş olsa bile, altındaki maden boşluklarından etkilenir. Bu durumda bozulan temel-zemin dengesi üst yapıda büyük hasarlar oluşmasına neden olabilir. Bina yükünün kazık temellerle sağlam zemine iletiği sistemlerde, kazık temellerin izolasyonu iyi yapılmamışsa, kazıkların çürümesi sonucu da bina oturmaları olabilir.

Yapıda kullanılan malzemelerin özellikleri de bu konu yönünden önemlidir. Yapı malzemelerinin içerdiği nem oranlarındaki değişmelerin, yapı özağırlıklarına etkisi zemin şartlarını değiştirebilir. Ticari ve endüstriyel aktivitelerin ürünü olan atmosferik kirlilik te yapı oturmalarına neden olabilir. Bir ülkenin sınırlarını aşp başka ülkelerin sınırlarına girebilen atmosferik kirlenme, açık hava ve tesirsiz rüzgârların olduğu antisiklonik havalarda ve sıcaklık değişimi durumlarında oldukça zararlı olur. Yağan yağmurlarla ıslanan, kireçtaşı, mermer ve bazı kum taşları gibi taş türleri, atmosferik kirlilik ortamından çok kötü etkilendiği için topraktaki tuzların kimyasal tepkimelerine bağlı olarak çürüyebilirler. Temel duvarları bu tip taşlardan oluşan yığma yapılarda, bu durum oturmalara neden olabilir.²⁵

3.3. Yapı Oturmalarının Yapıya Etkisi

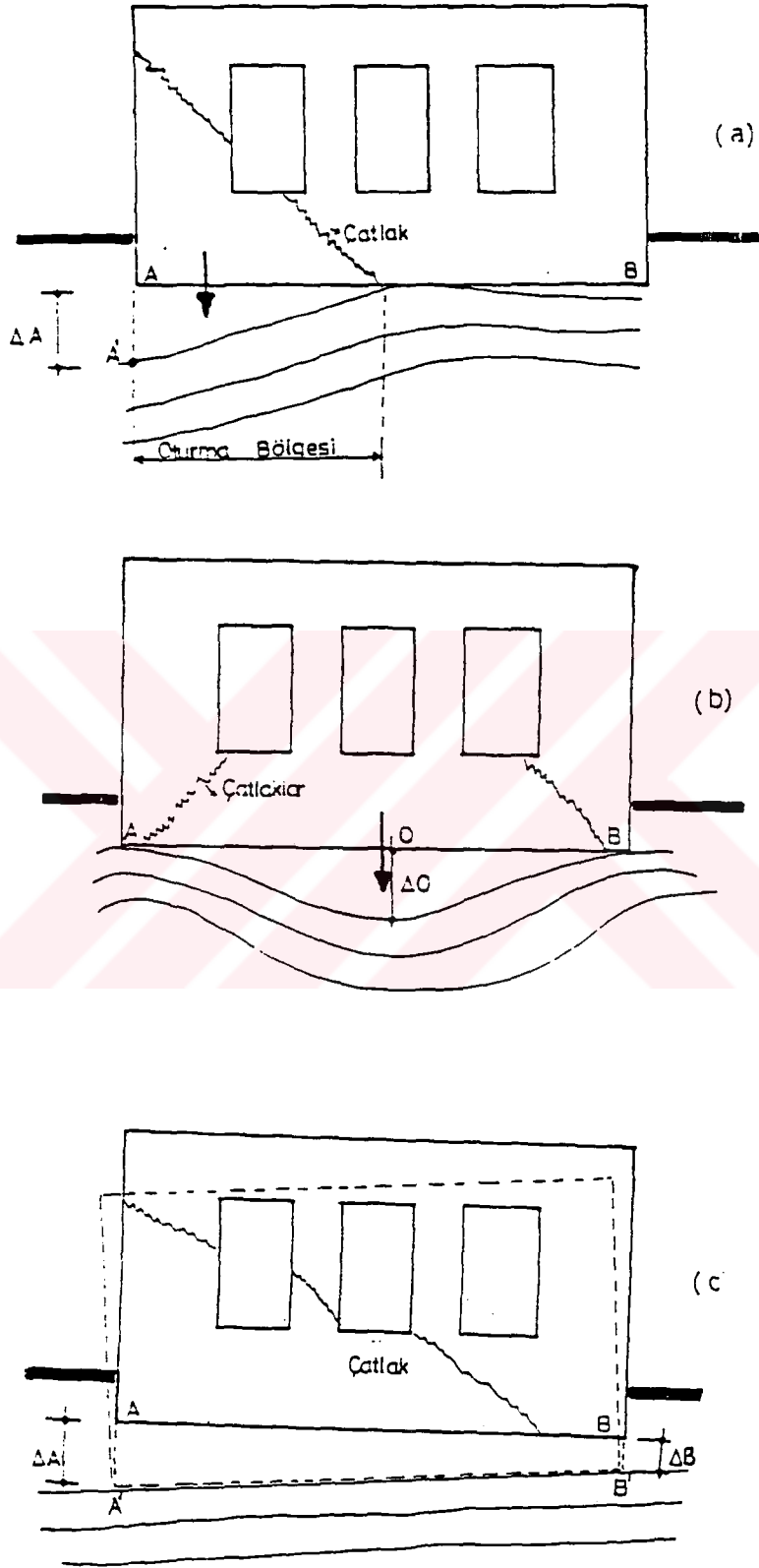
Dolgu zemin üzerine yapılmış yapılardaki temel oturmaları, yapı taşıyıcı sisteminin hasar görmesine neden olur. Çatlamlar şeklinde ortaya çıkan bu hasarlar yığma ve iskelet yapıda farklılıklar gösterir ve deprem, rüzgâr kuvvetleri gibi dış etkilere karşı binanın mukavemetini azaltarak binanın yıkılmasına neden olabilir.²⁶ Ayrıca oturan bir yapıda yerçekimi ve deprem kuvvetinin etkisiyle oluşan tali momentler, yapıyı olumsuz yönde etkiler. Aşağıda yığma ve iskelet yapılarda farklı etkiler oluşturan yapı oturmaları ayrı başlıklarda incelenmiştir.

3.3.1. Yığma Yapı Oturmaları

Yığma yapılarda gözlenen çatlakların temel oturmasından mı yoksa deprem sırasında mı oluştuğu önemlidir. Temel oturması nedeniyle oluşan çatlakların zamanla hem boyu, hem de genişliği daha da büyür. Zemindeki oturmanın şekline göre, yapıdaki çatlak özelliği de değişir. Şekil 3.8.'de farklı oturmaların oluşturduğu yığma yapı çatlakları gösterilmektedir.

²⁵ Feilden, Ön.ver., s.80.

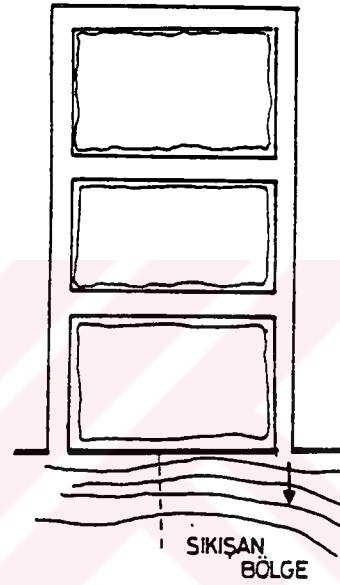
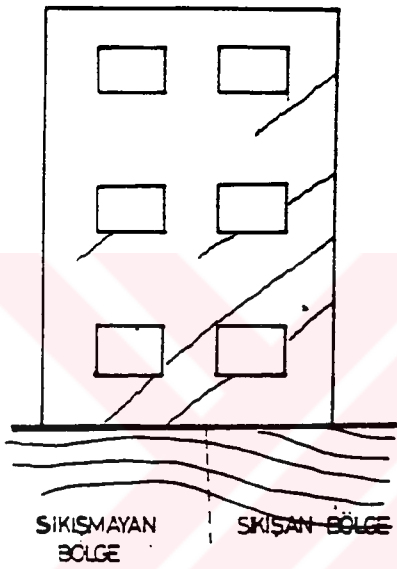
²⁶ Nafiz Çamlıbel, "Yapılarda Taşıma Gücünün İyileştirilmesi," (Yayınlanmamış Ders Notu, Y.T.Ü., 1995), s.4.



Şekil 3.8. Yığma Yapılarda Temel Oturma Çatlakları

3.3.2. İskelet Yapı Oturmaları

Bilindiği gibi temel oturması, temel altındaki zeminin yapısından kaynaklanmaktadır. Oturma sonucu oluşan boşluklar, üst yapıda önce sıvada daha sonra da duvarlarda üst katlara doğru azalan çatlaklara neden olurlar. (Şekil 3.9.) Ayrıca çerçeve ile sınırlı duvarların kenarlarındaki çatlaklar belirginleşerek çerçeveden ayrılmalar gözlenir. (Şekil 3.10.) Herhangi bir çatlak oluştuğundan sonra da çatlak yönünde ve bu yöne dik yönde olan deplasmanlar, çatlakları büyütür. Bu çatlakların taşıyıcı ya da taşıyıcı olmayan elemanlarda ortaya çıkması önemlidir. Çatlakların taşıyıcı elemanlarda olması durumunda mukavemetini iyice kaybeden bina, herhangi bir deprem etkisi ile yıkılabilir.



Şekil 3.9. İskelet Yapıda Sıvada Oluşan Çatlaklar Şekil 3.10. Çerçeveden Ayrılmalar

3.4. Yapı Oturmalarının Ölçülmesi

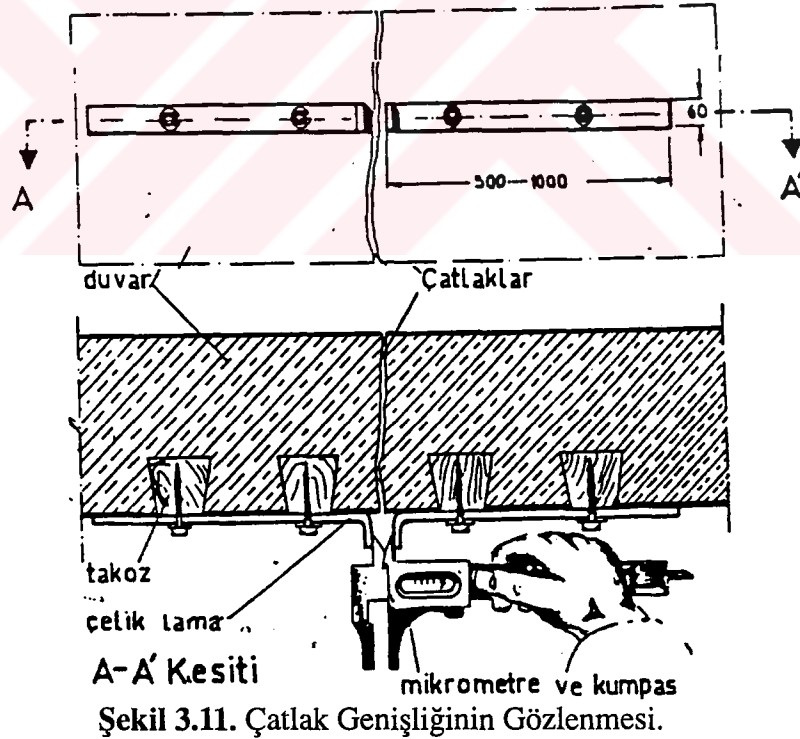
Temel oturmalarına ilişkin yaklaşık değerler, yapı yerinde yapılacak yükleme deneyleri ile ölçülür. Örneğin: sığ temellerde oturma ölçümleri; kohezyonlu zeminlerde ödometre deneyleri, kohezyonsuz zeminlerde arazi deneyleri olmak üzere iki şekilde yapılır. Arazi deneyleri: standart penetrasyon, konik penetrasyon, dilatometre, plaka yükleme ve pressiyometre deneyleridir.

Yapı oturmaları zemin tabakalarının sıkışma miktarından hareket edilerek kolayca hesaplanabilir. Bu nedenle zeminlerin sıkışabilirliğinin yani kompresibilitesinin bilinmesi oldukça önemlidir. Zeminlerin sıkışabilirliği, deneysel olarak örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan ödometre deneyleri ile incelenir.²⁷

²⁷ Nafiz Çamlıbel. **Yapı Temelleri** (İstanbul: Birsen Yayınları, 1983), s.50.

Ani ve elastik bir oturma gösteren kumlu zeminlerde oturmaların ölçülmesi, önce ani ve elastik bir oturma gösterip sonra uzun süreli bir konsolidasyon oturması gösteren killi zemin oturmalarının ölçülmesinden daha kolaydır. Kilin gerçek konsolidasyonu zeminin durumuna bağlıdır. Ani oturma ve konsolidasyon oturması hesapları, rijit ve esnek temellerde, temelin orta bölümü için yapılır. Hesaplarda en çok oturmanın merkezde olacağı düşüncesi ile çanak biçiminde bir oturma konturu kabul edilir. Gerçekte bir çok temel çok rijit ve zemin yüzeyinden derinde olduğu için gerçek ortalama oturma bu değerlerin amprik düzeltme faktörü ile çarpılmasıyla bulunur.

Yapı oturmaları sonucu oluşan çatlakların büyüme oranlarının gözlenip ölçülmesi ile de hem oturma şiddeti, hem de ileride oluşabilecek hasarlar hakkında bilgi edilebilir. Çatlak ölçümleri çeşitli aletlerle yapılabilir. Bunlardan en kolayı, çatlağın iki tarafına tesbit edilen lamaların arasının bir kompasla ya da mikrometre yardımı ile ölçülmesidir. (Şekil 3.11.) Bu şekilde 1/1000 mm. hassasiyetinde ölçümler yapılabilir. "Takviye edilecek bir yapıda uygulanacak iyileştirme yöntemi çatlağın büyüklüğüne göre belirlenir. Doğru ve gerçekçi bir yöntemin uygulanması onarım ve takviye işlerinin maliyetinin düşük olmasını sağlar. Bu nedenle bir çatlağın boyutunun zamana bağlı olarak büyüüp büyümediğinin de kesin olarak belirlenmesi gerekir. Çatlak boyutunun yapı taşıyıcı sistemine olumsuz etkileri incelenerek yapının güvenliğindeki azalma saptanmalıdır. Yapının normal güvenliğini kazanması için yapılacak işlemler, iyileştirme projesinin optimum maliyetini belirler."²⁸



²⁸ Nafiz Çamlıbel, "Yapılarda Taşıma Gücünün İyileştirilmesi," (Yayınlanmamış Ders Notu, Y.T.Ü., 1995), s.9.

BÖLÜM 4

HALIÇ KIYI'LARINDA TEMEL VE STABİLİTE SORUNLARI

4.1. Genel Bir Bakış

Dolgu zeminlere iyi bir örnek olan Haliç jeolojisinin durumu kısaca şöyle özetlenebilir: Bir metreden kırk metreye kadar kalınlıkta olan suni dolma, bunun altında kalınlığı yine birkaç metreden 20-30 metre arasında değişen ve denize doğru eğik kaya üzerinde bulunan tortul yığınlar zemin tabakalarını oluşturmaktadır. Genellikle şist ve grovaplardan oluşan, üst kısımları ayrılmış ve çatlaklı kaya yüzünün eğimi ortalama 20° ile 40° arasında değişmektedir. Kaya tabakası üzerinde bulunan tortul tabakaları, silt ve killeri teşkil etmektedir. Bu tabakalar içinde yer yer bol miktarda ve değişik boyutta kavkılar, organik atıklar, hatta suların sürüklediği şehir atıkları bulunmakta, yer yer kum bandlarına ve ceplerine rastlanmaktadır.¹ Laboratuvar deneyleri, bu tabakalardan alınmış olan zemin numuneleri üzerinde yapılır. "Ancak alınan zemin numunelerinde şehir atıklarının olmamasına çok dikkat edilmelidir. Haliç zemininde sıkça rastlanan bu şehir atıkları, yapılardan çıkan materyaller ve yıkılan bina artıkları ile şehir çöplerinden olup, içinde moloz, tuğla ve kiremit parçaları, ağaç ve kiriş parçaları, gibi her çeşit çöp bulunmaktadır. Alınacak zemin numunelerinde bu atıkların bulunması durumunda zeminin gerçek yapısı hakkında bilgi edinilemez."²

Eski Sirkeci Rıhtımı'nda da zeminin bu özelliği nedeniyle oturmalar rastlanmış, 1894 yılında anroşman dolguda önemli oturmalar başlamış, inşa halindeki duvar, 1896'nın Temmuz ayında ani olarak 4 metre öne ve 8 metre aşağı hareket ederek Şekil 4.2-A.'da görülen birinci kayma meydana gelmiştir. Anroşman yükseltilecek inşaata devam edilmiş ve bunun sonucu artan ağırlık altında aynı senenin Ekim ayında ikinci kayma olmuştur. Buradaki kaymaların mekanizması ve sebebi anroşmanın kile gömülmesidir. 1898 yılında da üçüncü bir kaymadan sonra Şekil 4.2-B'deki durum meydana gelmiştir. Anroşmanın 1900 yılındaki son durumu ise; Şekil 4.3.'deki krokide gösterilmiştir. Bu kaymalar ve oturmalar sırasında dolgunun kile gömülmesi nedeniyle anroşmanın önündeki zemin 190 metre uzaklığa kadar kabarmıştır. Kabarma, anroşmanın önünde 14 metreye ulaşmıştır. Bugünkü bilgilere göre, taş dolgu önceden hazırlanmış bir kum yatak üzerine, yumuşak kilin bünyesini bozmayacak şekilde yapılmış olsa idi su altındaki bu anroşman dolgunun oturma miktarı 3 ila 5 metre civarında olarak beklenirdi. Ancak burada yumuşak kilin yüzünü tarayarak geçen su derinliğinin fazla olması, gerektiği gibi bir kum yatak yapılmasına engel olmaktadır.³

¹ Hamdi Peynircioğlu. "Haliç Sahillerinde Temel ve Stabilité Sorunları," *Haliç Sempozyumu* (İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1975), s.391.

² Aynı, s.393.

³ Z. Bilge. *İstanbul Rıhtımlarının Tarihçesi* (İstanbul: Devlet Deniz Yolları ve Limanları Basımevi, 1949), s.56.

4.2. Haliç'te Yapılmış Bazı Yapıların Temel Sistemleri

Haliç kıyılarındaki yapıların temellerinde karşılaşılan problemler, Haliç'in çevresindeki zemin profili ile profili meydana getiren tabakaların kalınlıkları ve jeoteknik özellikleri ile yakından ilgilidir. Bu jeolojik özellikleri nedeniyle, geçmişte Haliç'te yapılan bir çok binada oturma ve dönmeler, arsa ve yollarda ise çökmeler görülmüştür.⁴

Bu bölgede yeni yapılacak binalar için, eski yapılmış binaların tecrübelerinden faydalanmak teknik elemanlara bazı ön bilgiler vermesi bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca eski yapıların oturma rasatlarından edinilecek bilgiler sayesinde zemin durumu hakkında bilgi de edinilebilecektir. Haliç'te inşa olmuş bazı yapılar ve temel sistemleri hakkında bilgi vermek istenirse:⁵

Koçtaş Demir Deposu

Beyoğlu'nda bulunan bu yapının altındaki dolgu kalınlığının 20 m.'yi bulmakta olduğu yapılan zemin etüdlerinden anlaşılmıştır. 27x23,8 m. boyutlarında ve 1,4 kg/cm² taban basıncı olan yapının temel sistemi, killi şiste oturan fore kazıklı derin temel sistemi olarak seçilmiştir. Ortalama kazık boyu 40 m. civarı olan yapıda bugüne kadar herhangi bir hasar görülmemiştir.

Fener-Turyağ Deposu

Haliç'in Fener kıyısında bulunan bu yapının dolgu kalınlığı 14 m.'yi bulmakta ve daha sonra deniz dolgusu başlamaktadır. 29x43 m. boyutlarında olan depoda fore kazıklı temel sistemi uygulanmış ve kazık boyları 35 ila 40 m. arasında kalmıştır. 65 cm. çaplı fore kazıklarda servis yükü olarak 80 ton ve düşey kazıkların emniyetle taşıyabilecekleri yatay yük için de 3 ton değerleri esas alınmış ve bu yapıda da şimdiye kadar herhangi bir hasar görülmemiştir.

