

4
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN
STABİLİTE BOZUKLUKLARININ SAPTANMASI
VE RÜZGARA KARŞI
DAYANIKLILIKLARININ ARTIRILMASINA
İLİŞKİN BİR SİSTEM ARAŞTIRMASI**

Y. Mimar Erol LOMLU

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

DOKTORA TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nafiz ÇAMLIBEL

İSTANBUL, 1996

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE VE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Yer No (DDC) : R151
648

Kayıt No : 54077

Geldiği Yer : FEN BİL ENS

.....

Tarih : 9.10.1997

Fiyat : 83.000

Fatura No :

Ayniyat No : 1-11

Ek :

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ

D.B. No 53169

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Y. T. Ü.

KÜTÜPHANE DOK. DAL. BAŞKANLIĞI

**İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN
STABİLİTE BOZUKLUKLARININ SAPTANMASI
VE RÜZGARA KARŞI
DAYANIKLILIKLARININ ARTIRILMASINA
İLİŞKİN BİR SİSTEM ARAŞTIRMASI**

Y. Mimar Erol LOMLU

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

DOKTORA TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nafiz ÇAMLİBEL

İSTANBUL, 1996

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	9
1.1. SORUNUN BELİRLENMESİ	9
1.2. AMAÇ	11
1.3. VARSAYIM	12
1.4. SINIRLILIKLAR.....	12
1.5. KAPSAM	12
BÖLÜM 2. MİNARELERE GENEL BAKIŞ	14
2.1. MİNARELERİN OLUŞUMU	14
2.2. MİNARE FORMLARININ GELİŞİMİ	14
2.3. MİNARE YAPIMINDA KULLANILAN MALZEMELER	17
BÖLÜM 3. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN İNCELENMESİ VE GÜNÜMÜZDEKİ STABİLİTELERİNİN SAPTANMASI	18
3.1. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN MİMARİ YÖNDEN İNCELENMESİ	18
3.1.1. Fetih'ten Sinan Devrine Kadar İnşa Edilen Minareler	18
3.1.2. Mimar Sinan'dan Lale Devrine Kadar İnşa Edilen Minareler.....	19
3.1.3. Lale Devrinden Günümüze Kadar Olan Dönemde İnşa Edilen Minareler	19
3.1.4. Klasik Osmanlı Taş Minaresinin Tasarımı ve Bölümlerinin İncelenmesi	23

3.1.5. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Yapımında Kullanılan Taş Malzemenin İncelenmesi	26
3.1.6. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Yapım Tekniği Yönünden İncelenmesi	29
3.2. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN GÜNÜMÜZE KADAR OLAN BOZULMA NEDENLERİ VE HASAR DERECELERİNİN İNCELENMESİ	35
3.3. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN GÜNÜMÜZDEKİ STABİLİTELERİNİN SAPTANMASI.....	40
3.3.1. Sinan Paşa Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	42
3.3.2. Valide Sultan Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	47
3.3.3. Molla Çelebi Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	51
3.3.4. Kılıç Ali Paşa Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	55
3.3.5. Sokullu Mehmed Paşa Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	60
3.3.6. Güzelce Kasım Paşa Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	64
3.3.7. Eyüp Sultan Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	68
3.3.8. Sultan Selim Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	72
3.3.9. Fatih Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	77
3.3.10. Süleymaniye Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	82
3.3.11. Ahi Çelebi Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	87
3.3.12. Yeni Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	90

3.3.13. Ayasofya Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	94
3.3.14. Sultanahmet Cami Minaresi Deformasyon Ölçümleri ve Varolan Hasarlar.....	99

BÖLÜM 4. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN

STABİLİTELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 107

4.1. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN

ÖLÇÜM SONUÇLARINA BAĞLI OLARAK

DEĞERLENDİRİLMESİ 107

4.1.1. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Minare - Anayapı İlişkisi Yönünden Değerlendirilmesi 109

4.1.2. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin, Zeminden Yüksekliklerine Bağlı Olarak Değerlendirilmesi 109

4.1.3. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin, Deniz Seviyesinden Olan Yüksekliklerine Bağlı Olarak Değerlendirilmesi 110

4.1.4. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin, Şerefe Sayısına Bağlı Olarak Değerlendirilmesi 110

4.1.5. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin, İstanbul Genelindeki Konumları Yönünden Değerlendirilmesi..... 112

4.1.6. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin, İnşa Tarihleri - Mimari Üslupları Yönünden Değerlendirilmesi..... 113

4.1.7. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Denize Olan YakınlıklarıYönünden Değerlendirilmesi 114

4.1.8. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin, Çap/Yükseklik ve Kesit Alanı/Ağırlık Oranları Yönünden Değerlendirilmesi 115

4.1.9. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin, İnşa Tarihleri ile Karşılaştıkları Deprem Etkisi ve Rüzgar Etkisi Tarihleri Yönünden Değerlendirilmesi 115

4.2. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN STATİK YÖNDEN İNCELENMESİ	118
4.2.1. Bir Minareye Etkimesi Olası Yükler Karşısında Minarelerin Davranışlarının İncelenmesi	118
4.2.2. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinde Saptanan “Kalıcı Deformasyona” Neden Olan Etkenin Belirlenmesi	129
4.2.3. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Günümüzdeki Stabilitelerinin, “Rüzgar Etkisine Karşı”, Analitik Olarak İncelenmesi	130
BÖLÜM 5. OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN RÜZGAR ETKİSİNE KARŞI DAYANIKLILIĞININ ARTIRILMASINA İLİŞKİN BİR SİSTEM ARAŞTIRMASI	134
5.1. Bir Osmanlı Taş Minaresine Yapılacak Müdahalelere İlişkin İlkeler	134
5.2. Dayanıklılığın Artırılmasına İlişkin Önerilen Sistemin Teknik Yönden Oluşturulması.....	136
BÖLÜM 6. SONUÇ ve ÖNERİLER	152
YARARLANILAN KAYNAKLAR	157
ÖZGEÇMİŞ	161

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın oluşumunda değerli bilgileri ile yönlendirici olan, ayrıca mesleki alanda yetişmemde çok önemli rolü bulunan kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Nafiz ÇAMLİBEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmada incelemeye alınan, İstanbul minarelerinde stabilite ölçümlerinin gerçekleştirilmesinde çok büyük emeği olan değerli büyüğüm, Sayın Uzman H. Yük. Müh. Satuğhan ATASÜ'nün, özellikle ölçümler aşamasında, çevresel - atmosferik koşulların olumsuzluklarına rağmen göstermiş olduğu büyük özveri ve çalışma disiplini karşısında hayranlığımı gizleyememekteyim. Bu çalışmaya olan katkıları için kendisine teşekkürü bir borç bilirim.

İncelenen minarelerin ölçüm sonuçlarının bilgisayara işlenmesinde yardımcı olan meslektaşım, Sayın Mimar H. Tolga ÖNEL'e ve tezin hazırlanma sürecinde manevi katkılarını esirgemeyen Bilim Dalı Başkanım Prof. Hakkı ÖNEL ile Yapı Üretimi Bilim Dalı öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

ÖNSÖZ

Geleneksel kent mimarimizde, kent silüetinin oluşmasında önemli rol oynayan, kubbeli yapıların yataylığı ile boy ölçüşürcesine yükselen minareler; Bursa, Konya, Edirne ve İstanbul gibi metropol kentlerimizin birer simgesini oluşturmaktadır. Ayrıca geleneksel kent dokusu içindeki bir meydanın mimari mekan olgusu, bir cami ve bir çınar ya da selvi ağacı ile birlikte belirgin bir anlam kazanmaktadır. Dolayısıyla cami kütesine bağlı olarak yükselen bir minare ve ona uyumlu olarak boy atan bir selvi silüetide o mekanın pitoresk bir ögesini oluşturacaktır. Bu derece, doğa ile uyumlu kurgulanarak değer kazanmış bu yapıların, aynı zamanda inşa edildikleri dönemi ve o dönem insanların yaşam biçimlerini yansıtmaları açısından önemli bir belge niteliği taşımaları da bu tür yapıların önem ve değerlerini çok daha artırmaktadır.

Geçmişe ve kültürüne saygılı olarak, kültür ve doğa varlıklarını korumak bir uygarlık ölçüsü olarak ele alındığında, anıt değeri taşıyan bu yapıların iyileştirilerek gelecek kuşaklara aktarılmasının bir görev olduğu inancındayım. Gelecek kuşaklara bırakılacak kültür varlıkları içerisinde anıt yapılar grubundan olan minareler, işlevsellikleri nedeni ile almış oldukları formdan dolayı çevreden en fazla etkilenebilecek yapıları oluştururlar.

Yapım tarihlerinden günümüze dek bir çok minarenin “Rüzgar” ve “Deprem”den olumsuz etkilendikleri ve hasar gördükleri bir gerçektir. İşlevleri gereği yüksek oluşları nedeni ile minarelerde, rüzgar etkisi en üst düzeyde oluşmakta, ayrıca ağır olmaları nedeni ile de rijit bir cisim davranışı göstereceklerinden deprem kuvvetleri çok büyük değerlere ulaşabilmektedir. Bu iki büyük dış etkene, yöresel zemin koşullarının da olası olumsuzlukları eklendiğinde, minarelerde ki stabilite bozukluklarının boyutu gözardı edilemeyecek değerlere varabilmektedir.

Bu nedenle, iyileştirilmesi gereken geleneksel anıt yapılar grubunda minareler liste başını oluşturmaktadır. Bu çalışmam ile, minare yapılarındaki stabilite bozukluklarını ve hasar derecelerini saptayarak, bu yapıların önemli sorunlarla karşılaştıklarını gündeme getirmeyi amaçlamaktayım. Bu amaç doğrultusunda da; günümüz teknolojisinin olanaklarını kullanarak, öneri bir yöntem araştırması ile, minare yapılarında oluşan olumsuzlukları iyileştirmek için katkıda bulunmayı arzulamaktayım. Ayrıca kültürel birikimimizi yaşayan / yansıtan, tarihi yapılarındaki, strüktürel bozuklukların araştırılması ve saptanan bozukluklara uygun olarak iyileştirme - tedavi yöntemlerini içeren bir “poliklinik çalışmanın” bir yapı geriyatrisi disiplini içinde ele alınmasının gerekli olduğu inancını taşımaktayım.

Erol LOMLU
İstanbul, 1996

ÖZET

İnsanların yaşam biçimleri, duyguları, estetik beğenileri, teknik ve sanatsal yaratma güçleri mekanlar ve yapılarla “simgeleşerek” mimariyi oluşturur. Bu kapsamı ile mimari, toplumların ve yaşadıkları zamanın tanınmasında bir ayna işlevini üstlenir. Toplumların geçmişlerini tanımaları kendilerine gelişme yolunda “öncelik” kazandıracaktır. Dolayısıyla bu öncelik, yani toplumların daha önce kazanmış oldukları deneyimlerini günümüzde kullanmaları toplumsal gelişimi sağlıklı bir şekilde hızlandıracaktır. Mimari birikim kapsamı gereği, toplumların geçmişleriyle kuracakları organik bağın oluşumunda yer alan etkenlerin başında gelmektedir. Bu özelliği ile, “mimari birikimi” korumak ve gelecek kuşaklara “özgün” olarak aktarmak, biz çağdaş insanlar için bir görev olmalıdır.

Buradan hareketle oluşturulan bu çalışma altı bölümü içermektedir;

Birinci bölümde, araştırma konusu tanıtılmakta ve çalışmanın amacı açıklanmaktadır.

İkinci bölümde, minarelerin oluşumu ve tarihsel gelişimi anlatılmaktadır.

Üçüncü bölümde, ilk aşamada İstanbul’daki Osmanlı taş minareleri mimari üslupları yönünden tanıtılmakta ve bir minarenin teknik açıdan irdelemesi yapılmaktadır. İkinci aşamada ise, İstanbul’daki tarih içerisinde oluşmuş doğa olayları karşısında minarelerde oluşan hasarlar incelenmiştir. Üçüncü aşamada da, İstanbul’daki Osmanlı taş minarelerinin günümüzdeki stabilitelerinin saptanması amacı ile, optik aletlerle yapılmış ölçümler ve sonuçları 28 levha ve 3 haritada belirtilmiştir. Ayrıca, incelenen minarelerdeki varolan hasarlarda fotoğraflarla belgelenmiştir.

Dördüncü bölümde 28 levha ve 3 haritadaki verilerin değerlendirilmesi yapılarak, minarelerde kalıcı deformasyon varlığı saptanmıştır. Sonraki aşamada, bu kalıcı deformasyonu oluşturan etkenin belirlenebilmesi için, bir minarenin statik yönden davranış irdelemesi yapılmıştır. Aranılan etkenin “rüzgar etkisi” olduğu saptandıktan sonra, minarelerin günümüzdeki konumları ile rüzgar karşısındaki güvenlikleri analitik olarak irdelenmiştir.

Beşinci bölümde, kalıcı deformasyon oluşturan rüzgar etkisinin, minarelere ileriki yaşamlarında da zarar vereceği varsayımından hareket edilerek, “Minarelerin Dayanıklılığını Artıracak Bir Sistem” araştırılmıştır.

Altıncı bölümde, önceki bölümlerde yapılan çalışmalar değerlendirilerek şu sonuçlara ulaşılmıştır;

Bu çalışmada yapılan analitik çalışmalarla tarihi belgeler birlikte değerlendirildiğinde, rüzgarın (lodos, fırtına) minareleri yıkabilecek kadar güçlü bir dış yük olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu yük kesinlikle önemsenmelidir. Bu yük karşısında, Osmanlı taş minare tekniği ve maktralı kalker ile inşa edilmiş tüm minarelerin stabilitelerinin bozulma olasılığı vardır. Dolayısıyla, bu özelliklere sahip ve rüzgara açık bir minare, bağlı olduğu anayapı ile ilgili olmaksızın İstanbul bölgesi dahil Türkiye’nin her yerinde bu olumsuz etki ile karşı karşıya kalmaktadır.

SUMMARY

The life styles, emotions, esthetic senses of human beings together with their creative power in technology and art from architecture, which is symbolized in sites and constructions. With this concept, architecture undertakes the duty of a mirror in the acknowledgement of the societies and their time. The acknowledgement of the societies own past would make the societies advanced in the way of progress. Consequently this advance, which is the use of the societies' experiences of their past, would speed up the social development. Architectural accumulation is the most important factor in the existence of an organic connection between the societies and their past. With this special feature we as the modern people should take the responsibility for the protection of this "architectural accumulation" and transfer it "originally" to the new generations .

The study, which takes these basic principals consists of 6 parts.

The first part introduces the theme of the research and the aim of the study.

The second part explains the formation and historical development of the minarets.

The third part consists of three phases. The first phase introduces the Ottoman stone minarets in Istanbul with regard to their architectural styles and examines a minaret with regard to its technological features. The second phase examines the damages at the minarets in Istanbul, which existed as a result of the natural diseases during a long period of time. The third phase gives the measures, which are done with optic devices in order to fix the current stabilities of the Ottoman stone minarets, and the results of these measures in 28 signboards and 3 maps.

The forth part evaluates the data given in the signboards and the maps. According to these data a permanent deformation of the minarets is detected. The nexts phase cornerns with the behaviour of a minaret with regard to statistical features in order to find out the factor causing this permanent deformation. As the factor is found out to be the "wind effect", the current position of the minarets and their security against the wind is examined analytically. The fifth part examines a "system to increase the resistancy of the minarets", which rests on the supposition that the permanent deformation causing wind effect could effect the minarets later,too. In the sixth part the studies in the previous parts are evaluated and the following results are obtained.

The analytical studies in the research evaluated together with historical documents show that "wind" (southwest wind, storm) is a strong outer load which may even demolish the minarets. This load should be taken into account. Confronted with this load there is the possibility that the stability of all the minarets built with the Ottoman stone minaret technique and with mactrated calcer may be disturbed. Consequently a minaret with these characteristics and confronted with winds is faced with this negative effect, with no regard to its substraction in all around Turkey including Istanbul.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. SORUNUN BELİRLENMESİ

İstanbul kenti, yüzyıllarca, jeopolitik ve coğrafik konumu gereği önemini yitirmeyen çok özel bir bölgede bulunmaktadır. Bu özellikleri nedeni ile tarih içinde bu bölge birçok uygarlıklarla tanışmış ve İstanbul kentinin kültürel ve mimari altyapısı oluşmuştur. Bu altyapının gerçek bir “kent” dokusuna dönüşmesi, Osmanlıların 1453 yılında İstanbul’u almaları ile gerçekleşmiştir. Osmanlılar, İstanbul’u aldıklarında, o zamana kadar ki yaşamış toplumların “kültürlerini ve yaşam biçimlerini” yansıtan “sanat ve mimarlık” eserlerini koruyarak, İstanbul’u “kent” yapmanın ilk adımını atmışlardır. Böylece kentsel düzende, gündelik yaşam ötesinde insanın sürekliliği bilincini gerçekleştirmişlerdir. Daha sonraları, kendi kültürlerini ve yaşam biçimlerini yansıtan sanat ve mimarlık eserlerini kazandırmışlardır. Osmanlı döneminde “kent” in toplumsal donatıları olan, camiler, hanlar, kervansaraylar, külliyele, saraylar, medreseler, türbeler, çeşmeler, su kanalları, kentler, köprüler inşa edilerek, İstanbul’un “kent dokusu” karakterinin ana çizgileri oluşturulmuştur.

Osmanlı İmparatorluğu’nun gelişme çizgisinin doruğa ulaştığı 16. Yüzyılda, İstanbul için kent ölçeğinde ve mimarlık alanında önemli aşamalar gerçekleşmiştir. Bu aşamaların gerçekleşmesinde, daha sonraları Ser-i Mimar-ı Hassa ünvanını da alacak olan, usta mimar Sinan’ın tasarımları ve düşünceleri önemli rol oynamıştır. 11 Yüzyıl Bizans İmparatorluğu’na başkentlik yapmış İstanbul’a, 16.yüzyılda gerçek bir imparatorluk başkenti biçimini ve anlamını veren Mimar Sinan olmuştur. Mimar Sinan mimarisi ile estetik yüceltmeyi sağlayarak, var olan kentsel temeli, kent bilincine uygun şekilde işlemiştir. Sinan oluşturduğu kompleksler ile, şehrin yapısal dokusuna, kompozisyonel ve megarüktürel biçimlerde yaklaşmıştır.

Merkezini cami yapısının oluşturduğu bu kompleksler (külliyele), medrese, kervansaray, çarşı, hamam gibi heterojen işlevleri içeren ve yatay, olarak gelişen, megarüktür

uygulamalarıdır. Bu külliyelerin camileri inşa edildiği bölgede, İslam dininin varlığını belgeleyen ve yansıtan kalıcı eserler olarak düşünüldüğünden, bu yapıların biçimleri, yerlerinin seçimi ve çevresinde ki yapılaşmanın karakteri son derece önem taşımıştır. Aynı zamanda, camiler, Osmanlı ileri gelenlerinin, başta padişahlar olmak üzere, adlarına yapıldıklarından hem Osmanlı izini hem de yaptıran kişinin sosyal konumunda yansıtmışlardır.

Sinan camilerini kent dokusu ve topoğrafyası içinde çeşitli konumlarda inşa etmiştir. Sinan, kentin en alçak, noktasından, en yüksek noktasına kadar İstanbul'un çeşitli yerlerine eserlerine yerleştirmiştir. Fakat en büyük ve en önemli eserlerini şehrin topoğrafyası içinde yüksek tepeler üzerinde inşa etmiştir. Bu şekilde Sinan, eserlerini çevreye hakim kılarak, şehrin çeşitli yerlerinden de algılanmalarını sağlamıştır. Tepe külliyelerinde ki camiler, denizden bakıldığında kentin taşları olarak görülürler. En üst seviyede ki caminin kütle biçimlenmesi doğa ile sağladığı uyum sonucu tepe ile bütünleşir, onu daha da yükselterek doğal topoğrafyanın bir parçası yapar. Prof. Dr. Kortan, E (1990) bir makalesinde, bu yumuşak formlar içinde, yerden birden bire yükselen düşey elemanların "minarelerin", adeta fişkırlarak bu huzurlu uyumda "bir kreşendo" oluşturduğunu belirtmektedir. Ayrıca bu çelişkinin yarattığı gerilim ile, tutarlı, çarpıcı ve karşıtların uzlaşmasından doğan bir estetik değer kazandırıldığını da önemle vurgulamaktadır. Ünlü mimar Le Corbusier (1971) de bu ilişkiyi şöyle tanımlamıştır.

"İstanbul'un yayılmış kırmızı damları, içinden camilerin heykelsil beyazlıkları ile huzurlu bir şekilde yükseldikleri bir deniz gibidir. Oradan veciz bir doku görülür, bütün fanilerin evleri ahşap ve Allah'ın evleri ise taştandır. İki tür mimari vardır, oluklu kiremitlerle örtülü geniş saçaklı basık çatılar ile, fişkırان minareleri ve kubbeleri ile camiler".

Mimar Sinan, yapıları ile, İstanbul'un doğal silüetini, ona eklemeler yaparak güçlendirmiştir. Sinan bu yapıtları ile kent silüetine “ön plan yapıları” kazandırmıştır. Kentin homojen dokusu içerisinde, heterojenliği sağlayarak, şehre canlılık, hareket ve çeşitlilik sunan dinamik yapıtlar oluşturmuştur. Bu yapıtlar, insan yapısı, helkeysi estetik objeler olup bunlar kent dokusu içerisinde, kişilikli, özgün, soylu ve ender görülen eserlerdir.

Camilerin minareleride kent silüetinde “ön plan” yapılar grubundan olup bunlar yalnızca esas kütleyle kontrastlar yaratmakla kalmaz kentin en önemli röper noktalarını da oluştururlar. Minareler, İstanbul kentinin adeta silüetini çizen bir kalem gibi, gökyüzüne yükselen eşsiz bir güzellik yaratarak, İstanbul'a “Minareler Şehri” denilmesine neden olmuşlardır.

İstanbul'u, İstanbul yapan tüm bu özelliklerin korunması ve ileriki yıllara aktarılması, çağdaş mimarlık görevi olmalıdır. Mimari birikimi koruma ve ondan yararlanma, geçmişle gelecek arasında bir köprü kurmanın tek yoludur. Bu birikimi korumak ise, camileri,minareleri ve diğer tüm anıtları ayakta tutmakla, onları olabildiğince aynı işlevleri ile yaşatmakla olmalıdır. Günümüzde, “kent strüktürleri” üzerine teoriler geliştirilirken, adeta bu alanda “bir laboratuar” olan İstanbul'un bu özellikleri mutlak dikkate alınmalıdır. Ancak, son yıllarda, İstanbul'a yalnız “rant” düşüncesi ile gelişigüzel yerlerde yüksek yapı yapma çabaları, hiç bir şekilde bu varolan “kent strüktüründen” yararlanılmadığını acı bir gerçek olarak ortaya koymaktadır.

1.2. AMAÇ

İstanbul'daki Osmanlı taş minarelerinin “stabilite bozulmalarının” çıplak gözle algılanabilir bir boyuta ulaşması, bu minarelerde “önemli stabilite bozulmalarının” varlığını ortaya koymaktadır. Buradan hareketle, bu çalışmada, İstanbul'daki “Osmanlı taş minarelerinin stabilite bozulmaları” bilimsel yöntemle saptanarak, bu bozulmaya “neden olan etkenin” belirlenmesi ve bu etkene karşı “minare yapılarının

dayanıklılıklarının artırılması” amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, teknolojinin ve müdahale olanaklarının ileriki yıllarda daha da gelişeceği düşüncesi ile, bu minarelerin yıkılıp yeniden inşa edilmeksizin, bugünkü teknoloji ve olanaklarda “dayanıklılıklarının artırılmasına ilişkin bir sistem “kurgulanarak”, minarelerin ileriki yıllara “özgün yapılar” olarak ulaştırılması hedeflenmiştir.

1.3. VARSAYIM

Bu çalışmada, İstanbul’daki Osmanlı taş minarelerindeki stabilite bozulmaları ölçülerek, minarelerin ilk inşa konumları olan “çekül”den ayrıldıkları saptanmıştır. Söz konusu olan minarelerin, çekülünde ilk inşa edildikleri tarihten günümüze kadar olan yaşamlarında karşılaştıkları ve bozulmalarına neden olan etkenin, bu minareleri bundan sonraki yaşamlarında da etkileyebilme olasılığı vardır. Bu varsayımdan hareket edilerek, çalışmaya konu olan minarelerdeki bozulmaların “yaşamsal tehlike” sınırına ulaşmadan dayanıklılıklarının artırılmasına ilişkin bir sistem önerisi bu çalışmada sunulmaktadır.

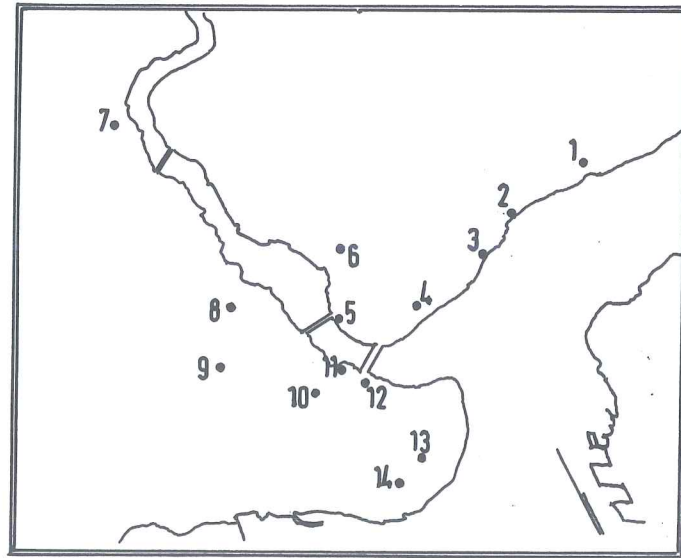
1.4. SINIRLILIKLAR

Bu çalışmada sunulan, “minarelerin dayanıklılıklarının artırılmasına ilişkin bir sistem araştırması”, yalnız maktralı kalker taşı kullanılmış ve kesme taş yapım tekniği ile inşa edilmiş minarelerde uygulanabilir.

1.5. KAPSAM

Bu çalışma, İstanbul genelinde Osmanlı dönemini kapsayan farklı jeolojik, topografik özellikleri içeren ve değişik üslüplarda inşa edilmiş cami minareleri üzerinde gerçekleştirilmiştir (şekil 1). Bu çalışma için, farklı 14 cami minaresi seçilmiş ve bunlar üzerinde ölçümler gerçekleştirilerek, genele varılmak amaçlanmıştır. Tüm özellikleri birbirinden farklı olan, ancak birbiri ile karşılaştırma yapılmasına olanak veren bu cami minareleri şunlardır:

- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| 1. Sinan Paşa Cami Minaresi | (Beşiktaş) |
| 2. Valide Sultan Cami Minaresi | (Dolmabahçe) |
| 3. Molla Çelebi Cami Minaresi | (Fındıklı) |
| 4. Kılıç Ali Paşa Cami Minaresi | (Tophane) |
| 5. Sokollu Mehmet Paşa Camii Minaresi | (Azapkapı) |
| 6. Güzelce Kasımpaşa Cami Minaresi | (Kasımpaşa) |
| 7. Eyüp Sultan Camii Minaresi | (Eyüp) |
| 8. Sultan Selim Cami Minaresi | (Fener) |
| 9. Fatih Cami Minaresi | (Fatih) |
| 10. Süleymaniye Cami Minaresi | (Süleymaniye) |
| 11. Ahi Çelebi Cami Minaresi | (Eminönü) |
| 12. Yeni Cami Minaresi | (Eminönü) |
| 13. Ayasofya Minaresi | (Sultanahmet) |
| 14. Sultanahmet Cami Minaresi | (Sultanahmet) |



Şekil 1. İncelenen minarelerin İstanbul geneline dağılışı

BÖLÜM 2. MINARELERE GENEL BAKIŞ

2.1. Minarelerin Oluşumu

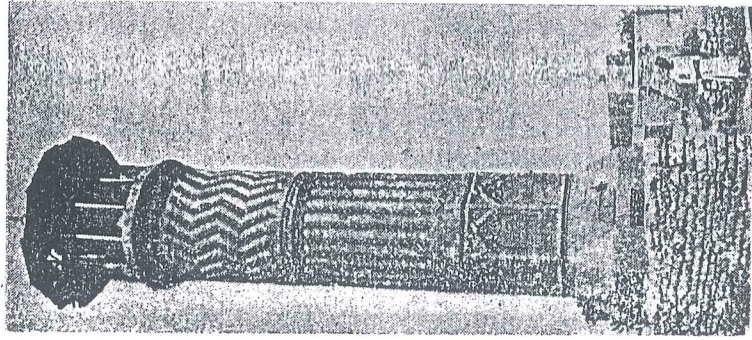
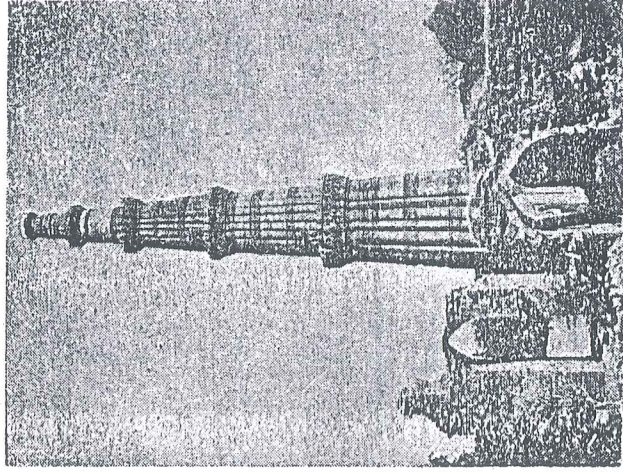
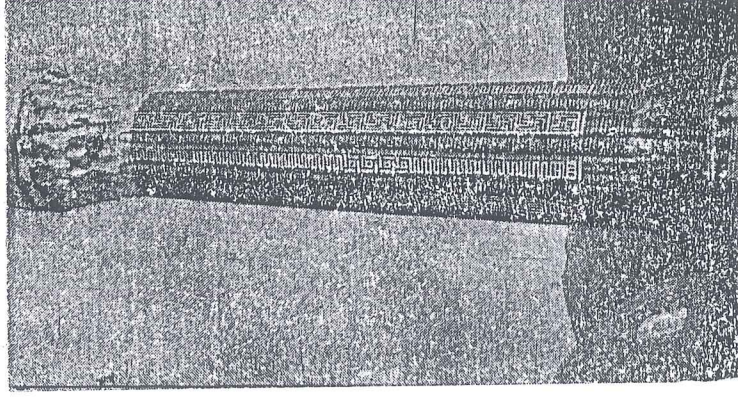
İnsanlığın varoluşu ile birlikte “Tanrı - erişilmez güç” kavramıda beraberinde oluşmuştur. Bu “erişilmez güce” ibadet etme düşüncesi ise, çeşitli inanışlara bağlı olarak, farklı farklı davranışlarla ifade bulmuştur. Bu “ifade biçimi”, ilkel kabilelerde dans şeklinde görülmüş, “semavi dinlerin” gelişi ile de büyük insan topluluklarının benimsediği “ifade biçimleri” şekillenmiştir.

Büyük ve semavi dinlerden olan ve son din kabul edilen İslam dininde sürekli ibadet biçimi, günde 5 kez yapılan “bedensel davranış = namaz” olarak şekillenmiştir. Namazın, günün 5 ayrı zamanında farklı özellikler ile yapılan bir ibadet biçimi olması, insanların bu zamanları bilmesi zorunluluğunu beraberinde getirmiştir. Bu namaz zamanlarının bilinmesi ve bildirilmesinde ise “EZAN” denilen “İnsan sesi ile sesleniş” benimsenmiştir (Sayar, Z. 1977).

İnsan sesinin işitilebilmesi, ezan okuyan insanın yüksek bir yerde bulunmasını gerektirdiğinden, ilk uygulamalar mevcut bir yapının damından yapılmıştır. İslam dininin bölgesel yayılışına bağlı olarak, önceleri evlerin damları ya da tepe üstünde ezan okunurken, sonraları gözetleme veya işaret kuleleri olan “Manara” veya “Minar” diye isimlendirilen kuleler kullanılmış, Hristiyan yerleşimlerinin İslam dinini kabul etmeleri ile de kilise kuleleri ezan okunan yerler içerisine girmiştir (Eyice, S.1963).

2.2. Minare Formlarının Gelişimi

Minarelerin form olarak gelişimine bakıldığında, Akdeniz ülkelerin de deniz fenerleri, Suriye’de gözetleme kuleleri ile mesken ve kilise kuleleri minarelerin ilk form örneklerini oluşturmuşlardır. Çan kulelerinin dört köşeli veya çok köşeli şekilleri “batı minarelerini etkilemiş ve bu formlar değişikliğe uğramamıştır. Tunus, Fas, Cezayir, Mısır ve Suriye’de



Şekil 2: İran, Hint ve Selçuk minareleri (Sayar, Z. 1977).

görülen dört köşe veya çok köşeli batı minareleri, ezan okuma işlevi yanında konut olarakta kullanılmıştır. Bu nedenle batı minareleri, katlardan oluşan ve her katına pencere açılan “bir konut” yapısına dönüşmüştür. Bu işlevleri nedeni ile, batı minareleri, ağır, az katlı ve birbirlerine benzemeyen tekil “kule” yapıları görünümünü almışlardır.