Unkapanı Üst Geçidi

Sondajlara göre şist ve grovaklar saha boyunca zemin yüzünden 27 - 34 m. kadar derinlikte bulunmaktadır. Saha üstüne yapılan üst geçidin 27 m. genişliği ve 68 m. uzunluğu vardır. Yapıda fore kazıklı derin temelde 40 cm. çapında, 36 m. uzunluğundaki kazıklar ana kayaya 1.5 m. kadar ankre edilmiştir.

⁴ Hamdi Peynircioğlu. "Haliç Sahillerinde Temel ve Stabilite Sorunları," **Haliç Sempozyumu** (İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1975), s.391.

⁵ İ. Hakkı Aksoy. **İstanbul'da Tarihi Yapılarda Uygulanan Temel Sistemleri** (Doktora Tezi, İ.T.Ü., 1992), s.15.

Manifaturacılar Çarşısı

Planda 7,5 ve 6,0 m.'lik modüller uygulanan yapı, arazi durumuna göre 5 veya 6 katlı bloklar şeklindedir. Yapı zemini iki ayrı kısımda farklı özellikler göstermektedir. İlk kısımda ana kaya 10 m. derinliktedir. İkinci kısımda kaya üst yüzü 27 m. ile 45 m. kotları arasında değişen, bir çanak şeklindedir. Yapının ilk kısmında iki doğrultuda mütemadi yüzeysel temel uygulanmıştır. İkinci kısımda ise ana kayaya 1,5 m. ankre edilen 65 cm. çapta ve 45 m. kadar boyda fore kazıklı derin temel sistemi uygulanmıştır.

Unkapanı-İstanbul Eminönü Tüccarlar Çarşı Kurma Kooperatifi

Kooperatif binaları 6 adet olup herbiri üçer katlıdır. Yapıların oturduğu zemin, 30 m.'lik dolgudan sonra derinliği sahilde 67 m.'ye kadar varabilen şist zemin üst yüzüne kadar kil. silt. ince kum kavkından oluşmuştur. Binaların hepsinin temel sistemi, betonarme perdelerle rijitleştirilmiş radye jeneral sistemdir. Bugün bloklarda 15 cm.'lik bir oturma olmasına rağmen üst yapılarda herhangi bir hasar ortaya çıkmamıştır.

Hasköy-Şark Değirmenleri

Yapı zemininde 3 ayrı yerden yapılan sondajlar sonucu 11 m. dolgudan sonra, yatak kalınlığı 21 m. kadar olan yumuşak Haliç kili olduğu anlaşılmaktadır. 17 m. x 42 m. kadar bir alan kaplayan yapının yüksekliği 23 m.'dir. Kutu temel sistemi uygulanan yapıda, meydana gelecek farklı oturmanın ve özellikle Haliç'e doğru doğacak eğilmenin dengelenmesi için yapı, 17 cm. kadar düşeyden kaçırılmış olarak inşa edilmiştir. Yapı 5-6 cm. Haliç yönüne dönmüş olmasına rağmen oturma ve dönmelerden dolayı işletmeyi aksatan bir durum görülmemiştir.

Seka Sütlüce Depoları

Yapı sahası sondajlarından elde edilen bilgiye göre zemin profili tipik Haliç kesiti özelliklerini göstermektedir. Yapıdaki mütemadi sömellerden oluşan mevcut temel sistemi, sonradan ortaya çıkan oturma sorunları nedeniyle değiştirilmiştir. Depoların arka kısımlarının temelleri, alttaki sıkışabilir zemin derinliğinin az olması nedeniyle aynen bırakılmış, Haliç sahili tarafındaki ön kısımları ise tamamen sökülerek her kolon altına bir fore kazık inşa edilmiş ve depo bunların üzerine tekrar monte edilmiştir.

Avni Şasa Deposu

20 m. x 36 m. boyutlarında ve 4 katlı olan depo binası Haliç kıyısında depolama bölgesindedir. Ahşap yüzen kazıklar üzerine inşa edilen yapıda 17 m. kadar uzunluktaki ahşap kazıkların bir çoğu ekli olarak düzenlenmiştir. Doğacak oturmaların yapmayı fazla zorlamaması için sahile paralel bir derz ile ortadan ikiye ayrılmış olan binada

iki blok her katta mafsallı olarak birbirlerine bağlanmıştır.

Adil Tıglioğlu Kereste Deposu

Yapının zemin profili, üstte 4 m. kadar orta sıklıkta kumlu bir dolgu, bunun altında yumuşak/orta kıvamda Haliç kilinin devam ettiğini göstermiştir. 6x35 m. boyutlarındaki depo 3 katlıdır. Uygulanan temel sisteminde temel derinliği 1,50 m. kadar seçilmiş ve temel inşaatı süresince yeraltı suyu 1m. kadar indirilmiştir. Temel, kirişli radye jeneral olarak hesaplanmıştır.

Karaköy Ziraat Bankası Tevsi İnşaatı

12 m. x 18 m. boyutlarındaki büro binası 8 katlıdır. Yapı zemininde ana kaya tabakası olan killi şist 34 - 39 m. derinlikte bulunmaktadır. Yapının mevcut temel sistemi çok derin olmayan ilkel bir kazık temel sistemidir. Yapıda 60 cm. çaplı 39 m. uzunluğundaki fore kazıkların ana kayaya 2 m. kadar ankre edildiği derin temel sistemi uygulanmıştır. Bu uygulama sonrası üst yapıda herhangi bir hasar görülmemiştir.

4.3. Haliç Yöresi'nde Gözlenen Yapı Oturma ve Dönmelerine İlişkin Örnekler

Haliç'in alçak kısımları ve kıyı şeridi oldukça kalın bir dolgu tabakası ile kaplıdır. İçinde şehir çöpü ve moloz da bulunan bu kontrolsüz dolgu ve dolgunun altındaki kalın, yumuşak siltli kil tabakası önemli jeoteknik sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Haliç sahillerinde suni dolgular altında kalan silt ve killi tortu tabakaların birçok yerlerde hâlâ konsolidasyon safhasında oldukları görülmüştür. Konsolidasyon oturmalarına su altı şevlerindeki kriş hareketlerinin sebep olduğu düşey ve yatay hareketler de ilâve olunca suya doygun olan silt tabakaları kayma dirençlerini kaybetmektedir. Bu tabakanın oturması ve denize doğru ilerlemesi nedeniyle, bölgedeki binalarda hasarlar meydana gelmektedir. Bu binalarda yapılan sistematik oturma rasatlarının, oturmaların yıllarca devam ettiğini göstermesi, Haliç'teki yapı oturmalarının konsolidasyon oturması olduğunu kanıtlamaktadır.

Haliç'in kıyı kesimlerindeki yapılarda görülen konsolidasyon oturması, Kâğıthane ve Alibeyköy derelerinin getirdikleri sürüntü maddeler gibi dolgular ve Haliç kanalizasyonunun, sanayi artıklarının, çöplerin ve inşaat molozunun dökülmesi ile oluşan suni dolgular nedeniyledir. Bugün kıyıda çok içeride, karada yapılan sondajlarda deniz kabuklarına rastlanması, bir zamanlar oraların da deniz olduğunu kanıtlamaktadır. Bizans döneminde denizin hemen kıyısında olan Haliç surlarının bugün kıyıda içeride kalması da bu varsayımı desteklemektedir. Daha önceki çağlarda da Haliç'in dolmasının önüne geçebilmek için çeşitli uygulamalara gidilmiştir. Örneğin; Fatih Sultan Mehmet, erozyonu önlemek amacıyla Haliç yamaçlarını ağaçlandırıp buralarda hayvan otlatılmasını yasaklamıştır. Ancak 20. yy'ın başlarında buralarda tarımın yapılması ve yeni sanayi fabrikalarının kurulması, doğa örtüsünü yok ettiğinden eroz-

Haliç'te yapılan hemen hemen her binada benzer sorunlara rastlanmaktadır. Örneğin plânda kare bir yapı olan ve 1818 yılında yapılan Kapanî Hafız Ahmet Ağa Çeşmesi'nin köşelerinin farklı oturması 28-57 cm.'dir.⁸ (Şekil 4.5. ve Fotoğraf 4.1.)

Şekil 4.6-A'da 1961 yılında İstanbul Ticaret Odası tarafından Haliç Sahili'nde yaptırılmış olan temel ve zemin etüdlerine ait sonuçların özeti verilmiştir. Şekil 4.6-B ve C'de aynı bölgede 120 yıl önceki yapılmış iki binanın, zeminin denize doğru hareketi yüzünden birbirinden ayrılmış hali resmedilmektedir.⁹

Yeni Camii üzerinde yapılan incelemelerde zeminin farklı eğimler göstermesi bu yapının da az miktarda da olsa oturduğunu göstermektedir. Ancak bu oturma, yüzyıllardır yapının işlevinin kaybetmesine yol açmamıştır. (Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.)

Yeni Camii'nin ilerisindeki sahilde Yemiş Bölgesindeki yapılarda ise bu oturmanın etkileri çok şiddetli şekilde görülmüş, binalardaki oturma ve dönmeler yüzünden, işlevlerini kaybeden yapılar belediye tarafından yıktırılmıştır. Yıkımdan önceki H. Peynircioğlu'nun tesbitleri Şekil 4.9.-10.'da ve Fotoğraf 4.2-9.'da görülmektedir.¹⁰

Galata kıyılarındaki yapılarda oturma ve dönmeler şeklinde benzer sorunlara rastlanılmaktadır. Bu kısımda çok sayıda yapı, oturmalar yüzünden Haliç'e doğru yatmış ve birbirine yaslanmış. (Fotoğraf 4.10.-4.11.) Galata suru ile kıyı arasındaki tarihi çeşmede de oturmaların olduğu Şekil 4.11. ve Fotoğraf 4.12.'de açıkça görülmektedir.¹¹

Ayvansaray bölgesinde de bir kısım surlar ve kuleler oturmuş, düşeyden ayrılarak sapmıştır. Ayvansaray surlarında oturmaların etkili olduğu bölge Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.¹²

Şekil 4.13.'de bir un değirmeni ile silonun zemin oturmaları sonucu birbirlerine etkileri görülmektedir. Fotoğraflar 1961 yıllarında, Şark değirmenleri sahasında yapılan zemin etüdü sırasında çekilmiştir. Bu resimlerde silo ve değirmen binaları arasında bırakılmış 90 cm.'lik aralığın binanın yan yatması nedeniyle aldığı şekil açıkça gözükmektedir. Binadaki yatma ilerledikçe değirmen binasının saçağı kesilmek zorunda kalmıştır.¹³

Bugün de Haliç'teki yapılarda, zemin durumundan dolayı oturma, hareket etme ve hasarlar gözlenmektedir. Yörede onarımı veya yıkımı bekleyen bir çok bina vardır. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki birkaç binaya ait son fotoğraflar binalardaki oturmaları, açık bir şekilde göstermektedir (Fotoğraf 4.13.-24.) buradaki binalarda dönmeler ile düşeyden 9° ye varan ayrılmalar gözlenmiştir.

⁸ S.N. Nirven. "Unkapanı Meydanı Çeşmesi, (Kapanî Hafız Ahmet Ağa Çeşmesi)" *Arkitekt Dergisi*, 3 ('1981), s.33.

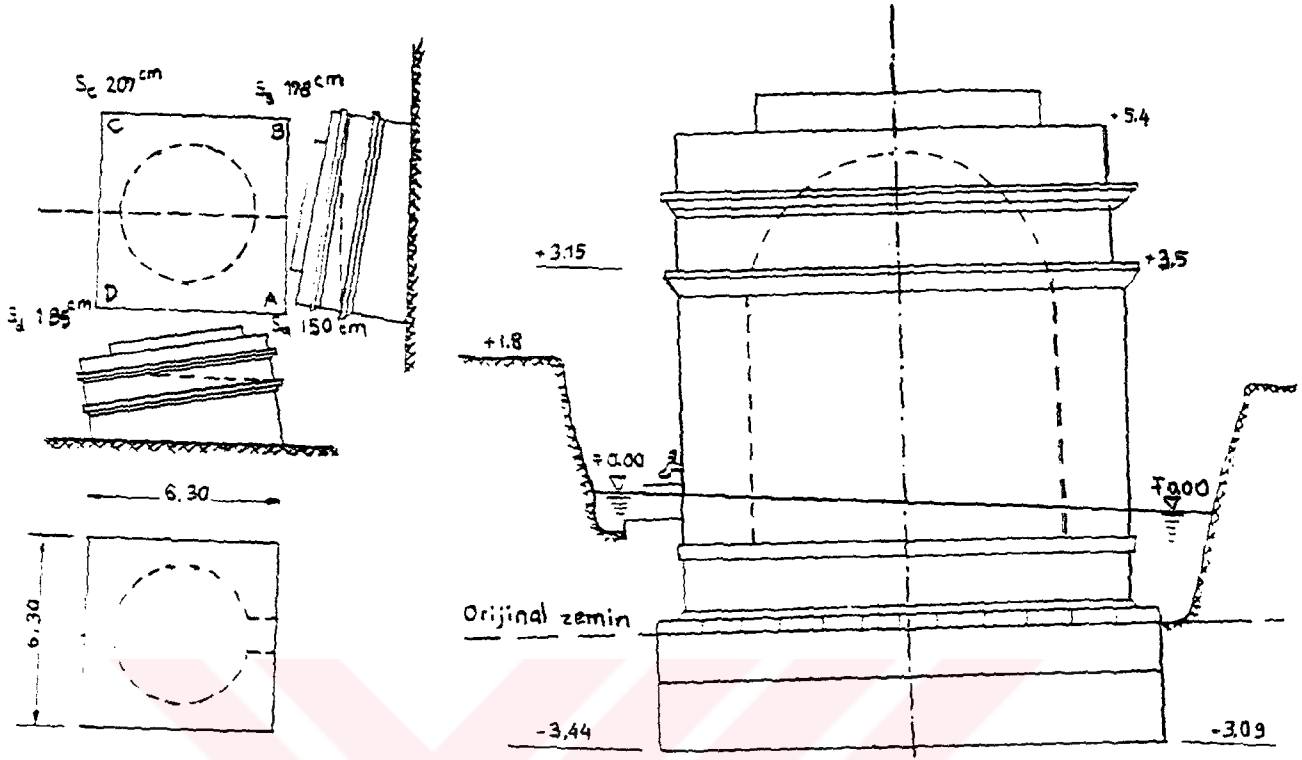
⁹ Hamdi Peynircioğlu, "Haliç Sahillerinin Stabilitesi," *Haliç Sempozyumu* (İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1975), s.396.

¹⁰ Toğrol. *Ön.ver.*, s.62.

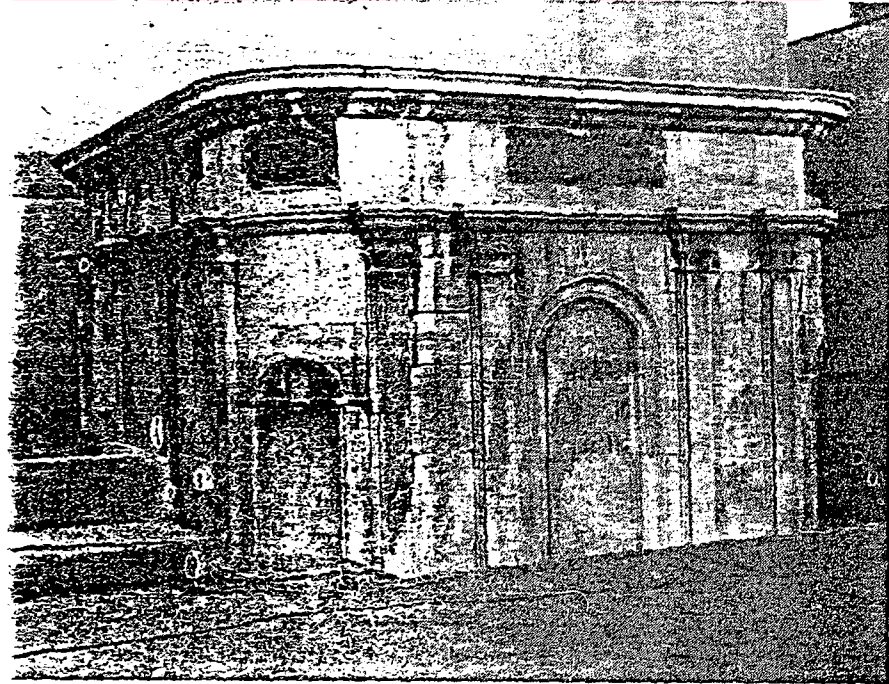
¹¹ Toğrol. *Ön.ver.*, s.79.

¹² F. Dirimtekin. *Fetihten Önce Haliç Surları* (İstanbul: İstanbul Enstitüsü Yayınları, 1956), s.40.

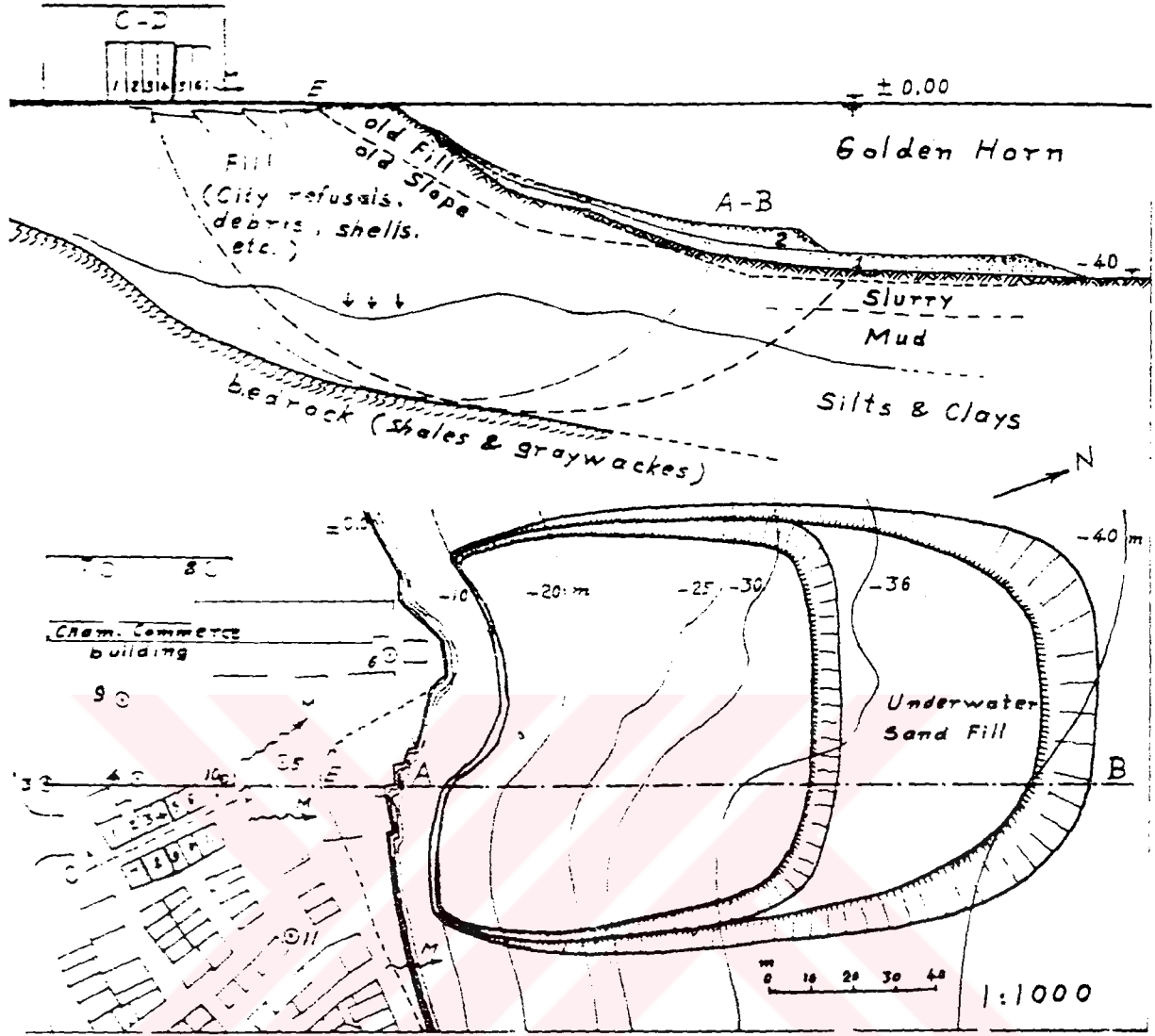
¹³ O. Baykal. "Haliç Kıyısındaki Yapı Hareketlerine İki Örnek," *Haliç Sempozyumu* (İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1975), s.90.



Şekil 4.5. Kapanî Hâfız Ahmet Ağa Çeşmesi Rölevesi (Peynircioğlu, H., 1961)



Fotoğraf 4.1. Kapanî Ahmet Ağa Çeşmesinin Yeni Gıda Sitesi Yanındaki Yeni Yeri



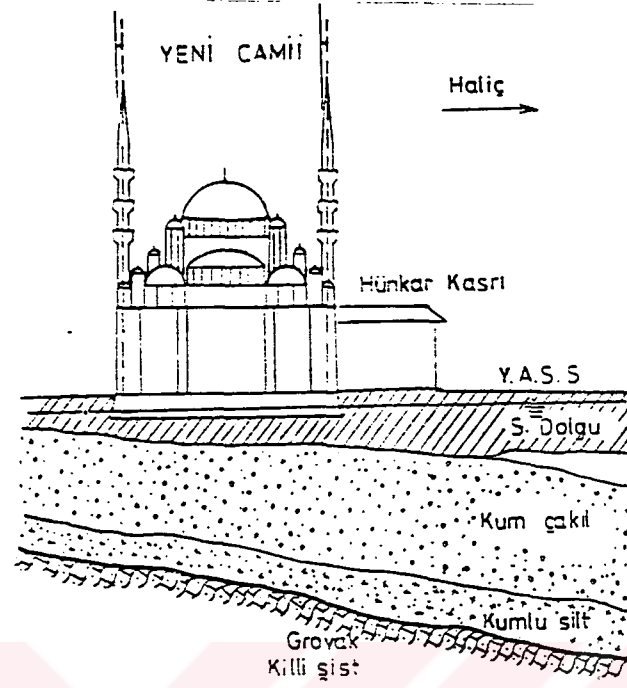
(A)



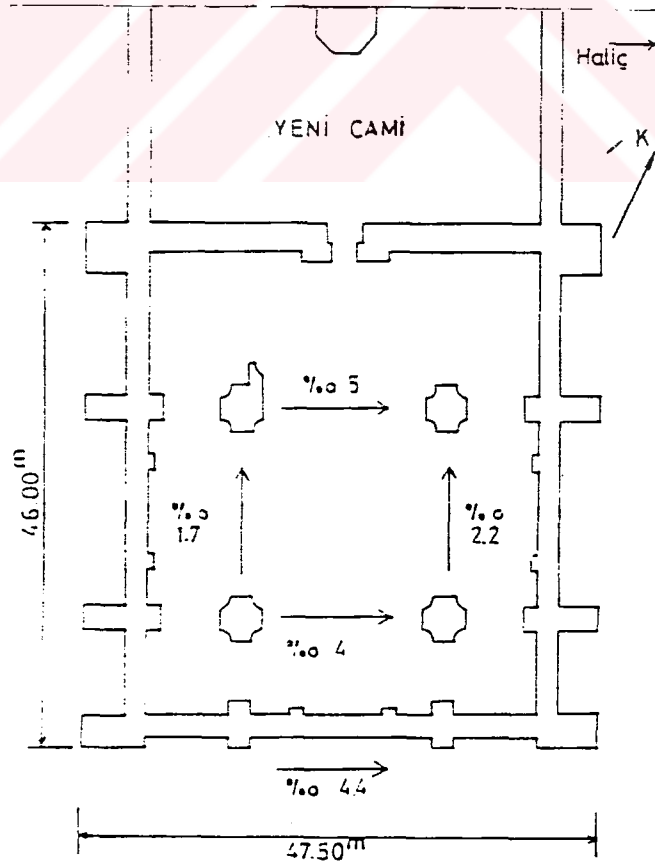
(C)

(B)

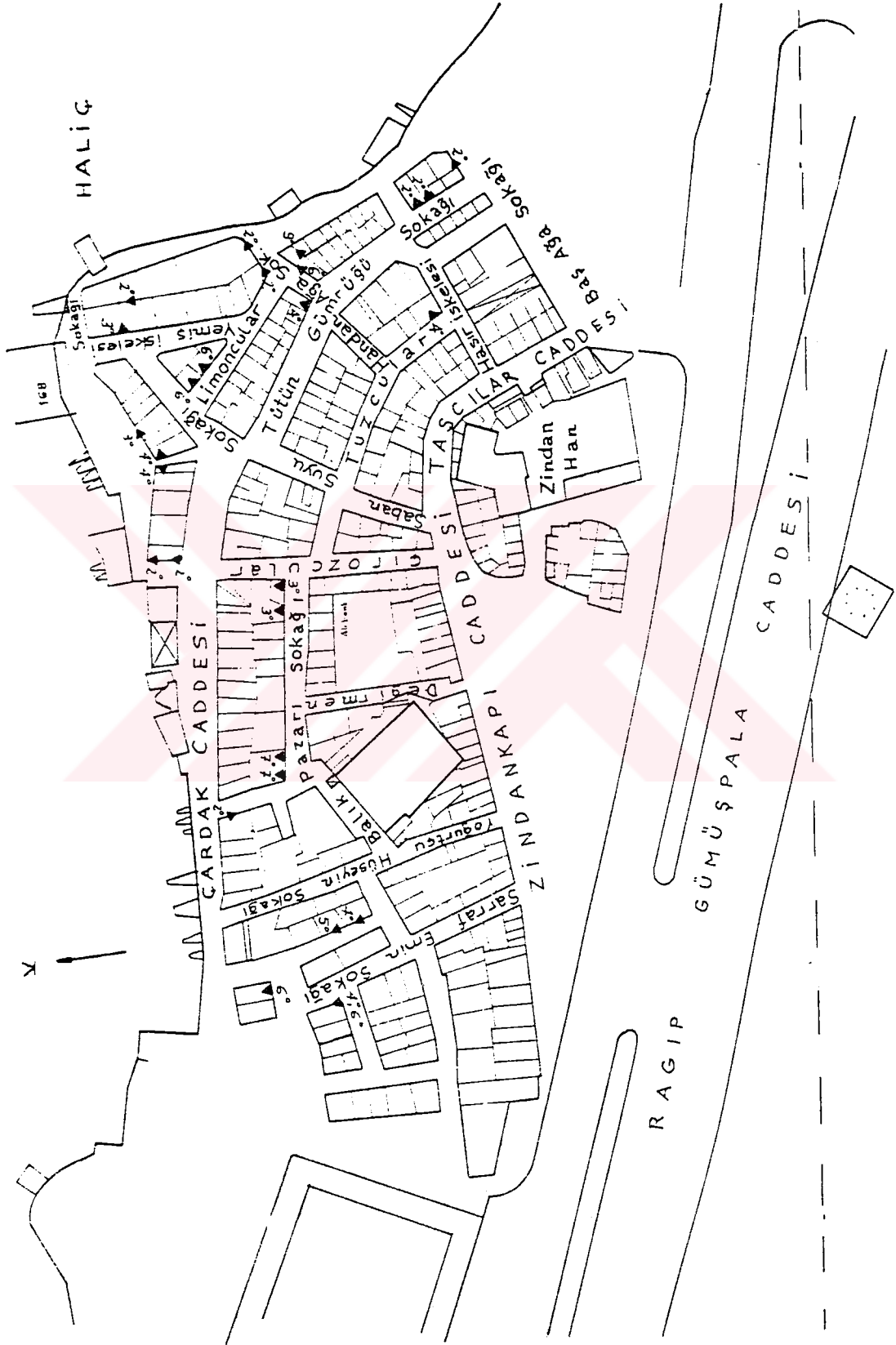
Şekil 4.6. I.T.O. Tarafından 1961'de Yapılan Zemin Etüdlerine Ait Sonuçlar



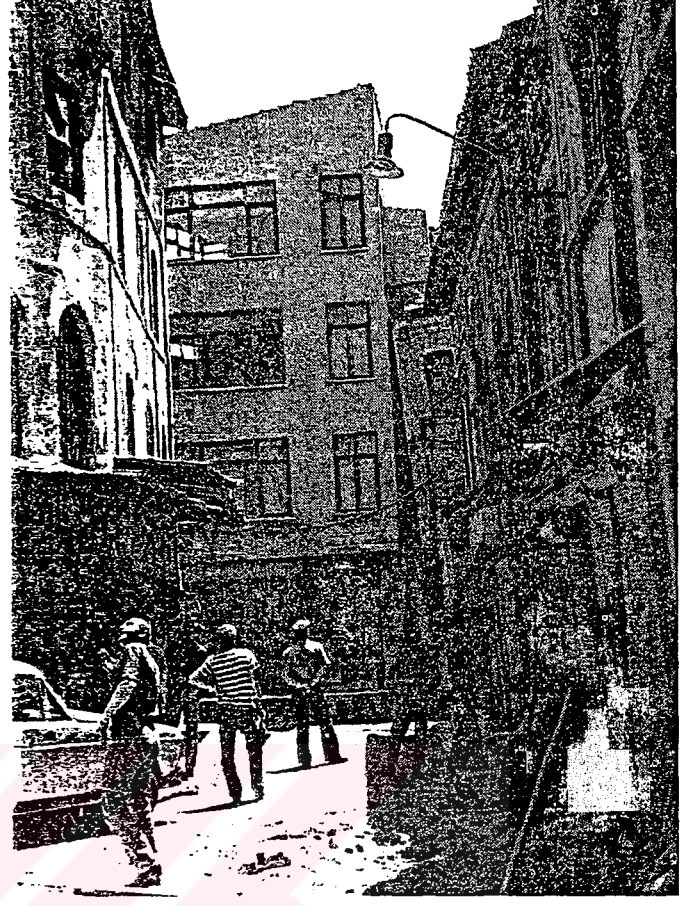
Şekil 4.7. Yeni Cami Civarında Arazi Profili



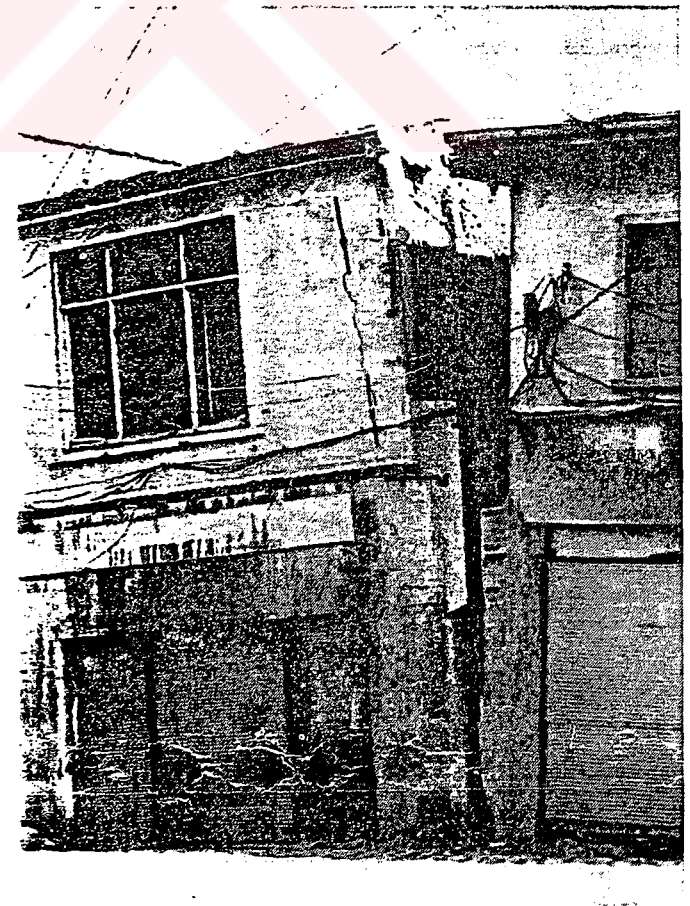
Şekil 4.8. Yeni Cami'nde Ölçülen Eğimler



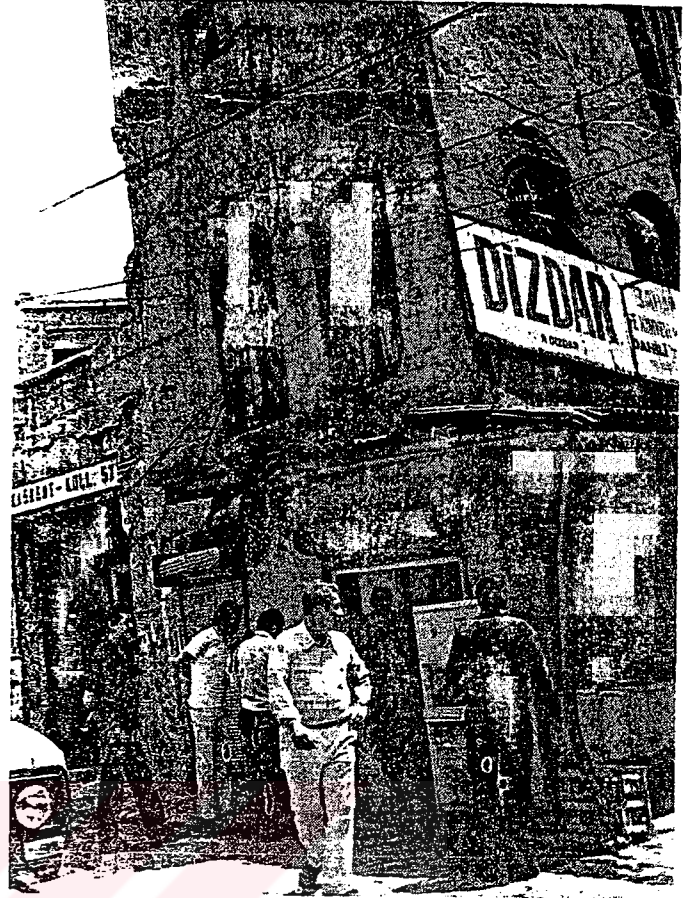
Şekil 4.10. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapıların Düşeyden Ayrılımları (1984)
(1984'de maksimum dönme 9° olarak ölçülmüş)



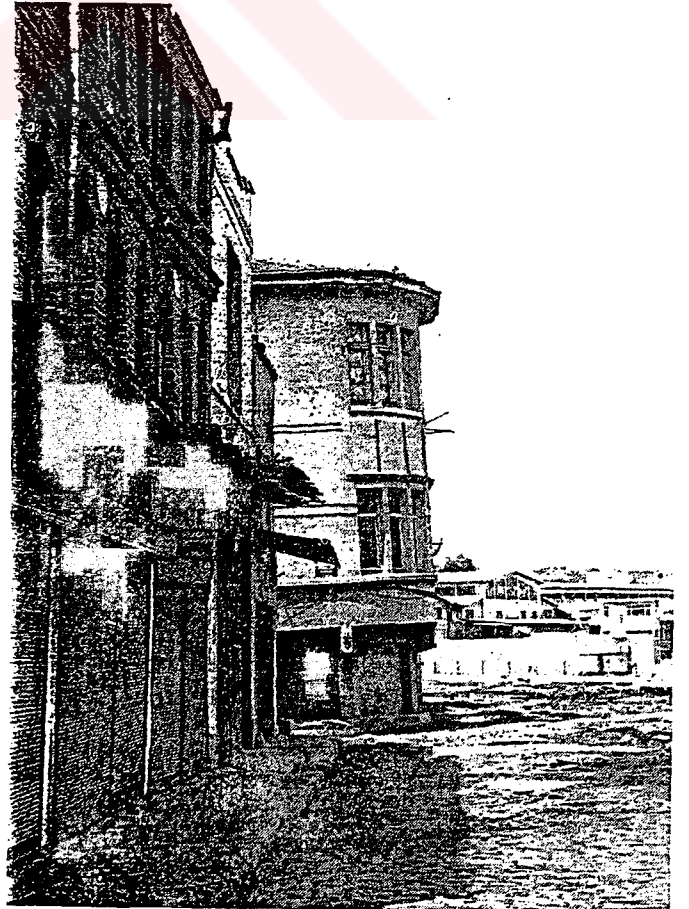
Fotoğraf 4.2.- Fotoğraf 4.3. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)



Fotoğraf 4.4.-Fotoğraf 4.5. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)



Fotoğraf 4.6.-Fotoğraf 4.7. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)



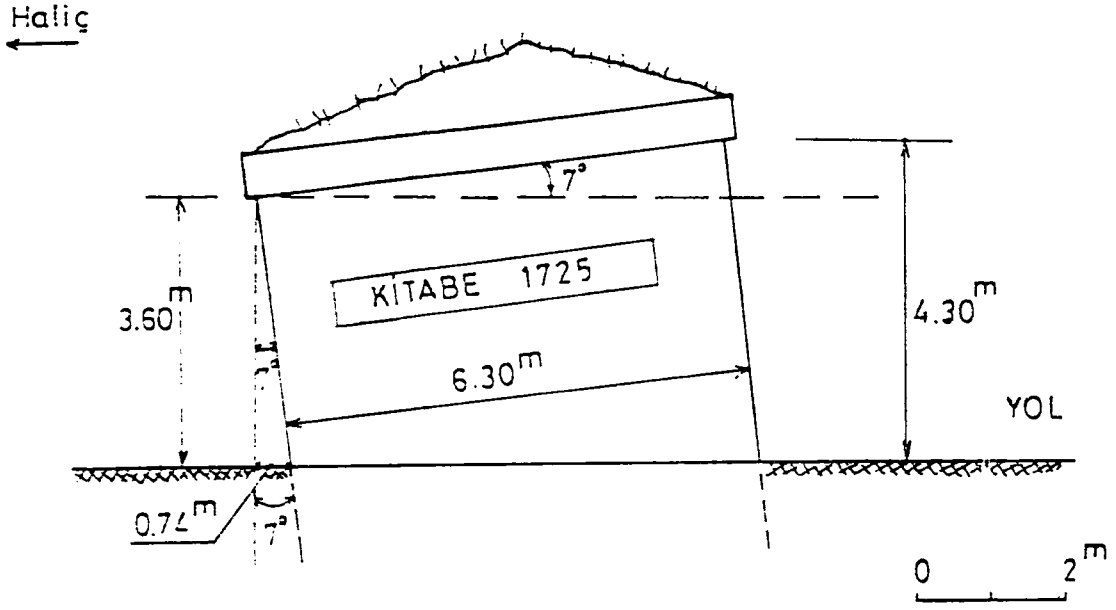
Fotoğraf 4.8.-Fotoğraf 4.9. Eski Yemiş Bölgesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1984)



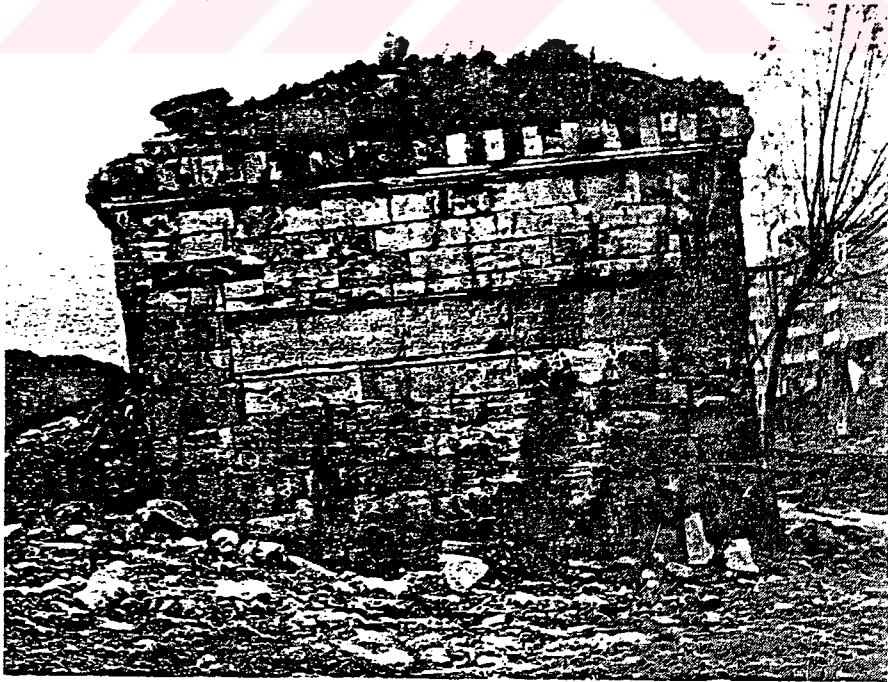
Fotoğraf 4.10. Galata Kıyıları'nda Haliç'e Doğru Yatmış Bir Bina (1984)