Irak, İran ve Anadolu’daki minareler, bölgeleri itibarı ile doğu minareleri grubunu oluştururlar. Bu grup minareler yalnız “ezan okuma işlevi” için yapılmışlardır. Bu nedenle “doğu minarelerine” gerçek anlamda minare demek doğru olacaktır. Yalnız ezan okuma işlevini taşıyan bu minareler sekiz köşeli yada daire planlı olup, birer sütun gibi abidevi bir görünüme ulaşmışlardır. Batı minarelerinin Anadolu’da örnekleri, Suriye’ye yakın olan Güneydoğu Anadolu bölgesinde görülür. Suriye’nin dört köşeli Arap minare örnekleri bu bölgeye kadar ulaşmıştır. Bu minarelerin XVI yüzyıla kadar bu bölgede yer yer inşa edilmiş olduğu da görülmektedir.

Asya’dan gelen Türkler, yuvarlak gövdeli minareleri Anadolu’ya yaymışlardır. Anadolu’da bu mimari ile inşa edilmiş ilk minare hakkında kesin bir bilgi yoktur. Anadolu’da abidevi minarelerin inşası ise XIII. yüzyıla rastlamaktadır. Akşehir’deki taş medrese minaresi (1216 - 1217) bu döneme ait yapılardan birisidir. Bu minare, gövdesinin yuvarlak ve kalın olmasının yanında, çift şerefesi ile özellik taşımaktadır. Bu devir minarelerine, cami yapısından ayrı olarak abidevi bir özellik verilmesine karşın, yine XIII yüzyılda minareye, bir mimari düzen içerisinde yer verildiği görülmektedir.

Selçuk’lularda görülen, büyük giriş kapısı ve bu kapının üstünde yükselen çifte minare mimarisi, Anadolu’da özellikle medreselerde uygulanmıştır. (Sivas çifte minare 1217) Daha sonraları, avlulu medrese geleneğinin doğal bir sonucu olan, giriş kapısı minare mimarisi yavaş yavaş terkedilmiş ve minare “cami kompozisyonu” içinde yer almaya başlamıştır. İsa Bey caminin (Ayasuluk - 1375) minarelerinin avlu duvarı ile ana yapının birleştiği yerde inşa edilmesi bu değişimin ilk örneğini oluşturmuştur. Sonraki devrin Osmanlı mimarisi, minare yapımında genellikle bu kompozisyonu uygulamıştır. Bu şekilde Selçuklulara özgü olan, tek başına ve cami yapısından ayrı minare, Osmanlı

mimarisinde, cami kompozisyonunu tamamlayan bir “mimari eleman” olarak kullanılmıştır (İslam Ansiklopedisi).

2.3. Minare Yapımında Kullanılan Malzemeler

Genellikle, hangi ülkede minare inşa edilmiş ise, o ülkede çok bulunan malzemenin “minare malzemesi” olarak kullanıldığı görülmektedir. İspanya’da minarelerin taştan; Kuzey Afrika’da tuğladan; Kahire’de taştan, Arabistan, Suriye, Anadolu ve Elcezire’de taş veya tuğladan; Irak, İran ve Afganistan’da tuğladan ve Hindistan’da taş ve tuğladan minareler inşa edilmiştir (İslam Ansiklopedisi).

BÖLÜM 3. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİ VE STABİLİTELERİNİN İNCELENMESİ

Osmanlı - Türk eserleri, Osmanlı Devletinin egemen olduğu her bölgede inşa edilerek o bölgeye estetik zenginlik ve karakter kazandırmışlardır. İstanbul'unda Osmanlı Devletince kazanılması, coğrafi ve siyasi bakımdan önemli olan bu bölgeye çok farklı bir boyut getirmiştir. Bizans devletinin merkezi olmasından dolayı Ortodoks dininin izlerini taşıyan İstanbul, Osmanlı devletinin egemenliğinde İslam dini ile tanışmıştır. Osmanlı devletinin İstanbul'u merkez seçme kararı ile de, Osmanlı - Türk eserlerinin ve minarelerinin en zengin ve klasik örnekleri bu bölgede inşa edilmeye başlanılmıştır. Cumhuriyet dönemine kadar Osmanlı devletinin yönetim merkezi olan İstanbul, yaklaşık 500 yıllık süre içerisinde ki değişimlerin izlerini yapılarında sergilemektedir. Buradan hareketle, bu değişimlerden etkilenen Osmanlı taş minarelerinin tüm örneklerinin birarada bulunduran İstanbul kenti, bunları aynı şartlar içerisinde incelemek ve kıyaslamak olanağını vermektedir.

3.1. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN MİMARİ YÖNDEN İNCELENMESİ

İstanbul'daki Osmanlı minareleri, biçimsellik ve tezyinat açısından günümüze kadar değişikliklere uğramıştır. Bu değişikliklere göre İstanbul minareleri üç ayrı devirde gruplanabilir. Bu gruplamalar Fetihten Sinan devrine kadar, Mimar Sinan'dan Lale devrine kadar ve Lale devrinden günümüze kadar olmak üzere aşağıda açıklanmıştır (Eyice, S. 1963).

3.1.1. Fetihten Sinan Devrine Kadar İnşa Edilen Camiler ve Minareler:

İstanbul'un 1453 de fethinden sonra mevcut Bizans kiliselerine minareler eklenerek camiler oluşturulurken diğer yandan da, "selatin" büyük ve "vüzera" orta büyüklükteki

camilerde inşa edilmiştir. Bu dönem inşa edilen selatin camilerin minareleri günümüze kadar çok az değişikliğe uğrayarak ayakta kalmıştır. Vüzera camilerin minareleri ise çeşitli nedenlerden dolayı özgünlüklerini yitirmişlerdir.

Bu devir minarelerin gövdeleri cami kompozisyonuna göre kalındır. Kürsülerde sadelik hakimdir. Küp bölümleri geçiş baklavaları ile kendini belirler. Şerefe çıkmaları geniş üç sıra nişler halinde olup, ortadaki sırada bulunan sarkıtmalar kısadır.

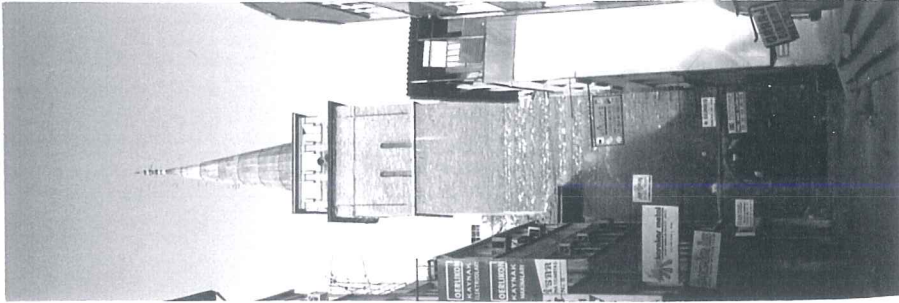
3.1.2. Mimar Sinan'dan Lale Devrine Kadar İnşa Edilen Camiler ve Minareler:

Bu devir Osmanlı - Türk mimarisinin klasik dönemidir. XVI.yy.ilk yarısının ortalarından Mimar Sinan ile başlayan bu devir, mimar Davud, mimar Dalgıç Ahmed, mimar Mehmed Ağa ile sürmüştür. Bu devir mimarları, eski uslubu daha güzelleştirerek geliştirmişlerdir. Minareler önceki devre göre incelmış olup, bu incelme anayapıya uyum ve orantı içerisinde gerçekleşmiştir. Şerefe altındaki stalaktitler çok gelişerek girintili çıkıntılı kalabalık nişler ve sarkıtmalar ile zengin ve süslü olmuşlardır. Bir buçuk yüzyılı kapsayan bu devir minarelerin birçoğu günümüze kadar özgün bir şekilde ulaşmıştır. Bu devir minareleri Osmanlı - Türk mimarisinin en mükemmel eserlerini oluşturmaları yönünden de önem taşımaktadırlar.

İstanbul'un fethinden Lale devrine kadar geçen sürede inşa edilen minarelerin ortak özelliği cami ile kompozisyon oluşturmalarıdır. Minareler dıştan algılanarak, zeminden itibaren tüm kısımları ile bu kompozisyona katılırlar.

3.1.3. Lale Devrinden Günümüze Kadar Olan Dönemde İnşa Edilen Camiler ve Minareler

XVIII. yy ilk yarısından itibaren Türk sanatı batı üslupları etkisi altında kalmıştır. Bu üslüplardan Barok ve Ampir (Empire) üslupları, XIX yy ortalarına kadar Türk sanatı üzerinde etkili olmuştur. XIX yy. ortalarından itibaren ise de bir "Eklektik" üslubun



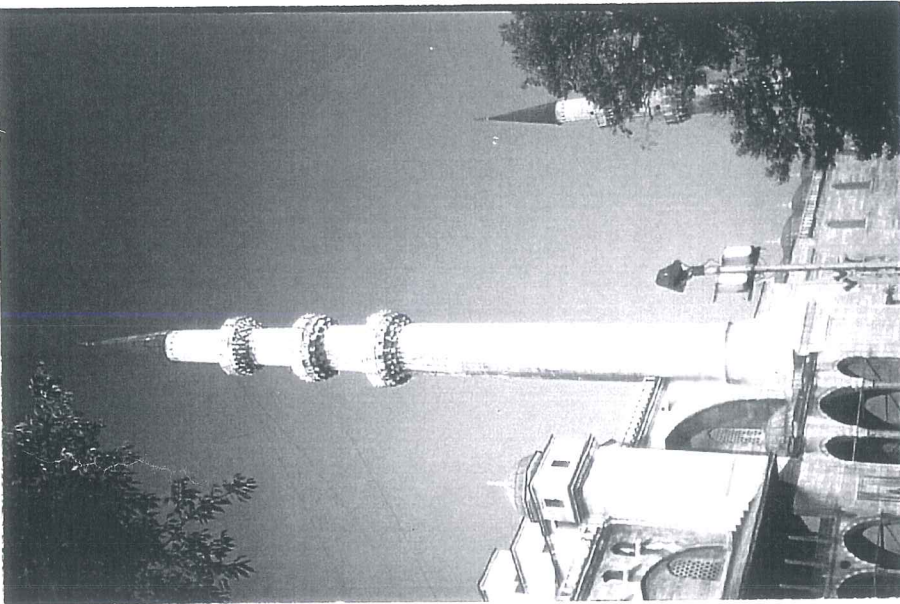
Sokil 3. Arap cami minaresi

Fetihten Sinan Devrine Kadar İnşa Edilen Cami ve Minareler

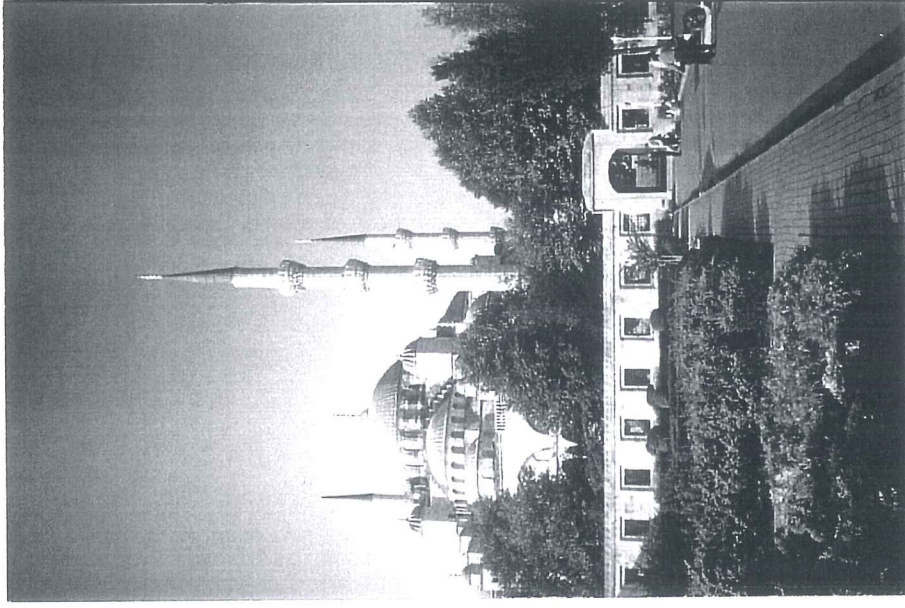


Sokil 4. Bayezid cami minaresi

Fetihten Sinan Devrine Kadar İnşa Edilen Cami ve Minareler

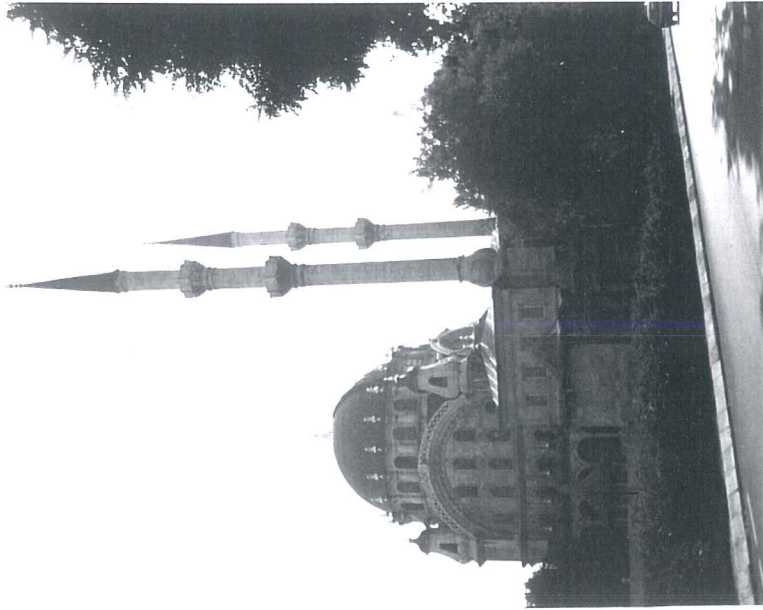


Sekil 5. Süleymaniye cami minaresi



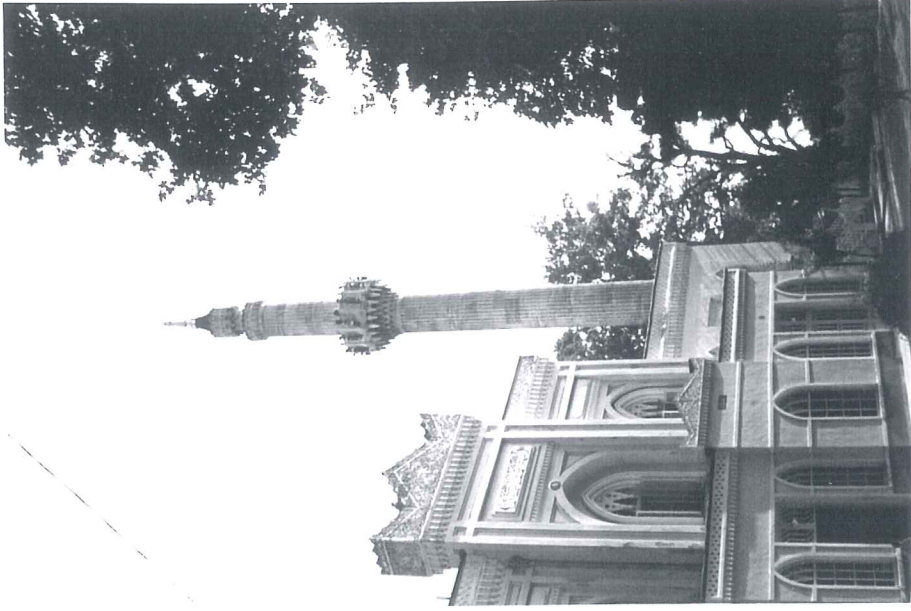
Sekil 6. Sultanahmet cami minaresi

Mimar Sinan'dan Lale Devrine Kadar İnşa Cami ve Minare Örnekleri



Sekil 7. Nusretiye cami minaresi

Lale Devrinde İnşa Edilen Cami ve Minare Örnekleri



Sekil 8. Yıldız cami minaresi

etkileri görülmektedir. Yarım yüzyıl etkili olan eklektik üslup sonrası ise belirli bir üslup yoktur. Antikten, Gotiğe tüm üslupların uygulandığı İstanbul minareleri, neo - klasisizm etkisi ile bir süre bu üslup fantazilerinden uzaklaşmıştır. Günümüzde ise hiçbir sanata dayanmayan, son derece duyarsız ve kötü örnekler, cami ve minare inşalarında görülmektedir.

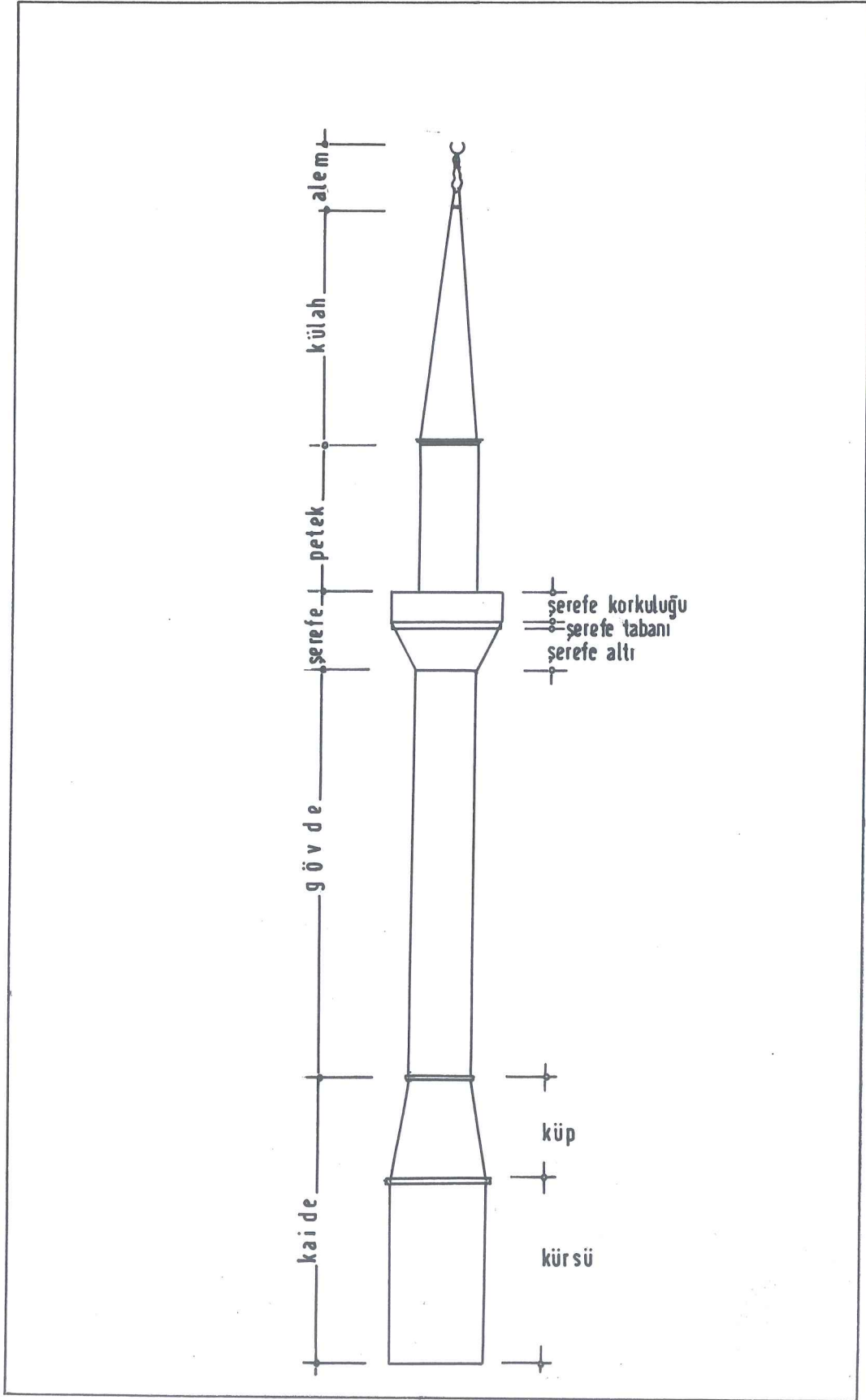
Yukarıda sözü edilen tüm batı üsluplarının etkisi daha çok tezyinata dayandığından, cami ve büyük abidelerde yapılan uygulamalar bir fantazidir. Bu devir minareleri, oldukça ince ve tezyinatı çok süslü olarak inşa edilmişlerdir. Minare küp kısımları kürevi bir şekil almıştır. Camilerin son cemaat yerlerinin üstüne bir kasr-ı hümayun inşa edilerek, minare kürsüleride bu kısım içerisinde gizlenmiştir.

3.1.4. Klasik Bir Osmanlı - Türk Minaresinin Tasarım ve Bölümleri

Osmanlı camilerinde minareler yapı kompozisyonunu tamamlayan, yapıyı statik olmaktan kurtaran, ona “düşeylik” ve “dirlik” kazandıran mimari bir öge olarak kullanılmıştır. Osmanlı mimarlığı, minare estetiğinde, selatin camilerinde doruk noktaya ulaşmış ve minareler bir heykeltraş titizliğinde inşa edilmişlerdir.

Osmanlı döneminde bir cami tasarımı ve inşası yapılırken, o caminin büyüklüğünün ve minare sayısının, camiye yaptıran kişinin sosyal konumu ile ilintili olduğu görülmektedir. Bu bir kural olmamakla beraber, padişahlar ve valide sultanlar için inşa edilen camilerde en az çift minare, çift şerefe; vezirler adına inşa edilen camilerde tek minare ve tek şerefe tasarlanmış ve yapılmıştır.

İşlevine uygun olarak tasarlanmış klasik formdaki bir minare tektonik bir yapıda, temelden başlayarak yukarı doğru inşa edildiğine göre tüm yapıyı oluşturan bölümleri yapım sırasına göre incelemek uygun olacaktır (şekil 9).



Sekil 9. Klasik Osmanlı Minaresi Bölümleri

a. Temeller: Zemin içinde kalan bu bölüme ilişkin kesin bir bilgimiz olmamakla beraber, temel sisteminin bağlı olduğu cami yapısı temelleri ile müşterek tasarlanmış olma olasılığı büyüktür. (Peynircioğlu, H. 1981). Bu nedenle temel sistemine ilişkin ayrıntılı bilgiler yerinde kontrol çukurları ve gerekirse sondajlar yardımı ile elde edilebilir.

b. Kürsü: Minare gövdesinden gelen etkileri temele ileten bölümdür. Genelde kare prizma olmakla birlikte çokgen olanları da vardır. Minareye giriş kapısı buradan olup, büyük camilerde dışarıdan, küçük camilerde içeriden girilmektedir.

Bu bölümün cami yapısına göre konumu 4 şekilde oluşmuştur. (Yazıcıoğlu, L. 1974)

I. Cami yapısına bitişik olarak inşa edilir. Bina ile bir bütün oluşturur. Planda kürsü çıkıntısı belirgindir.

II. Kürsü cami yapısının beden duvarı üzerine inşa edilir. Kürsü planı zeminde bir çıkıntı oluşturmaz.

III. Kürsü planı tamamen cami planı dışında tasarlanır. Böylece kürsü kütlesi cami kütlesi dışında kalır.

IV. Özel karakterde inşa edilir.

c. Küp: Dikdörtgen kare ya da çokgen planlı tabandan gövdenin dairesel / çokgen kesitine geçişi sağlayan bir rakkatman (geçiş) bölümüdür.

Buraya kadar sıralanan temel - kürsü - küp bölümleri minarenin "kaide" adı verilen taban kısmını oluşturur.

d. Gövde: Kaideye yük ileten dairesel halka kesitli bölümdür. Helezon şeklindeki döner merdiveni taşıyan ve onu dış etkilerden koruyan kabuk kısımdır. Bu bölüm şerefeye kadar son bulur veya birden fazla şerefeli minarelerde son şerefeye kadar devam eden bir yüksekliğe ulaşır. Edirne'deki Üç Şerefeli ve Selimeye camilerinde her şerefeye ayrı merdivenlerle ulaşılan bir sistem tasarlanmış ve uygulanmıştır. Osmanlı da gövde dış

yüzünde abartılmış bezemeler yoktur. Yontma oluşturulmuş gövdenin dış yüzüne kanal ve yivler açılarak sade bir doku oluşturulmuştur.

e.Şerefe: Bu bölüm, müezzinin ezan okuduğu ve üzerinde sesini her yöne duyurabilmesi için gezindiği dairesel yada çokgen planlı bir platform olup, perde şeklinde bezemeli bir korkuluk ile sınırlanır. Şerefe, korkuluk, şerefe tabanı ve şerefe altı kısımlarından oluşur. (Yazıcıoğlu L. 1974) Şerefelerde taş işçiliğinin dantel gibi uygulandığı en güzel örnekleri görmek olasıdır. İnce, duygulu bir zevkin taşa işlenmiş ve dondurulmuş birer simgesidirler. Şerefeler ayrıca İslam dininin kutsal olarak kabul ettiği gecelerde kandillerle aydınlatmayı sağlayan birer öge olarakta kullanılırlar.

f. Petek: Bu bölüm şerefeye kible tarafından çıkış kapısını içermekte olup, gövde üzerinde silindirik / çokgen formda içi boş olarak belli bir yüksekliğe kadar devam eder. Külâhı tutun seren bu kısım içinde bulunur. Bu kısmın yükseliği minarenin cami yapısı kompozisyonu ile belirlenir.

g. Külâh: Petek ve dolayısıyla gövde kısmını örten, koni biçimindeki kısımdır. Önceleri bazı minarelerde taş olarak inşa edilmiş olan bu bölüm deprem ve rüzgar etkilerinden olumsuz etkilenmesi sonucu yıkıldığından, sonraları tüm minarelerde ahşap olarak inşa edilmiş ve üzeri kurşunla kaplanmıştır.

h. Alem: Külâhın bitimindeki sivri uçta kurşun kaplamayı sınırlandıran ve hilal biçimindeki bir figürlü elemanı taşıyan simgesel bir bölümdür.

3.1.5. İstanbul'daki Osmanlı Minarelerinin Yapımında Kullanılan Taş Malzemenin İncelenmesi

İstanbul'daki Osmanlı eserlerinin taşıyıcı öğelerinde malzeme olarak bölgesel ocaklardan elde edilen taşlar kullanılmıştır. İstanbul'un bölgesel ocaklarından Safraköy ve Bakırköy'den elde edilen taşların özelliği, bünyelerinde maktra fosili içermeleridir.Bu

özellikten dolayı, bu taşlara “Maktralı kalker”, “Lümasel kalteri” ve “küfeki taşı” isimleri verilmiştir. Maktralı kalker taşı, İstanbul’daki Osmanlı taş minarelerinin inşalarında da kullanıldığından, bu taş ile ilgili özelliklerin bilinmesi gereklidir. Dr. Kemal Çorapçıoğlu (1983) tarafından hazırlanan “Doğal Taş Kargir Yapılarda Taş Ayırışmasının Nedenleri ve Maktralı Kalkerler Üzerine Korumaya Yönelik Bir Araştırma” konulu doktora tezinde kapsamlı bir şekilde İstanbul ocaklarından çıkan bu taşlar incelenmiştir. Sözü edilen çalışmanın 5. Bölümünde Maktralı kalker ile ilgili tüm özellikler incelenmiş olup, aşağıdaki bilgiler bu kaynaktan alınmıştır.

Küfeki Taşının Jeolojik Formasyonu

Bakırköy taşları, Senezoik, Tersiyer zaman ve Neojen - Miosen devre ait olup, mutlak yaşları 25 milyon yıl civarındadır. Burada neojen kum, kil, çakıl, marn, kaba kalker ve plakette kalkerlerden ibaret olup bilhassa kumlar ve kalkerler sarmasien katına ait Mactra, Unio, Melonopsis gibi fosilleri ihtiva etmektedir. Bunlar kalsiyum karbonatlı suların boşlukları doldurmasıyla bağlanarak zamanla sertleşmiş ve kompaktlaşmış tortul (sedimanter) kültelerdir. Tortul kültelerin yapısal özelliklerinden en önemlisi “tabakalaşma” ve “tabaka yüzeyleri” dir. Tabakalaşma, tortulların renk, tane büyüklüğü, doku, sertlik ve bileşim bakımından farklı yataklar halinde üst üste birikmesidir. Tabakalaşma gösteren bir kültede, renk, bileşim, litoloji ve doku bakımından homojen olan kısma “tabaka” adı verilmektedir. Tabakalaşma biçimleri ise düzgün, dereceli, çapraz ve kaymalı olmak üzere farklılıklar göstermektedir.

Küfeki Taşının Kimyasal Özellikleri

Safraköy taşlarından alınan bir numunede yapılan analiz sonucunda oksitlerin dağılımı belirlenmiş ve yüzde olarak şu değerlere ulaşılmıştır:

<u>Safraköy Kalkerlerindeki bileşenler</u>	<u>%</u>
SiO ₂	-
Al ₂ O ₃	2.30
Fe ₂ O ₃	-
TiO ₂	-
CaO	53.90

MgO	-
Na ₂ O	0.10
K ₂ O	0.05
Kızdırma Kaybı	43.65

Maktralı Kalkerlerin Fiziksel Özellikleri

Maktralı kalkerlerin özgül ağırlık değerleri:

	özgül ağırlık (gr/cm ³)	(aritmetik ort.)
Bakırköy taşları	2.6 - 2.7	2.67
Safraköy taşları	2.62 - 2.68	2.64
Pınarhisar taşları	2.50 - 2.70	2.60

Maktralı Kalkerlerin Birim ağırlık ve doluluk oranları:

	Birim hacim ağırlık (gr/cm ³)	(arit ort)	%	(arit. ort)
Bakırköy taşları	2.30 - 2.50	2.39	85-96	89
Safraköy taşları	2.32 - 2.48	2.37	85 - 91	90
Pınarhisar taşları	1.87 - 2.18	2.04	83 - 87	83

Maktralı kalkerlerin mekanik özellikleri

Basınç direncinin belirlenmesi:

Safraköy taşlarında	:	= 1244, 75	Δ - 2642, 66 (su emmiş)
		= 1283, 64	Δ - 2728, 27 (kuru)
Bakırköy taşlarında	:	= 2678, 7	Δ - 6151, 61 (su emmiş)
		= 2435, 66	Δ - 5598, 53 (kuru)

Eğilmede çekme direnci:

Farklı tabakalanma gösteren taşların alt ve üst yüzlerinde;

Bakırköy taşlarında 6-60 kgf/cm²

Safraköy taşlarında 10-111 kgf/cm²

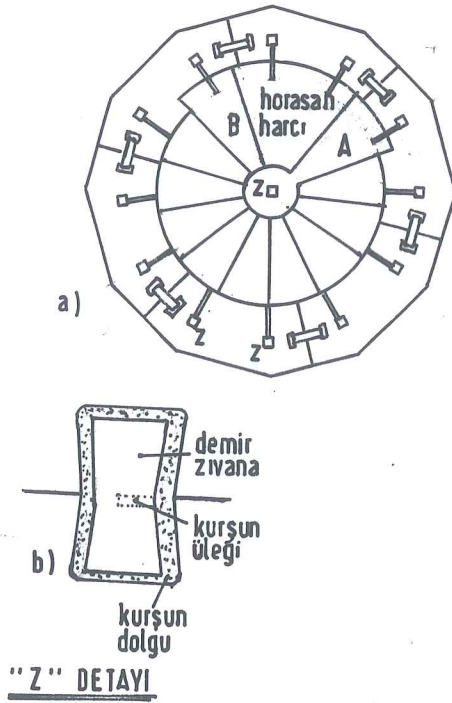
3.1.6. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Yapım Tekniği Yönünden İncelenmesi

Taş minarelerin geleneksel olarak yapımları, genel olarak aşağıdaki aşamalar izlenerek gerçekleştirilmektedir:

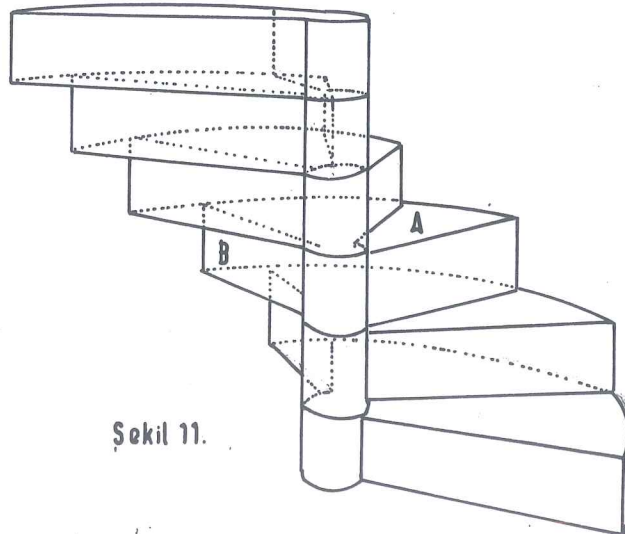
1. Minare yapımında kullanılacak taşlar, şantiyede önceden kaba şekilde hazırlanır.
2. Minare ustalarının hazırladıkları şablonlar ile bu taşlara esas şekilleri çizilir ve taşlar işlenerek örgüdeki yerleri için uygun hale getirilir.
3. Minarenin üst yapı inşasına başlanmadan önce, şerefe kotuna ve kible yönüne bağlı olarak, şerefeye çıkış kapısına göre minareye giriş kapısı dengelenir. Bu dengeleme yapıldıktan sonra, minarenin kürsü bölümünde giriş kapısı boşluğu bırakılarak minare üst yapımına başlanır. Selatin camilerin minarelerine avludan (dıştan), vüzera camilerin minarelerine ise anayapı içinden girilir. Minarelerin merdiven dönüşlerinin sağdan çıkışlı yapılması ise bir kural olarak uygulanmaktadır.
4. Minare yapımı için bir iskele oluşturulur ve minare yapımında bir insanın ulaşabileceği kottan sonra bu iskele kullanılmaya başlanır.
5. Minare üst yapısının duvar örgüsü oluşturulurken, örgüye giren her bir taş, duvarda taşıyıcı bir eleman görevini üstlenir. Örgüyü oluşturan taşlar duvar kalınlığı boyunca tek parça olarak örgüye katılır. Bu şekilde, tek parça taşların yan yana getirilmesi ile taş sıraları yani "kur"lar oluşturulur. Her bir kuru oluşturan taşlar birbirleri ile "yatayda" demir ankrajlar ile bağlanır. Demir ankrajların taşlara bağlanmasında ise kurşun kullanılır (şekil 10.a). Bir taş sırasını yani kur'u oluşturan taşlar, bir üst ve bir alt kurlarla da "düşeyde" zıvanalar aracılığı ile bağlanırlar (şekil 10.b.) Bu zıvanaların da taşlara bağlantıları kurşun aracılığı ile gerçekleştirilir. Ayrıca kurlar üstüste getirilirken 1-2 mm kalınlığında "yastık harcı" uygulanarak, taş yüzeylerinin birbiri ile ilişkisini kesen bir yatay derz uygulamasıda yapılır.

6. Minare üst yapısının duvar örgüsü oluşturulurken döner merdiveni oluşturan basamaklarında yapımı sürdürülür. Duvar örgüsündeki her bir kura bir basamak gelecek şekilde minare yapımı gerçekleştirilir. Basamaklar, bulundukları kottaki kur içerisine, duvar örgüsü işlemi uygulanarak bağlanır. Bu kottaki bu işlem iki basamak için yapılır (şekil 10a.) Aktif olan “A” basamağı ile “yedek basamak” olarak adlandırılan “B” basamağına bu işlem uygulanırken, bu basamaklar arasında horasan harcı ile doldurulur. Bu şekilde her bir kur kotunda çok geniş bir basamak yüzeyi oluşturulur. Bu geniş bir uygulama ile, minareye çıkışta kullanılan “A” basamağı görünmekte ancak, diğer parçalar ise bir üst basamak altında saklı kalmaktadır. Ayrıca “A” basamağı üst üste gelen iki sırada bir, duvar örgüsü içerisine katılmayarak (duvar içerisine yalnız 10 ~ 15 cm girerek), basamak dengelemesinde önemli bir görev üstlenir. Basamakların diğer ucu olan silindirik bölüm, bir alt basamağın silindirik bölümüne oturtulması ile de, basamakların minare gövdesi içerisindeki mesnetlenme işlemi tamamlanmış olmaktadır. Basamakların silindirik bölümlerine “çekirdek” adı verilir. Bu çekirdekler de birbirleri ile düşeyde zıvanalar (demir ankrajlar) ile bağlanırlar (şekil 10a.). (R.1)
7. Gövde örgüsünü oluşturan blok taşlar, gövde - şerefe arakesitinden başlayan kademeli genişleme ile konsol oluşturlar. Genişleyen bu bölümün dışta kalan yüzeyi, “stalaktit” denilen taş süslemeler ile görsel yönden zenginleştirilmiştir. Bu bölümün bittiği kot şerefe tabanının oluşturunca, aynı zamanda petek bölümünde başlangıcını belirlemektedir (şekil 12. (R.2)
8. Şerefe tabanını saran ve tabana ankre edilen şerefe korkulukları, çeşitli süslemeler ile bezenmiş panolar olup, birbirlerine demir lamaları ile bağlanırlar (R.3).
9. Şerefe kotundan itibaren, miranenin petek bölümünün yapımı sürdürülür. Petek bölümünün duvar örgüsünde gövde örgüsü gibi örülür. Ancak bu bölümün duvar kalınlığı inceltirilir. Bu bölümde, şerefeden itibaren 3-6 basamak duvarla birlikte örüldükten sonra, basamak yapımına son verilir. Duvar örgüsüne katılan blok taşların, alt, üst, yan ve dış yüzlerine ince taş işçiliği uygulanırken, bazı minarelerde petek bölümlerinin iç yüzeyleri kaba taş işçiliği ile bırakılmıştır (R.4).

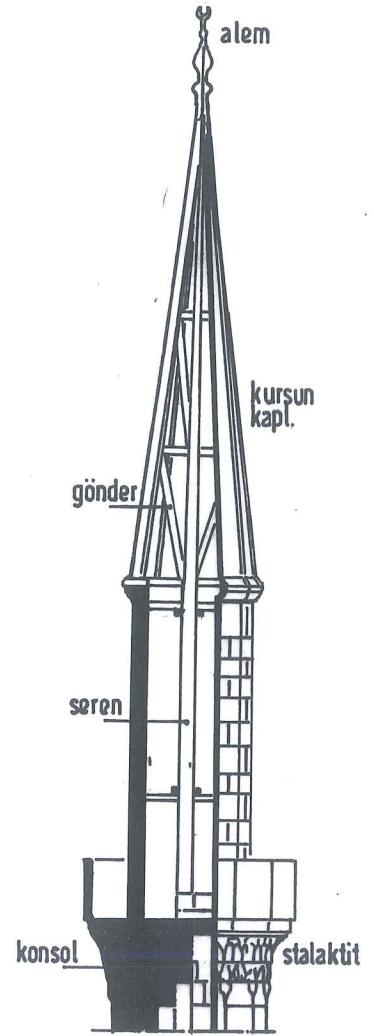
10. Petek bölümünün bitiminden sonra, külah yapımına başlanır. Külah yüzeyini oluşturan ahşap konstrüksiyonun mesnetlendiği ve ana taşıyıcı eleman olan seren, petek bölümündeki çekirdek üzerine mesnetlenir (şekil 12). Tek bir ağaç gövdesinden oluşturulan seren, külah - petek arakesitinde sabitlendikten sonra, külahı oluşturacak diğer ahşap elemanlarla birleştirilerek "külah konstrüksiyonu" tamamlanır (şekil 12). (R4).



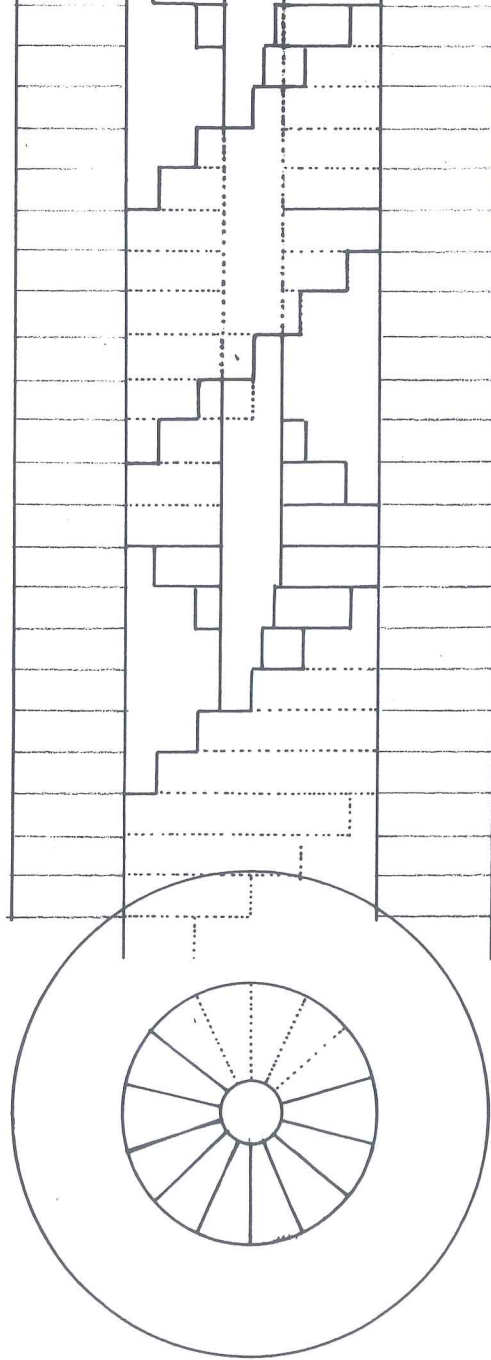
Şekil 10



Şekil 11.



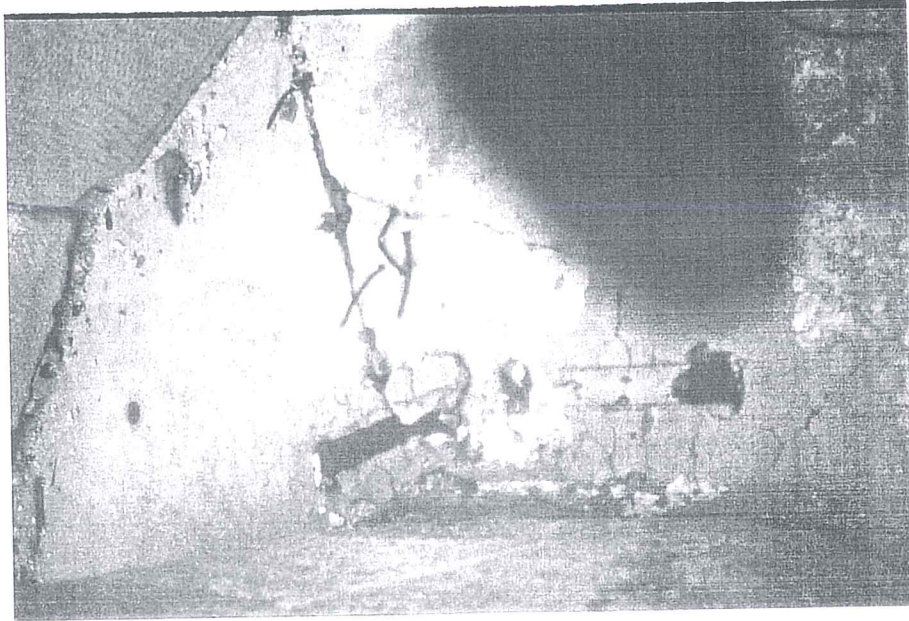
Şekil 12



Şekil 13. Minare merdiveni oluşumu



R 1. Bir minare gövdesinin örümüne giren taşlar.



R 2. Minare tabanı ve demir bağlantı elemanı



R 4. Petek ve külâh içi görünüşü



R 3. Minare şerefe korkuluğu

3.2. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN GÜNÜMÜZE KADAR BOZULMA NEDENLERİ VE HASAR DERECELERİNİN İNCELENMESİ

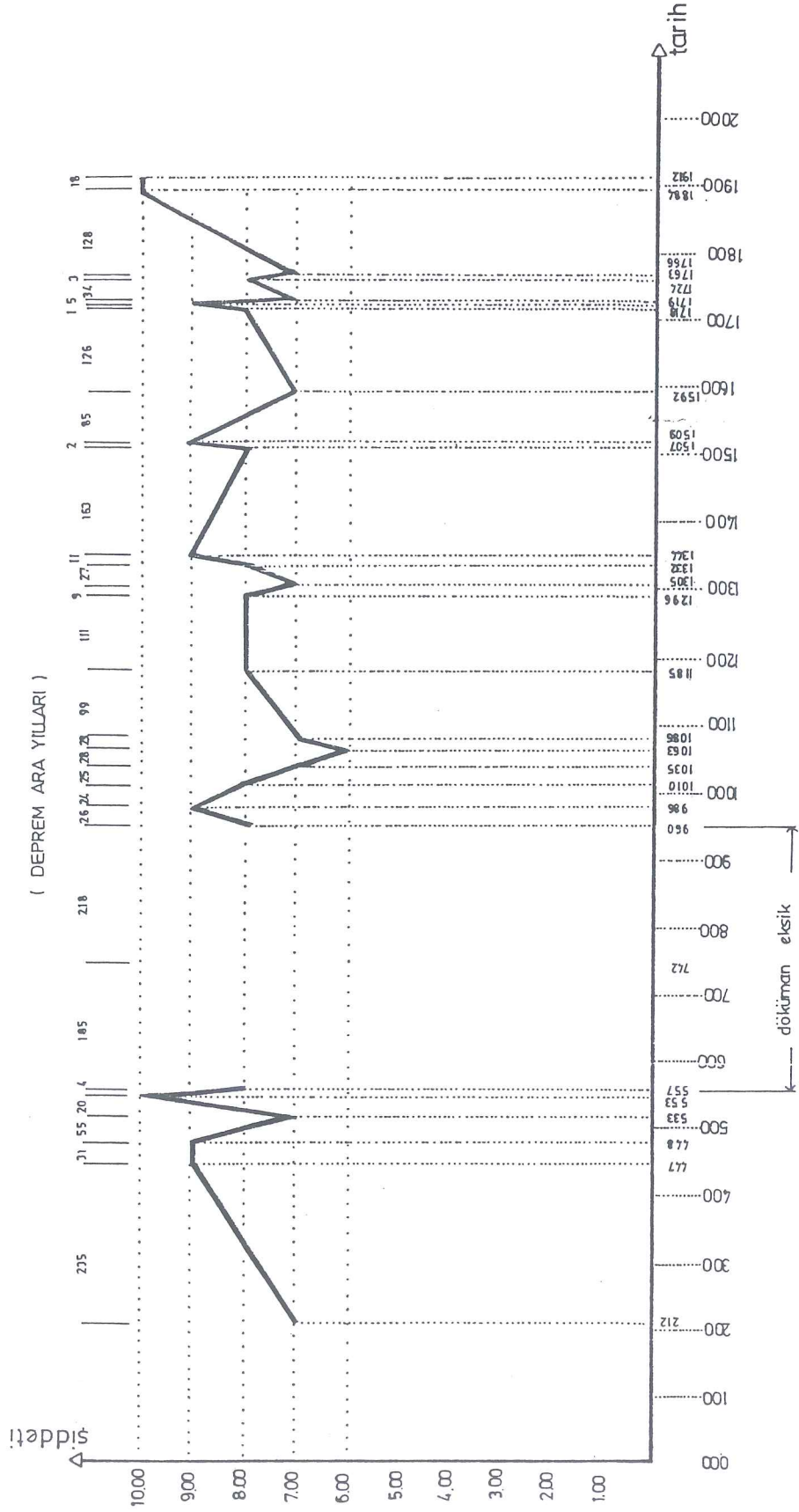
İstanbul'da günümüze dek gelebilen bir çok tarihi yapı, yıkıcı ve zarar verici doğa olayları ile karşılaşmıştır. Bu doğa olayları, bilindiği gibi, deprem, rüzgar, şiddetli yağmura bağlı sel ve yıldırımdır. Yapıyı dış kuvvet olarak tehdit eden doğa olaylarının etkime büyüklükleri yapılarda bıraktıkları hasar dereceleri ile ilintilidir. Büyük ve kuvvetli doğa olayları yapıların zarar görmesine ve yıkılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle İstanbul'da önemli sayılacak, doğa olaylarını ve sonuçlarını incelemek, minarelerin tarih içindeki yaşamları açısından gerekli olmaktadır. İstanbul minareleri için önemli sayılacak doğa olayları, tablo 1, tablo 2, tablo 3, tablo 4 ve şekil 14 de kronolojik sırada özetlenerek verilmiştir.

Tablo 1.

Tarih	Sonuçlar	Kaynakça
1808	Kasırga fırtına, Kağıthane tarafından halice doğru. Azapkapı cami minaresi yıkıldı.	Cezar, M. (1963)
1822-23	Lodos - Selimiye cami minarelerinden birini küp üstünden diğeri gövde ortasından yıkıldı. İsimleri belirlenemeyen 13 minare daha yıkıldı. (Hekimoğlu ve Edirnekapı minareleri yıkıldığı söylenir)	Hadikat-ül cevami
1962	Lodos - Hekimoğlu Alipaşa cami minaresi yıkıldı	Hadikat-ül cevami

Tablo 2

Tarih	Sonuçlar	Kaynakça
1489	Bir çok minare yıkıldı	Tarih-i Al-i Osman No: 1100, Vr. 72/6 No: 1101, Vr. 92/a No: 1099, Vr. 102/a
1509	Bir çok minare yıkıldı. (Küçük kıyamet)	Cild-i Evvel Tarih-i Al-i Osman No: 1099. Vr. 106/b Cezar, Mu (1950)
1557	Bir çok minare yıkıldı	No: 1100. Vr. 105/b
1648	Firuzğa Camii minaresi yıkıldı	Cezar, M. (1963)
1690	Minare ile ilgili bilgi yolu	
1719	Minare ile ilgili bilgi yolu	
1752	Edirne ve İstanbul etkilendi. Edirne, Selimiye camii, eski cami, üç şerefeli ve daha bazı cami minareleri yada şerefeleri yıkıldı.	Cezar, M. (1963)
1754	Fatih ve Bayezid camilerinin kubbelerinde hasarlar oluştu.	Vasıf Tarihi C1. S. 36
1766	Fatih cami büyük kubbesi çöktü. Sultan Selim, Şehzade, Süleymaniye, Nuru Osmaniye, Lalei, Valide ve Ayasofya cami minareleri dışında bazı cami minareleri yıkıldı.	Vakıf tarihi C1. S. 275 Çeşmizade tarihi s. 45 ve s. 53 Cezar, M. (1963)
1790	Tahribat yok	
1802	Minare ile ilgili bilgi yok.	
1855	Minari ile ilgili bilgi yok.	
1894	Edirne Mihrimah Sultan Cami Minare gövde, ortasına kadar yıkıldı. Sokollu, İmrahor ve Ahi Çelebi camileri zarar gördü.	Konyalı, İ.H., s. 7 -15-45-113 Cezar, M. (1963)



Şekil 14. İstanbul'daki tahripkar depremlerin yıllara göre dağılımı (Çamlıbel, N. 1990)

Tablo 3. 1934 - 1960 ve 1982 - 1996 yılları arasında, İstanbul'da gerçekleşmiş 25 m/sn üzerindeki rüzgar hızları, yönleri ve sayıları (BÜ Kandilli Rasathanesi).

Tarih	1934 - 1960						1982 - 1996						
Rüzgar hızı (m/sn)	25	26	27	28	29	30	25	26	27	28	29	30	Toplam
K.KD.KB	4	6	4	7	1	2	1	2	1		1		29
G.GD.GB	2	8	3	5	2	6					1		27

Tablo 4.

Tarih	Sonuçlar	Kaynakça
1553	Şiddetli yağmur	No: 1108 Vr.104/a-104/b
1563	Kağıthane bölgesinde başlayan sel	Cezar, M. (1963)
1746	Bayezid caminin sol minaresini külahı isabet olarak yandı.	Cezar, M (1963)
1826 ?	Sokollu Mehmed Paşa (Azabkapı) camii minaresine yıldırım düştü.	Kuran, A., (1986)

İstanbul'daki Osmanlı minarelerinde bozulmalar ve yıkılmalar yalnız doğa olayları tarafından oluşmamıştır. Çeşitli nedenlere bağlı olarak alınan onarım ve tamir kararları sonucunda birçok minarenin petek yada petek + gövde kısımları sökülmüş ve yeniden yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda da birçok minare özgünlüklerini yitirmiştir.

(Tablo 5) (Semavi, E, 1963, İstanbul Vakıflar Bölge Md. Arşivi, Kuran, A., 1986)

Tablo 5.

Cami Adı	İlk İnşa	Son İnşa	Petek	Gövde	Bugünkü Durumu
FATİH		1823-1826			
BAYEZİD	1501-1505		sol minare orjinal değil		
SULTAN SELİM	1522				
MURAD PAŞA	1471				
İBRAHİM PAŞA	1479		-	Ö	
DAVUT PAŞA					
KOCAMUSTAFA PAŞA	1491		-	Ö	
FİRÜZAĞA	1491		-	-	
ATİK ALİ PAŞA	1497		-	-	
İSKENDER PAŞA	1505		Ö	Ö	
ŞEHZADE	1543-1548		Ö	Ö	
İSKELE MİRHİMAH	1548		Ö	Ö	
SÜLEYMANİYE	1550-1557		Soldaki küçük ve büyük minareler	Ö	
AYASOFYA	XVI-2		Ö	Ö	
SULTANAHMET	1611-1617		-	Ö	Kible duvarının sol köşesi 1955'te tamamı yeniden yapılmış
YENİ CAMİ	1598-1603	1661-1663	Ö	Ö	Mısır çarşısı yanındaki 1953'te yarısına kadar yeni
VALİDE CAMİ	1709-1710		Ö	Ö	
HASEKİ	1539		Ö	Ö	
AHMED PAŞA	1554	Minare	kısmen yenilenmiş		
SİNAN PAŞA	1555		1974 yeniden inşa		
RÜSTEM PAŞA	1555		-	Ö	
AHİ ÇELEBİ	XVI-/I		-	-	
BALİ PAŞA	XVI		-	Ö	
SOKOLLU MEHMED (Azapkapı)		1958-59	Minare tamamen	yeniden yapılmış	
KILIÇ ALİ PAŞA	1580		-	-	Kırım harbinden sonra gövdenin altından itibaren yeni
ŞEMŞİ PAŞA	1580	1943	-	-	(*) itibaren yeni
MOLLA ÇELEBİ		1854	-	-	I. Abdülhamit devrinde tamir görmüş
NURU OSMANİYE	1748 - 1755		-	Ö	
AYAZMA	1759-1760		?	?	
LALELİ CAMİ	1670 - 1763		Ö	Ö	
EYÜP SULTAN					
BEYLERBEYİ	1811		Ö	Ö	
SELİMİYE		1825	-	-	
NUSRETİYE	1822-1825		Ö	Ö	
DOLMABAĞÇE VALİDE SULTAN	1854		Ö	Ö	
KASIMPAŞA CAMİİ - İ.KEBİR		1865	-1930 - 40 yeniden inşa	-	

3.3. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN STABİLİTELERİNİN SAPTANMASI

İstanbul minarelerinin uzun yaşamları içerisinde, çeşitli nedenlere dayalı olarak eskiyecekleri, yıpranacakları ve bozulacakları bir gerçektir. Bu bozulmalar minarelerin taşıyıcı sistemini doğrudan etkiliyor ise, TAŞIYICI SİSTEMİ BOZAN NEDENLERİN SAPTANMASI VE ORTADAN KALDIRILMASI ÖNCELİK TAŞIMALIDIR. Buradan hareketle, tez çalışmasına da veri oluşturacak “Geleneksel Minare Yapılarında Stabilité Bozukluklarının Saptanması” konulu bir araştırma projesi hazırlanmıştır. (YTÜ Araştırma Fonu 93-B-03-01-01). Prof. Dr. Nafiz ÇAMLİBEL (1996) yürütücülüğünde oluşturulan bu çalışma da, aşağıdaki sorulara yanıt verebilecek verileri elde etmek amacı ile söz konusu yapıların yerinde ölçülmesi gerçekleştirilmiştir.

- I. Minarelerde kalıcı deformasyon saptanması,
- II. Minarelerde kalıcı deformasyon saptanması durumunda mertebesinin belirlenmesi,
- III. Kalıcı deformasyonun olduğu bölümlerin saptanması ve deformasyon - zaman ilişkisinin bulunması
- IV. Bir yapıya etkiyen, RÜZGAR YÜKÜ, DEPREM ETKİSİ VE ZEMİN SIKIŞMASININ, minarelerde oluşturacağı strüktür bozuklukları sonucu “kalıcı deformasyonun” oluşup oluşmayacağının belirlenmesi.

Bu çalışmada, Osmanlı - Türk camilerinin önemli selatin camileri başta olmak üzere, İstanbul genelinde, farklı usullarda ve dönemlerde yapılmış, farklı coğrafik, topoğrafik ve jeodezik özellikleri içeren bölgelerde inşa edilmiş camilerin minarelerinde ölçümler yapılmıştır. Ölçümleri yapılan minareler şunlardır:

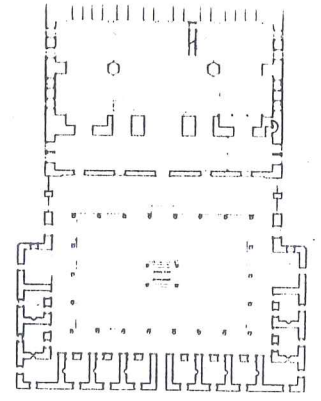
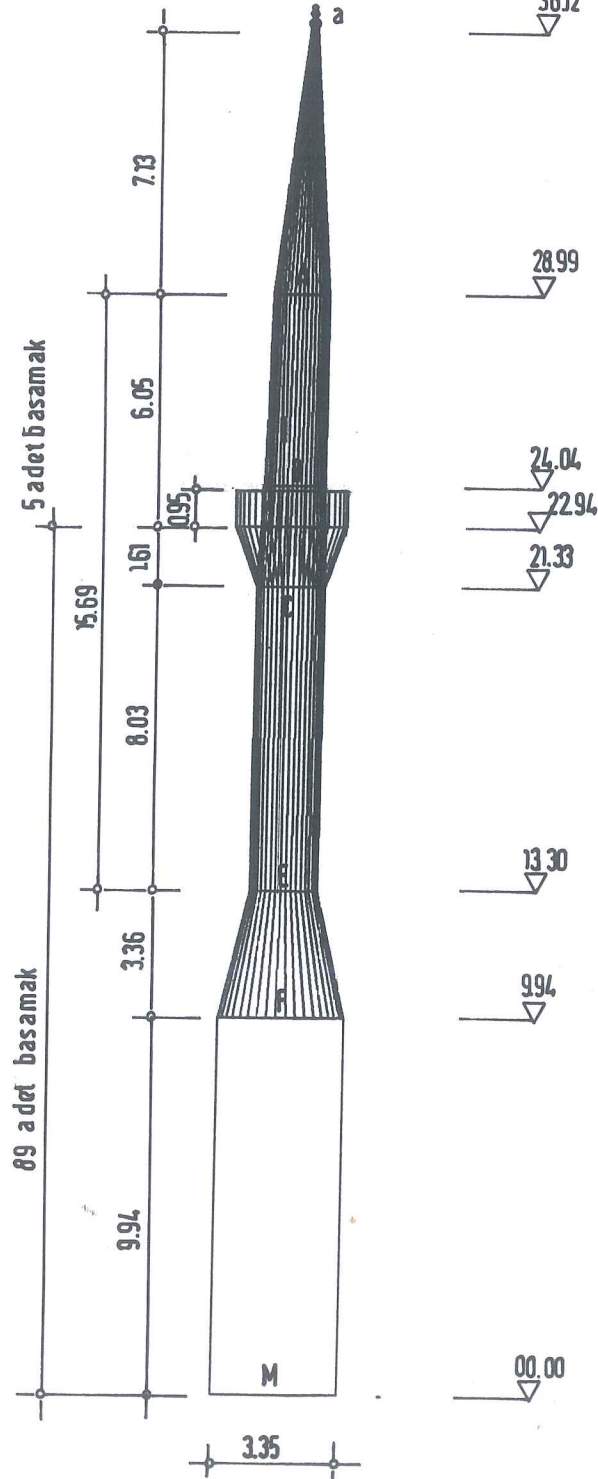
- | | | |
|----|-----------------------------------|--------------|
| 1. | Sinanpaşa cami minaresi | (Beşiktaş) |
| 2. | Valide Sultan cami minaresi | (Dolmabahçe) |
| 3. | Molla Çelebi cami minaresi | (Fındıklı) |
| 4. | Kılıç Ali paşa cami minaresi | (Tophane) |
| 5. | Sokollu Mehmet paşa cami minaresi | (Azap kapı) |

6.	Güzelce Kasım paşa cami minaresi	(Kasımpaşa)
7.	Eyüp Sultan cami minaresi	(Eyüp)
8.	Sultan Selim cami minaresi	(Fener)
9.	Fatih cami minaresi	(Fatih)
10.	Süleymaniye cami minaresi	(Süleymaniye)
11.	Ahi Çelebi cami minaresi	(Eminönü)
12.	Yeni Cami minaresi	(Eminönü)
13.	Ayasofya minaresi	(Sultanahmet)
14.	Sultanahmet cami minaresi	(Sultanahmet)

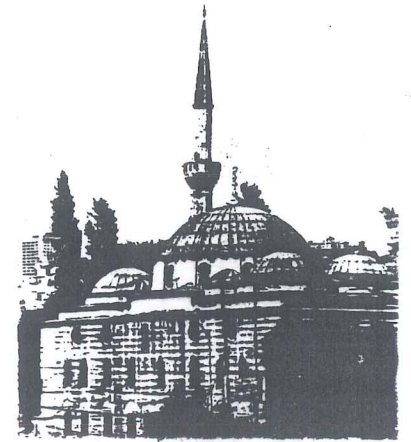
Ölçümler ve hesaplamalar sonucu elde edilen sayısal bulgular 14 grafik - plan, 14 şekil ve 3 harita olmak üzere 31 levhada belirtilmiştir. Bu levhaların incelenmesi şu şekildedir.

14 şekil, ilgili minarelerin görünüşlerini içermektedir. (L1a, L2a, L3a, L4a, L5a, L6a, L7a, L8a, L9a, L10a, L11a, L12a, L13a, L14a). Minare görünüşlerinde o minare üzerinde ölçüm yapılan kotlarda farklı harfler kullanılmış olup, bu harfler ilgili minarenin o kottaki “plansal geometrik şeklinin ağırlık merkezlerini” ifade etmektedir.

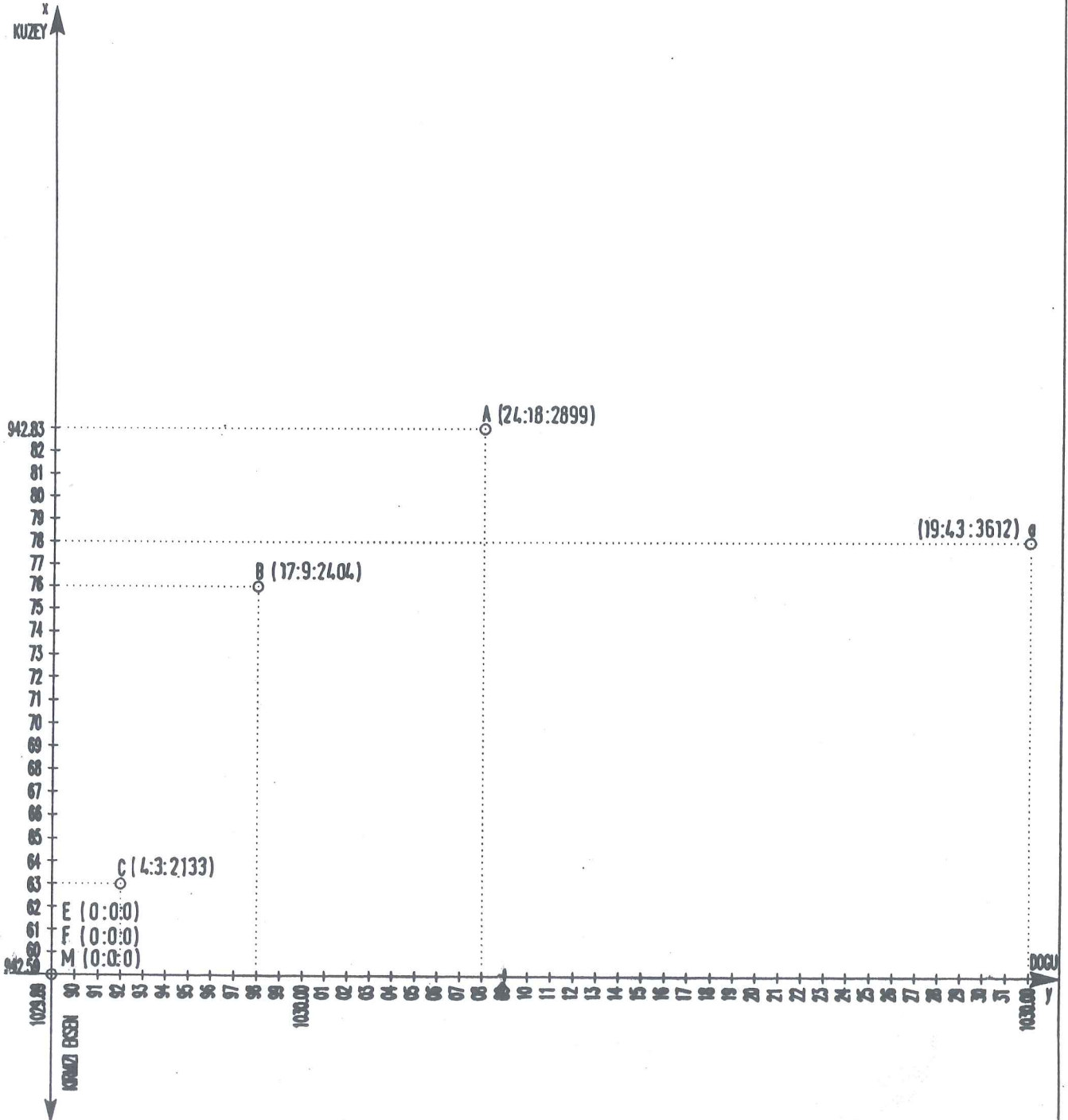
Ölçüm yapılan minarenin o kottaki plansal geometrik şeklinin ağırlık merkezlerini gösteren harfler, iki boyutlu “grafik - plan” üzerine yansıtılmıştır. (L1b, L2b, L3b, L4, L5b, L6b, L7b, L8b, L9b, L10b, L11b, L12b, L13b, L14b). Bu iki boyutlu planda her bir sabit kottaki ağırlık merkezinin manyetik kuzey eksenine göre konumu belirlenmiş ve bu noktaların “Minarelerin zemine oturduğu kürsü bölümünün ağırlık merkezi olan M noktasına” (kırmızı eksene) görede koordinatları cm olarak (x; y; z) verilmiştir. Herbir harfin M noktasını merkez alan “kırmızı eksene” göre konumu, o kotun hangi yöne doğru, hangi mertebede deformasyon (eğilme) yaptığını göstermektedir. X (kuzey) ve Y eksenleri üzerindeki sayılar ölçüm sırasında okunan değerler olup, bunlar yalnızca ağırlık merkezlerinin “grafik - plan” üzerine işlenmesine yardımcı veriler olarak kullanılmıştır.