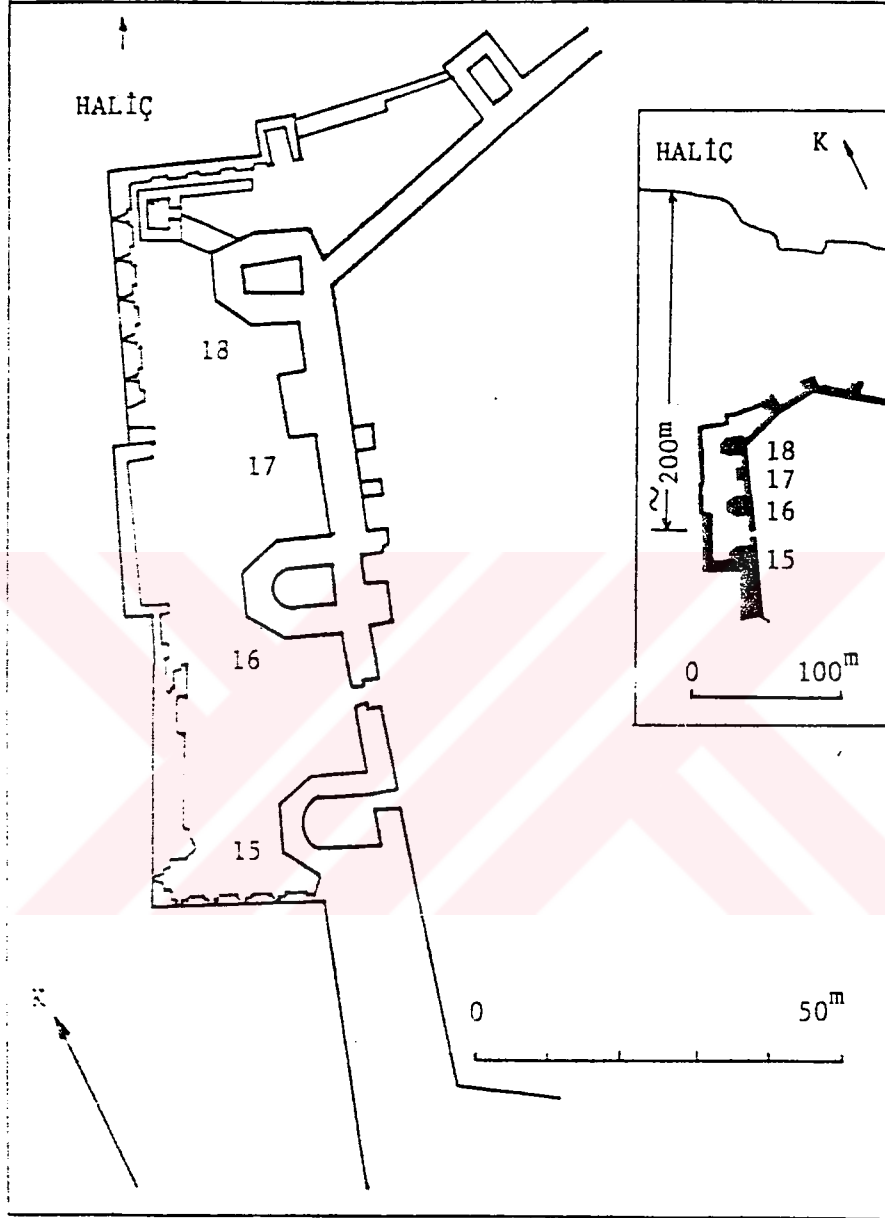
Fotoğraf 4.11. Galata Kıyıları'nda Birbirine Yaslanmış Binalar



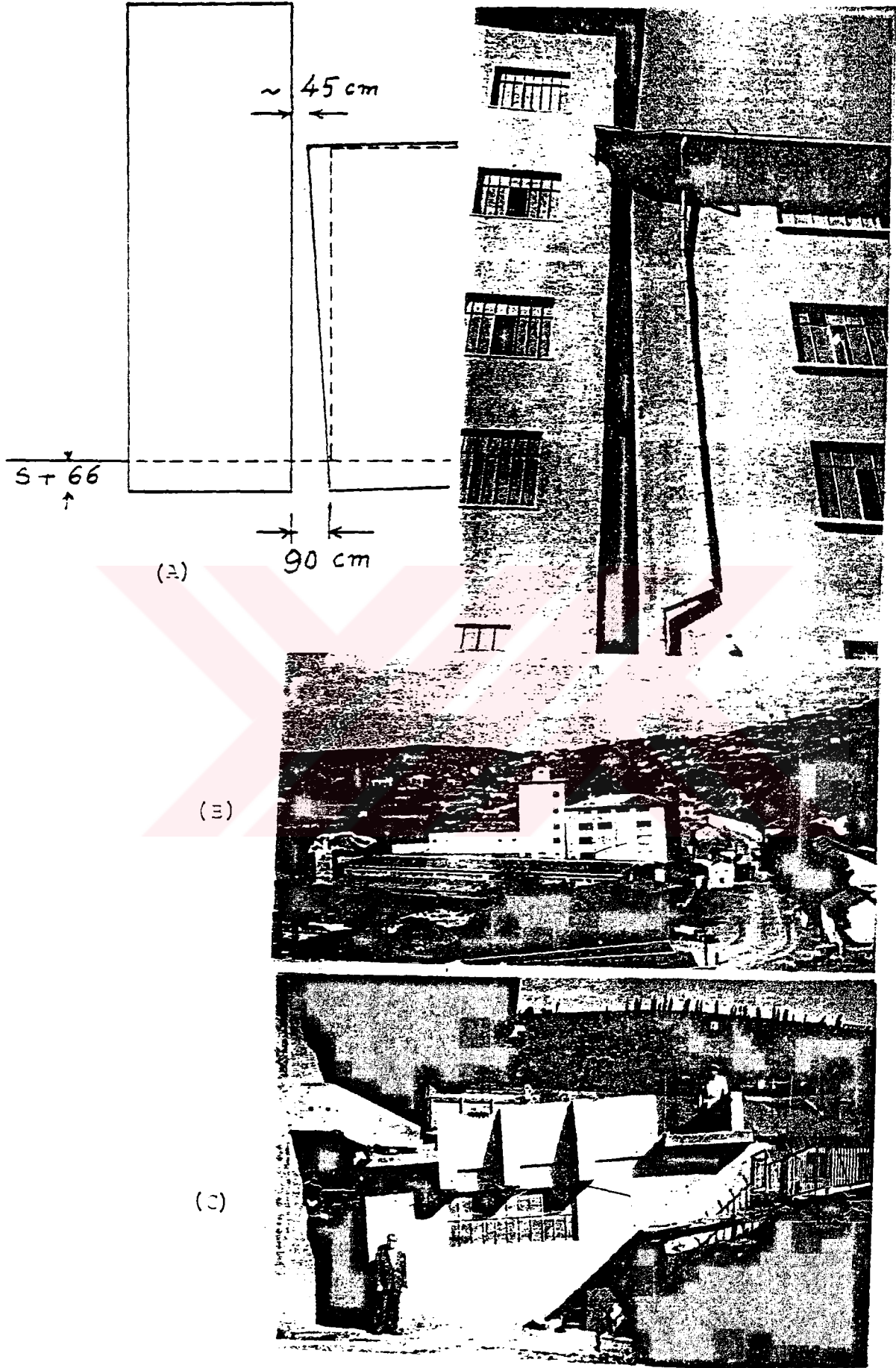
Şekil 4.11. Galata Suru ile Kıyı Arasında Bulunan Yan Yatmış Çeşme Krokisi (1984)



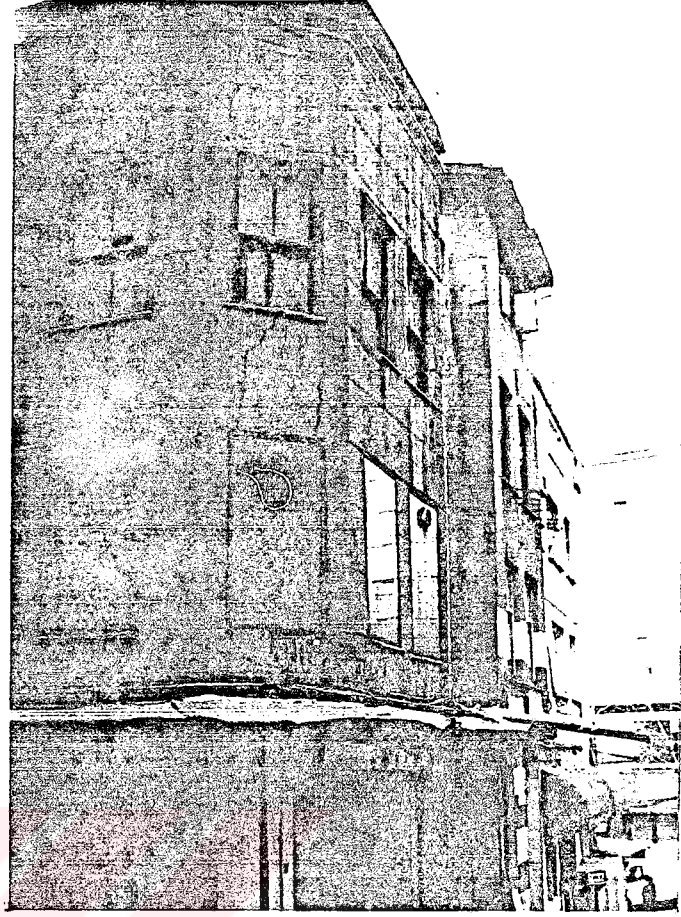
Fotoğraf 4.12. Galata Suru ile Kıyı Arasındaki Tarihi Çeşme (1984)



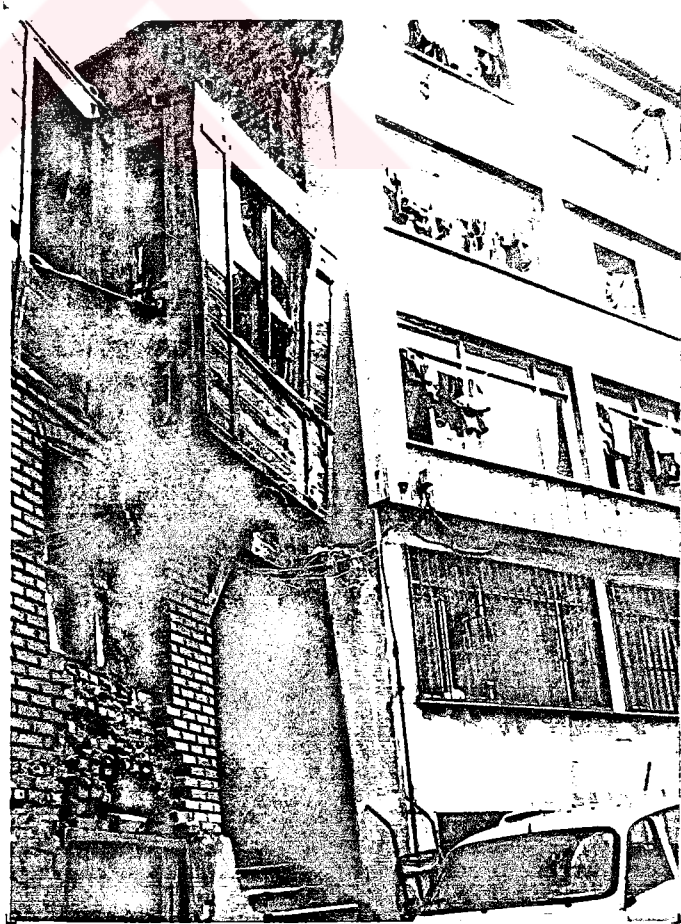
Şekil 4.12. Ayvansaray Surları'nda Oturmaların Etkili Olduğu Bölge



Şekil 4.13. Haliç'te Bir Silo Binası'nın Oturması (1961)



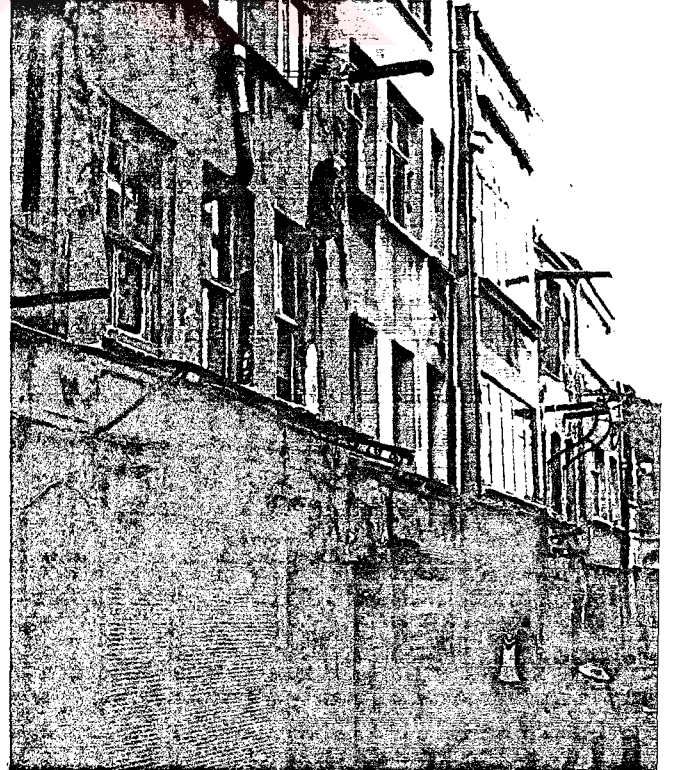
Fotoğraf 4.13.- Fotoğraf 4.14. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)



Fotoğraf 4.15.- Fotoğraf 4.16. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)



Fotoğraf 4.17. – Fotoğraf 4.18. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)



Fotoğraf 4.19. – Fotoğraf 4.20. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)



Fotoğraf 4.21. + Fotoğraf 4.22. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)



Fotoğraf 4.23. - Fotoğraf 4.24. Yavuz Sinan Mahallesi'ndeki Yapılarda Oturma ve Dönmeler (1996)

BÖLÜM 5

YAPI OTURMALARININ ÖNLENMESİ

İçinde şehir çöprü ve moloz bulunan kalın bir dolgu tabakası altındaki yumuşak silt ve kil tabakası. Haliç'te önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunların en önemlisi yapılarda görülen oturma ve dönmelerdir. Zamanla artan oturma ve dönmelerin kabul edilemez sınırlara ulaşmasıyla, Haliç'te bir çok yapı kullanılamaz hale gelmiştir.

"Bu bölgede özellikle tarihi ve anıt yapıların zemin hareketleri nedeniyle hasar görmemesi için özel önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin amacı, oynamış yapıların daha fazla hareketini engellemek olduğu kadar, bunları ilk durumlarına getirmek de olabilir. Bu gibi yapıların mühendislik açısından güvenliğinin sağlanması, genellikle masraflı takviye ve pekiştirme yöntemlerine ihtiyaç göstermektedir. En uygun ve ekonomik çözüm. iyileştirmenin amacına ve yerel zemin şartlarına bağlı olarak araştırılmalıdır."¹

Zemin etüdlerinin yapılması ve üst yapıda oluşan hasarların gözlenmesi yapı oturmalarının kontrol edilmesi açısından oldukça önemlidir. Çünkü oturan binalarda yapılacak önlemlerin şekli bu zemin etüdlere bağlıdır.

Yapı oturmalarının önlenmesi için büyük ölçekte de bir takım önlemler alınmalıdır. Sözelimi. bölgede yapılaşma sınırlandırılmalı, kat adeti de düşürülmelidir. Yörenin zemin haritasının tüm ayrıntılarıyla çıkarılması da öncelikle yapılması gereken işler arasındadır. Çeşitli ülkelerde, metropolitan alanlarda zeminlerle ilgili mühendislik bilgilerini içeren bu tip haritalar, mühendislerin ön incelemelerinde başvurdukları ilk kaynak olmaktadır. Temel taşıma gücü yönünden iyi olarak nitelendirilebilecek zemin derinlikleri gibi birçok jeoteknik ayrıntı. bu tip haritalarda kaydedilmektedir.

Haliç'in dolmasına yol açan etkenler de kontrol edilmeli, Haliç'e karadan toprak, moloz. çöp dökülmesi yasaklanmalı, kıyılara dolgu yapılarak yer kazanılmasına izin verilmemelidir Haliç'e dökülen ve sürüntü maddesi getiren her türlü kanal ve dere bir ön çökeltme işleminden sonra Haliç'e verilmelidir. Haliç'in kıyı şevlerinin stabilitesini iyileştirecek önlemler alınmalı ve Haliç tabanının stabilitesinin korunması amacıyla tabanda meydana gelen değişiklikler izlenmelidir. Ayrıca, Haliç ve çevresinde yeniden bir şehir planlamasına gidilecekse tüm İstanbul içinde yöre, şehir planında ayrı olarak ele alınmalıdır.

Bir bölgedeki binaların oturma ve dönmelerden ve olası bir deprem tehdidinden korunması için iki çeşit önlem alınabilir. Bunların biri yapı içi, diğeri yapı dışı önlemlerdir. Yapı içi önlemler; temel takviyesi yöntemleri, yapının, taşıma gücünün artırılması, çatlakların onarımı ve farklı yaştaki betonların kaynaştırılması olarak açıklanırken. yapı dışı önlemler, zeminin ıslahı ve yapının, yapı dışındaki bir kazık perde sisteme bağlanması olarak sınıflandırılmıştır. Henüz hasar görmemiş ancak

¹ Toğrol. Ön.ver.. s.102.

görme olasılığı yüksek olan, tarihi binalarda en iyi çözüm yapı kütleleri dışında önlemlerin alındığı, yapı dışı önlemlerdir. Çünkü bu tür önlemlerde yapının görsel ve sanatsal açıdan niteliğine dokunulmaz, yapının estetiği bozulmaz. Yapı dışı önlemlerin en önemlisi de zeminin iyileştirilmesidir. Ancak hasar nedeniyle yapı içinde önlem almak zorunlu hale gelmişse, bu önlemler yapının görsel ve sanatsal değerini etkileyebilir. Bu değerlerin yitirilmemesi için, yapının güçlendirilmesi sırasında orijinal yapı malzemesinin korunmasına büyük önem gösterilmeli, yapıyı iyileştirebilecek tüm yöntemlerin olumlu ve olumsuz yönleri bilinmelidir. İyileştirmede, "en az kötü"ün aranılması, tarihi binanın değerine daha az zarar vereceği için ve ilerki müdahalelerin önünü kapatmayacağı için, "en iyi ne olur"u aramaktan daha önemlidir. Bu tür uygulamalarda fiyat ve işlem kolaylığı o kadar önemli değildir.²

5.1. Yapı İçi Önlemler

5.1.1. Temel Takviyesi ve Yöntemleri

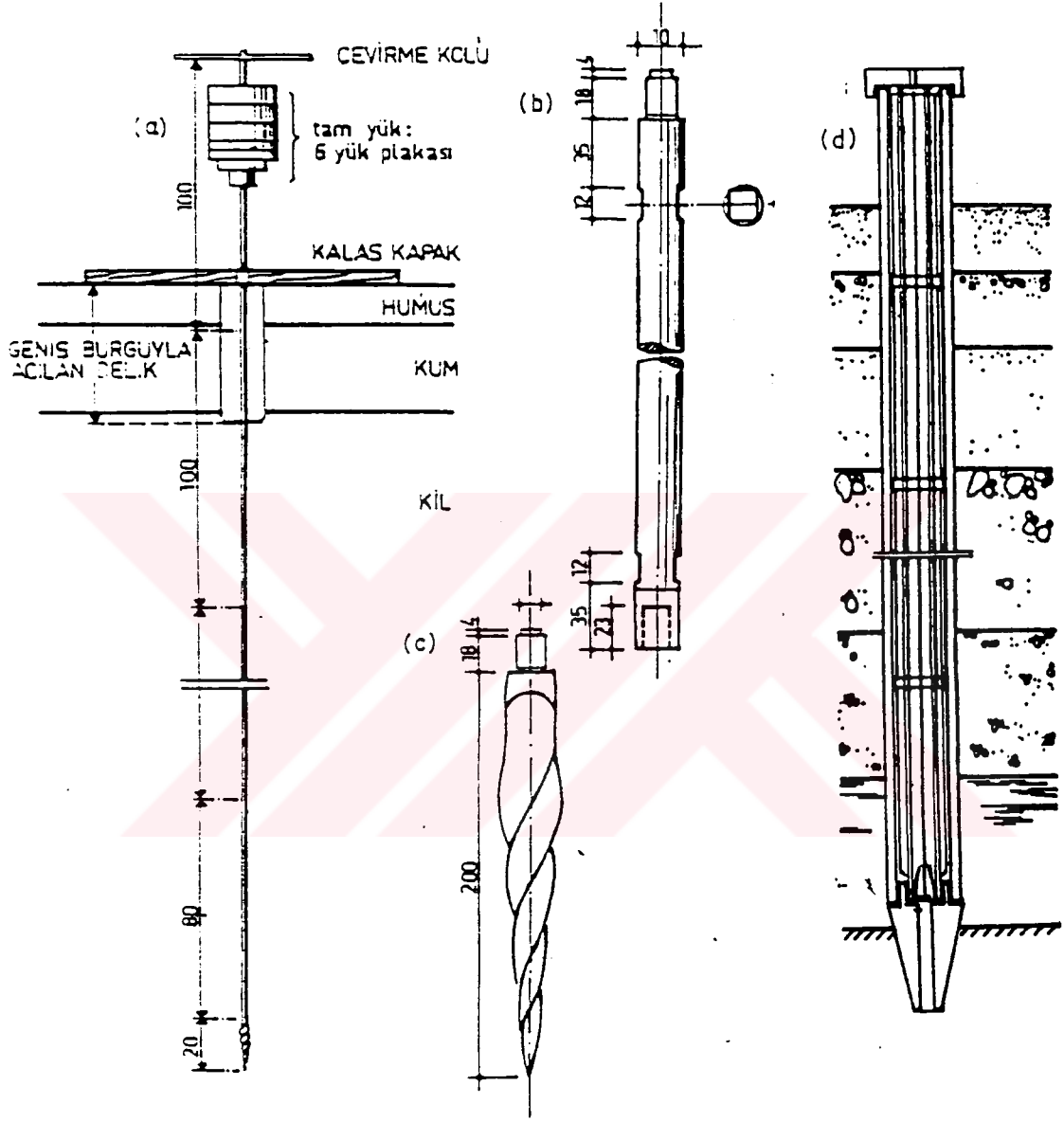
Temeller, çatılardan, döşemelerden ve duvarlardan gelen yükleri zemine aktaran bir bina ögesidir. Genellikle binanın altında duvarın genişletilmesiyle zemin tarafından taşınılan bir taşıyıcı olarak yapılırlar. Bir binanın sağlamlığında en büyük faktör binanın temellerinin yeterliliğidir. Ancak bazı binalarda işlev değişikliğinden kaynaklanan aşırı yüklenme sonucu binanın temel alanı yeterli kalmaz. Binanın temellerinin yeterliliği sağlanmadan yapıda restorasyon işlerinin yapılması uzun süreli bir çözüm olmayacağından gereksiz masrafa neden olacaktır.