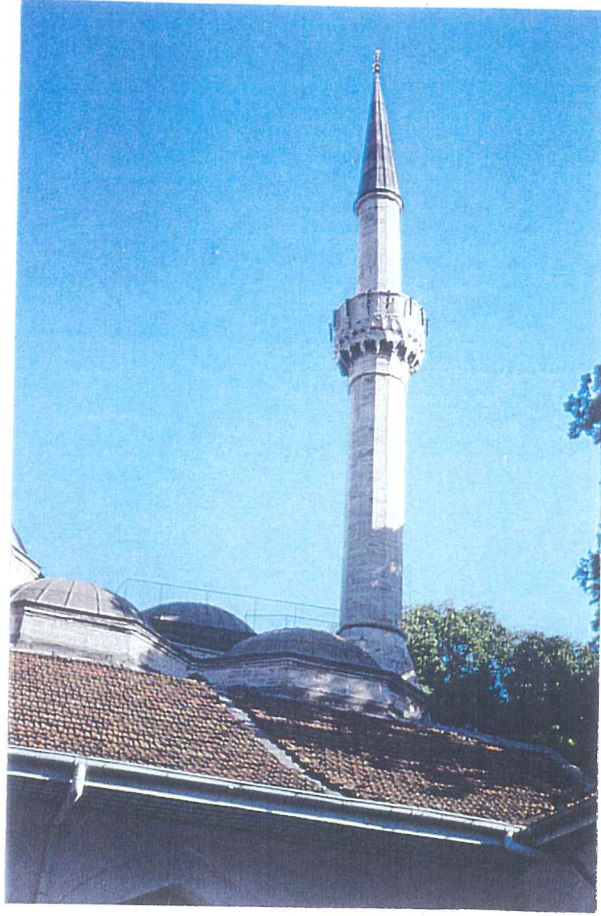


SİNAN PAŞA CAMİ MİNARESİ



SINANPASA CAMII



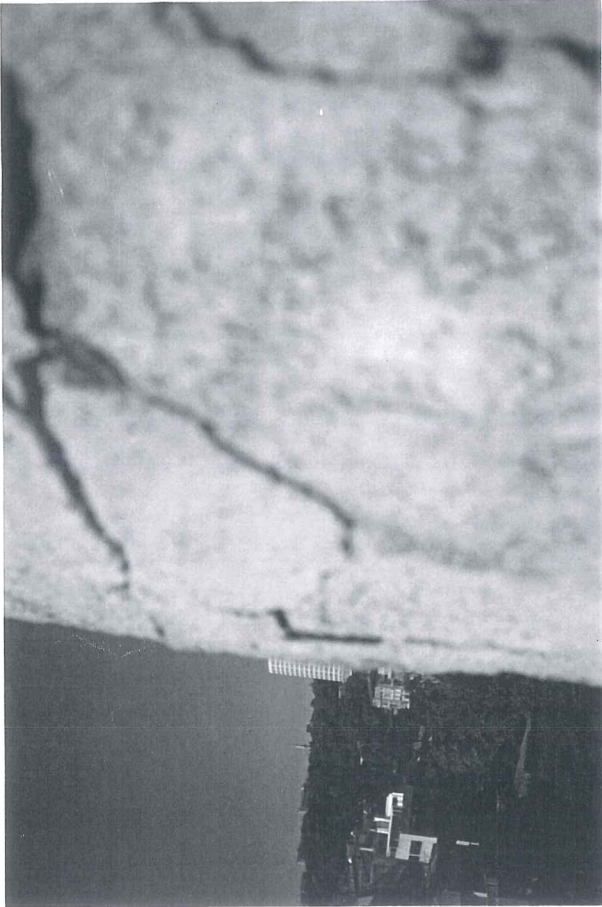


SİNAN PAŞA CAMİ MİNARESİ

VAROLAN HASARLAR

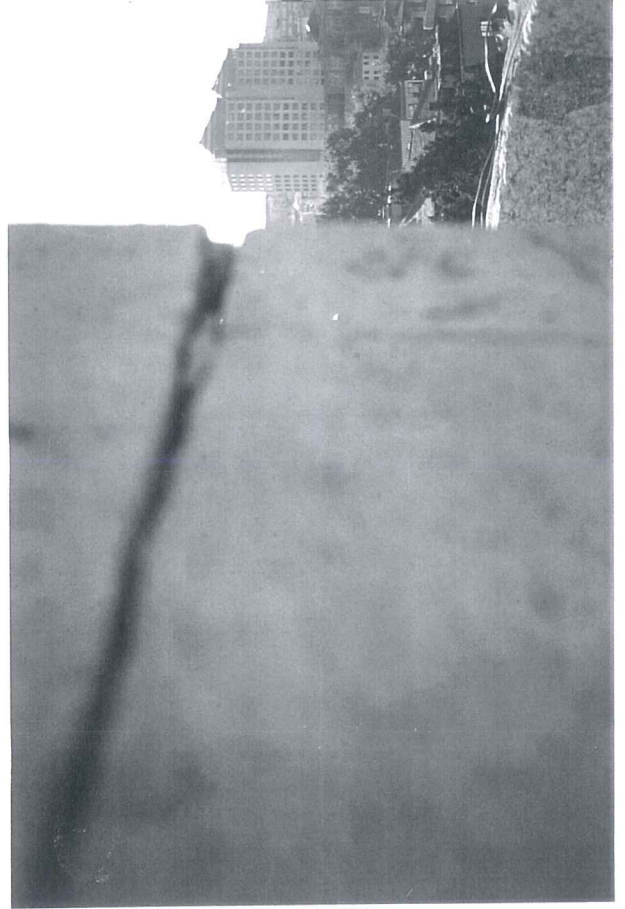
- Külâh:** Külâh konstrüksiyonunda ve kurşun kaplamada herhangi bir bozulmaya rastlanmamıştır. Ancak serenin çekirdek ile bağlantısının olmadığı saptanmıştır.
- Petek:** Yapılan ölçümlerde saptanan petek eğilme yönünde iç bükey yüzeyde, külâh altı ve şerefeden ~ 1.60 m kotunda çatlamlar görülmektedir. Yine eğim yönünde dış bükey yönünde, taşlarda açılma ve patlamalar saptanmıştır.
- Şerefe:** Şerefe korkuluklarını birbirine bağlayan demir lamalar, korozyona uğramış ve bağlantı özelliklerini kısmen yitirmiştir.
- Gövde:** Minarenin gövde iç yüzeyinde herhangi bir bozulma görülmemektedir. Ancak, bazı basamakların malzeme yönünden bozulduğu, basamak çekirdeklerinde ise (gövde + şerefe ve küp + gövde ara kesitlerine yakın bölgelerde) çatlama ve yarılmalar görülmektedir.

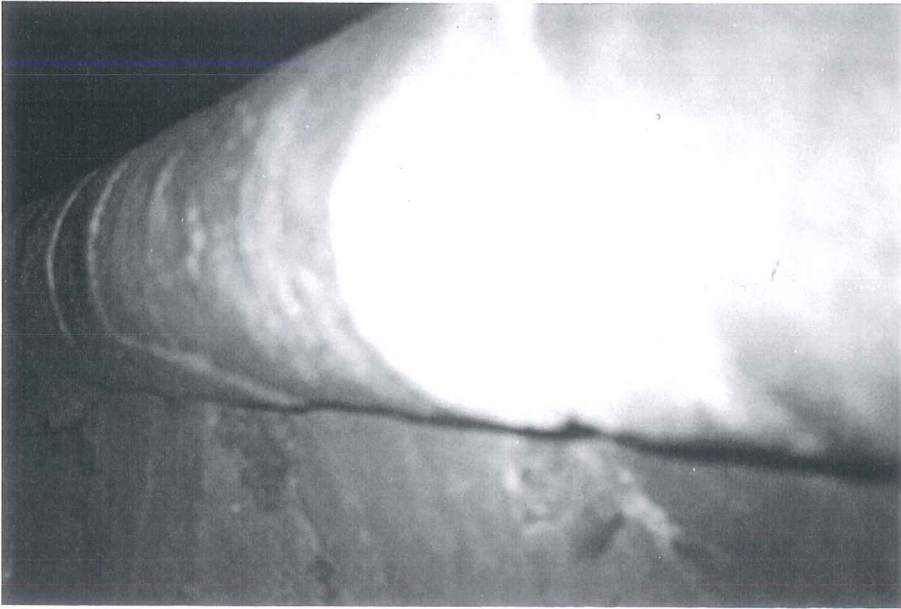
R.5. Petek bölümü dışbükey yüzeyde oluşmuş çatlaklar.



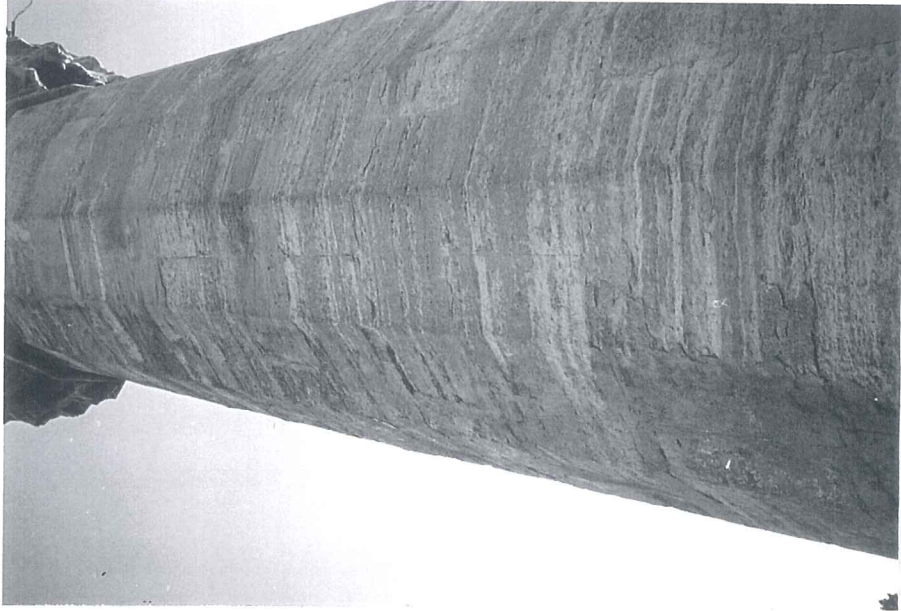
R.7. Petek bölümü ve külâhın içten görünümü

R.6. Petek bölümü içbükey yüzeyde oluşmuş çatlaklar.

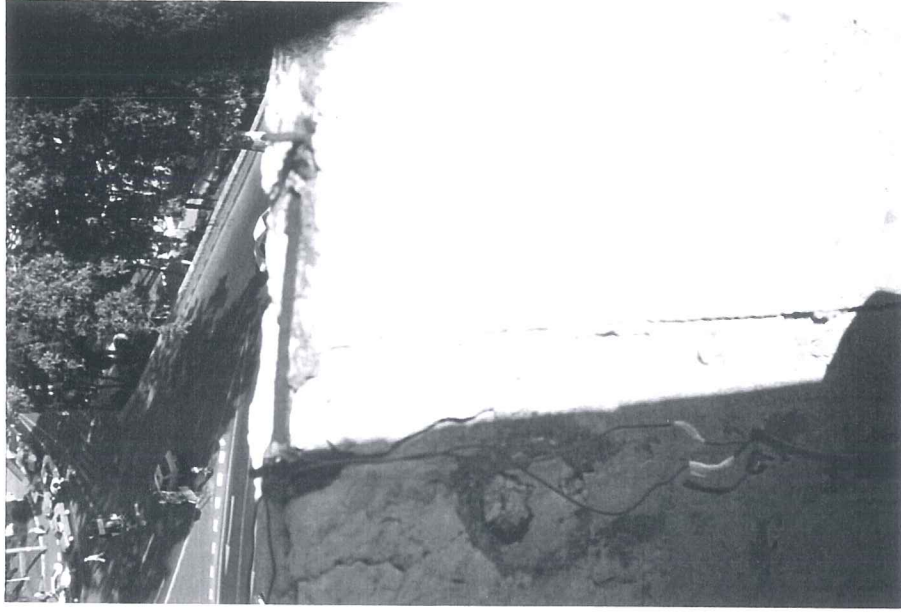




R.8.Çekirdek bölümünde oluşmuş catlaklar.

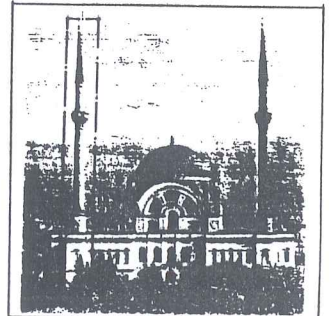


R.9. Gövde dış yüzeyinin kible yönünden görünüşü.



R.10.Şerefe korkulugunun bağlantı elemanındaki korozyon etkisi.

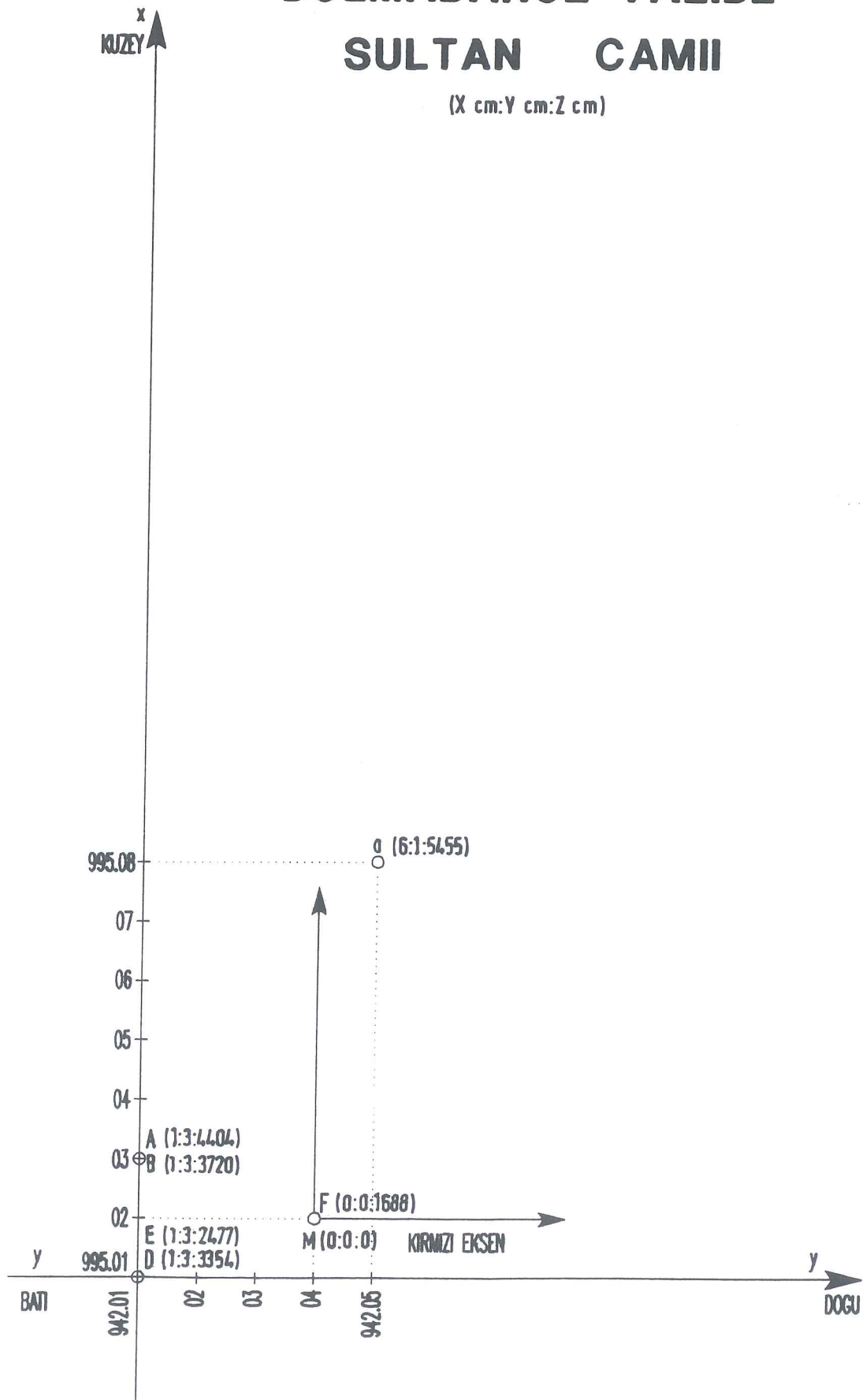
VALİDE SULTAN CAMİ
MİNARESİ



Ölçüm tarihi: 28.04.1995

L2a

(X cm:Y cm:Z cm)

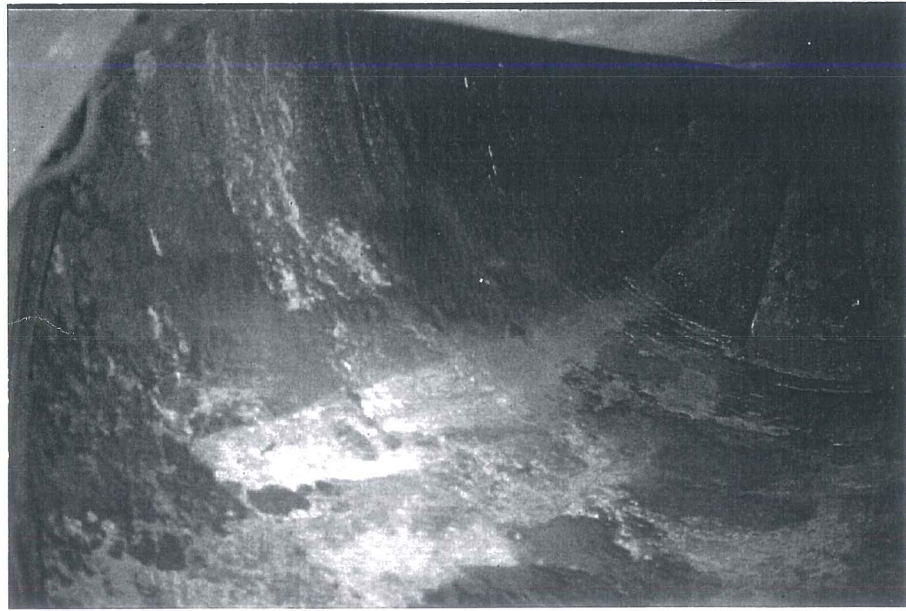




VALİDE SULTAN CAMİ MİNARESİ

VAROLAN HASARLAR

Petek:	Dış yüzeyde malzeme bozulmaları saptanmıştır.
Şerefe:	Stalaktitlerde yer yer kopmalar ve bozulmalar görülmektedir.
Gövde:	İç yüzeyde ve çekirdek bölümlerinde malzeme bozuklukları görülmektedir.



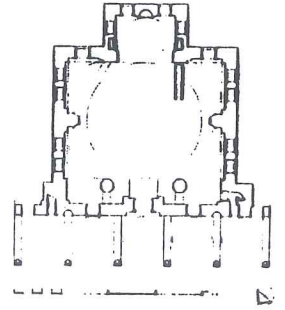
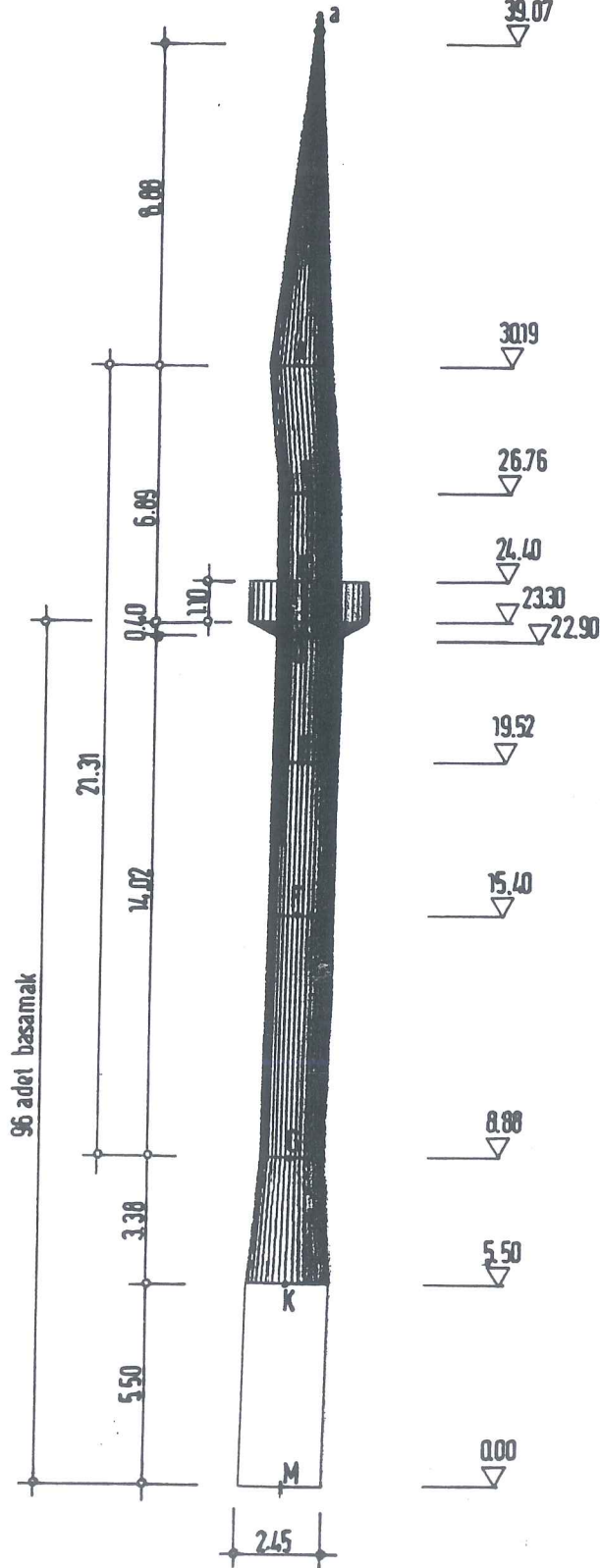
R11. Gövde içinde oluşan malzeme bozulması



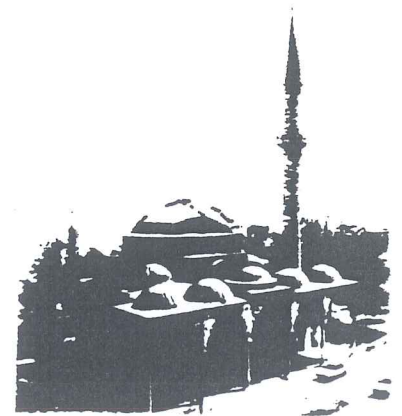
R12. Çekirdek bölümünde bozulma başlangıcı.



R13. Merdiven basamaklarının alt yüzeylerindeki bozulmalar.



MOLLA ÇELEBİ CAMİ MİNARESİ

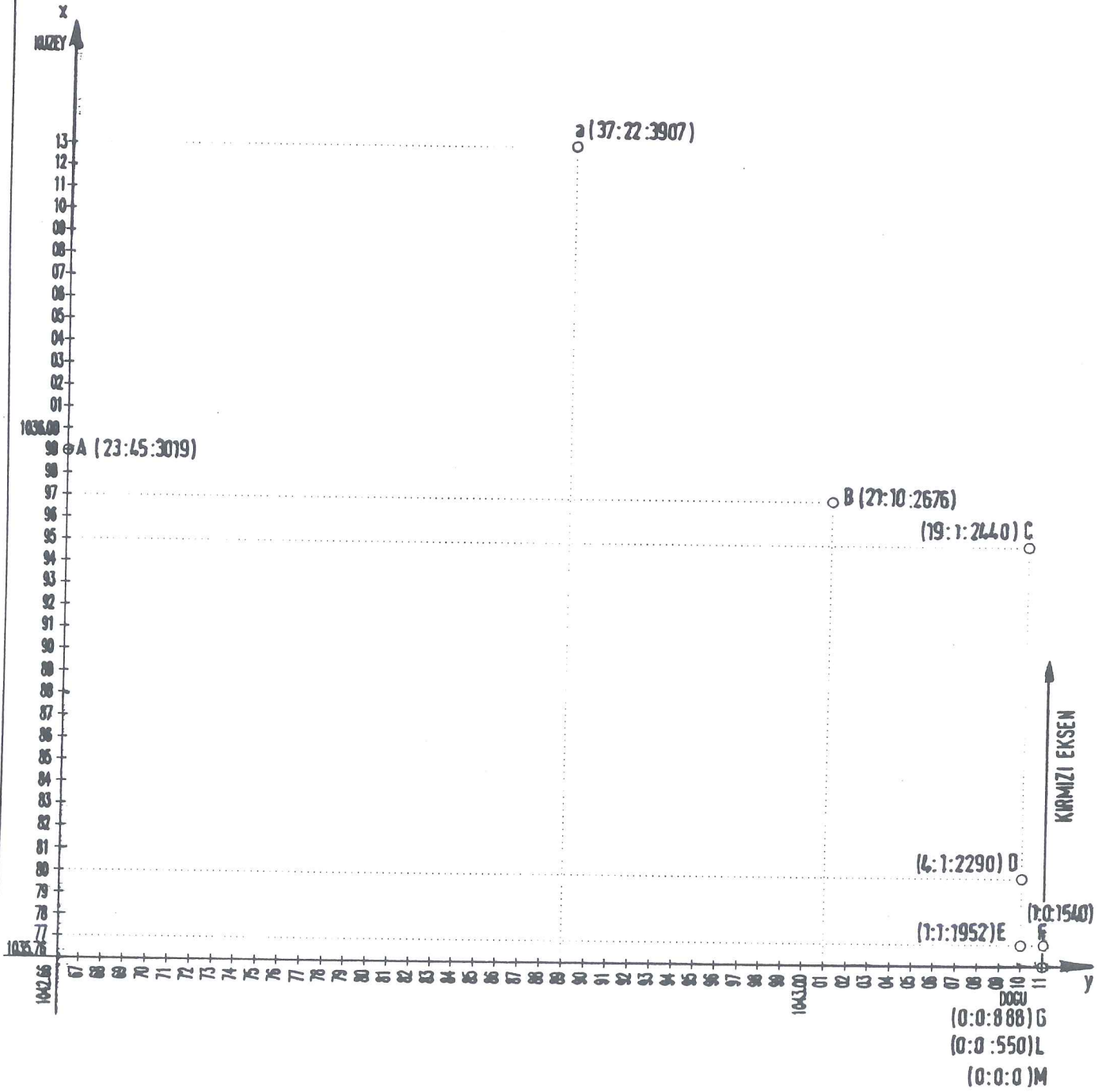


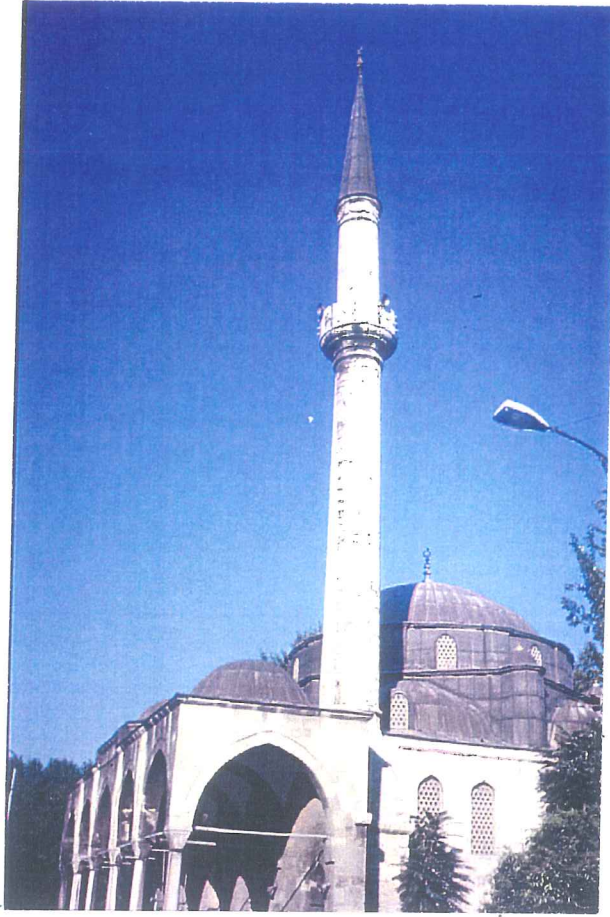
Ölçüm tarihi: 01. 03. 1994

L3a

MOLLA CELEBI CAMII

(X cm : Y cm : Z cm)

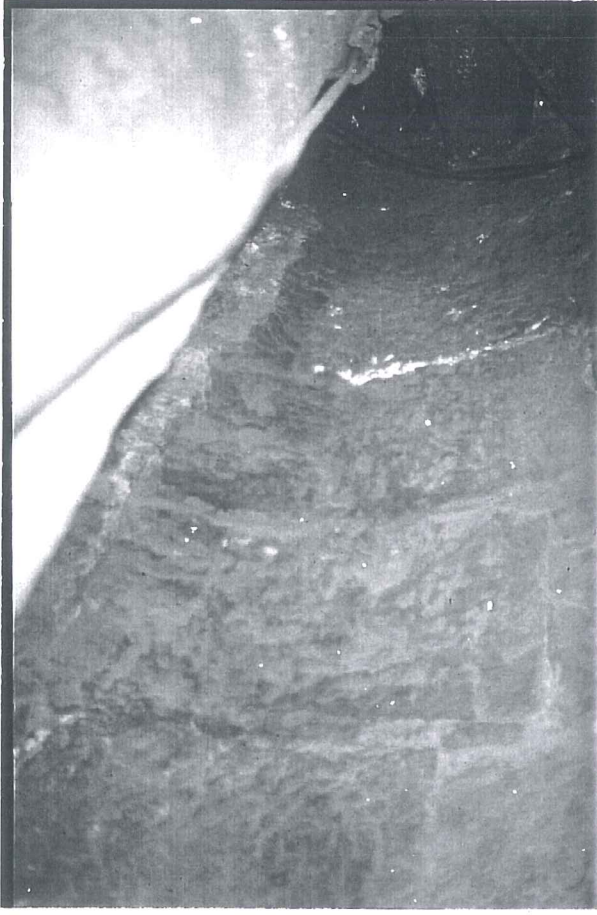




MOLLA ÇELEBİ CAMİ MİNARESİ

VAROLAN HASARLAR

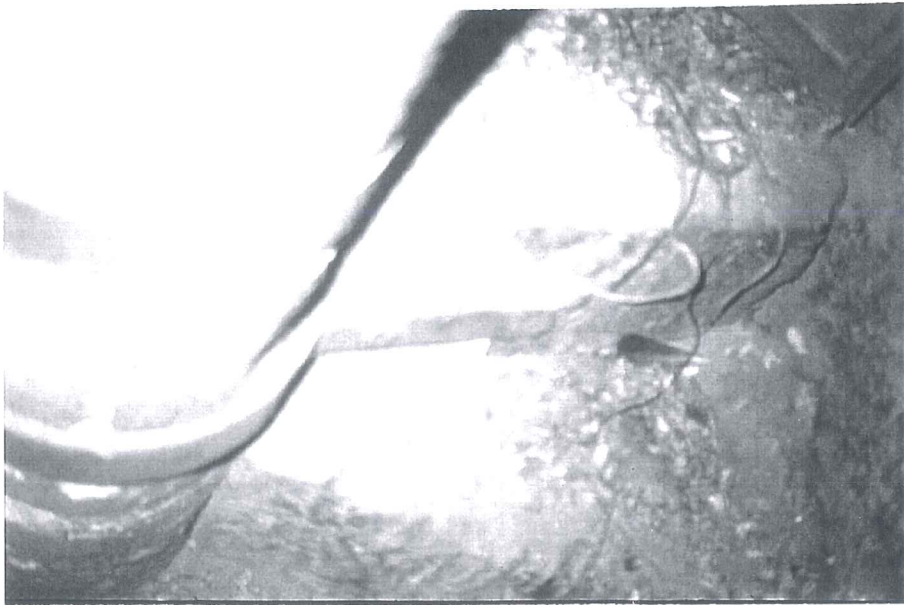
- Külâh :** Serenin çekirdek ile bağlantısının olmadığı saptanmıştır.
- Petek:** Dış yüzeyde, yer yer malzeme dökülmeleri ve açılmalar görülmektedir.
- Şerefe:** Korkuluk bağlantı elemanları aşırı korozyon etkisi ile, ankre edici özelliklerini yitirmişlerdir.
- Gövde:** İç yüzeyde yer yer malzeme bozulmaları görülmektedir. Çekirdek bölümlerinde ise önemli ölçüde malzeme boşalmaları ve çatlaklar görülmektedir. Ayrıca, amacına uygun olmayan yer yer çelik takviye elemanlarında gövde içerisinde saptanmıştır.



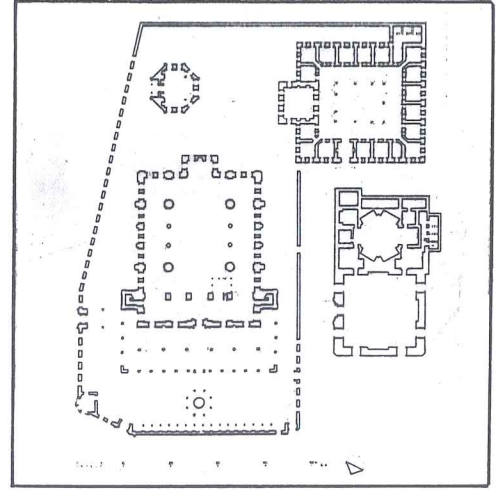
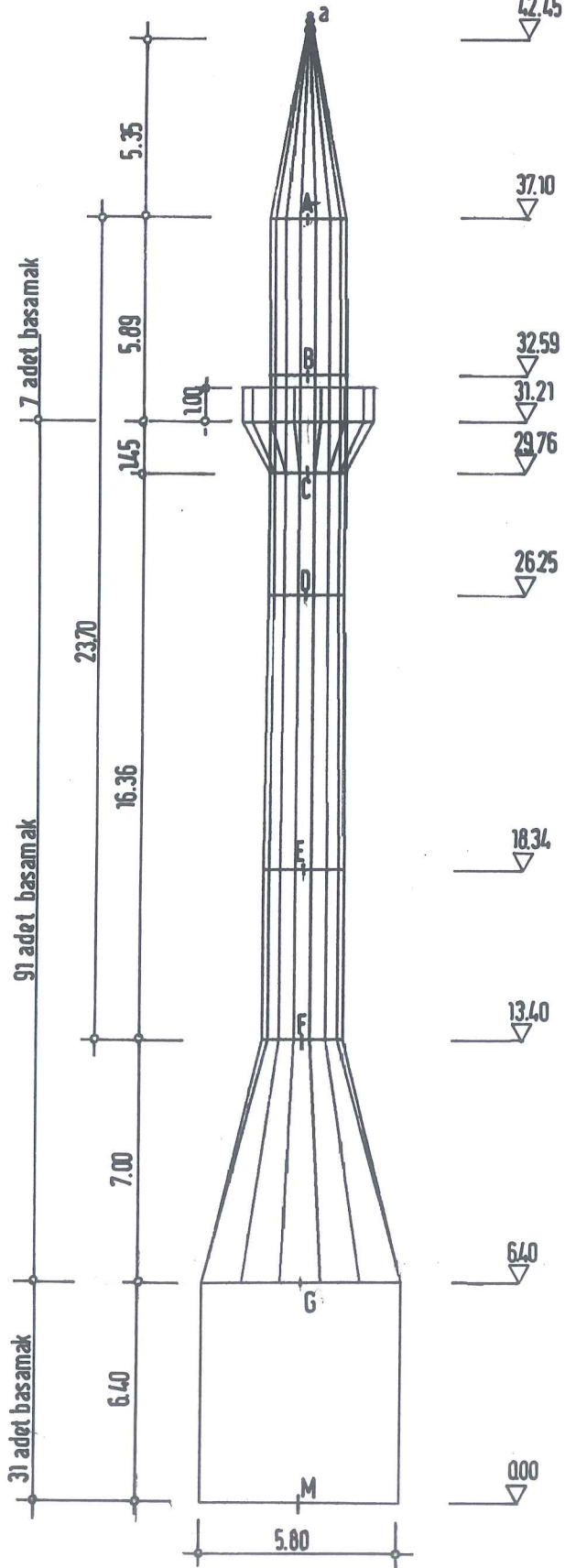
R.14. Gövdenin içten görünüşü.



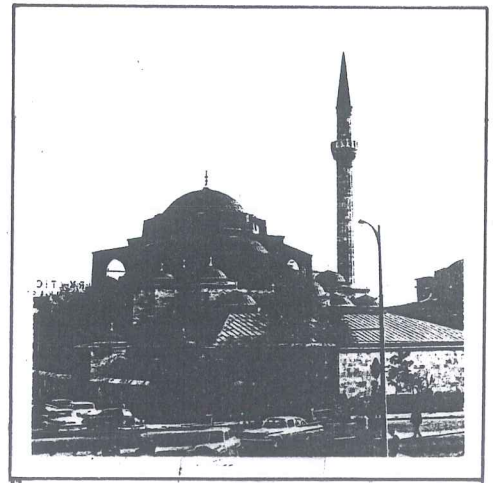
R.15. Çekirdek bölümünde oluşan bozulma.



R.16. Çekirdek bölümündeki bozulmayı önlemek amacıyla uygulanan demir eleman.



KILIÇ ALİ PAŞA CAMİ MINARESİ

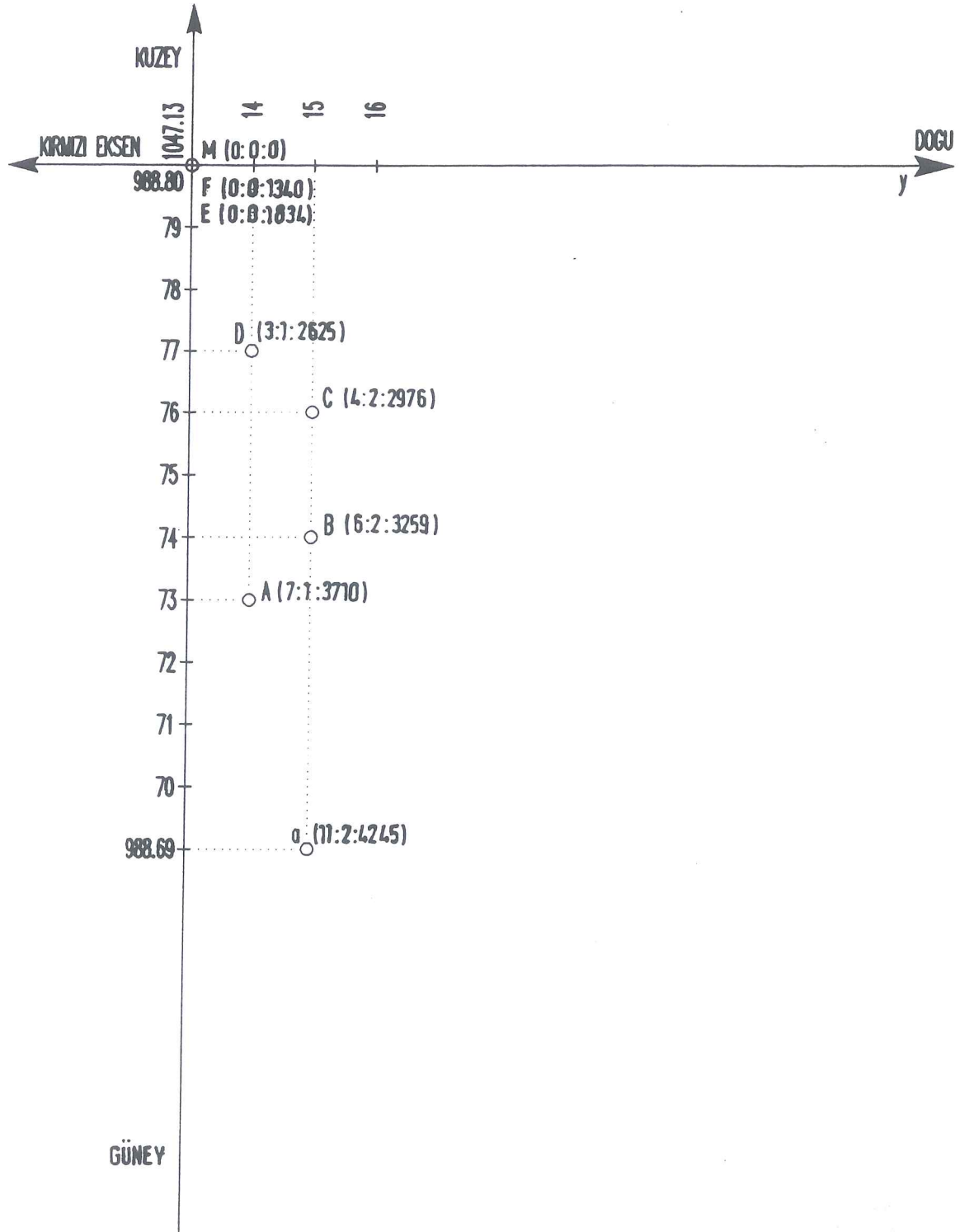


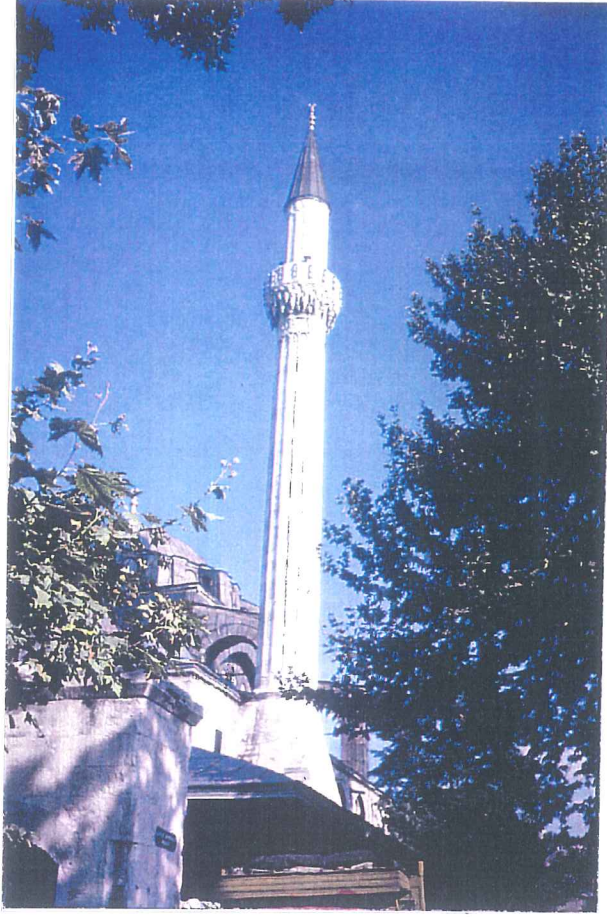
Ölçüm tarihi: 12.3.1995

L4a

KILICALI PASA CAMII

(X cm: Y cm: Z cm)





KILIÇ ALİ PAŞA CAMİ MİNARESİ VAROLAN HASARLAR

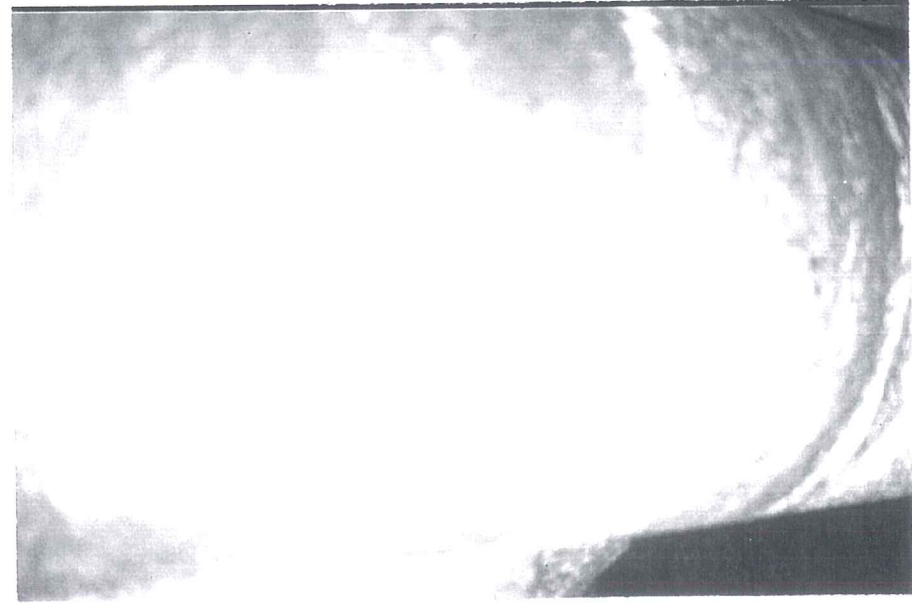
- Külâh:** Serenin çekirdek bölgesi ile bağlantısının olmadığı görülmektedir.
- Petek:** Dış yüzeyde malzeme bozulmalarının başladığı görülmektedir. İç bölümde amacına yanıt vermeyen demir bağlayıcı elemanlar duvarlara ankre edildiği saptanmıştır.
- Şerefe:** Korkuluk elemanları ve şerefe tabanı demir bağlantı elemanlarının aşırı korozyona uğradığı görülmektedir.
- Gövde:** İç yüzeyde yer yer malzeme bozuklukları saptanmıştır. Ayrıca bazı basamak ve çekirdek bölümlerinde yer yer büyük ölçekte taş ayrışmaları görülmektedir.



R.17. Basamak altında oluşmuş malzeme bozulması.



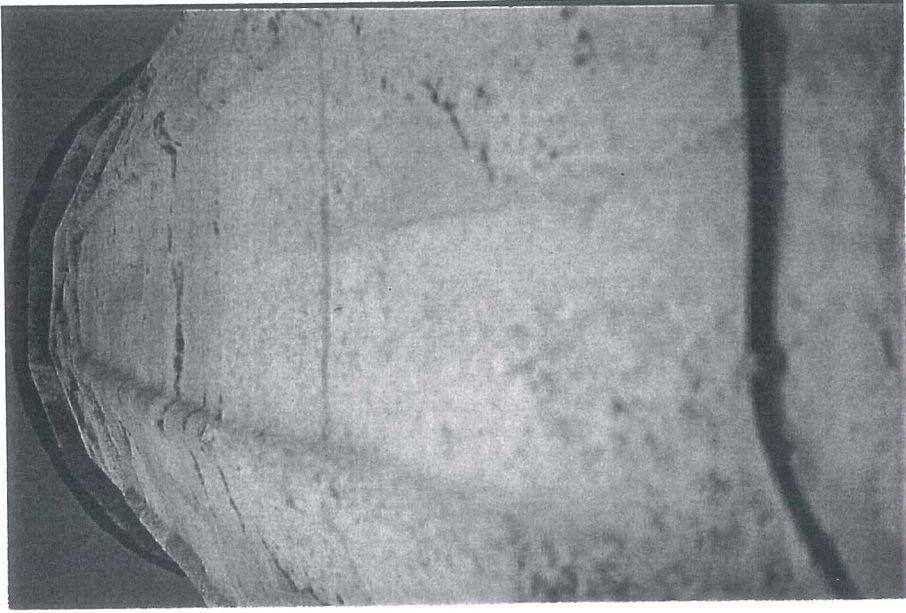
R.18. Gvde i yüzeyi.



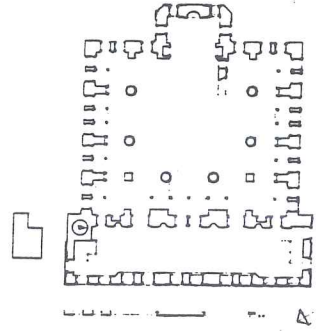
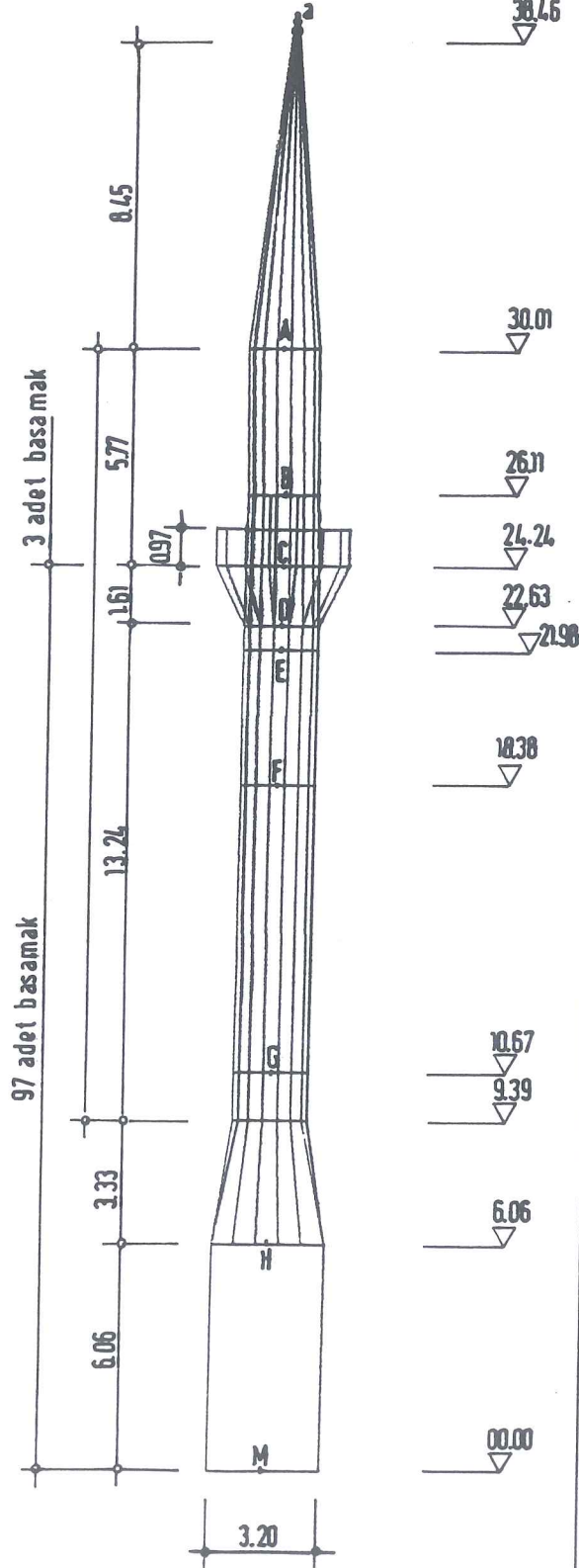
R.19 Çekirdek bölümünde oluşmuş bozulma.



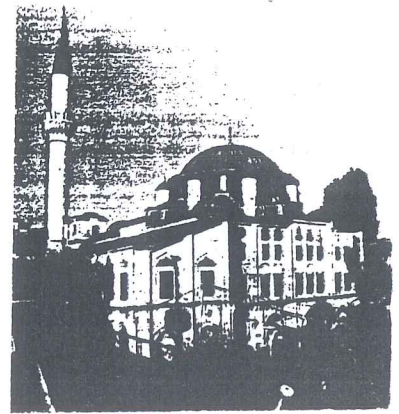
R.20.Petek içi, seren - külâh bağlantısı.



R.21.Petek bölümü dışyüzündeki malzeme aşınması.



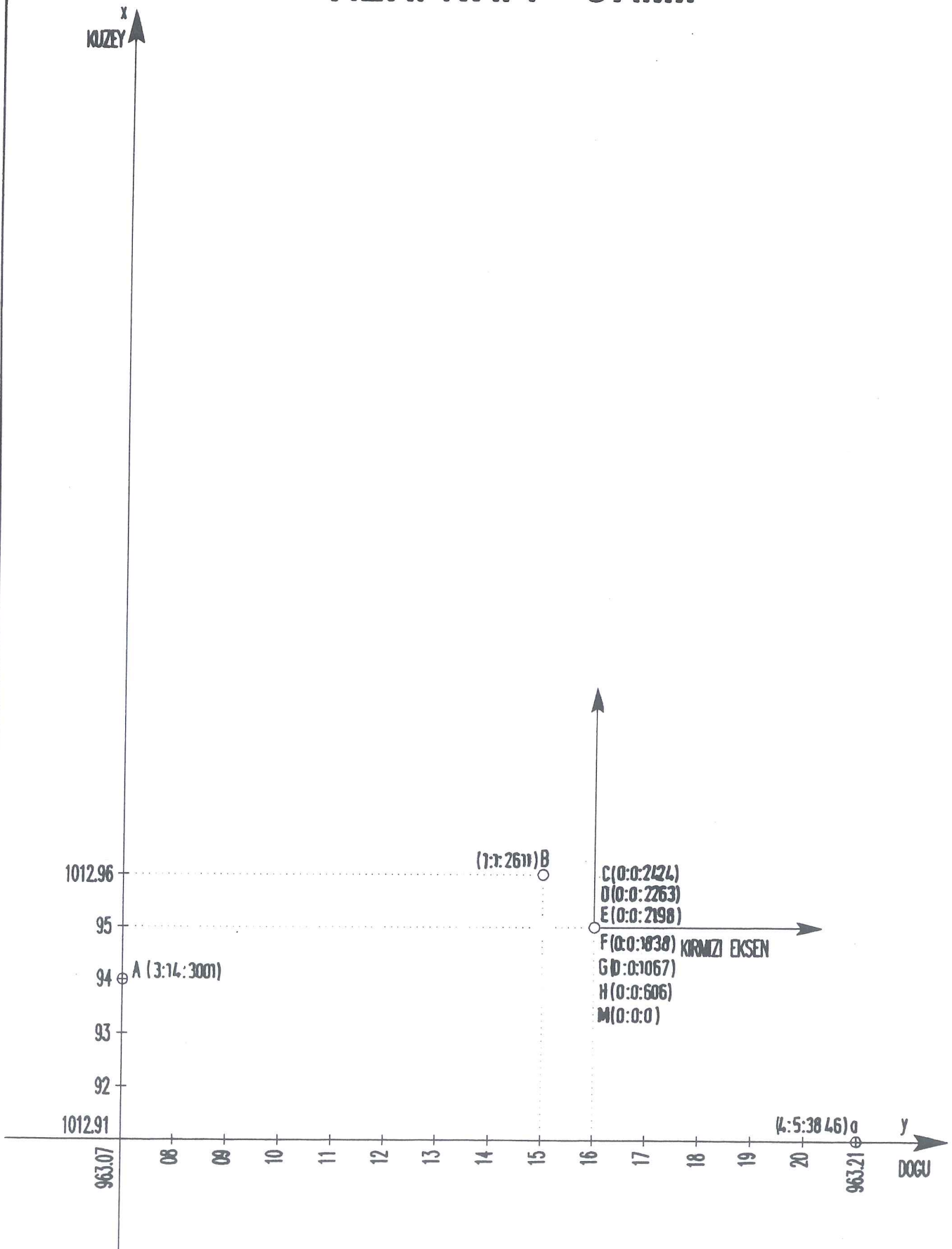
SOKOLLU MEHMET PAŞA CAMİ MİNARESİ



Ölçüm tarihi: 05. 06. 1995

L 5a

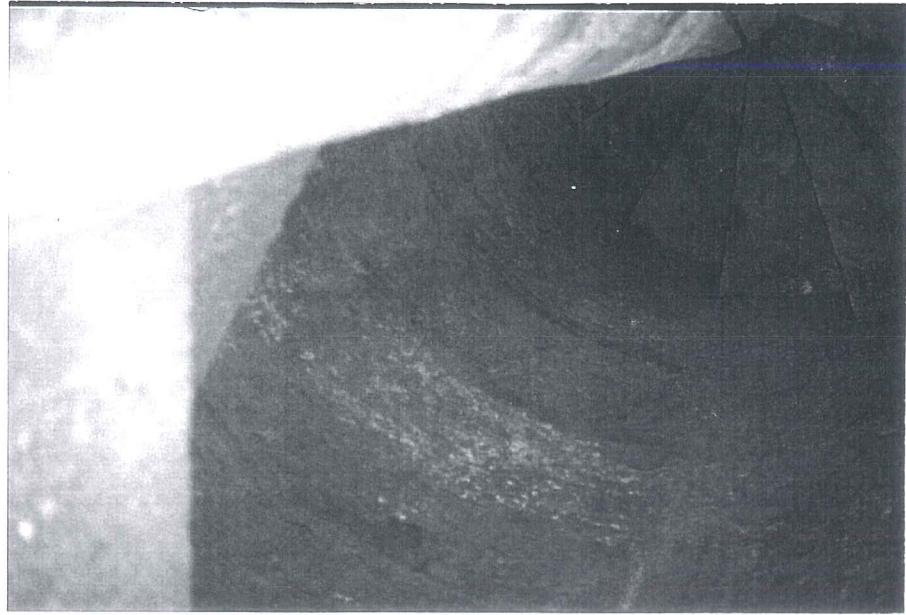
AZAPKAPI CAMII



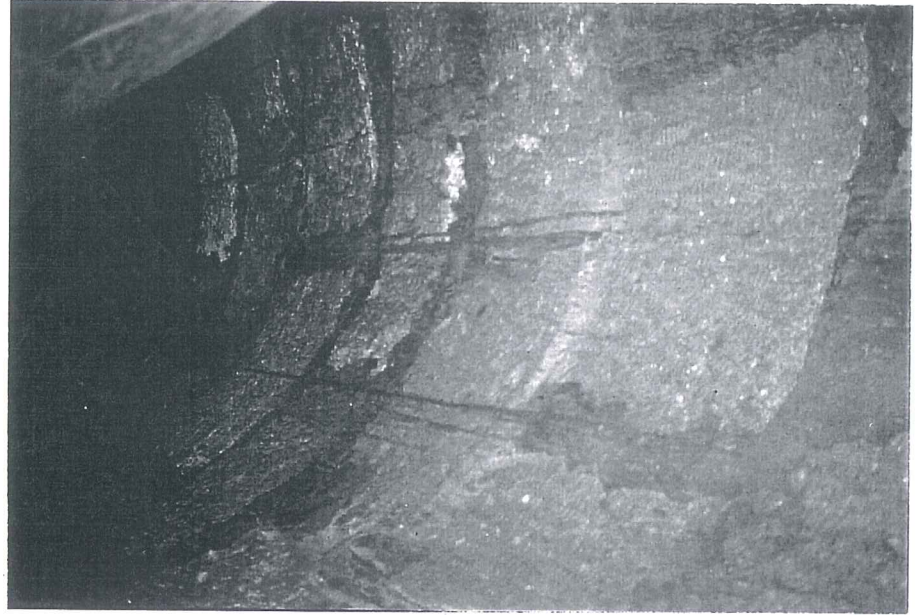


SOKOLLU MEHMED PAŞA CAMİ MİNARESİ VAROLAN HASARLAR

- Külâh:** Seren ile çekirdek bağlantısının olmadığı görülmektedir.
- Petek:** Dış yüzeyde, taş malzemenin yüzeysel aşınmaya uğradığı saptanmıştır.
- Gövde:** İç yüzeyde ve çekirdek bölümlerinde yer yer malzemenin bozulduğu görülmektedir.



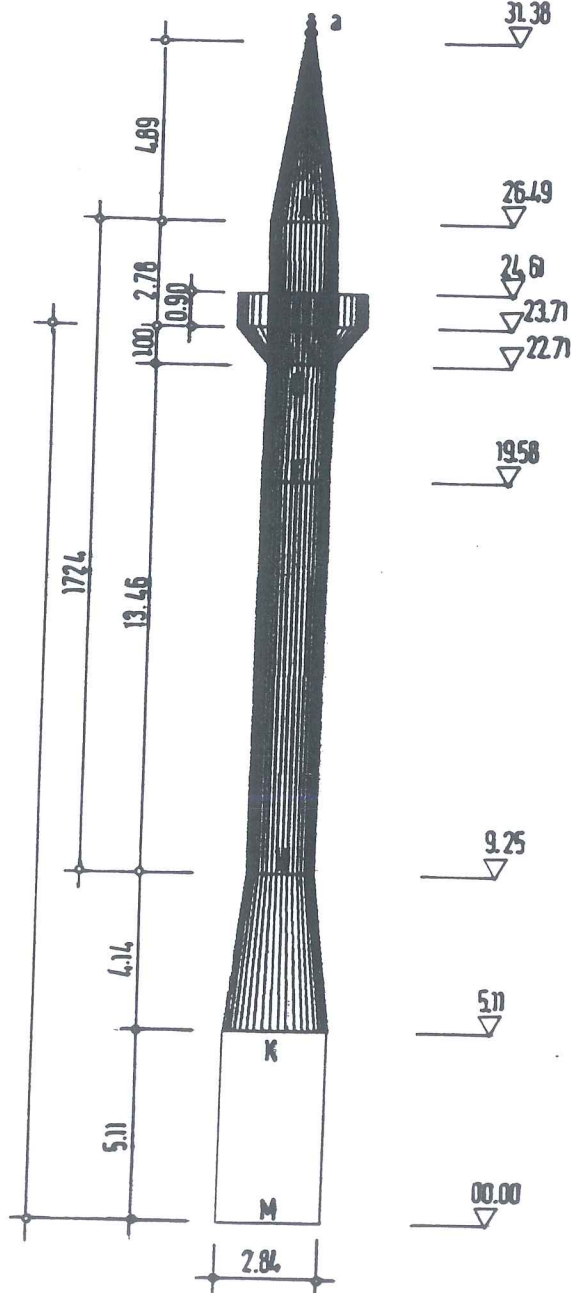
R. 22. Çekirdek bölümündeki bozulmanın ve minare içi görünüşü



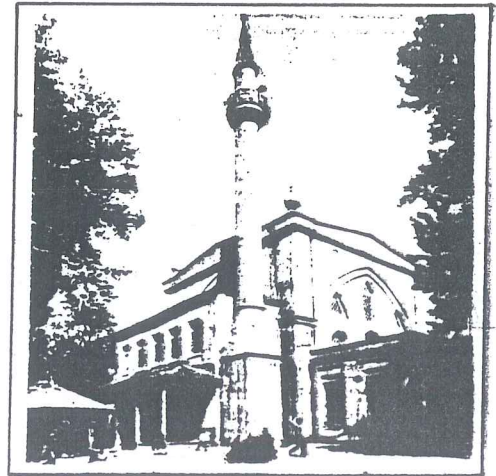
R. 23. Petek bölümünün içten görünüşü.