Yapıların temel alanlarının yetersizliği nedeniyle oturması halinde mevcut temelin davranışlarını iyileştirmek ve yeni yükleri taşıyabilmesini sağlamak için bazı temel takviye yöntemlerinden yararlanılır. Koruma amacıyla da kullanılan temel takviye yöntemleri, komşu parselde yapılan kazılar veya yapının yakınından geçen boru, kanal, tünel vs. nedenlerle oluşan olumsuz etkilere karşı yapıyı emniyete almalı, makine veya trafik titreşimlerinin etkilerini azaltmalı, killi zeminlerde oluşan oturmaların önüne geçmelidir.

Hangi amaç için kullanılarsa kullanılsın temel takviyesi yönteminin türüne karar vermeden önce, sondajlar, deneme çukurları ve numuneler üzerinde yapılacak laboratuvar deneyleri ile dikkatli bir zemin incelemesi yapılmalıdır. Sondalama, yoklama çukurları açma, sondaj yapma, zemini sondaj kazığı ile yoklama, zemini fiziksel ölçmelerle inceleme, zemini fizyolojik olarak inceleme şeklinde sınıflandırılabilen zemin incelemelerinde, temel zemininin derinlere inildikçe ne biçimde değiştiği hakkında bilgi edinmek oldukça önemlidir. Bu zemin incelemelerinden sondalama ve zemini sondaj kazığı ile yoklama metodları zemin şekli ve tabakaları ile yeraltı suyu hakkında direkt bilgi verirken, zemini fiziksel ölçmelerle ve fizyolojik olarak in-

² Feilden. Ön.ver.. s.32.

celeme metodları, inceleme yapılan bölgede zeminin aynı özellikte olup olmadığını açıklığa kavuştururlar.³ Sondalama aletleri Şekil 5.1.'de gösterilmiştir.



- (a) Sondalama aleti
 (b) Uzatma çubukları
 (c) Sondalama Aleti
 (d) Burkhardt'ın Sondaj Kazığı

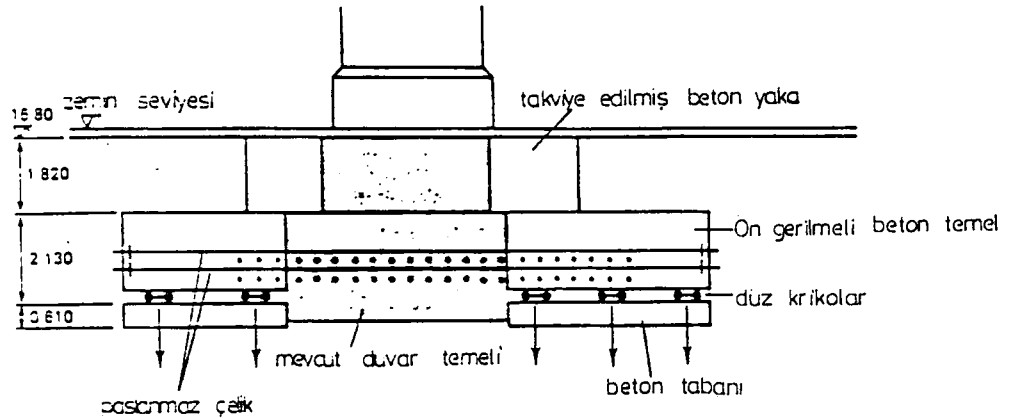
Şekil 5.1. Sondalama

³ Sidney Bosenak. *Zemin Mekaniği* (İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1969), s.2.

Zemin inceleme metodlarından elde edilen veriler ışığında gerçekleştirilen temel takviye yöntemlerini; geleneksel temel takviyesi yöntemleri, temel yüklerini daha derindeki taşıyıcı tabakalara aktaran yöntemler ve temel altındaki zeminin iyileştirilmesine dayalı yöntemler olarak üç sınıfta toplamak mümkündür.⁴ Oturmaların kaynağı zeminin çok derininde ise, geleneksel temel takviyesi yöntemleri veya temel yüklerini az derindeki taşıyıcı tabakaya aktaran yöntemler bir yarar sağlamaz. Bu gibi durumlarda temel altındaki zeminin iyileştirilmesine gidilmelidir. Çeşitli enjeksiyon yöntemleriyle gerçekleştirilebilen zeminin iyileştirilmesi, yapı dışı önlemler sınıfına girdiğinden "Zeminin İyileştirilmesi" adı altında ilerki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

5.1.1.1. Geleneksel Temel Takviyesi Yöntemleri

Temellerin münferit veya mütemadi olmasına göre çeşitli şekillerde uygulanan geleneksel temel takviyesi yöntemleri, temelin genişletilmesi ve/veya derinleştirilmesi yoluyla temel davranışlarının iyileştirilmesini amaçlamaktadır. Münferit temellerin takviyesinde ilk akla gelen yöntem, kazı yapılması ve mevcut temel altında bir beton kütle oluşturulmasıdır. Ancak bu yöntem, kazı derinliğinin fazla olması veya yeraltı suyunun meydana getirdiği sorunlar nedeniyle her zaman ekonomik olmayacağı gibi yapı yüklerinin çok büyük olması halinde yapılan ek bir beton kütle, zeminin taşıma gücünü zorlayacağından önemli oturmalara neden olabilir. Münferit temellerin takviyesinde uygulanan bir diğer temel takviye yöntemi ise temelin genişletilerek oturma yüzeyinin artırılmasıdır. Böylece temel basıncı geniş bir tabanla zemine dağıtılır. Bunun en güzel uygulaması İngiltere'de York Minster Merkez Kulesi temellerinde yapılmıştır. Var olan duvaraltı temellerin yanları yeni betonla doldurularak taban alanı genişletilmiş, bu betonların arasına da düz krikolar yerleştirilerek eski ve yeni yük eşitlenmeye çalışılmıştır.⁵ (Şekil 5.2.)



Şekil 5.2. Merkez Kule Temelleri, York Minster, İngiltere

⁴ Ergün Toğrol. "Temel Takviyesi Yöntemlerine Yeni Bir Bakış," *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi* (Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994), s.887.

⁵ Feilden. *Ön.ver.*, s.81.

Mütemadi temellerin takviyesinde ise, genellikle temelin altına anolar halinde kazılarak betonlanması yöntemi uygulanır. Temel altındaki desteksiz bırakılabilecek uzunluk, temel uzunluğunun dörtte birinden fazla olmamalıdır. Betonlama, mevcut temelin 5-10 cm altına gelene kadar sürdürülmeli, betonun prizi beklenmelidir. Daha sonra kuru harç ile tam temas sağlanır. Bazan aradaki boşlukların doldurulması için çimento enjeksiyonundan yararlanılır.

5.1.1.2. Temel Yüklerinin Daha Derindeki Taşıyıcı Tabakalara Aktarılması

Çakma kazıklar, itmeli kazıklar, mini kazıklar, "jet-grout" kolonları kullanılarak yapılan bu yöntemlerden amaç, temel yüklerinin zayıf zemine oturmasını sağlamaktır. Ayaklar ve kazıklar ile jet-grout olarak iki ana bölümde sınıflandırılabilen bu yöntemlerde taşıyıcı olabilecek sağlam tabakaya inene kadar ayakların veya kazıkların oluşturulmasına devam edilir.

Yapı yüklerini zeminin zayıf tabakalarından sağlam tabakalarına aktaran bu yöntem en iyi örnek yurdumuzda geliştirilen "kuyu yöntemi"dir. Kuyu yönteminde temel derinleştirilerek ayak haline dönüştürülür. "Bu yöntemi çok iyi geliştiren Sağlamer (1991), münferit sömeller üzerine oturan kooperatif binalarının hemen yanından geçirilecek yol için, 5-6 m derinliğinde yapılan kazı sonucunda yapı stabilitesinin bozulmasını önlemek için bina temellerinde yol seviyesinin altına inen kuyu ayaklarla başarılı bir temel takviyesi yapmıştır. Her sömel dört ano halinde takviye edilmiş, mevcut temel ile ayak arasındaki boşluk plaka sokularak sıkılanmıştır."⁶

5.1.1.2.1. Ayaklar ve Kazıklar

Temel takviyesinde yerinde dökme betonarme kazıklar, çelik çakma kazıklar ve itmeli kazıklardan başka son yıllarda çeşitli çapta kazık kullanılmaktadır. Yerinde dökme betonarme kazıklar yapım sırasında fazla sarsıntıya yol açmadıklarından temel takviyesi işlerinde yaygın olarak kullanılırlar. Yanal yüklerin fazla olması durumunda ise çelik çakma kazıklar kullanılır. İtmeli kazıkların, parçalar halinde bir kriko yardımıyla zemine itilerek sokulması uygulamada büyük kolaylık sağlamaktadır.

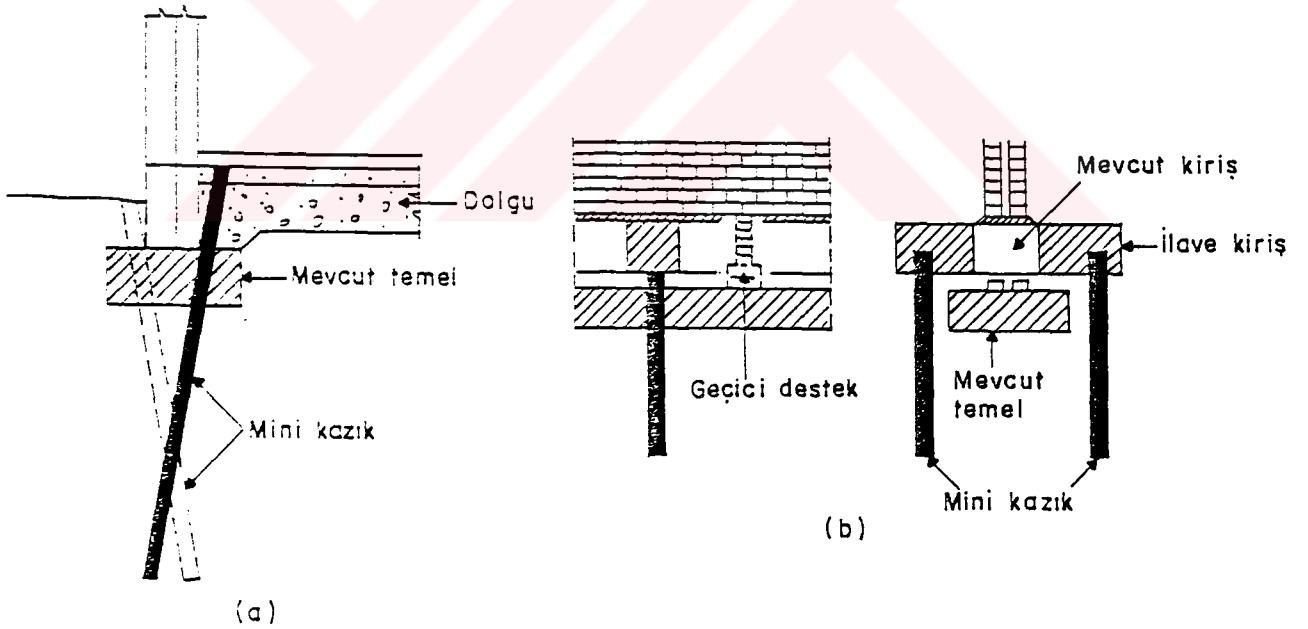
Yapım kolaylığı nedeniyle küçük çaplı, zemin delinerek ve enjeksiyonla doldurularak oluşturulan kazıklar günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çapı 300 mm. ile 600 mm. arasında olan kazıklara küçük çaplı kazık, çapı 300 mm. ile 75 mm. arasında olanlara mini kazık, çapı 75 mm.'den küçük olan kazıklara mikro kazık denilmektedir. Çakma kazıkların, itmeli kazıkların ve yerinde dökme betonarme kazıkların uygulanmasının zor olduğu zemin şartlarında mini ve mikro kazıklar kullanılır. Mini ve mikro kazıklar, ankraj yapmak için veya enjeksiyon için kullanılan basit araç - gereçlerle, konvansiyonel kazık makinalarının giremediği yerlerde kolayca

⁶ Ergün Toğrol. "Temel Takviyesi Yöntemlerine Yeni Bir Bakış," Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi (Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994), s.890.

imal edilebilmektedir. Ayrıca mini ve mikro kazıklar, daha büyük çaplı kazıkların temel dışında yapılmaları zorunluluğundan kaynaklanan sorunları da ortadan kaldırmaktadır. Killi zeminlerde çok kolay uygulanabilmesi de bu yöntemin bir diğer olumlu özelliğidir. Haliç Yöresi'nde sıkça rastlanan yüksek plastiteli yarı doymuş kilin üzerinde yapılan yapılar, su içeriklerindeki artma sonucu kabarma, su içeriğindeki azalmalar nedeniyle büzülme eğilimi gösteren zeminin hareketinden olumsuz etkilendikleri için, oluşacak hasarların onarımında bu yöntemin uygulanması çok uygun ve pratiktir. Şekil 5.3.'de böyle tamire ilişkin detaylar gösterilmektedir.⁷

"Alanya-Oba Köyü'nde 1986-1987 yıllarında çeşitli kalınlıklarda dolgu toprak üzerinde yapılmış 18 adet 5 katlı binada 1991 yılında 60-70 cm.'ye varan farklı oturmalar görülünce bu oturmaların sahada yer yer taşıma gücünün aşılmasından kaynaklandığı anlaşılmış. temelleri 12 cm. çaplı ve 8 mm. et kalınlığına sahip mini kazıklarla takviyesine karar verilmiştir. Aşırı derecede oturmuş olan iki blokta ise sadece binanın temelleri takviye edilmekle kalmamış, binanın bütün kolonları da krikolara alınarak aşırı oturan taraflarının 30 cm. kaldırılmasıyla bina düzeltilmiştir. Temel takviyesi yapıldıktan sonra yapılar 6 ay gözlenmiş, herhangi bir oturma ve deformasyon kaydedilmemiştir."⁸

Mini veya mikro kazıkların gevşek zeminlerde veya yeraltı su seviyesi altında uygulanmasının güç olması bu kazıkların olumsuz yönüdür. Taşıyıcı tabaka çok derindeyse veya ayak kazılmasında güçlüklerle karşılaşıyorsa, "jet-grout" kolonlarının kullanılması daha uygun olur.



Şekil 5.3. Hasarlı Temellerde Mini Kazık Uygulamaları

⁷ Orhan Erol. "Sığ Temeller," Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi (Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994), s.671.

⁸ Ergün Toğrol. "Temel Takviyesi Yöntemlerine Yeni Bir Bakış," Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi (Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994), s.895.

5.1.1.2.2. "Jet-Grout" Yöntemi

"Jet-grout" yöntemi, zeminin konsolide edilmesi, geçirimsiz hale getirilmesi veya temellerin takviyesi için kullanılan geleneksel yöntemlerin yetersiz kalması durumunda uygulanır. Yapı yüklerinin "jet-grout" kolonları ile sağlam tabakaya aktarılması şeklinde özetlenebilen "jet-grout" yöntemi ile zeminin iyileştirilmesi konusu ilk olarak 1970 yılında Japonya'da başlanılmış, ardından Amerika ve Avrupa'da teknolojisi gelişmiş ülkeler tarafından benimsenmiştir.

"Jet-grout" yöntemleri tek akışkanlı, iki akışkanlı, üç akışkanlı olarak sınıflandırılabilir. Tek akışkanlı yöntem ile oluşturulan kolonların çapı, diğer yöntemlerle oluşturulardan daha küçüktür. Bununla birlikte, tek akışkanlı yöntemle oluşturulan kolonların çapları, killi zeminlerde 40-80 cm., ayırık daneli zeminlerde 50-120 cm. olmaktadır. (Şekil 5.4.) İki akışkanlı yöntemde çimento harcı, bir hava jeti kılıfı içinde püskürtülmektedir. Zemini kesen yüksek hızlı bu çimento harcı, kolon çaplarını iki katına çıkarabilmektedir. Üç akışkanlı "jet-grout" yöntemi ile en büyük çaplı kolonlar elde edilir. Bu yöntemde, zemin yerine enjeksiyon harcı konur. Tipik kolon çapları, killi zeminlerde 50-150 cm., kumlu zeminlerde 50-300 cm. olabilmektedir.⁹

"Tek, çift veya üç akışkanlı jet-grout yöntemlerinin tümünde, delme aşaması ve püskürtme aşaması olarak, iki aşama vardır. Delme aşamasında, "jet-grout" uygulanacak derinliğe kadar delme borusunun indirilmesi sağlanır. Bunun için borunun bitiminde kesici bir uç veya boru eksenine dik bir veya daha fazla ağızlığa (nozzle) sahip özel püskürtme valfi vardır. Püskürtme aşamasında, boru yukarı çekilirken çimento harcı yüksek hızla püskürtülür. Püskürtmenin etkisini arttırmak için boru bir yandan yukarı çekilirken bir yandan da döndürülür. Böylece zemin içinde silindirik bir çimentolu-zemin kütleşi elde olunur."¹⁰

Günümüzde elverişsiz koşullara uygun aletlerin yapılmasıyla yöntem halâ geliştirilmektedir. Bu gelişmeler, kullanılan araçların güvenilirliğini büyük ölçüde arttırmış, yapımda insan gücü gereksinimini azaltmış, "jet-grout" imalinde gerekli yan çalışma ve hazırlıkların daha çabuk yapılabilmesini sağlamıştır.¹¹ "Jet-grout" yönteminin üstünlükleri ise şöyle özetlenebilir:

- (1) Çevre kirliliğine yol açmadan zeminlerin stabilize edilmesinde yararlıdır.
- (2) Temel takviyesi sırasında, yapının deformasyonu çok az olur veya hiç olmaz.
- (3) Nisbeten ufak çaplı bir delikten başlanarak geniş kolonlar imal edilebilir.
- (4) Yüksek riskli inşaatlarda can güvenliği sağlanır.
- (5) "Jet-grout" kolonları, istenilen bir derinlikten başlayarak istenilen bir derinliğe kadar imal edilebilir. Bu yüzden, taban kabarmasının önlenmesi veya tünel yapımında geçirimsizliğin sağlanması gibi problemlerin ekonomik çözümüne elverişlidir.