R. 24. Petek bölümü dışyüzeyindeki malzeme aşınması.



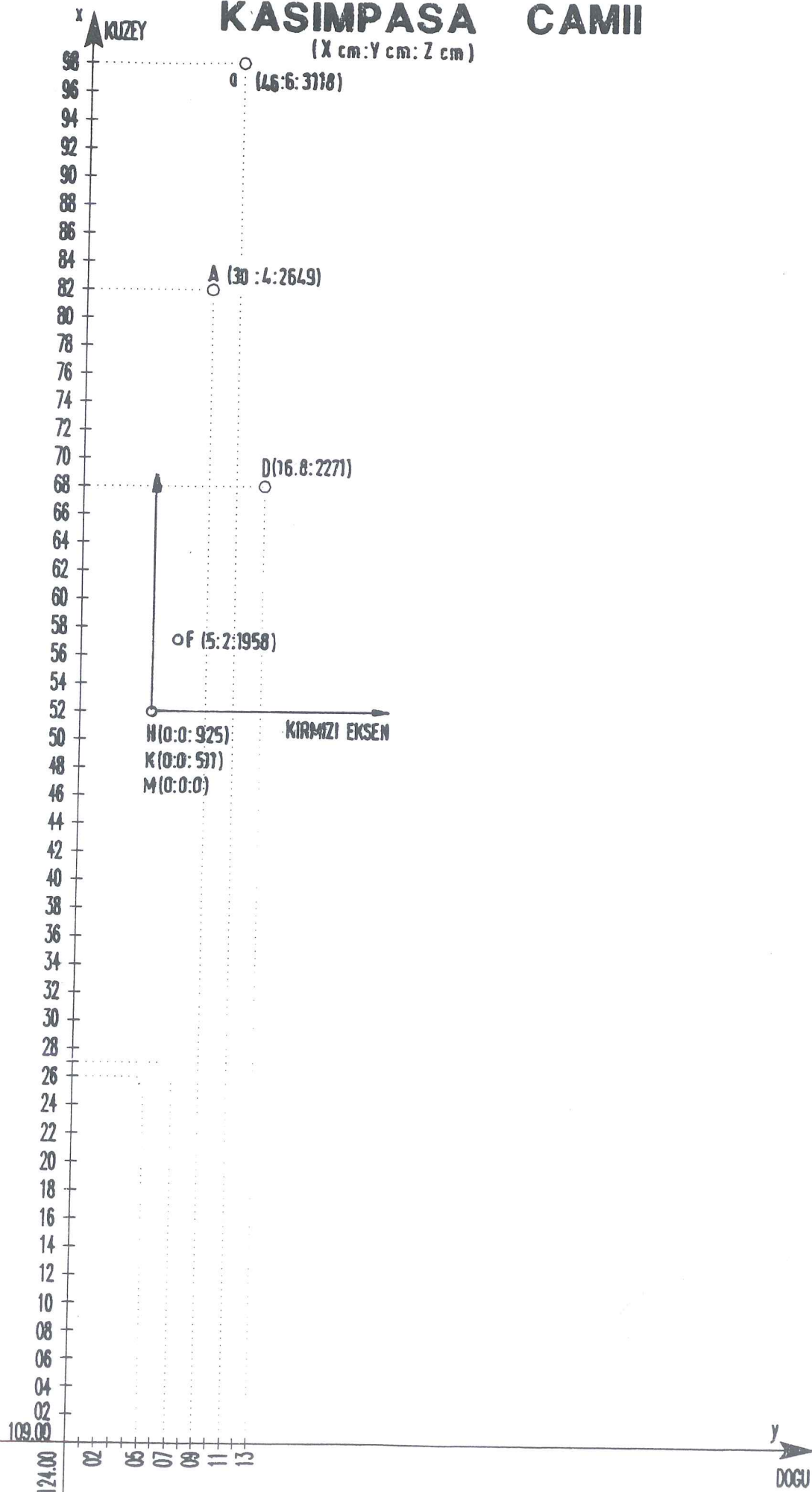
GÜZELCE KASIM PAŞA CAMİ MİNARESİ



Ölçüm tarihi: 20.03.1995

L 6 a

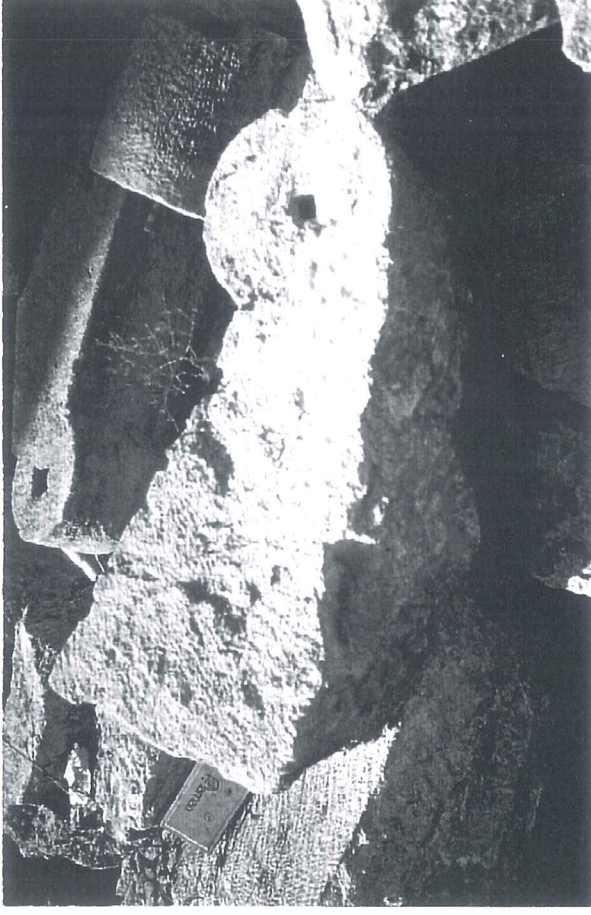
(X cm:Y cm:Z cm)





GÜZELCE KASIMPAŞA CAMİ MİNARESİ VAROLAN HASARLAR

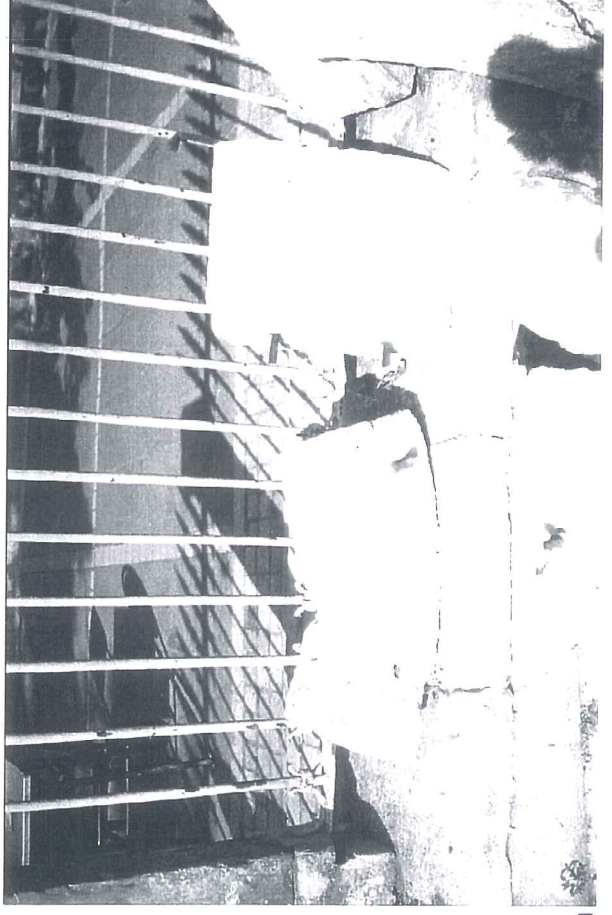
İki minareli bu caminin, minareleri hakkında, Vakıflar Bölge Müdürlüğü'nce sökülüp yeniden inşa karar alınmıştır. Bu karar gereği sol minare gövdenin yarısına kadar yeniden inşa edilmiş durumdadır. Ölçümü yapılan ve varolan sağ minarenin içinin aşırı güvercin pisliğinden ve güvercinlerden dolayı, görülmesi gerçekleştirilememiştir. Ancak, sol minarenin sökülmesinden elde edilen taşların belgelenmesi yapılarak, varolan minare için fikir elde etmek olasıdır.



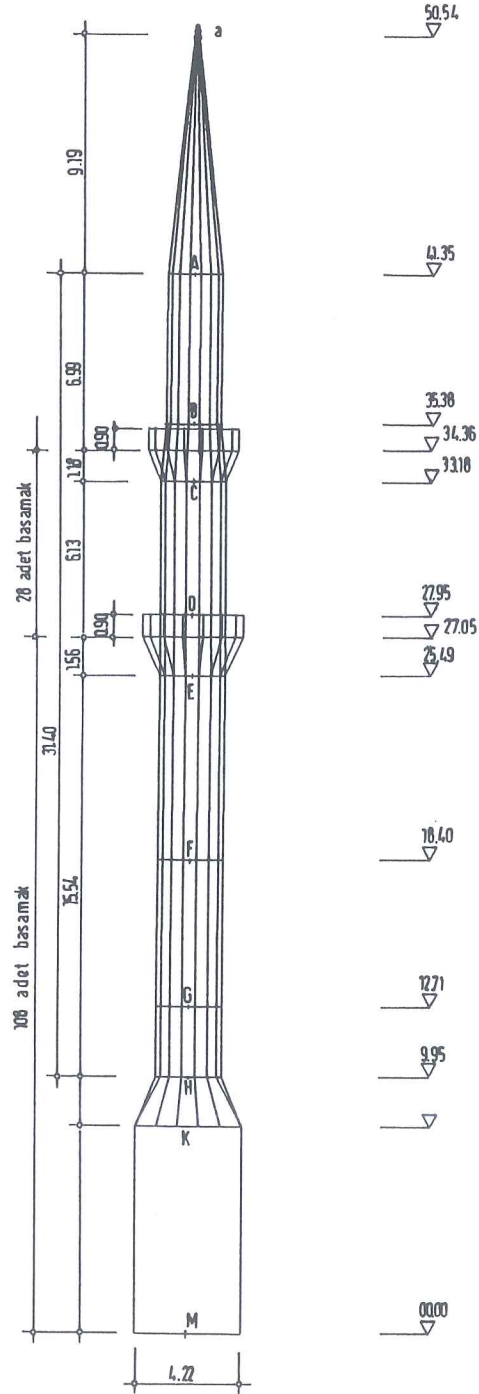
R.26. Basamak taşı



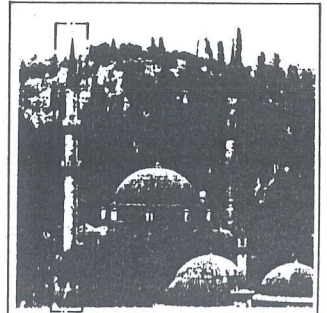
R.25. Minare sütümünden elde edilen taşlar



R.27. Gövde taşı



EYÜP SULTAN CAMİ MİNARESİ

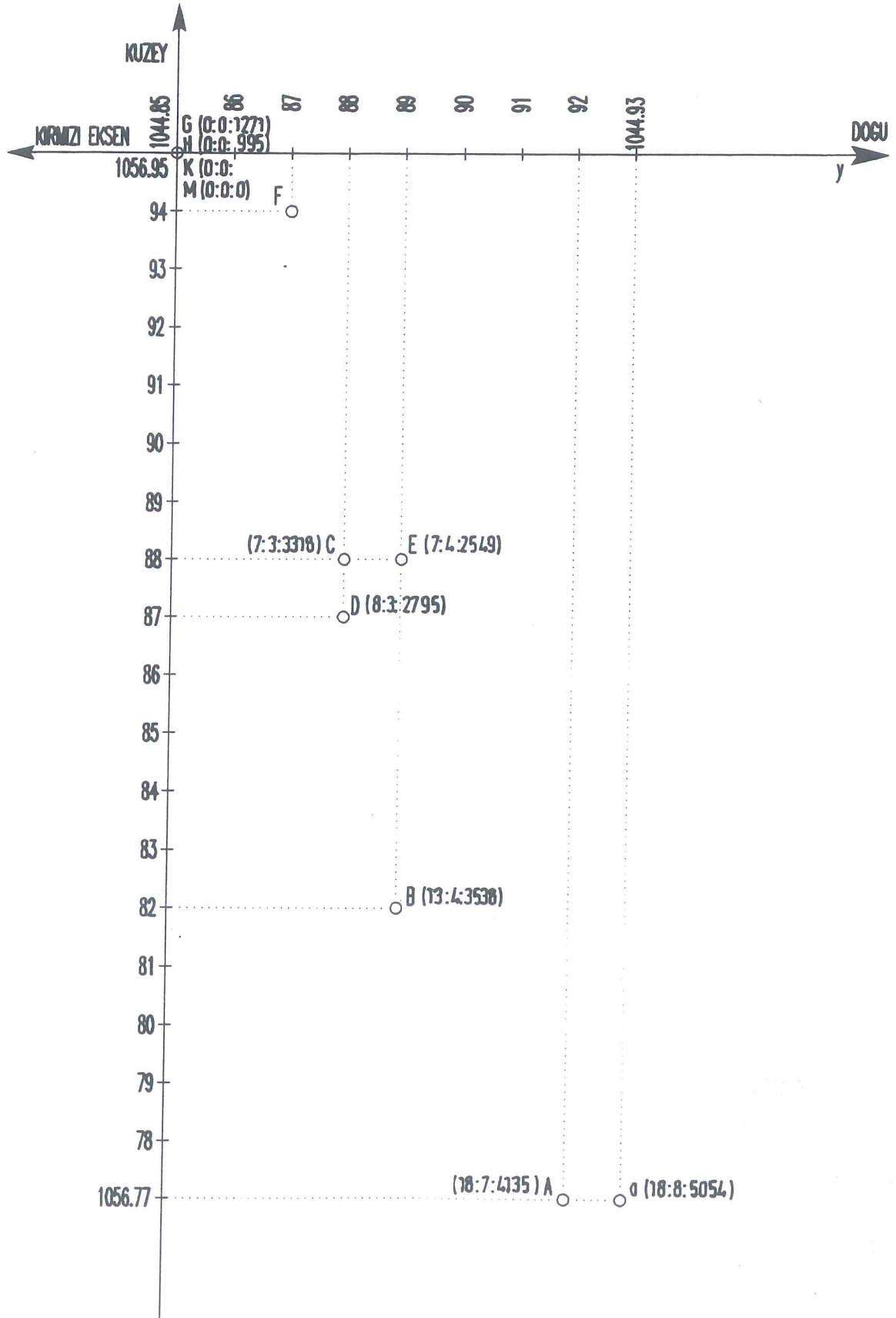


Ölçüm tarihi: 18.03.1995

L7a

EYUP SULTAN CAMII

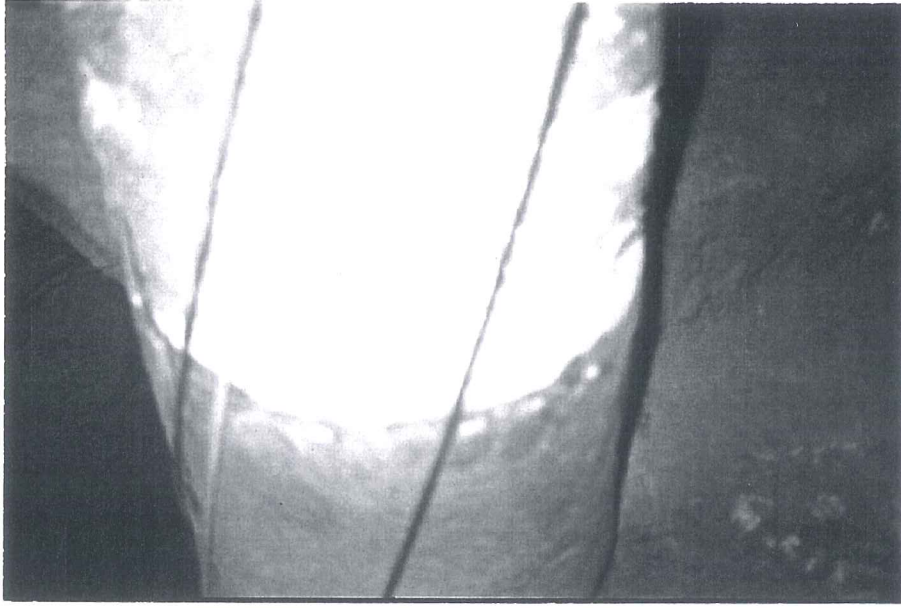
(X cm: Y cm: Z cm)





EYÜP SULTAN CAMİ MİNARESİ VAROLAN HASARLAR

- Külâh:** Serenin çekirdek bölümü ile bağlantısı olmadığı görülmektedir.
- Petek:** Şerefe kapısının dış üst yüzeyinde demir ankraj uygulamaları saptanmıştır. Dış yüzeyde taş ayrışmaları ve yüzeysel bozulmalar görülmektedir.
- Gövde:** Minare iç yüzeyinde taş malzeme yer yer bozulmuş, bazı basamaklar önemli ölçüde ayrılmaya uğramıştır. Çekirdek bölgesindeki taşlarda ise malzemedeki çatlaklar ve kopmalar saptanmıştır.



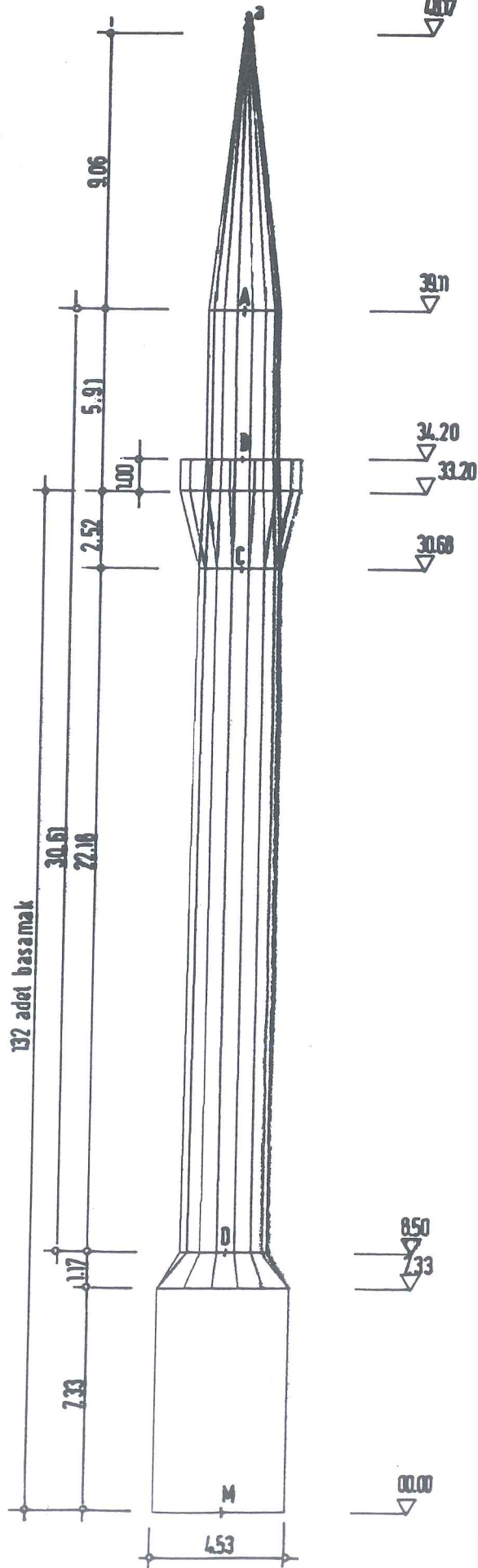
R.28. Çekirdek bölümündeki bozulma.



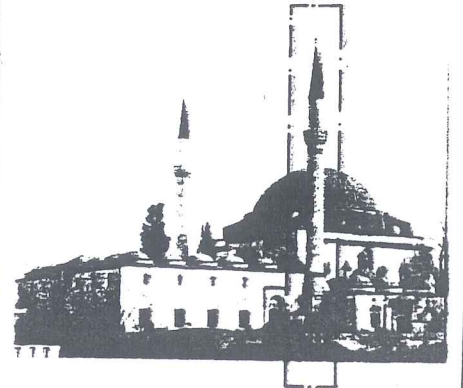
R.29 Minare içinden görünüm.



R.30. Minare içinden görünüm.



SULTAN SELİM CAMİ MİNARESİ

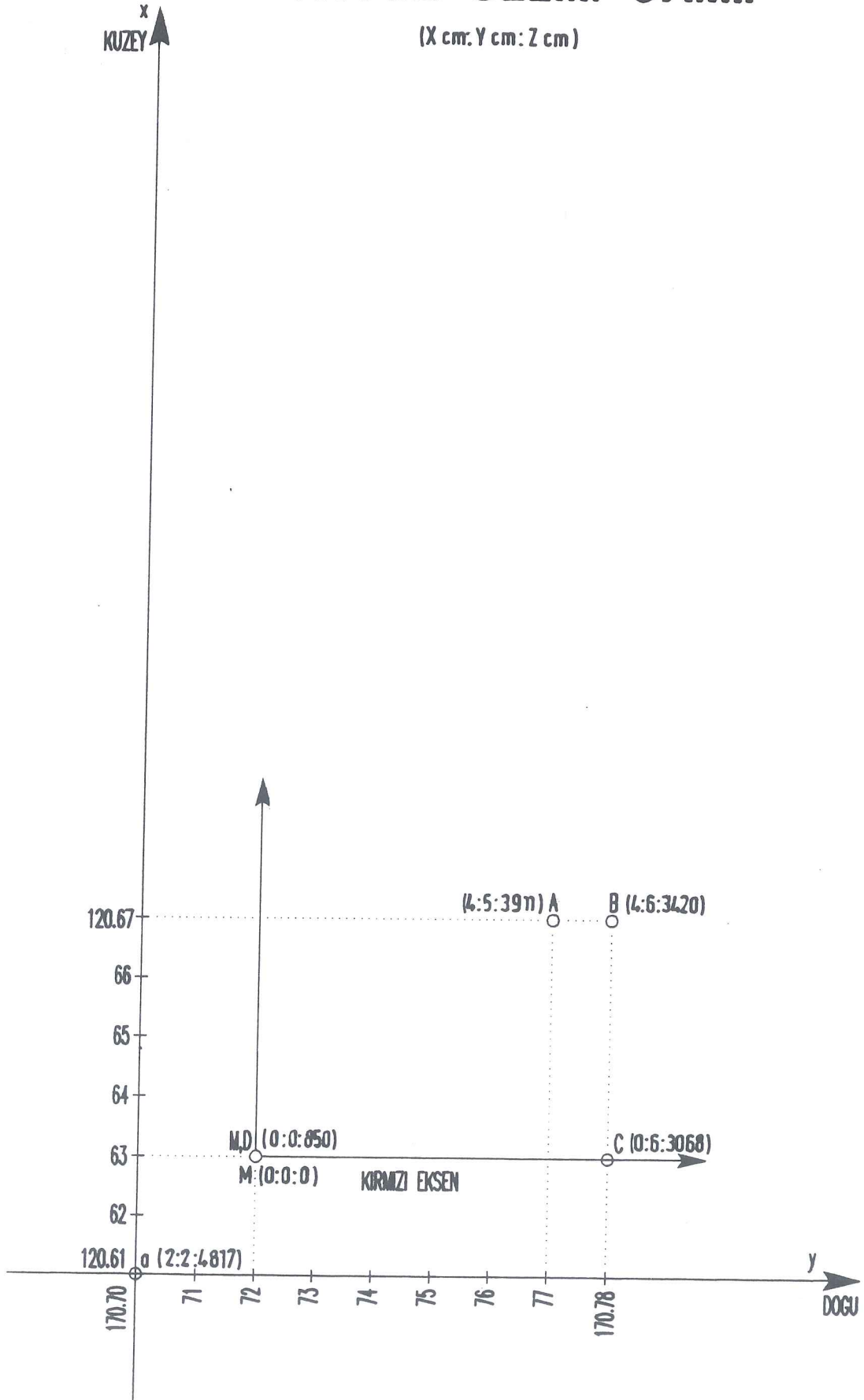


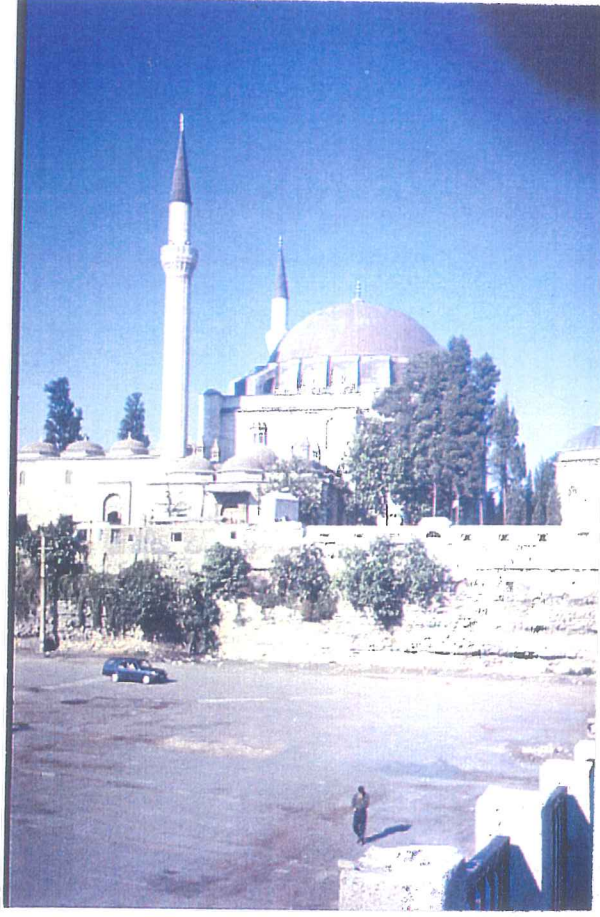
Ölçüm tarihi: 01.04.1995

L 8 a

YAVUZ SELİM CAMII

(X cm: Y cm: Z cm)



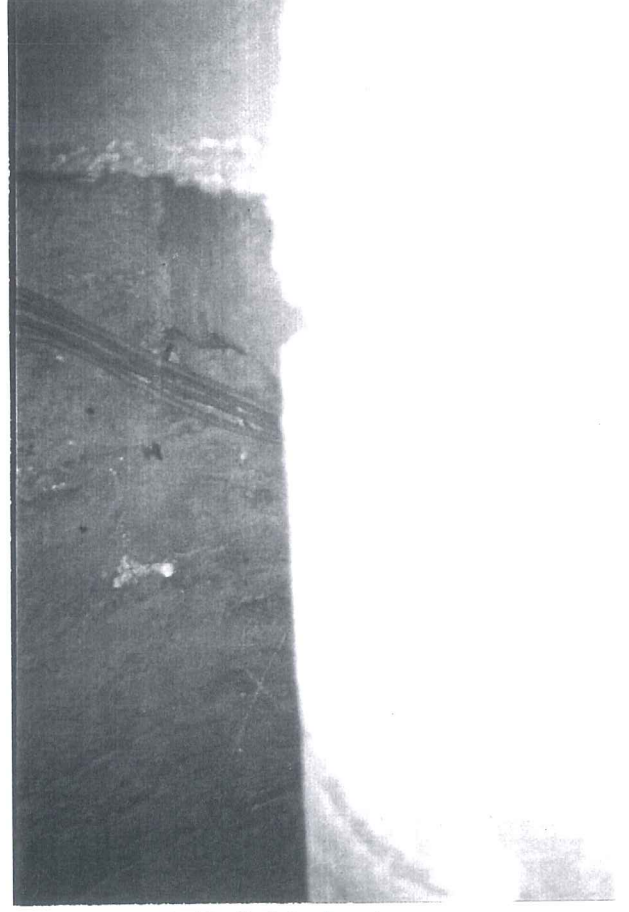


SULTAN SELİM CAMİ MİNARESİ VAROLAN HASARLAR

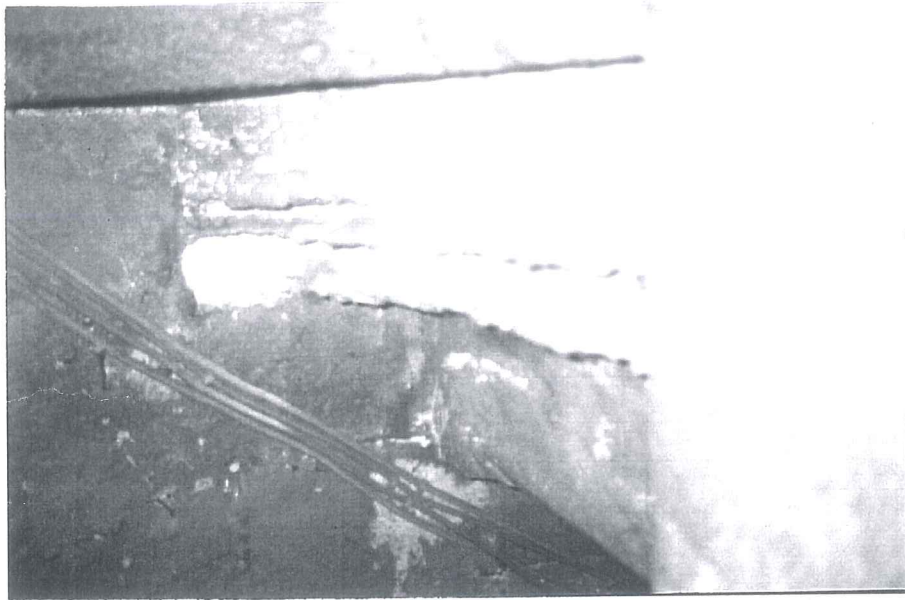
- Kulah:** Serenin çekirdek bölümü ile bağlantısı olmadığı görülmektedir.
- Petek:** İç yüzeyde amacına uygun olmayan demir bağlayıcı eleman duvara karşılıklı ankre edilmiştir. Malzemede yer yer bozulmalar görülmektedir.
- Gövde:** Yer yer basamaklarda aşırı bozulmalar görülmektedir. Kúp - gövde arakesitine yakın olan çekirdek bölgesinde dökülmeler ve ayrışmalar görülmektedir. Gövde iç yüzünde, gövde yüksekliğinin yarı bölgesinde demir bağlantı elemanları saptanmıştır.



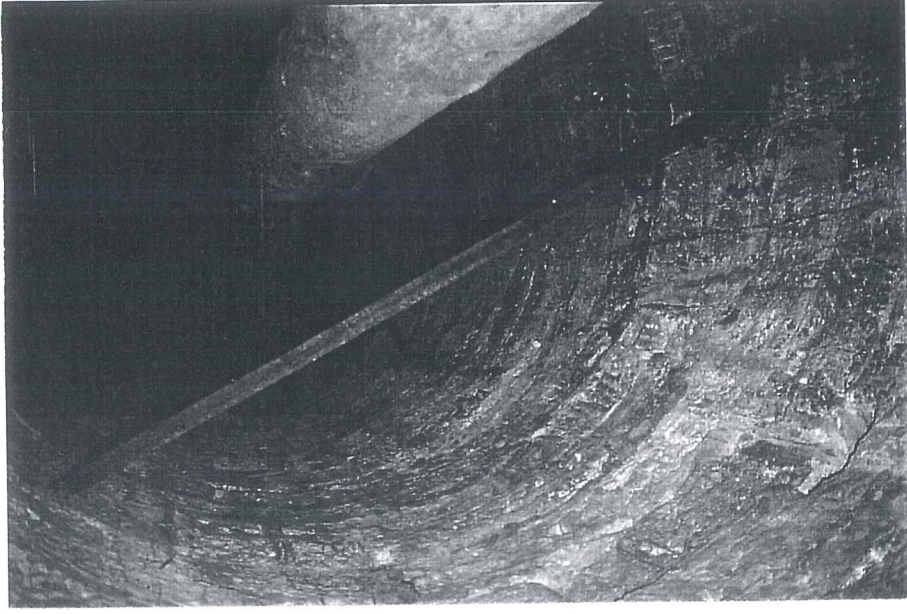
R.31.Gövde içyüzünde yapılmış demir ankrajlar.



R.32.Cekirdek bölümündeki bozulma.



R.33.Bir basamak taşının alt yüzeyindeki bozulma.



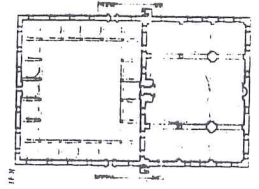
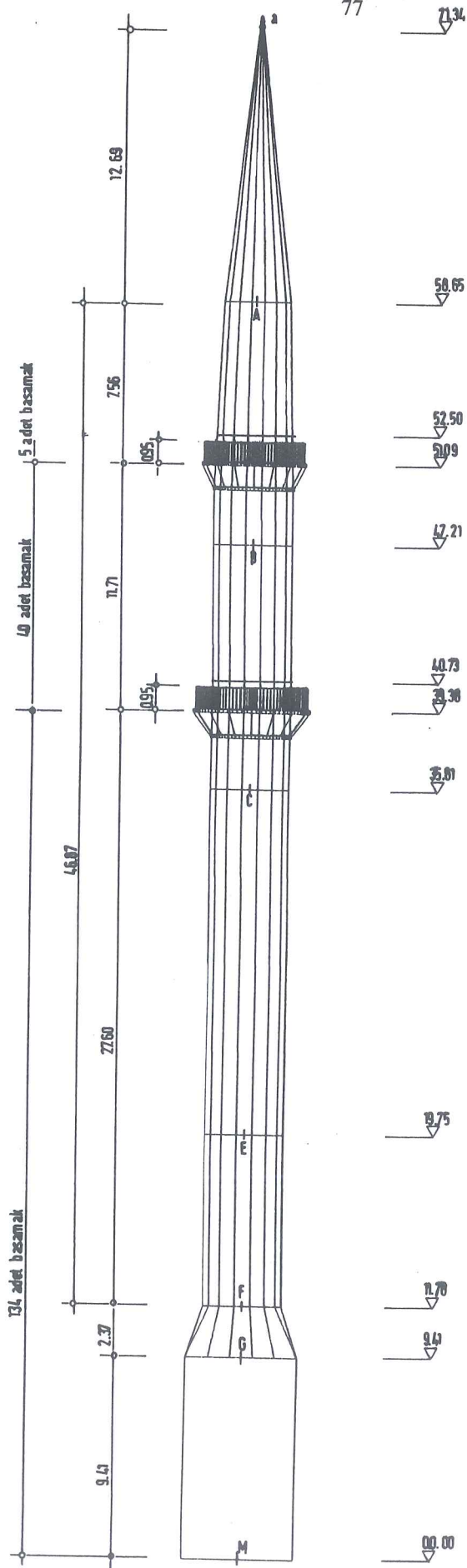
R.36. Petek bölümünde uygulanmış demir bağantı elemanı.



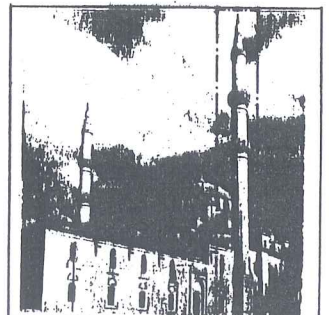
R.35. Petek bölümünün içten görünüşü



R.34. Seren - petek ilişkisi



FATİH CAMİ MİNARESİ

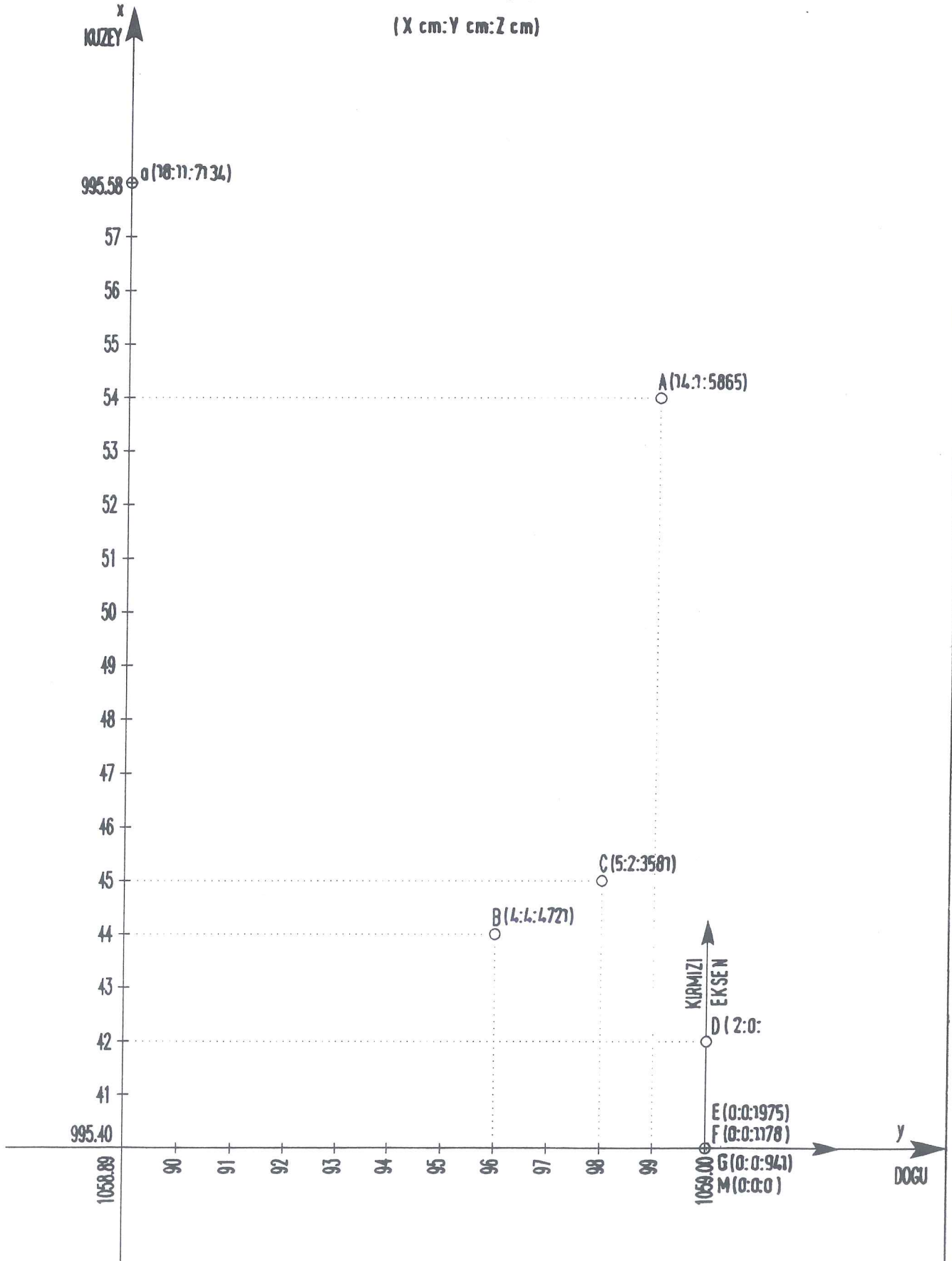


Ölçüm tarihi: 11.03.1995

L 9 a

FATİH CAMII

(X cm:Y cm:Z cm)





FATİH CAMİ SAĞ MİNARESİ VAROLAN HASARLAR

- Külah:** Seren çekirdek bağlantısı görülmemektedir.
- Petek:** Dış yüzeyde daha önceleri taş temizleme işlemi yapıldığı görülmektedir. İç yüzeyde taş örgüsü kaba yonu olarak bırakılmış ve duvarları karşılıklı olarak bağlamayı amaçlayan bir demir bağlantı elemanı görülmektedir.
- Gövde:** Alt bölümlerinde çok temiz taş yüzeyleri ve örgüleri görülürken, şerefeden aşağıya ~ 2,50 m kotundan başlayan ve ~ 22.50 m'lik gövde yüksekliğinde, tüm gövde iç yüzeyinde demir elemanların taşları bağlama amacı ile duvara ankre edildiği görülmektedir.



R. 37. Petek duvarının içten görünüşü.



R. 38. Petek içinde uygulanmış demir ele manlar.



R. 39. S eren _ çekirdek ilişkisi.



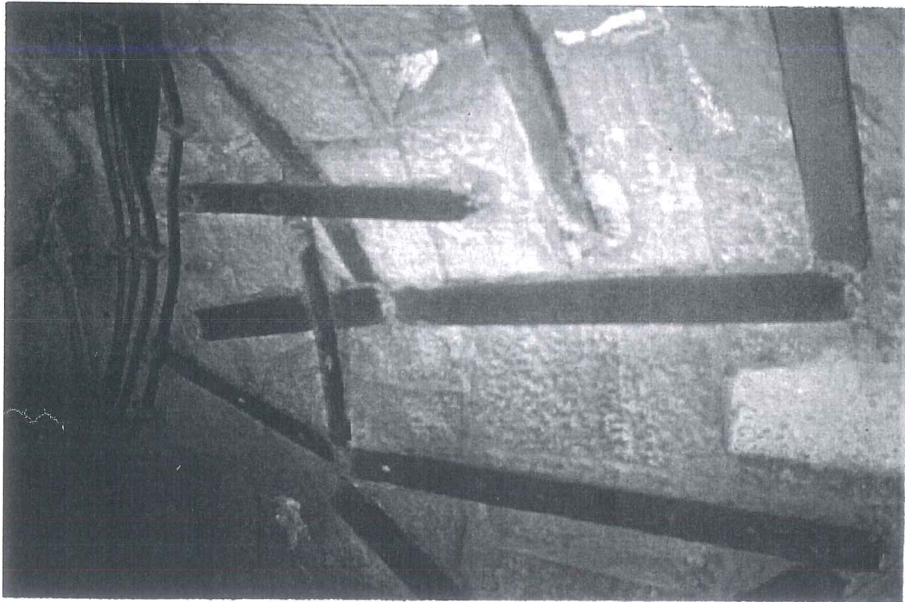
R.40 Minarenin içten görünüşü.
(9.41 kotundan aşağısı)



R.41. Çekirdek bölgesindeki bozulma.



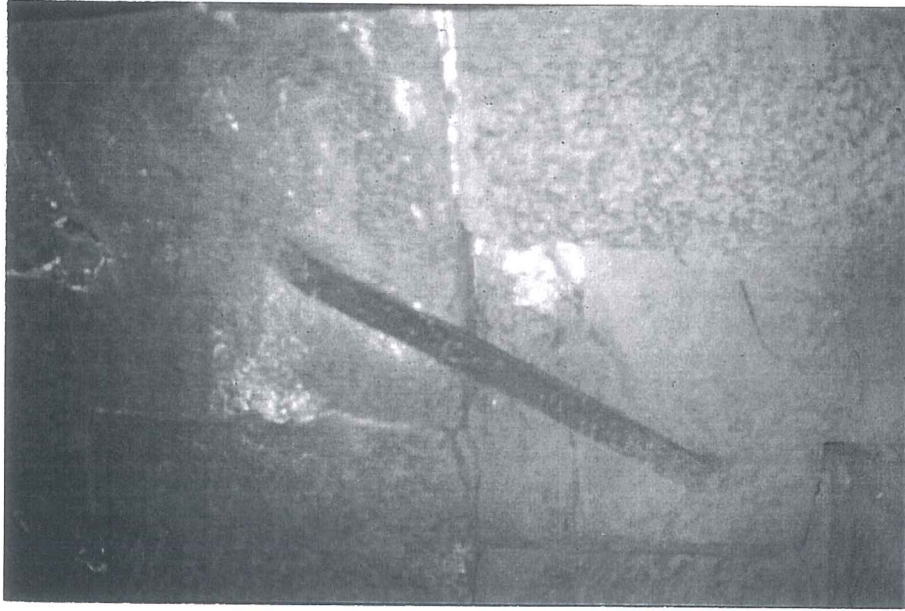
R.42. Minare anayapı arakesi tindeki duvar örgüsü



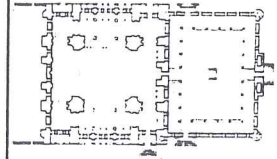
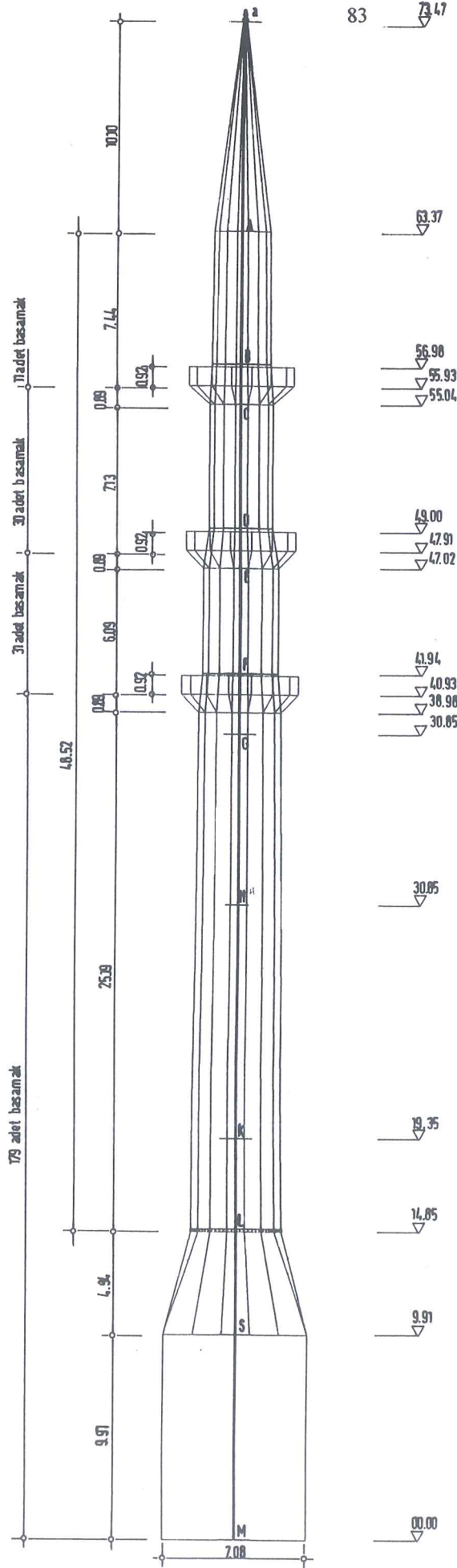
R.43.Gövde içindeki demir bağlantı elemanları.



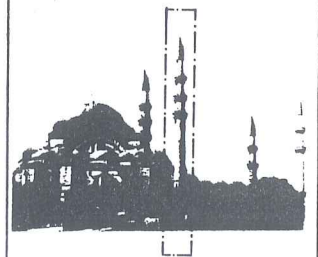
R.44.Gövde içiündeki demir bağlantı elemanları.



R.45.Gövde içiündeki demir bağlantı elemanları.



SÜLEYMANİYE CAMİ MİNARESİ

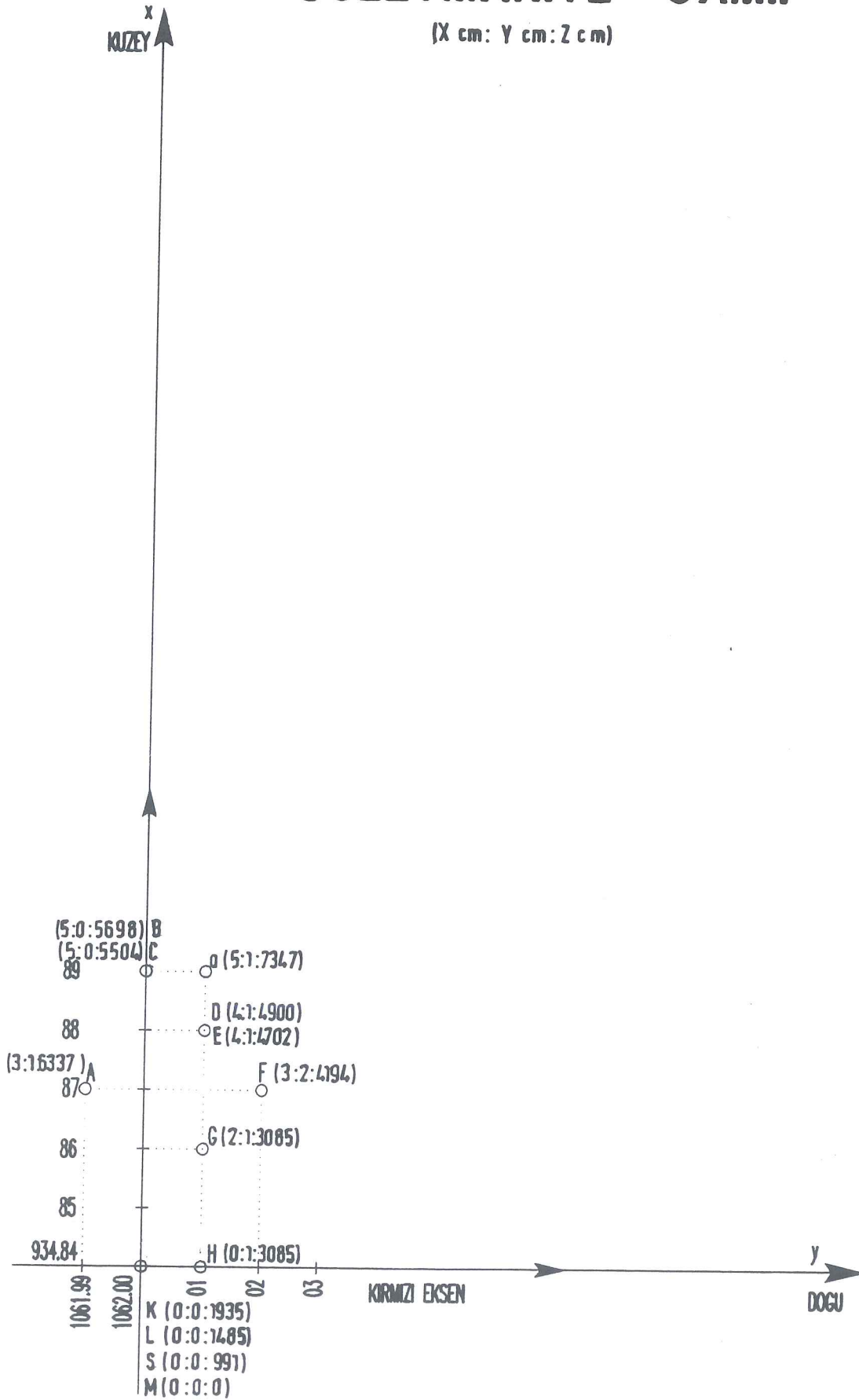


Ölçüm tarihi: 19.3.1995

L 10 a

SULEYMANIYE CAMII

(X cm: Y cm: Z cm)



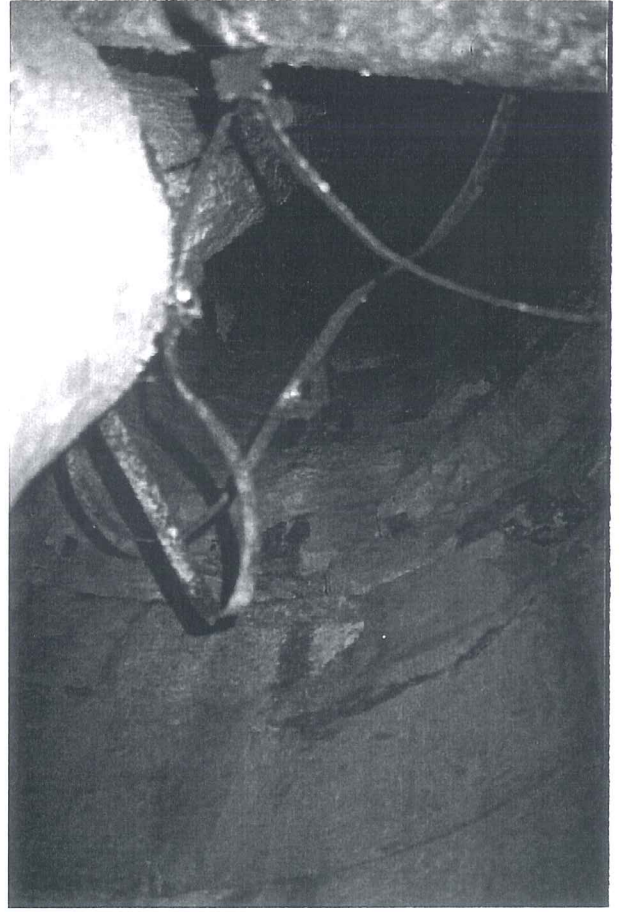


SÜLEYMANİYE CAMİ SOL ÜÇ ŞEREFELİ MİNARE VAROLAN HASARLAR

- Kulah: Serenin çekirdek ile bağlantısının olmadığı görülmektedir.
- Petek: Petek iç yüzünde herhangi bir bozulma görülmemekte ancak dış yüzde taş yüzeyde bozulma belirtileri vardır.
- Gövde: Minarenin gövde iç yüzeyinde herhangi bir bozulma görülmemektedir. Ancak bazı basamakların malzeme yönünden bozulduğu, basamak çekirdeklerinde ise çatlaklar görülmektedir.



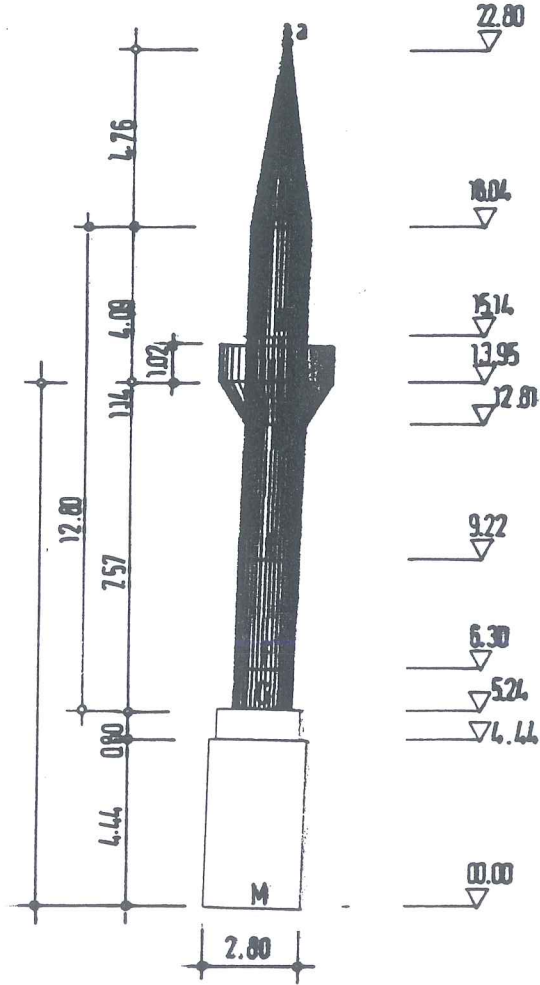
R.46. Çekirdek bölümünde oluşmuş bozulma.



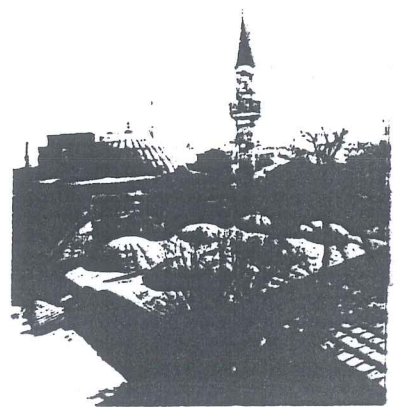
R.47. Petek içi ve seren_çekirdak ilişkisi.



R.48. İkinci gövde dışyüzünde, şerefetabanına yakın malzeme bozulması.



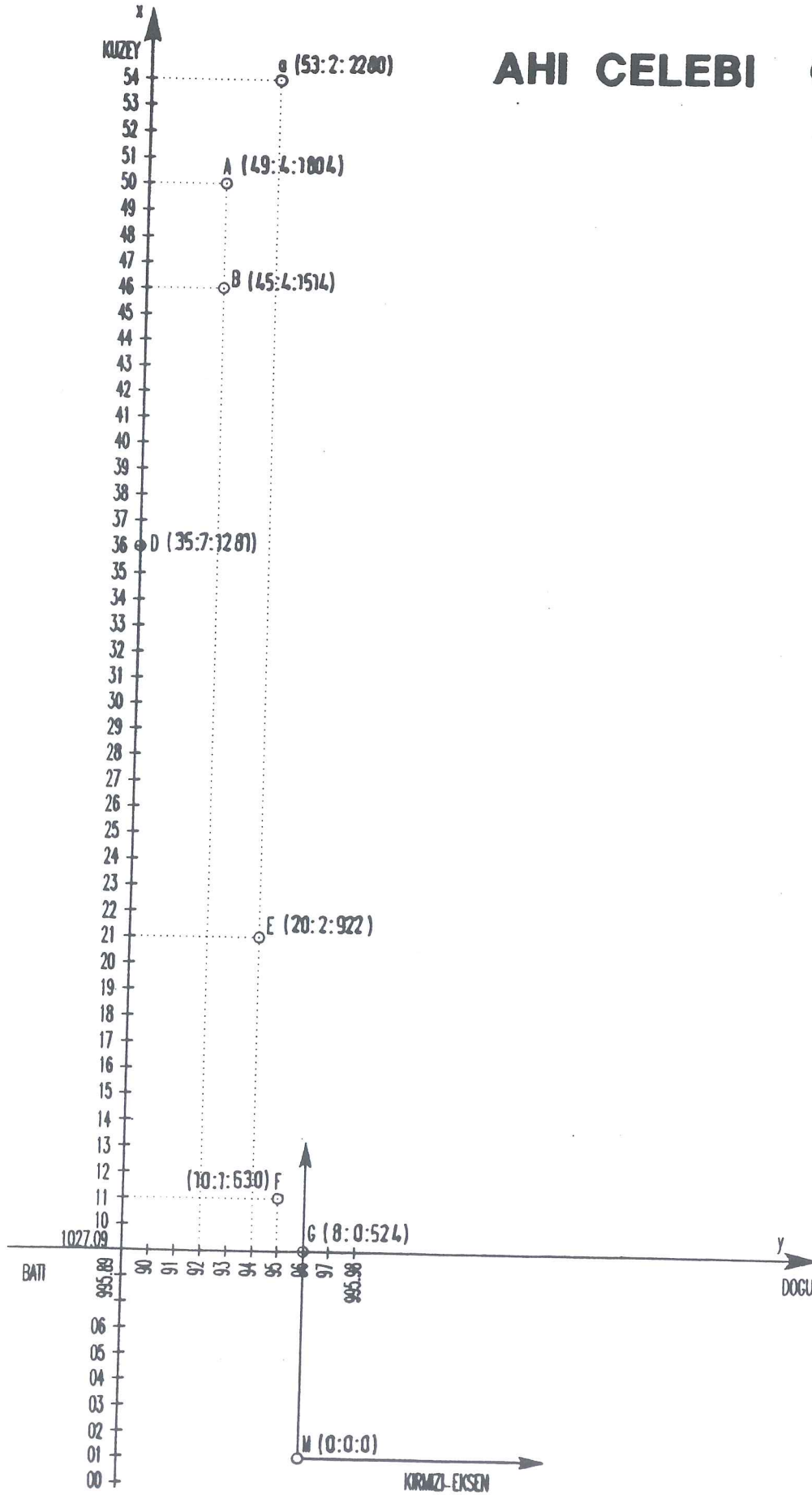
AHİ ÇELEBİ CAMİ MİNARESİ

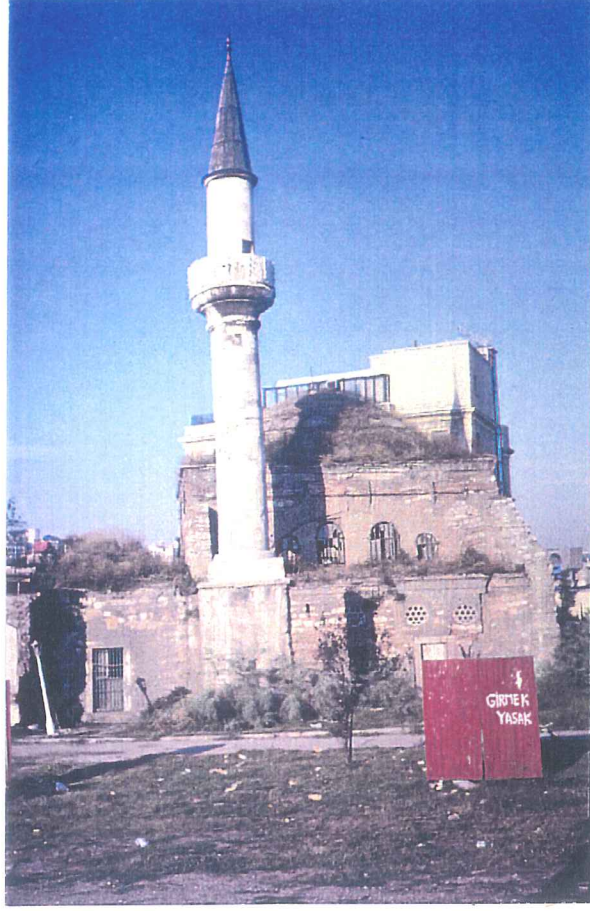


Ölçüm tarihi: 09.04.1995

L 11a

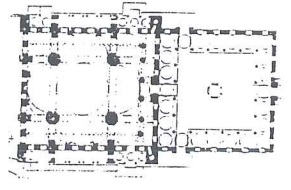
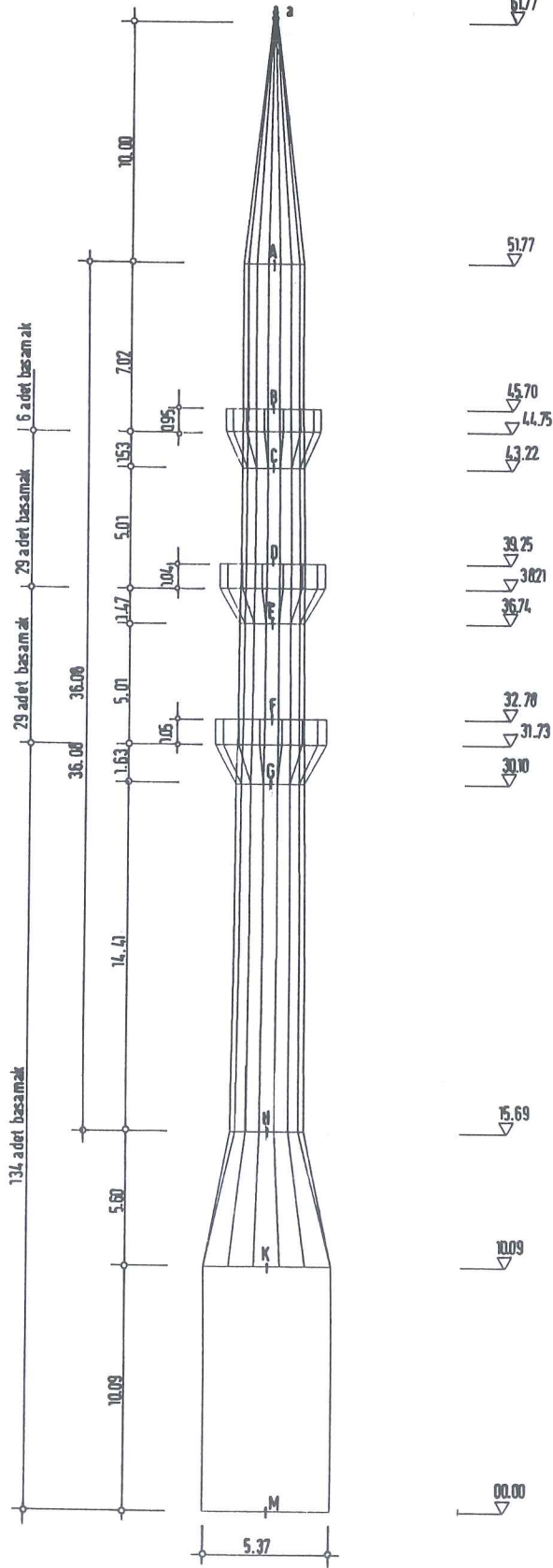
AHI CELEBI CAMII



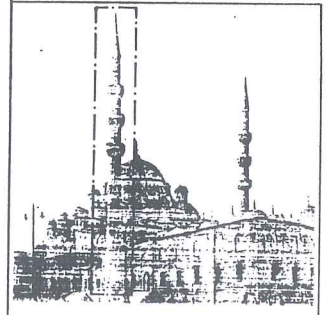


AHİ ÇELEBİ CAMİ MİNARESİ VAROLAN HASARLAR

Bu minareye ait caminin onarımı nedeni ile cami demirbaş eşyaları, minarenin içerisine depolandığından, minare içi gezilememiştir. Ancak minarenin dış yüzeyinde, düşey, çapraz ve yatay çatlaklar görülmektedir. Bu yanında önemli ölçekte taş malzemenin aşındığı ve büyük taş parçalarının koptuğu görülmektedir. Minarenin petek bölümü yeni inşa edildiğinden bu bölümde bozulmalar yoktur.



YENİ CAMİ MINARESİ

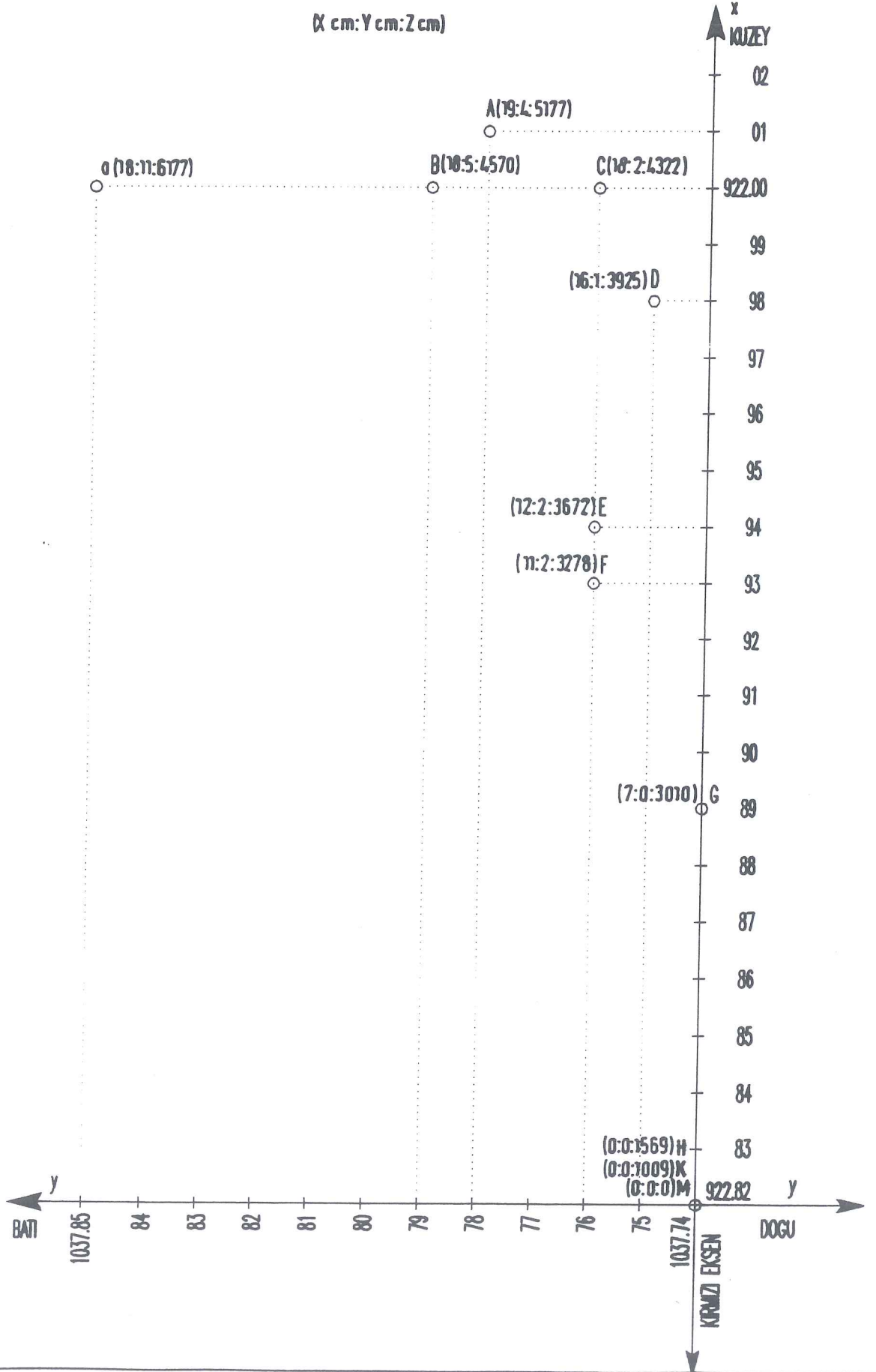


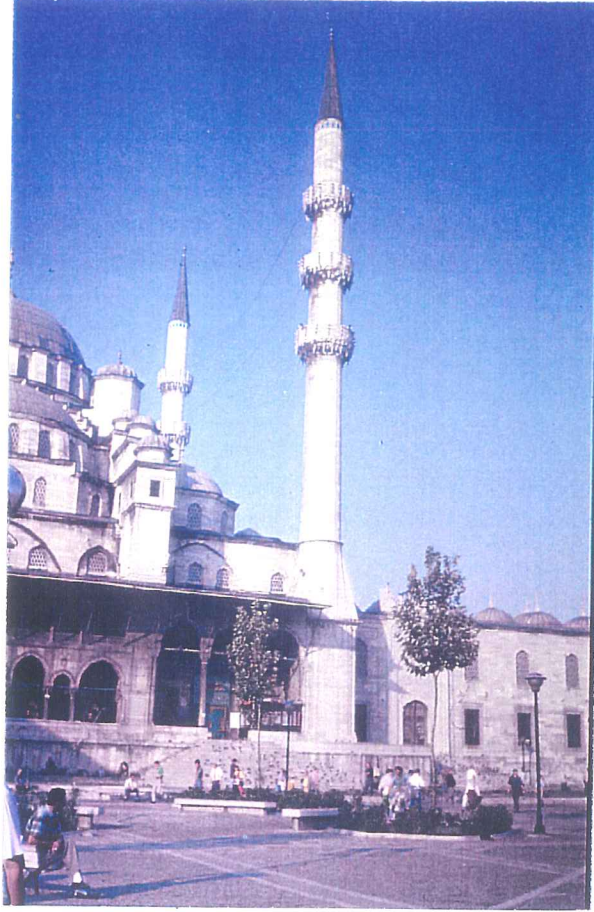
Ölçüm tarihi: 23.04.1995

L 12 a

YENİ CAMII

(X cm:Y cm:Z cm)

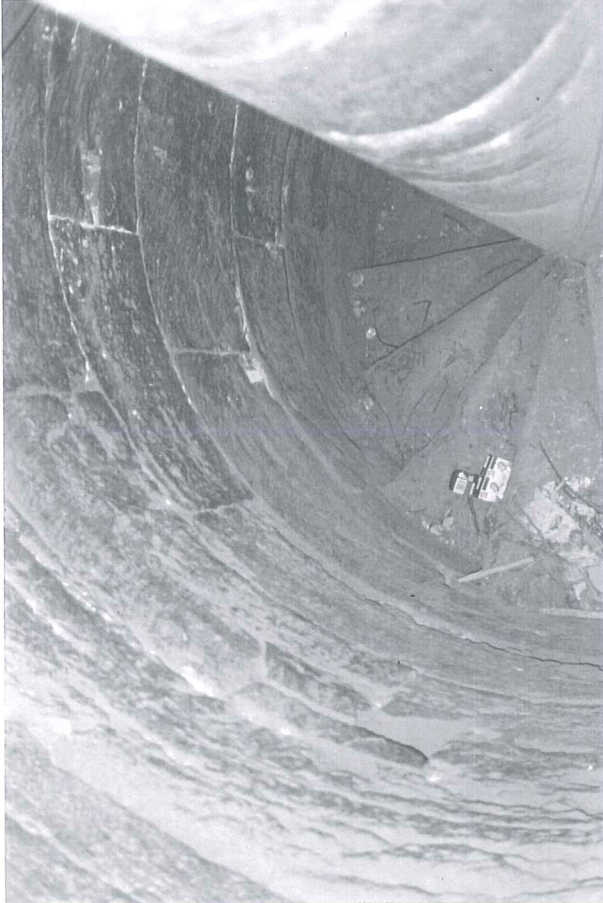




YENİ CAMİ SOL MİNARESİ VAROLAN HASARLAR

- Kulah:** Serenin çekirdek bölümü ile bağlantısının olmadığı görülmektedir.
- Petek:** İç yüzeyde ve dış yüzeyde taş malzemenin döküldüğü ve ayrıştığı görülmektedir.
- Gövde:** Basamaklar ile çekirdek bölümleri yer yer önemli ölçüde bozulmuştur. Duvar iç yüzeyinde ise taş malzemede bozulma belirtileri görülmektedir.