⁹ Ergün Toğrol, "Temel Takviyesi Yöntemlerine Yeni Bir Bakış," **Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi** (Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994), s.896.

¹⁰ Aynı, s.198.

¹¹ Aynı, s.199.

(6) Arazi şartlarına bağlı olarak inşaat süresini %30-%60 kısaltır.¹²

Bu üstünlükleri ile birlikte "jet-grout" yönteminin uygulanmasında bazı güçlüklerle de karşılaşılması olasıdır. En önemli güçlük, zemin koşulları nedeniyle geometri ve mukavemette ortaya çıkan değişkenliktir. Yük taşıyan kolonların çapının mümkün olduğu kadar aynı olması istenir. Bu yüzden iyileştirmeye daha az cevap veren tabakalar geçilirken dikkatli olunmalıdır. Jet-grout kolonları özellikle üniform zeminler için çok uygundur. Bütün uygulamalarda, çap ve mukavemette meydana gelebilecek değişiklikler göz önünde tutulmalıdır. Mukavemetin öncelikle söz konusu olduğu durumlarda ise çimento miktarı artırılmalıdır. "Jet-grout" kolonlarının kaliteli imal edilebilmesi için, püskürtme deliği (nozzle) boyutu ve şekline, uygulanan basınca, enjeksiyon harcının niteliğine, borunun dönme ve çekilme hızına dikkat edilmelidir.

"Jet-grout" yöntemi, temel takviyesinden başka, sığ kazılarda şevlerin tutulmasında, kazı tabanından su gelmesinin önlenmesinde, tünel zemininin ve şev stabilitesinin iyileştirilmesinde, binalara ilave temel yapımında uygulanabilir. Kısa zamanda çok yaygın bir uygulama alanı bulan "jet-grout" yöntemi, özellikle yeraltı su seviyesi altında yapılan derin temel çukurlarının geçirimsizliğinin sağlanmasında oldukça faydalıdır.

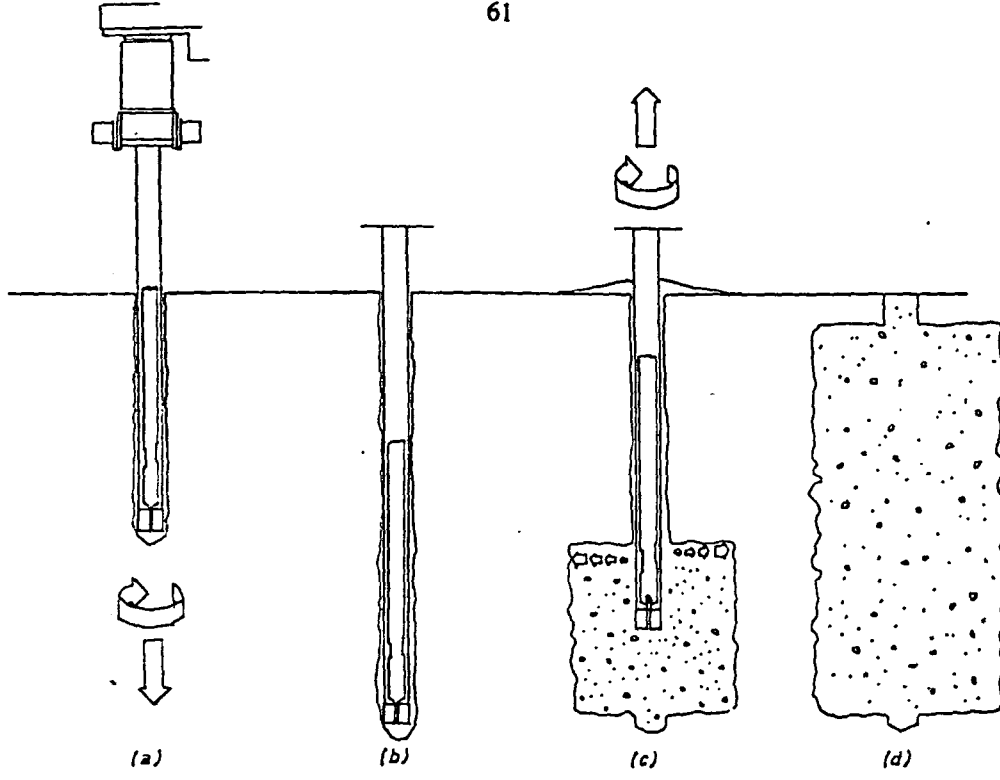
Bu yöntemle tamiri yapılan Küçüküsu Kasrı ve Hoca Ahmet Yesevi Türbesi'nden çok olumlu sonuçlar alınmıştır. Bunlardan Küçüküsu Kasrı, Boğaziçi'nin Anadolu yakasında, Küçüküsu Çayırı'nın deniz tarafındadır. Boğaz'ın dar bir yerinde bulunan, zengin süslemeleri ve doğaya uyumu ile dikkati çeken bu kasır, zemin oturmaları nedeniyle bir çok deformasyona uğramıştır. (Fotoğraf 5.1) Şimdiye kadar yapılan incelemelerden binanın bir yandan denize doğru yatarken bir yandan da oturduğu anlaşılmaktadır. Kasrın çeşitli öğelerinin bugünkü durumlarına bakılarak bugüne kadar 0.50-0.60 m. seviyesinde bir toplam oturma meydana gelmiş olduğu tahmin olunabilir. Kasrın temellerini oluşturan ahşap ızgara ve bu ızgara altındaki ahşap kazıklar bir radye gibi davranmış, bu çapta oturmalar karşısında yapının daha fazla hasar görmesini önlemiştir.

Ancak oturma ve deformasyonların hızlanması ve üst yapıda çatlak, ayrılma ve bahçede gözle görünür hareketlerin meydana gelmesi, temel takviyesini gündeme getirmiştir. Takviye, yapı yüklerinin "jet-grout" kolonları ile kaya tabakasına aktarılması ilkesine göre yapılmıştır. Kolonların boyları, Kuzey cephesinde 23 m.ye ulaşırken kaya derinliğine bağlı olarak Güney cephesinde 15 m. seviyesinde kalmıştır. "Jet-grout" kolonlarının yapımına başlanılmadan deneme kolonları yapılmıştır. Yapımda esas olarak tek akışkanlı yöntem uygulanmıştır. "Jet-grout" kolonlarının içine dış çapı 89 mm., et kalınlığı 9 mm olan ucu açık çelik boru yerleştirilmiştir. Temellerin her iki yanında "jet-grout" kolonları oluşturulduktan sonra bina temelleri yer yer açılarak her iki yana 0.60 m. x 0.65 m. kesinde betonarme yanak kirişleri dökülmüştür. (Şekil 5.5.) Bu kirişler, duvar içine 0.20 m. kadar sokulmuş, ayrıca oyuklar açılarak yanak kirişler birbirlerine bağlanmıştır. (Şekil 5.6.)

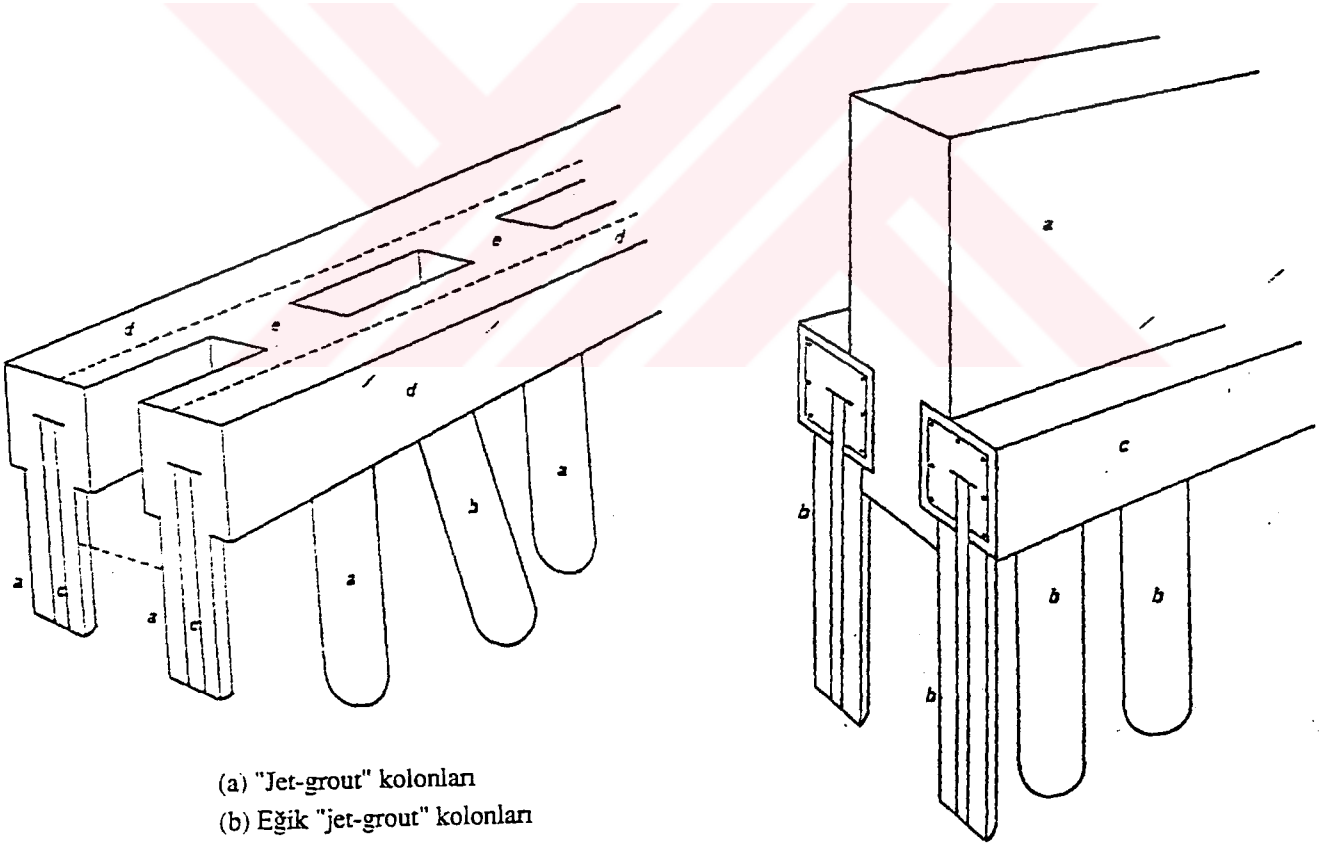
¹² Aynı, s.901.



Fotoğraf 5.1. Küçükşirazi Kiosku

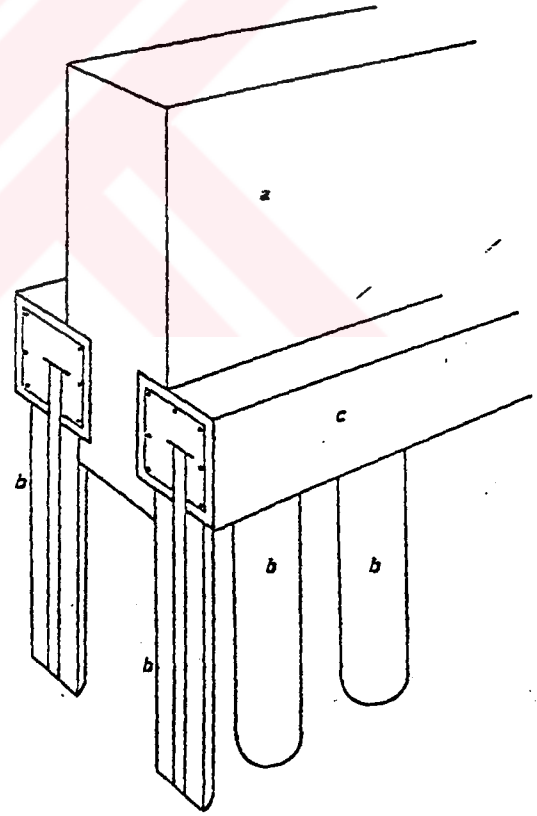


Şekil 5.4. "Jet-grout" Kolonu İmalı



- (a) "Jet-grout" kolonları
- (b) Eğik "jet-grout" kolonları
- (c) Donatı
- (d) Yanak kirişleri
- (e) Enine kirişler

Şekil 5.5. Küçükse Kasrı'nda "Jet-Grout" Uygulamaları



- (a) Kasrın mevcut bodrum duvarları
- (b) "Jet-grout" kolonları
- (c) Yanak kirişleri

Şekil 5.6. Küçükse Kasrı'nda "Jet-Grout" Uygulamaları

Yanak kirişleri içine giren "jet-grout" kolonları, yanak kirişlerinin omuzladığı duvar yüklerini kaya tabakasına aktarmaktadır. Temel takviyesi sırasında yapıda ilave gerilme deformasyonlar ortaya çıkmaması için kazı ve imalat anolar halinde ve dengeli bir biçimde gerçekleştirilmiştir.¹³

Küçüksu Kasrı'ndakine benzer bir uygulama da Kazakistan'ın Türkistan kentinde bulunan Hoca Ahmet Yesevi Türbesi'nin temellerinin takviyesinde yapılmıştır. Türbe 14. yy.'da inşa edilmiş, yüksekliği 30 m.'yi geçen, tuğla bir yapıdır. Çeşitli zamanlarda hasara uğramış, onarım görmüştür. Yapı temelleri ince kum ve silt olarak nitelendirilebilen bir lös oluşumuna oturmaktadır. Kalınlığı 5-7 m. olan bu tabakanın altında sıkı bir çakıl tabakası vardır. Yeraltı su seviyesi zeminden 7-10 m. aşağıda olmasına rağmen zaman zaman zemin yüzüne kadar yükselmektedir. Yapı ile ilgili, 1870'den beri alınan oturma kayıtları oturmaların 0.70 m seviyesinde olduğunu göstermektedir. Orta Asya'da büyük önem verilen bu görkemli yapının düzenli bir temeli yoktur. Çeşitli zamanlarda yapılmış, onarım ve temel takviyeleri ise durumu bir hayli karmaşık hale getirmiştir. En son temel takviyesi, çakıl tabakasına giren "jet-grout" kolonları ile 1994 yılında yapılmıştır. Temeller yanak kirişleri ile omuzlanmış, betonarme yanak kirişleri de yer yer duvarın içinde geçirilen raylarla birbirine bağlanmıştır. (Şekil 5.7.) Kalın duvarların bulunduğu kısım yanlarında çeşitli açılarda "jet-grout" kolonları oluşturularak temel altı zemini iyileştirilmiştir.¹⁴ (Şekil 5.8.)

5.1.2. Yapının Taşıma Gücünün Artırılması

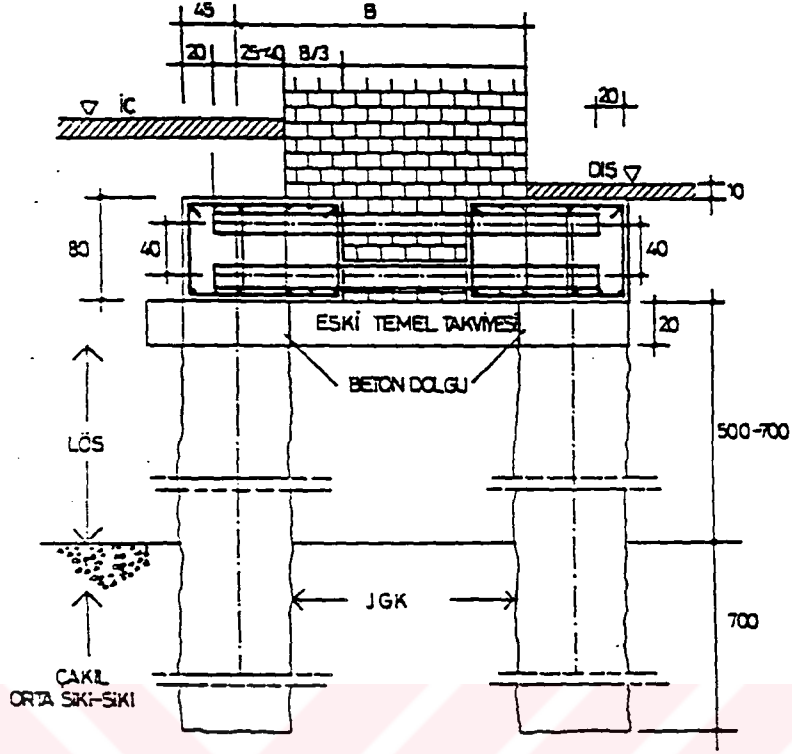
Yeraltı suları, deprem etkisi gibi çeşitli nedenlerle hasar gören yapının taşıma gücü azalır. Taşıma gücünü hasardan önceki seviyesine getirmek için uygulanan iyileştirme yöntemlerinin amacı, binanın mukavemetini artırmaktır. Hasarın cinsine ve çeşidine göre yapıyı iyileştirme önlemleri de değişir. Genelde, çatlamlar şeklinde kendini gösteren ilk hasarlar zamanla ciddi boyutlara ulaşır ve yapının taşıma gücünü azaltır.

Deprem sonrası yapının yatay taşıma kuvvetinin azalması dolayısıyla düşey taşıma kuvveti de azalır. Böyle bir durumda, düşey yük taşıma gücü yapının askıya alınarak enkesitlerin mantolanması ile, yatay yük taşıma gücü ise yapıya yanal yükü alacak perdelerin eklenmesi ile sağlanabilir. Yapıların taşıma gücünü artırmak için; yapı ağırlığı azaltılmalı, yapının dinamik özellikleri iyileştirilmeli, yapının burulma etkisi azaltılmalı, çatlaklar onarılmalı ve taşıyıcı elemanların kesitleri büyütülmelidir.¹⁵

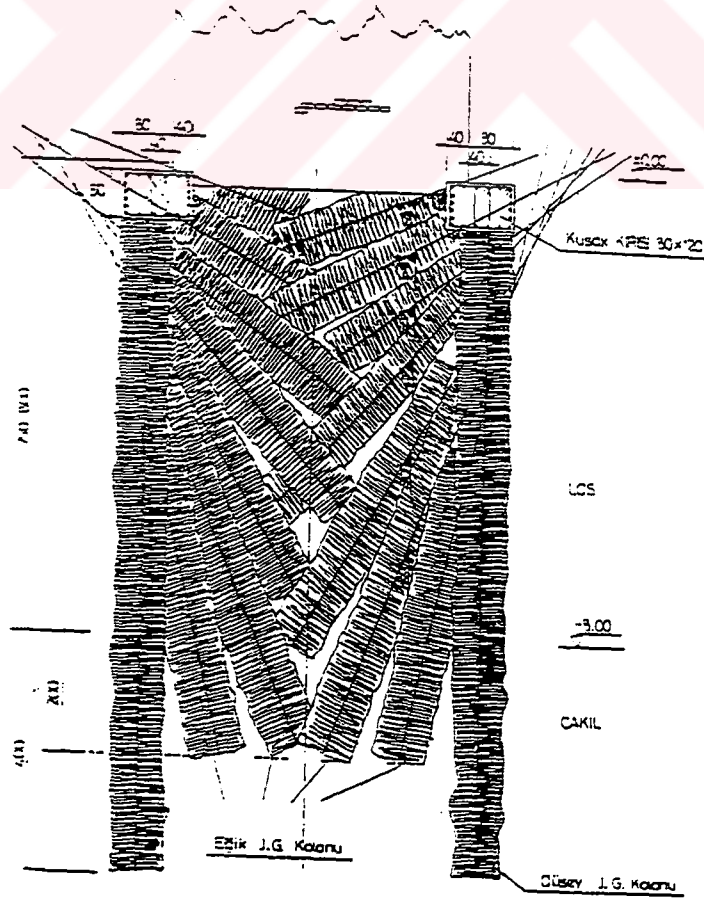
¹³ Aynı, s.908.

¹⁴ Aynı, s.913.

¹⁵ Nafiz Çamlıbel, "Yapılarda Taşıma Gücünün İyileştirilmesi," (Yayınlanmamış Ders Notu, Y.T.Ü. 1995) s.-48.



Şekil 5.7. Hoca Ahmet Yesevi Türbesi Temel Takviyesi



Şekil 5.8. Hoca Ahmet Yesevi Türbesi Temel İyileştirmesi

5.1.2.1. Yapı Ağırlığının Azaltılması

Aşırı yükleme sonucu oluşan çatlakların ilerlemesi, bu aşırı yüklerin azaltılmasıyla önlenabilir. Zaten Haliç Bölgesi, hem dolgu zeminlere iyi bir örnek olduğundan oturma ve dönmelerin etkisinde, hem de I. Derece deprem bölgesi olduğundan deprem tehlikesi altındadır. Yapı yüklerinin azaltılmasıyla deprem yüklerinin azalması sağlanırken, binaların aşırı yüklenmesinden doğan oturmaların da önüne geçilebilir. Yapı yükünün azaltılması;

- Tuğla bölme duvar yerine daha hafif bölme panolar kullanmakla
- Yapının bir veya birkaç katını yıkmakla
- Ağır kaplama ve yalıtım malzemeleri yerine hafiflerini kullanmakla sağlanabilir.

5.1.2.2. Yapı Düktilitesinin Artırılması

Yapı düktilitesi veya sünekliği, yapının enerji yutma kapasitesi olarak tanımlanabilir. Betonarme karkas binalarda oturmalar kabul edilebilir değerlerin üzerine çıktığında kolon ve kirişlerin birleşim noktaları çatlayarak mafsala dönüşür ve enerji yutarlar. Mafsallaşan birleşim noktalarının, yük taşımasında belirgin bir azalma olur. Taşıma gücünü tekrar artırmak için kesit büyütülmesi yapılırsa, yüksek oranda donatı kullanılacağından rijitlik artar, ancak düktilite azalır.

5.1.2.3. Yapının Dinamik Özelliklerinin İyileştirilmesi

Bir yapı hasarı, yapının öz titreşim periyodu ile zeminin hakim titreşim periyodunun yakın olması ile oluşan rezonans nedeniyle oluşmuşsa, yapının dinamik özelliklerinin değiştirilip, yapı öz titreşim periyodu ile zemin hakim periyodunun birbirinden uzaklaştırılmasına çalışılmalıdır Bunun için de zeminin dinamik özelliklerinin saptanması gerekir. Yapının rijitlendirilmesi ile yapı titreşim periyodu kısaltılırken, yapının esnek duruma getirilmesi yada yapı yükünün artırılması ile yapı titreşim periyodu uzatılabilir. Yapıya yeni elemanların eklenmesi ve kesitlerin mantolanarak büyütülmesiyle yapılan rijitlik artırılması ile yapı elemanlarının taşıma gücü de artırılmış olur. Ancak yapı yükünün artırılması deprem yükünü de artırır.

5.1.2.4. Yapıda Burulma Etkisinin Azaltılması

Yapı katlarında ağırlık ve rijitlik merkezinin çakışmaması nedeniyle oluşan burulma, özellikle deprem sırasında çok önemlidir. Burulma sonucu yapıda oluşan önemli çatlaklar, yapının güvenliğini tehdit eder. Ağırlık ve rijitlik merkezlerini çakıştırmak için kolon enkesitleri ve yönleri tekrar gözden geçirilmeli, uygun yerlerde perde yapılmasına gidilmelidir. Yapının taşıyıcı sistemini güçlendirmek için uygun yerlere yapılan ilave perdelerin bir yanda toplanmamış olmasına özen gösterilmeli ve simetrik olarak yerleştirilmesine çalışılmalıdır.

5.1.3. Çatlakların Onarımı

Gerek yığma yapılarda gerekse iskelet yapılarda, zemin oturmaları ve deprem gibi çeşitli nedenlerle oluşan çatlaklar önemli hasarlara yol açarlar. Deprem çatlağı deprem süresi içinde oluşmuş bir çatlaktır. Bu tür çatlağın genişliğinin büyümesi ancak ikinci bir deprem sonucu olabilir. Çatlak, bir temel oturması sonucunda oluşmuş ise, çatlağın zaman içinde büyüüp büyümediğinin kontrol edilmesi gerekir. Killi zeminlerdeki oturmalar, genellikle zamana bağlı olan konsolidasyon oturmaları olduğundan, bu zeminlerdeki yapılarda görülen çatlaklar zamanla büyüyebilir. Özellikle yığma yapılarda, çatlağın genişliğine göre yapının güvenliğine ilişkin yaklaşık bir kriter bulmak mümkündür. Yapı çatlakları 3 mm.'den küçükse taşıyıcı sisteme bir zararı dokunmaz, ancak bu çatlak zamanla 5 mm.'yi aşarsa yapı taşıyıcı sisteminde önemli hasarlar oluşabilir.

Betonarme yapılarda ise, çatlaklardan giren nem, zamanla donatıyı paslandırarak betonarme elemanların rijitliklerinin azalmasına neden olduğu için, özellikle betonarme yapılarda çatlak onarımı önemlidir. Çatlakların onarımı, kolon-kiriş ve taşıyıcı duvarların mantolanarak kesitlerinin büyütülmesi, çerçeve boşluklarına dolgu elemanları doldurulması gibi işlemler yapıların taşıma gücünü artırır.

Yapı çatlakları; epoksi reçineleri, çimento şerbeti ve çimento enjeksiyonu kullanılarak çeşitli şekillerde doldurularak onarılır. Mekanik bağlayıcılar kullanılarak da çatlaklar onarılabilir. Çimento şerbeti ile epoksi reçinelerinin derin çatlaklara uygulamaları basınç altında yapıldığından oldukça zor ve masraflıdır. Kılcal çatlakların onarılması da çok büyük dikkat istemektedir.¹⁶

5.1.3.1. Epoksi Reçineler İle Çatlak Onarımı

Yapıştırma özelliği çok yüksek olan ve sentetik bir yapıya sahip epoksi reçinelerinin çekme gerilmeleri 50-110 kg/cm² arasındadır. Kopma birim uzamaları ise %15-50 arasında değişmektedir. Kimyasal dirençleri yüksek olduğundan asit ve bazlar karşısında bozulmaz ve özelliklerini kaybetmezler.

Çatlakların epoksi reçineleriyle doldurulmasıyla, ortamın sünekliliği sağlanarak çeşitli gerilme yığılmaları önlenir. Genişliği 5 mm.'ye kadar olan çatlaklar epoksi reçineleri ile daha geniş çatlaklar ise epoksi katkılı harçlarla onarılabilir.

Epoksi reçinelerini oluşturan kimyasal moleküller, yapışacak yüzeylerin pürüzlüğünün büyük olması halinde daha kolay yapışırlar. Epoksi tabakasının ince oluşu da güçlü bir yapışma sağlar. Epoksi reçinelerinin içine poli sülfid katılmasıyla çekme mukavemeti artırılabilir. Çatlakların doldurularak onarılmasından başka eski betonla yeni beton arasındaki bağlantının sağlanmasında da kullanılan epoksi reçinelerinin olumsuz özelliği ise yüksek ısıya karşı dirençlerinin az olmasıdır.

¹⁶ Nafiz Çamlıbel, "Yapılarda Taşıma Gücünün İyileştirilmesi," (Yayınlanmamış Ders Notu, Y.T.Ü. 1995), s.52.

5.1.3.2. Çimento Şerbeti İle Çatlak Onarımı

Çatlak onarımında kullanılan çimento şerbetinin içindeki çimento taneciklerinin büyüklükleri, çatlağın ince olması durumunda önem taşır. Bu durumda ön bir elemenden geçirilen çimento tanecikleriyle yapılan şerbet, basınç altında çatlaklara doldurulur. Şerbetin yapılmasında yüksek mukavemetli portland çimentosu (İPÇ) ile genişleyen çimento (ekspansif) tercih edilirse, çatlakların içine giren şerbet genişleyip, tüm boşlukları doldurulabilir.

5.1.3.3. Çimento Enjeksiyonu İle Çatlak Onarımı

Taş duvarların taşıma gücü, duvar gövdeleri içine düşük basınçlar altında çimento şerbeti enjekte edilerek artırılabilir. Bu işlemde 30-40 cm. aralıklara açılan deliklerden duvar içine çimento enjekte edildikten sonra bu delikler kapatılır. Bu tür enjeksiyon işlemlerinde de genişleyen çimento tercih edilebilir. Çimento şerbeti içine bir miktar ince kumun karıştırılmasıyla elde edilecek harcın moloz taşlar arasına enjekte edilmesi ile duvarın monolitik çalışması sağlanmış olur.

5.1.3.4. Mekanik Bağlayıcı İle Çatlak Onarımı

Genişliği büyük olan çatlaklarda epoksi reçineleri, çimento şerbeti ve harçları ile onarım başarısız olur. Çatlakların daha da büyümesini engellemek için mekanik bağlayıcılar kullanılır. Çatlak doğrultusunun her iki yanına açılan deliklere yerleştirilen mekanik çubukların birbirine bağlanmasıyla uygulanan bu yöntemle çatlak dikilir. Böylece mekanik bağlayıcılar, çatlağın iki yüzeyinde sürtünme kuvveti oluşturarak, kuvvet iletimini sağlar ve çatlakların genişlemesini engeller.

5.1.4. Farklı Yaştaki Betonların Kaynaştırılması

Bir yapının taşıma gücünün iyileştirilmesi için binanın taşıyıcı sistemine yeni elemanlar eklenerek mukavemetinin artırılması yoluna gidilebilir. Sözgelimi; betonarme yapılarda taşıyıcı bir elemanın mantolanarak taşıma gücünün artırılması için yeni dökülecek betonla önce dökülmüş betonun tek bir parça gibi çalışacak şekilde enkesiti büyütülür. Bu durumda iki beton arasında basınç, kesme, çekme kuvvetlerinin iletileceği kaynaşmanın sağlanabilmesi için eski betonun yüzü pürüzlü hale getirilmeli veya eski betonda kesme kanalları oluşturacak yuvalar yapılmalıdır.

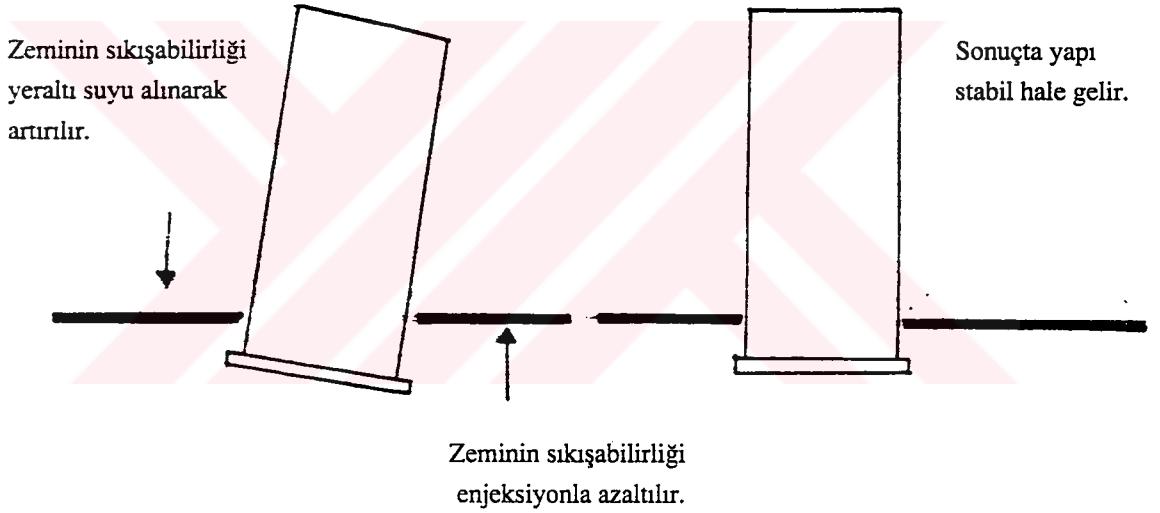
5.2. Yapı Dışı Önlemler

5.2.1. Zeminin İyileştirilmesi

Temellerin tasarımında genellikle sığ temeller kullanılır. Oturmaların büyük veya zeminin stabilite açısından yeterli bulunmadığı durumlarda ise derin temel tasarımına başvurulur. 1970'lerden bu yana, zemini oturma ve stabilite açısından sorunsuz bir hale

getirerek yapıyı bu zemin üzerinde tasarlama şeklinde bir üçüncü alternatif ortaya çıkarmıştır. Zamanla geliştirilen bu yöntem, mevcut binaların zemin koşullarından ötürü hasara uğramasını önlemek için de kullanılmıştır. Zeminin iyileştirilmesi şeklinde tanımlanabilen bu yöntem, hem ekonomiktir hem de müdahalenin yapı dışında yapılabilmesi nedeniyle yapının görsel ve tarihi değerine zarar vermez. Ancak yapı hasarları çok ileri seviyelere ulaşmışsa zeminin iyileştirilmesi yanında bazı yapı içi iyileştirme yöntemlerinin de uygulanması gerekir.

Zemin koşulları nedeniyle, Pisa Kulesi'nde olduğu gibi, yapı bir yana doğru yatmışsa, oturan kısmında zeminin sıkışabilirliğinin azaltılması, oturmuyan kısımda ise zeminin sıkışabilirliğinin artırılması ile bina stabil hale getirilmeye çalışılır. (Şekil 5.9.) Zeminin sıkışabilirliğinin artırılması yeraltı sularının pompalarla çekilmesiyle yapılırken, zeminin sıkışabilirliğinin azaltılması çimento enjeksiyonu gibi bazı enjeksiyon yöntemleriyle yapılmaktadır. Her iki işlemin aynı anda yapılması durumunda binanın stabil hale gelmesi uzun zaman almayacağı için binalarda küçük de olsa bazı yeni hasarlar oluşması önlenir.



Şekil 5.9. Yapının Stabil Hale Dönüştürülmesi İçin Zemin Durumunun Değiştirilmesi.

Belli başlı zemin iyileştirme yöntemleri; ön yükleme ve sürşarj, düşey drenler, derin sıkıştırma, temel enjeksiyonu, zemin güçlendirmesi, geotekstiller ve dondurma, elektro-ozmoz gibi diğer yöntemler olarak yedi ana başlıkta toplanabilir.¹⁷ Bu yöntemler teker teker kısaca açıklanmaya çalışılırsa;

¹⁷ Ufuk Ergun, "Zemin İyileştirme Yöntemleri," *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi* (Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994), s.803.

5.2.1.1. Ön Yükleme ve Sürsaj

Zemine devamlı olarak etkiyecek yapı yükü üzerindeki aşırı yük sürsaj olarak adlandırılır ve oturmaları hızlandırmak için kullanılır. Mevcut yapıya eklenen bu ilâve yük sayesinde binanın oturmamış kısımlarının oturması sağlanarak, zemin-yapı dengesi oluşturulmaya çalışılır. Ön yükleme olarak adlandırılan bu işlem birincil ve ikincil konsolidasyon oturmalarına neden olur. Yumuşak ve sıkışabilir zeminler için çok uygun olan bu yöntemi yapının inşasından önce uygulanırsa daha sonraki oturma olasılıklarını da ortadan kaldırır.

5.2.1.2. Düşey Drenler

Zeminin ön yükleme ile konsolidasyonunun sağlanması kalın kil tabakalarında çok uzun zaman aldığından, oturma hızını artırarak ön yükleme bekleme zamanlarının azalmasını sağlayan düşey drenler, birincil konsolidasyonda etkilidirler. Düşey drenlerin oturmaları hızlandırmasının nedeni, drenaj yolunu azaltarak boşluk suyu basınçlarını sönmümesidir. Düşey drenler uzun yıllar kum doldurulmuş düşey kuyular-kum drenler olarak uygulanmıştır. Kum drenler, 20-60 cm. çaplı, 1.5-6 m. ara mesafeli içi kum dolu düşey kuyulardır. 1975'lerden sonra plastik şerit v.b. yeni dren tipleri de yaygınlaşmıştır.

5.2.1.3. Derin Sıkıştırma

Derin sıkıştırma, zeminlerin derinlik boyunca sıkıştırılması esasına dayanmaktadır. Kohezyonlu zeminlerden olan kil ve siltlerde, killer topaklar halinde bulunduğundan, bu tür zeminlerin sıkıştırılmasında su muhtevası önemli bir faktör olur. Düşük su muhtevalarında kil topakları arasında büyük hava boşlukları bulunduğundan sıkıştırma zor olur. Bu nedenle öncelikle su muhtevası optimum seviyeye getirilerek kil topaklarının yumuşatılıp, şekil değiştirmesi sağlanmalıdır. Bu sayede kil topakları arasındaki boşluklar azalacağından daha fazla sıkılık elde edilir. Ancak, optimum su muhtevası aşılırsa, daneler arası su kalınlığı artacağından yoğunluk azalarak, hava boşluklarının birbiriyle bağlantısı kopar ve sıkılama zorlaşır. Kohezyonsuz zeminlerde, su muhtevasının durumu çok az önemlidir. Gevşek kohezyonsuz zeminler, stabilite ve oturma yönleriyle önemli problemler çıkarmasa da sıvılaşmaya açıktırlar. Haliç jeolojisi, kohezyonlu zeminlere iyi bir örnek olduğuna göre, yapılacak bir sıkıştırma işleminde su muhtevasının durumu araştırılmalı ve uygulama bu araştırma sonuçlarından elde edilecek veriler ışığında yapılmalıdır. "Derin sıkıştırma yöntemi; vibrokompaksiyon veya vibroflotasyon, vibro (titreşimli) boru, çubuk veya sondalar, kompaksiyon kazıkları, dinamik kompaksiyon (veya konsolidasyon) ve patlatma olarak beş ana başlıkta toplanabilir.¹⁸" Mevcut bir yapının altındaki zemini sıkıştırmak için bu

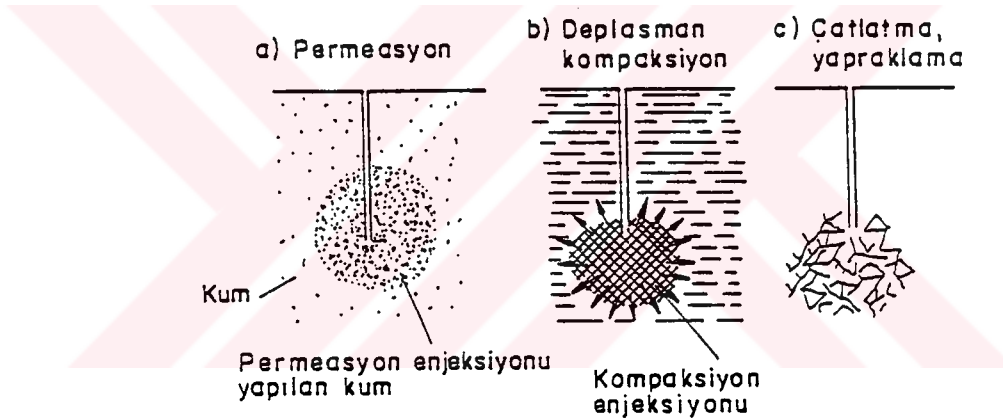
¹⁸ Aynı, s.810

yöntemlerden yararlanmak oldukça zor olduğundan, bu yöntemler yapı yapılmadan önce uygulanmalıdır.

5.2.1.4. Temel Enjeksiyon

Bu yöntem aşırı oturmaların önlenilmesi amacıyla boşlukların doldurulmasında, yapıların büyütülmesi halinde zeminin emniyet gerilmesinin artırılmasında kullanılır. "Yeraltı su akımının kontrol altına alınmasında ve temeli alttan destekleme işlerinde de kullanılabilen bu yöntemde, enjeksiyon malzemesinin zemine sokulması Şekil 5.10.'da gösterildiği gibi üç şekilde olmaktadır;

1. Permeasyon enjeksiyonu (Danelerin konumunu bozmadan, daneler arası boşluklara girerek zemin hacmini ve yapısını değiştirmeden yapılan enjeksiyon)
2. Deplasman ve kompaksiyon enjeksiyonu (Zeminin tamamen karıştırılarak enjeksiyon malzemesinin zemine sokulmasıyla yapılan enjeksiyon)
3. Hidrolik çatlatma veya zeminin içine belirli zayıf bölgelerden girilerek yapılan kısmi deplasman enjeksiyonu (yapraklanma)"¹⁹



Şekil 5.10. Ana Enjeksiyon Tipleri

Permeasyon enjeksiyonu, parçacıklardan (danelerden) oluşan enjeksiyon malzemeleri veya çok çeşitli kimyasal enjeksiyon malzemeleri kullanılarak yapılır. Amaç, zeminin daneleri arası boşlukları doldurmak olduğundan enjeksiyon malzemesi zeminin dane çapı gözönünde bulundurularak seçilir. En yaygın daneli enjeksiyon malzemesi çimentodur. Toprak veya kil ve bunların çimento ile karışımları da kullanılır. Çimento, katkılı veya katkısız olabilir.²⁰

¹⁹ Orhan Erol, "Sığ Temeller," Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi (Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994), s.665.

²⁰ Ergun, Ön.ver., s.818.

5.2.1.5. Zemin Güçlendirilmesi

Zeminin güçlendirilmesi; mini veya mikro kazıklar, zemin çivileri, donatılı zemin (toprakarme) kum/çakıl veya taş kolonlar ve derin karıştırma ile yapılan kazıklar veya kolonlar olmak üzere beş yöntemle yapılabilir.

Mini veya mikro kazıklar, çelik veya çelik boru donatılı olarak çimento veya çimento-kum ve su karışımı ile zemin içine dökülüp hazırlanırlar. Çapları 6 cm. ile 30 cm. arasında değişir. Yapım yöntemleri çeşitli olmakla birlikte en yaygın yöntem, delik delinip istenen kapasiteye göre çelik çubuk veya etli boru indirilerek kuyunun önce doldurulup sonra belirli bir müddet enjeksiyona tabi tutulmasıdır. Temel yüklerinin daha derindeki taşıyıcı tabakalara aktarılmasını sağlayan mini ve mikro kazıklar, önceki bölümde daha ayrıntılı olarak açıklanmıştı.

Zemin çivilemesi ise zeminin içine donatı yerleştirip enjeksiyon karışımı ile basınçsız doldurmak prensibine dayanır. Ancak bu yöntemin Haliç'te uygulanması olanaksızdır. Zemine çakılacak çiviler, zeminin yumuşak olmasından dolayı zemin tarafından tutulmaz.

1960'dan beri sadece dolgu zeminlerde uygulanan donatılı zemin (toprakarme) yöntemi özellikle istinad duvarı oluşturmak için uygulanır. Kum/çakıl ve taş kolonlar, genellikle yumuşak ve orta yumuşak killi zeminlerde kullanılırlar. Bunların amacı zemin üzerine gelen yükleri zeminle ortaklaşa taşımaktır. Hem taşıma gücüne hem de oturmaların azalmasına katkıda bulunurlar. Aynı zamanda düşey dren gibi çalışıp oturma hızlarını da artırabilirler. Kohezyonu az ve ince daneli zeminlerde sıvılaşmaya karşı da önerilmektedirler. Alüvyon ve değişken zeminlerde vibrokompaksiyon ile beraber kullanılmaktadırlar. Gevşek taneli zeminde ve zayıf kohezyonlu zeminde uygulanış biçimleri Şekil 5.12. ve Şekil 5.13 'de gösterilmiştir.

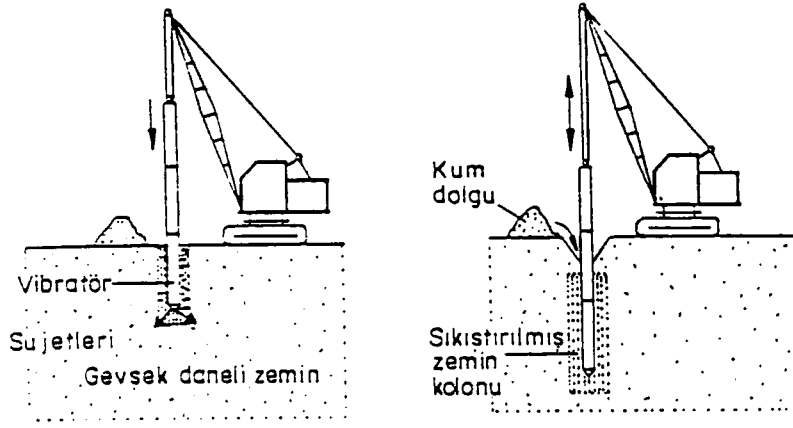
"Derin karıştırma yöntemleri ise, yumuşak ve ince daneli zeminlerde kireç veya portland çimentosunun, ortası delik burgular veya kanatlı karıştırıcılar yardımıyla zeminle karıştırılıp kolonlar veya duvarlar oluşturulması şeklinde uygulanmaktadır."²³

5.2.1.6. Geotekstiller

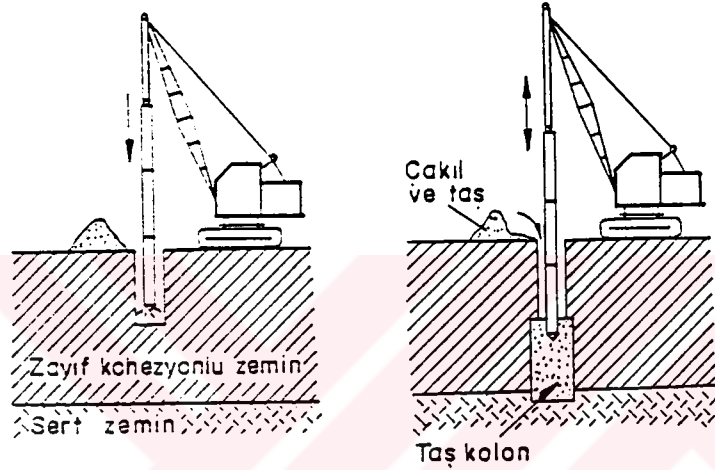
"Geotekstil veya geosentetik, sentetik hammadelerden üretilen geçirimli ve geçirimsiz membran tipli tekstil ürünleri ile benzer sentetik hammadelerden üretilen ağ. ızgara. tabaka. şerit. hücre vs. diğer ürünlere verilen genel isimdir. Geotekstiller; ayırma. filtrasyon. drenaj, koruma ve yalıtım (izolasyon) gibi işlevlerde ve zeminin sıkıştırılmasında oldukça sık kullanılırlar."²⁴

²³ Ergun. Ön.ver.. s.834.

²⁴ Ergun. Ön.ver.. s.834.



Şekil 5.12. Vibrokompaksiyon Yöntemi



Şekil 5.13. Taş Kolon Yöntemi

5.2.1.7. Diğer Yöntemler

Ön gerilmeli zemin ankrajları, zemin çivilerinin daha güçlüsü, yüksek kapasitelisi ve daha seyrek kullanılanı olarak düşünülebilir.

Çimento ve kireç ile zeminin karıştırılıp sıkıştırılması çok eskiden beri kullanılan bir diğer yöntemdir.

Elektro-ozmoz, ince daneli zeminlerde bir anod ve katod ile bir doğru akım devresi kurarak zeminden suyun drene edilmesi ile konsolide etme yöntemidir.

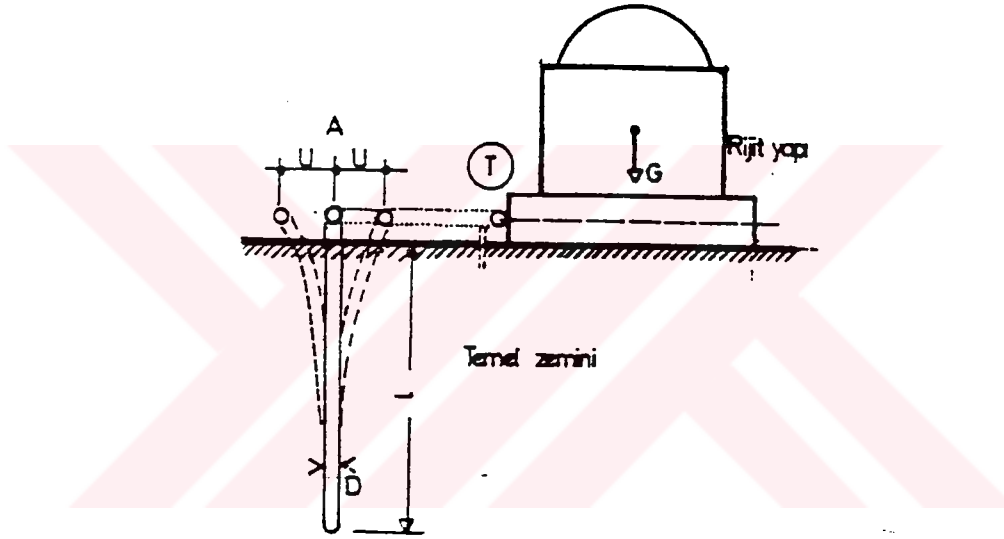
Dondurma yöntemi ise zeminin mukavemetini yükseltmek için uygulanan geçici bir yöntemdir. Zeminlerde ısı iyileştirmesi yoluyla yapılan su çekme yöntemine de zemin iyileştirmesi olarak bakılabilir.

5.2.2. Yapının, Yapı Dışında Kazık Perde Bir Sisteme Bağlanması

Haliç yöresinde bulunan yapılar, zemin oturmalarından başka depremlerin de tehdidi altındadır. Yapı oturmalarının bir sebebi de depremler olduğuna göre özellikle tarihi yapıların restorasyonuna başlamadan önce, yapıya depreme karşı belli güvenlikte

dayanıklılık kazandırılmalıdır. Bunun için yapı içi müdahaleler yerine yapı bünyesi dışında, deprem enerjisinin yapıya iletilmesini önleyen, enerji emici bir sistemin zemine eklenmesi uygun bir çözüm olur. Bu şekilde, yapı temellerine bağlı deprem enerjisi de zemine gömülü bu sistem tarafından büyük ölçüde emilecektir.

Tarihi yapılar, rijit yapılardır ve rijit bir temele otururlar. Şekil 5.14 'de görüldüğü gibi bu tür bir yapı temel ağırlık merkezinden yaylı bir sistemle (A) noktasına bağlanırsa ve (A) noktası, deprem titreşimlerinden oldukça iyi derecede izole edilmiş bir kazık perdeye mesnetlenirse kazık perde yanal yüklere karşı konsol bir kiriş gibi çalışarak zemin cinsine bağlı olarak elastik bir deformasyon yapar. Deprem etkisi ile yapının titreşime zorlanması durumunda, kazık perde (u) kadar denge durumuna göre deplasmana zorlanır. Bu durumda kazık perde, bir yaylı sistem olarak kabul edilebilir. Bu yaylı sistem sayesinde, deprem kuvvetlerinin büyük bir bölümü alınır ve rijit cisim, deprem kuvvetinden çok az etkilenir.



Şekil 5.14. Yapının, Yapı Dışında Kazık Perde Bir Sisteme Bağlanması

Kazık perde sistemi yapılırken zemin titreşimlerine karşı tecrit edilmeli ve projelendirilmesinde: yapının oturduğu temel zeminin jeoteknik özellikleri sondajlar ve zemin numuneleri üzerinde yapılacak laboratuvar deneyleri ile belirlenmeli, yapının bulunduğu bölgede muhtemel depremlerin en büyük yatay ivmesi genliği, frekans özelliklerine uygun olarak temel zemininin depremlere karşı davranış spektrumları belirlenmelidir. Haliç için, 1. derece deprem bölgesi kriterleri uygulanmalıdır.²⁵

²⁵ Nafiz Çamlıbel. İstanbul'daki Tarihi Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığının Artırılmasına İlişkin Bir Sistem Araştırması (İstanbul: Y.Ü. Yayınları, 1992), s.30.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Zemin şartlarının bilinmesinin, Haliç ve çevresinde yapılacak yapılar için çok büyük önem taşıdığı görülmektedir. Çünkü; Haliç kıyılarını oluşturan yeterli derecede konsolide olmamış ve düzenli bir kalınlık göstermeyen doğal ve yapma dolgular nedeniyle bölgede yer yer zemin oturmalarına rastlanılmaktadır. Haliç'in alçak kısımları ve kıyı şeridini kapsayan bu kalın dolgu tabakası üzerinde şehir çöprü ve moloz bulunmakta. bu çöplerin altında da yumuşak siltli bir kil tabakası yer tutmaktadır.

Bölgede yapılan yapılarda zeminin bu durumu nedeniyle, kohezyonlu tabakaların zamanla sıkışması sonucu ortaya çıkan konsolidasyon oturmaları gözlenmektedir. Bu oturma ve dönmelerin şiddeti gözle görülebilecek kadar büyük olmakta ve sınır değerleri oldukça aşmaktadır. Bölgedeki binalarda yapılan sistematik oturma rasatları, oturmaların yıllarca devam ettiğini göstermektedir. Yapının önemli derecede hasar görmesine yol açan oturma ve dönmeler, olası bir depremin ortaya çıkaracağı yer değiştirme, kayma ve hasarın daha büyük olmasına yol açacaktır.

Yöredeki tarihi ve anıt yapıların zemin hareketleri nedeniyle hasar görmemesi için bir an önce önlemler alınması gerekir. Bu önlemlerin amacı, oynamış yapıların daha fazla hareketini engellemek, hatta mümkünse bunları ilk durumlarına getirmek olmalıdır. En uygun ve ekonomik çözüm, iyileştirmenin amacına ve yerel zemin şartlarına bağlı olarak araştırmalıdır.

Yapıların oturmasını engelleyen yöntemler, yapı içi ve yapı dışı olarak iki şekilde sınıflandırılabilir. Bunlardan ilki olan yapı içi önlemler, masraflı takviye ve pekiştirme yöntemleridir. Bu yöntemler yapının görsel ve tarihsel değerine de zarar verebilir. Ancak oturmalar ileri boyutlara ulaşmışsa bu yöntemleri uygulamaktan da başka çare yoktur. Bu nedenle, oturmaların ileri boyutlara ulaşmadan başlangıcında önlenmesi için yöredeki binaların oturma rasatlarının gözlenmesi oldukça önemlidir. Oturmalar ileri boyutlara ulaşmamışsa ikinci tip önlemler olan yapı dışı önlemler uygulanmalıdır. Yapı dışı önlemleri, zeminin ıslahı ve yapının, yapı dışında kazık perde bir sisteme bağlanması şeklinde açıklanabilir. Yapı dışı önlemlerle, yapının görsel ve tarihsel değerine zarar verilmeyeceği gibi, büyük ekonomik maliyetlerden de kurtulunmuş olur.

Temeller, binanın güvenliği açısından en önem verilmesi gereken elemanlardır. Son yıllarda ortaya atılan ve yaygın bir kullanım alanı bulan mini kazık, "jet-grout" gibi yöntemler, temel takviyesi alanında yeni olanaklar sunmaktadır. Bu tip temel takviyesi yöntemlerinin Haliç'in jeolojik özellikleri dikkate alınarak geliştirilmesi yerinde bir karar olacaktır.

Yapıyı iyileştirebilecek tüm yöntemlerin olumlu ve olumsuz yanlarının bilinmesi ge-

rekmedir. Bu yöntemlerde, bina için "en iyi ne olur"un aranılmasındansa "en az kötü" aranılmalıdır. En az kötü müdahalenin, tarihi binanın değerine en az zarar veren ve ileride yapılabilecek müdahalelerin önünü kapatmayan müdahale olduğu unutulmamalıdır.

6.2. Öneriler

Bölgedeki bir binanın sistematik oturma rasatları yakınındaki diğer binalar için baz alınabileceğinden, olası oturmaların şiddeti ve zamanı hakkında fikir edinilebilir. Bu nedenle, bölgedeki binaların oturma rasatları düzenli olarak kaydedilmelidir. Ayrıca zemin etüdlerinin yapılması, yeni yapılacak binalar için önemli olduğu kadar yapılmış binalarda oturmaların kontrol edilmesi açısından da önemli olacağından yörenin ayrıntılı bir zemin haritasının çıkarılması yararlı olur.

Haliç'in bütününe kapsayan bazı önlemlerin alınması durumunda bölgedeki yapı hasarlarının zararları azaltılabilir. Sözgelimi, Haliç tepelerinin ağaçlandırılması ve Haliç'e akan derelerin ıslahı zemin koşullarının daha da kötüleşmesini önleyecektir.

Oturmuş bir yapının tekrar eski durumuna getirilmesinde, görsel ve tarihi değer korunması için uygulanacak yöntem çok iyi araştırılmalıdır. Hangi yöntemin belirli bir durumda daha yararlı olacağına karar verilebilmesi için arazi profili ve zemin özellikleri, sondajlar, arazi ve laboratuvar deneyleri ile özenle belirlenmelidir.

Yapı oturmalarının nedenleri farklı olduğundan bu nedenlere bağlı çözümlerin de farklı olacağı unutulmamalıdır. İnsanlığın ortak malı olan tarihi binaların hasar görmesinin önlenmesi bir insanlık görevi olduğundan çözümlerde ekonomik maliyet baz alınmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, İ. Hakkı. **İstanbul'da Tarihi Yapılarda Uygulanan Temel Sistemleri**. İstanbul: İ.T.Ü. Doktora Tezi, 1982.
- Anadol, Cemal. **Haliç**. İstanbul: Tercüman yayınları, 1986.
- Baykal O. "Haliç Kıyısındaki Yapı Hareketlerine İki Örnek," **Haliç Sempozyumu**. İstanbul: İ.T.Ü. yayınları, 1975.
- Bektaş, Cengiz. "Haliçte Onarımlar," **Tasarım Dergisi**, 11, 1991.
- Bilge, Z. **İstanbul Rıhtımlarının Tarihçesi**. İstanbul: Devlet Deniz Yolları ve Limanları Basımevi, 1949.
- Bilim Teknik Ansiklopedisi**.
- Bosenak, Sidney. **Zemin Mekaniği**. İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1969.
- Çamlıbel, Nafiz. **Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri**. İstanbul: Y.T.Ü. Yayınları, 1994.
- . **İstanbul'daki Tarihi Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığının Artırılmasına İlişkin Bir Sistem Araştırması**. İstanbul: Y.Ü. Yayınları, 1992.
- . "Yapılarda Taşıma Gücünün İyileştirilmesi" İstanbul: Yayınlanmamış Derst Notu, 1995.
- . **Yapı Temelleri**. İstanbul: Birsen Yayınları, 1983.
- Deissinger, Ernst. "Depremler ve Yapılar," **Bilim ve Teknik Dergisi**, Temmuz 1995.
- Dirimtekin, F. **Fetihten Önce Haliç Surları**. İstanbul: DMMA Yayınları, 1976.
- Ergun, Ufuk. "Zemin İyileştirme Yöntemleri," **Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi**. Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994.
- Erol, Orhan. "Sığ Temeller," **Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi**. Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994.
- Eser, Lami. **Geleneksel ve Gelişmiş Yapı**. İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1977.
- Feilden, Bernard M. **Conservation of Historic Building**. Londra: ICCROM, 1980.
- Ketin, İ. **Genel Jeoloji**. İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1977.
- Korkut, Kâmil. **Kesik Deprem Perdeleri ve Kütle Yığılmaları İçeren Binalarda Toplam Taban Kesme Kuvvetinin Kat Hizalarına Dağıtımı**. Ankara: Tübitak YAE, 1981.
- Nirven, S.N. "Unkapanı Meydanı Çeşmesi, (Kapanı Hafız Ahmet Ağa çeşmesi)" **Arkitekt Dergisi**, 3, 1981.
- Özaydın, K. ve D. Orhon. "Haliç Dipsel Çamurunun Konsolidasyon Özellikleri," **Zemin Dergisi**, 3, 1981.
- Peynircioğlu, Hamdi. "Haliç Sahillerinde Temel ve Stabilité Sorunları," **Haliç Sempozyumu**, İ.T.Ü. Yayınları, 1975.
- . "Haliç Sahillerinin Stabilitesi," **Haliç Sempozyumu**, İ.T.Ü. Yayınları 1975.
- Salvadori, Mario. **Structures in Architecture**. İstanbul: İ.T.Ü. Yayınları, 1963.
- Sayar, Cazibe. "Haliç ve Civarının Jeolojisi," **Haliç Sempozyumu**, İ.T.Ü. Yayınları, 1975.
- Toğrol, Ergun, Erol Güler, Kemal Özüdoğru, Turgut Ersoy, İ. Hakkı Aksoy. **Haliç'in Geoteknik Sorunları ve Çözüm Yolları**. İstanbul: Boğaziçi Yayınları, 1986.
- Toğrol, Ergün. "Temel Takviyesi Yöntemlerine Yeni Bir Bakış," **Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi**. Ankara: ODTÜ Yayınları, 1994.
- Yalçınlar İ. **Türkiye Jeolojisine Giriş**. İstanbul : İ.Ü. Yayınları, 1976.
- Yavuz, Güner. **Türkiye'de Deprem ve Yapı Planlamasında Etkisi**. İstanbul: İDMMA yeterlilik çalışması, 1975.

ÖZGEÇMİŞ

Adı soyadı. : Hakan Çetin
Doğum Tarihi : 21 Nisan 1973
Doğum Yeri : Kastamonu
İlk Öğrenim : Taşköprü Atatürk İlkokulu (1978-1983)
Orta Öğrenim : Taşköprü Ortaokulu (1983-1986)
Taşköprü Lisesi (1986-1989)
Yüksek Öğrenim : Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi (1989-1993)

1994'te aynı üniversitede yüksek lisans eğitimine başladı.