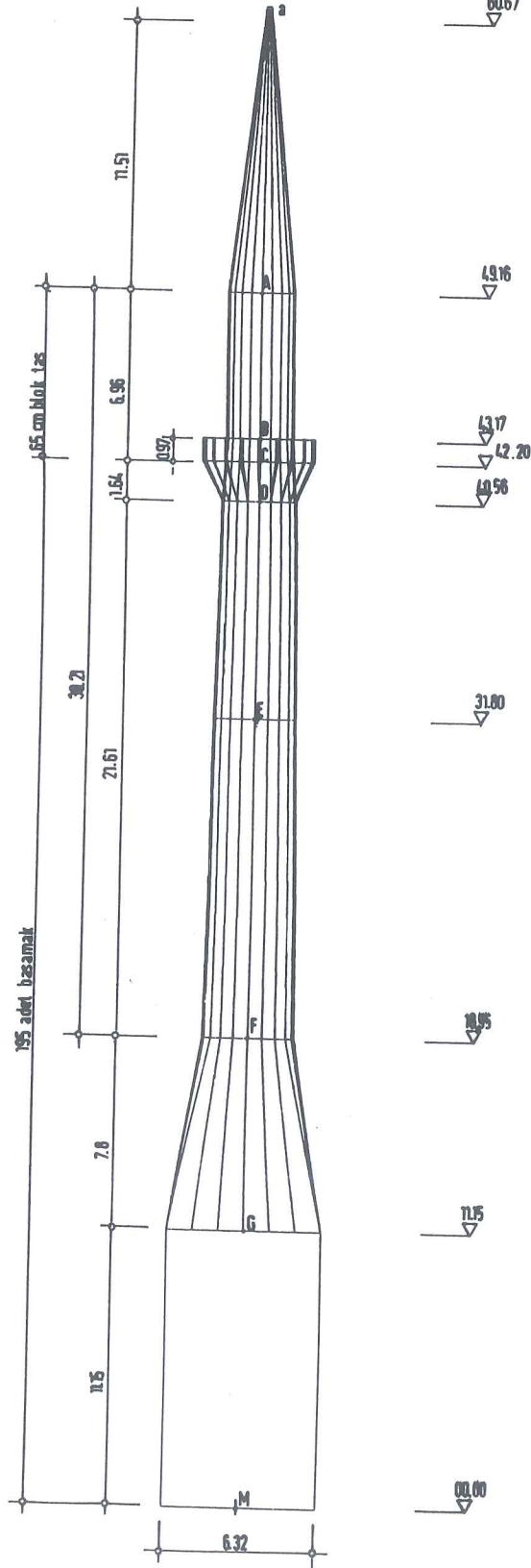
R.49. Minare gövdesi içyüzeyi ve çekirdek bölümünde bozulma.



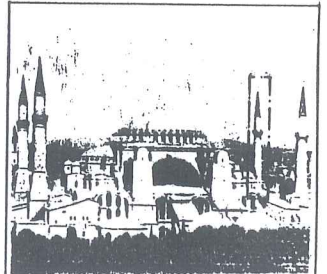
R.51. Duvar içindeki ankraj elemanının açığa çıkması.

R.50. Basamak ve çekirdek bölümündeki bozulma.





AYASOFYA MİNARESİ

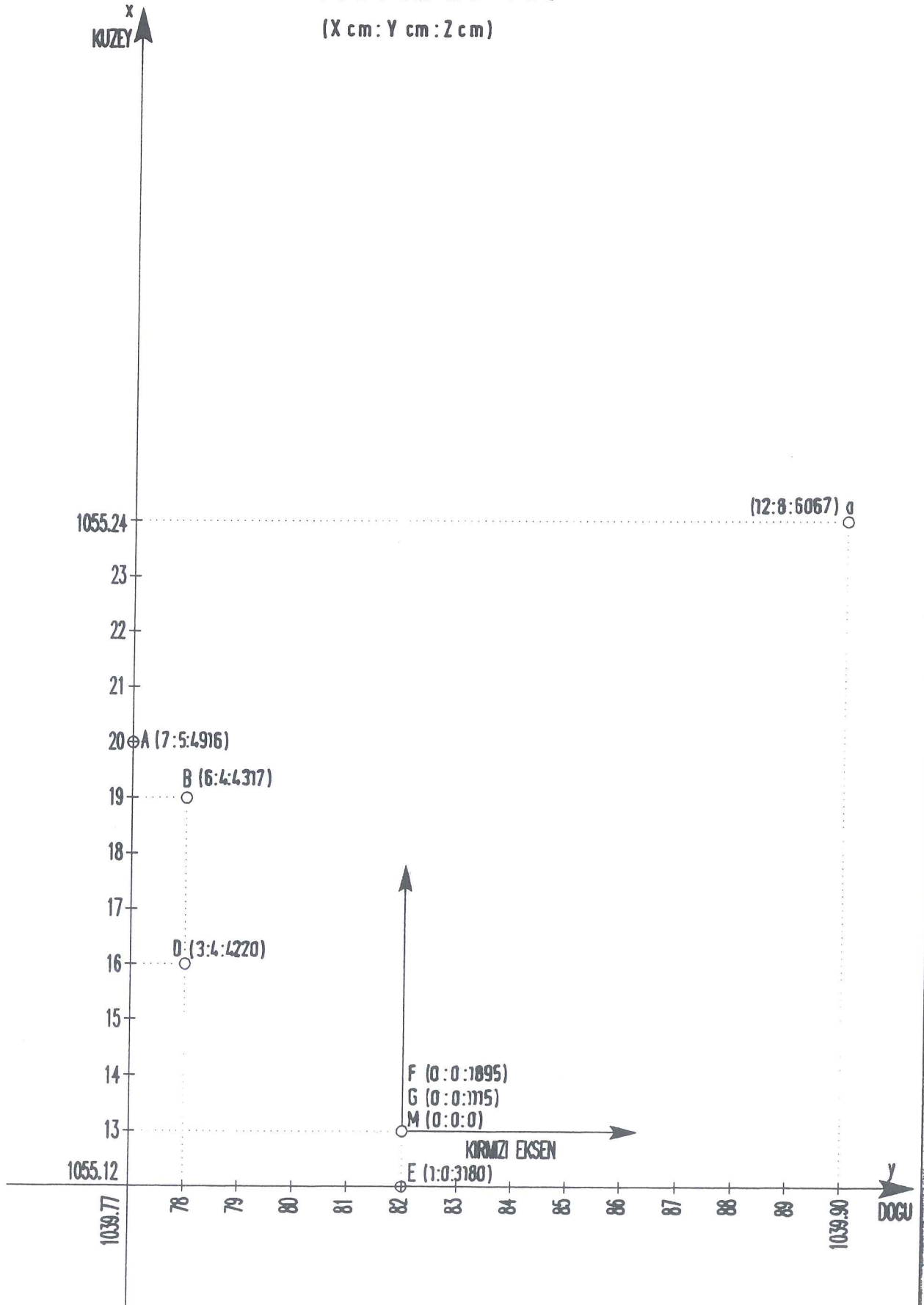


Ölçüm tarihi: 20.4.1995

L13a

AYASOFYA

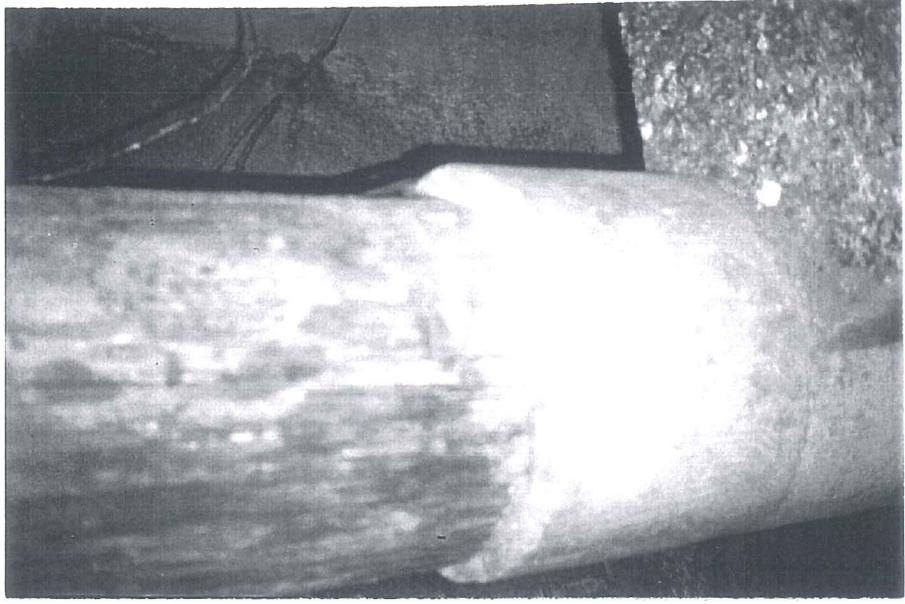
(X cm : Y cm : Z cm)



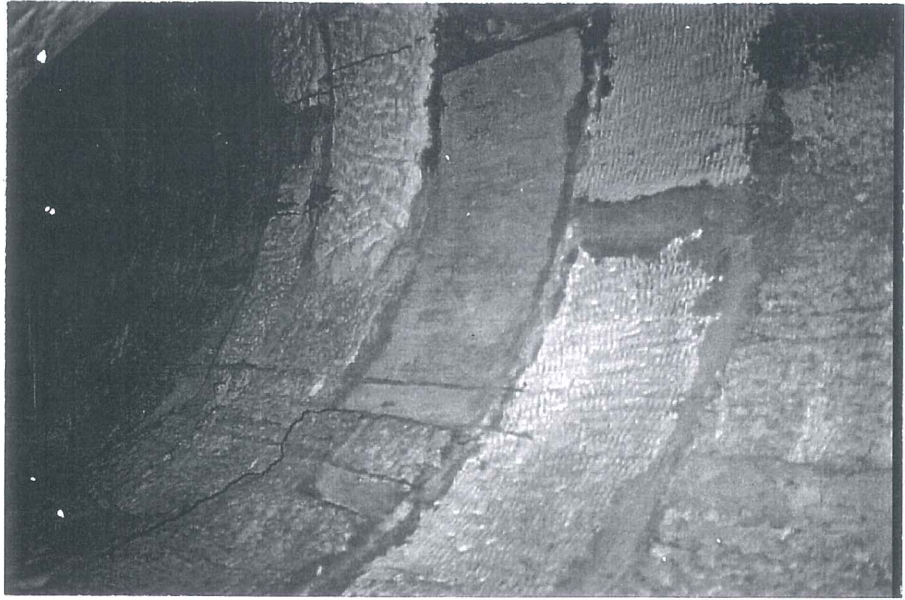


AYASOFYA MİNARESİ VAROLAN HASARLAR

- Külâh:** Serenin çekirdek ile bağlantısının olmadığı saptanmıştır. Külâh konstrüksiyonunda herhangi bir bozulma görülmemektedir.
- Petek:** Petek içyüzünde ve dışyüzünde herhangi bir bozulma saptanmamıştır.
- Gövde:** Gövde içyüzeyinde bazı taşlarda, şerefe kotuna yakın basamakların alt yüzeylerinde "taş çürütme" uygulaması yapılarak, taş malzeme onarımları görülmektedir. Çekirdek bölümünde yer yer taş malzemenin bozulduğu görülmektedir.



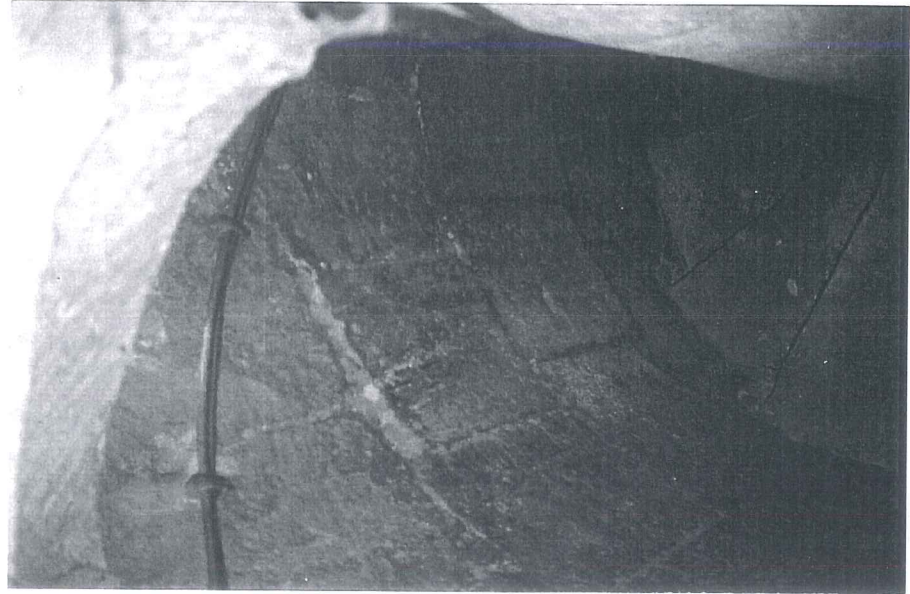
R.54. Seren -çekirdek ilişkisi



R.53. Petek bölümünün içten görünüşü.



R.52. Petek -gövde arakesitinin içten görünüşü.



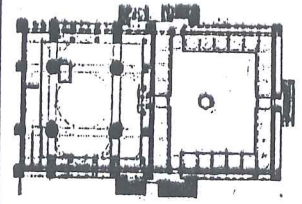
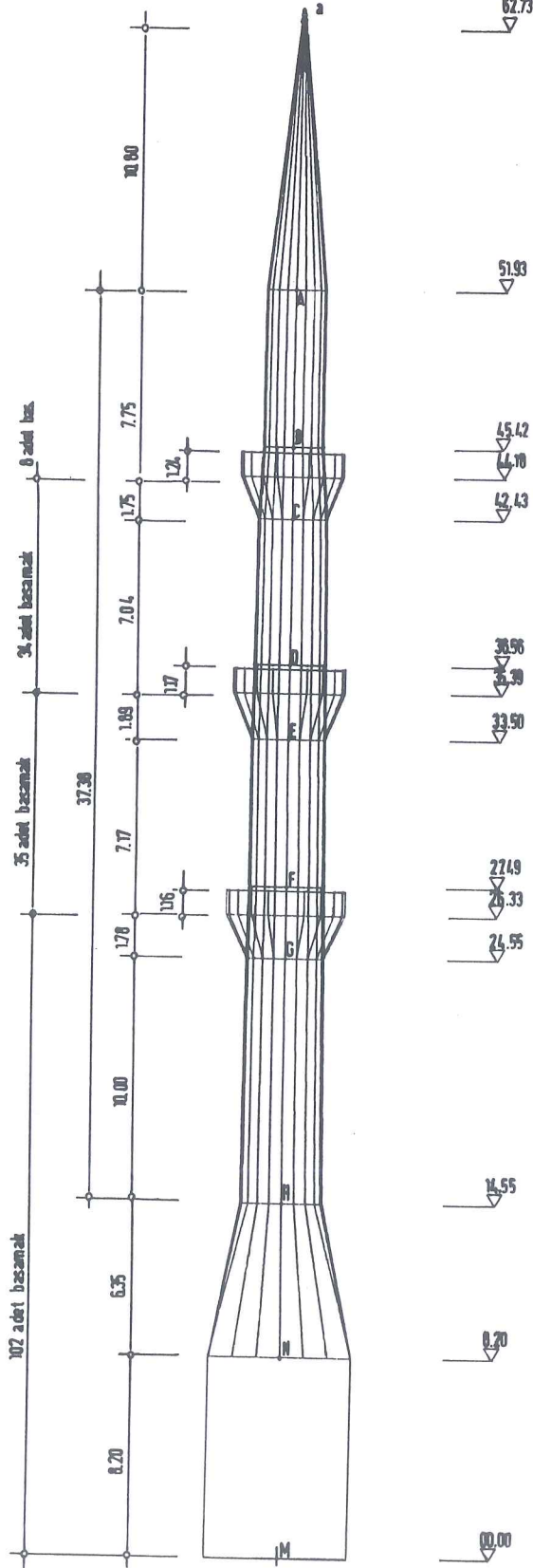
R.55. Minare gövdesinin içten görünüşü



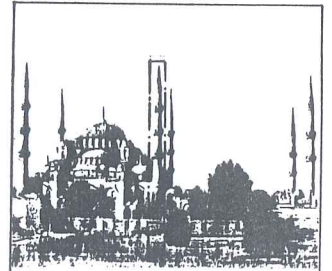
R.56. Gövde içyüzeyinde çürütme uygulaması ile yenilenmiş tas yüzeyleri.



R.57. Basamakların alttan görünüşü.



SULTANAHMET CAMI MINARESİ

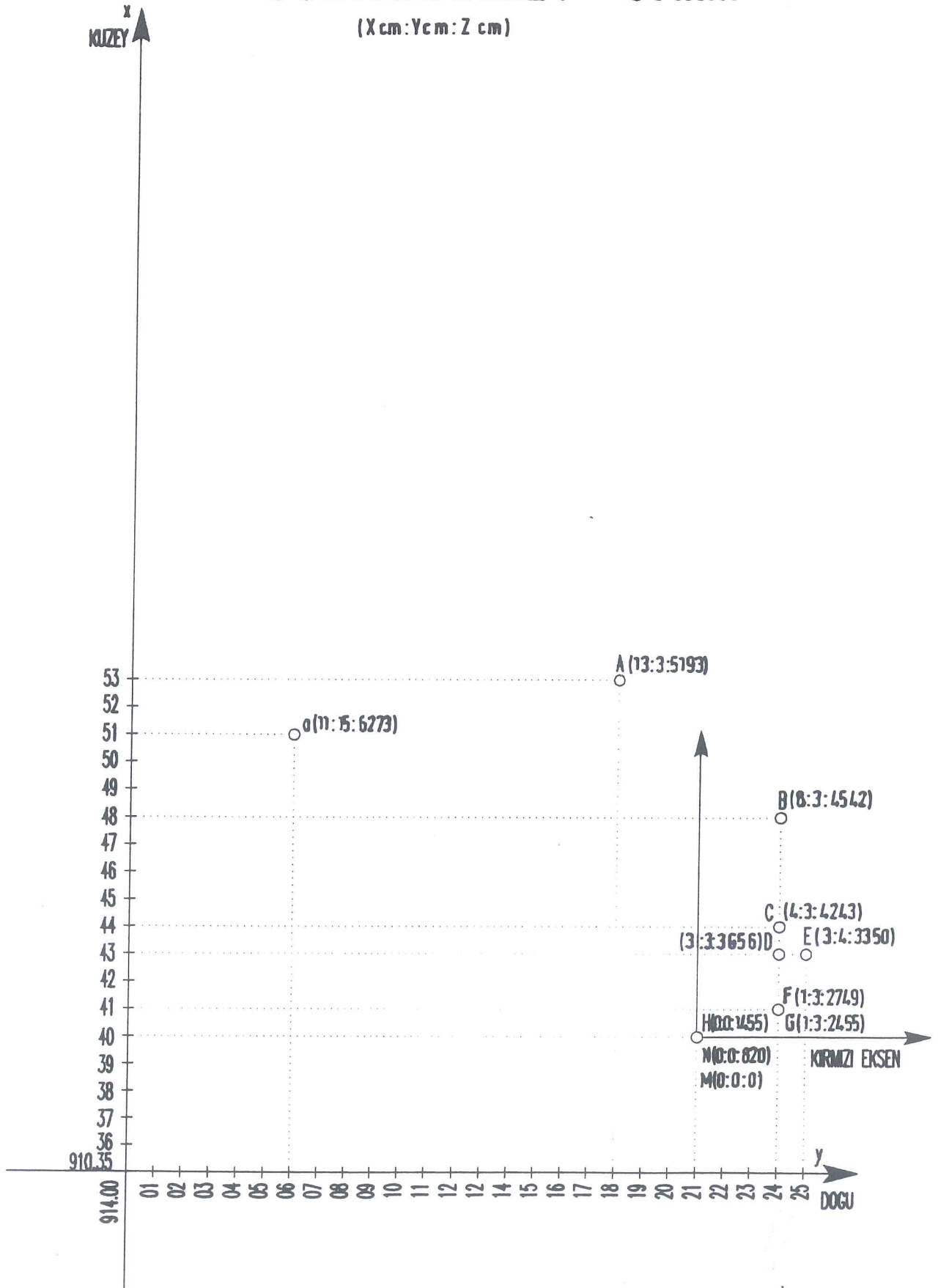


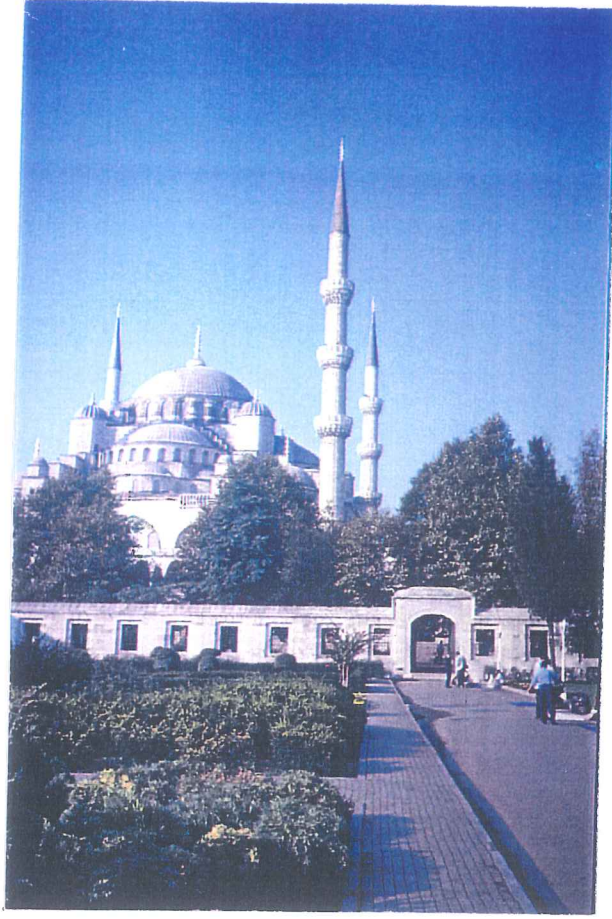
Ölçüm tarihi: 01.08.1995

L 14 a

SULTANAHMET CAMII

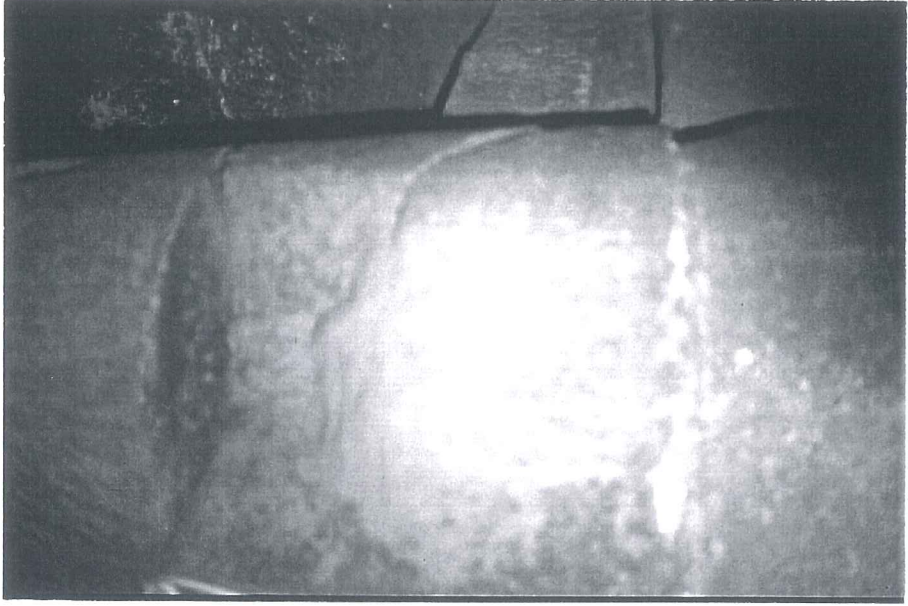
(Xcm:Ycm:Z cm)



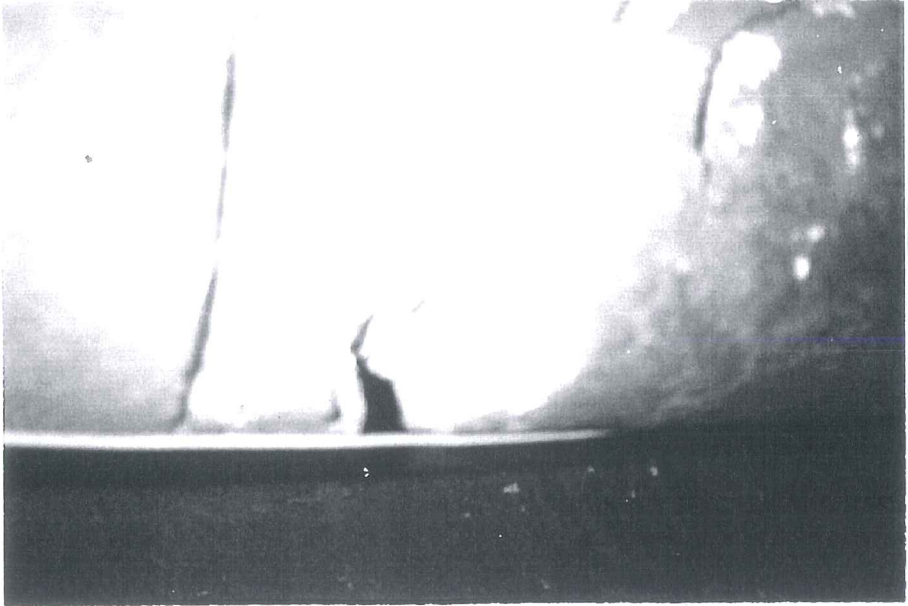


**SULTANAHMET CAMİ SOL ORTA
ÜÇ ŞEREFELİ MİNARE
VAROLAN HASARLAR**

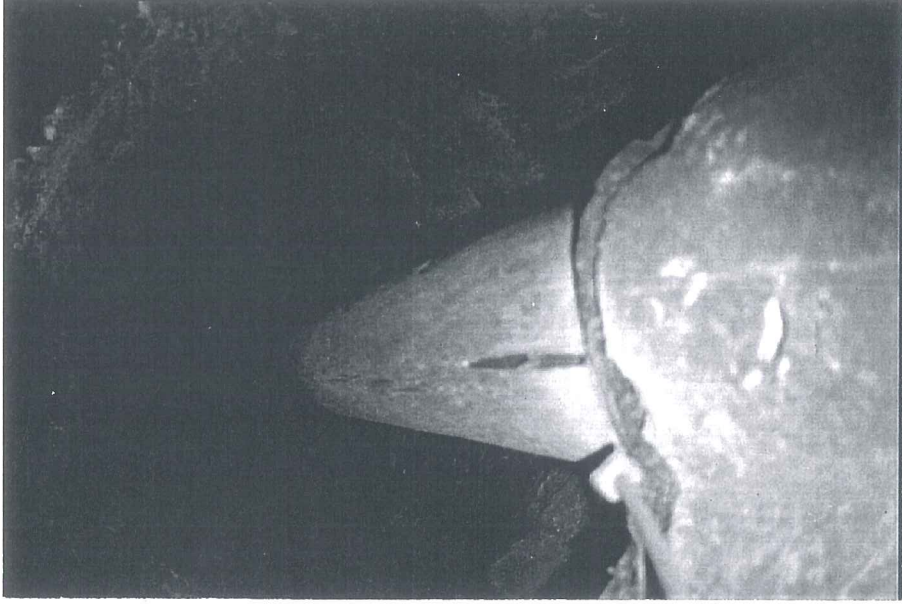
- Kulah:** Seren çekirdek bölümü bağlantısı amacı ile yapılmış demir bağlantı elemanının işlevini yitirdiği görülmektedir.
- Petek:** Dış yüzeyde taş malzemenin yer yer ayrışmaları saptanmıştır.
- Gövde:** Gövde iç yüzeyinde ve çekirdek bölümünde yer yer taş bozulmaları ve parçalanmaları görülmektedir.



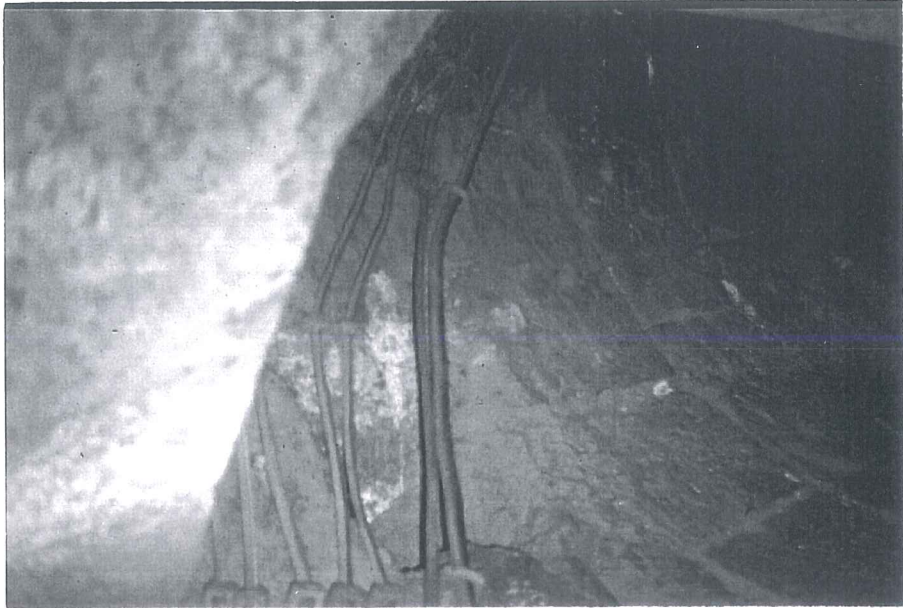
R.59. Çekirdek bölümündeki bozulma.



R.58. Çekirdek bölümündeki bozulma.



R.51. Seren-çekirdek ilişkisi

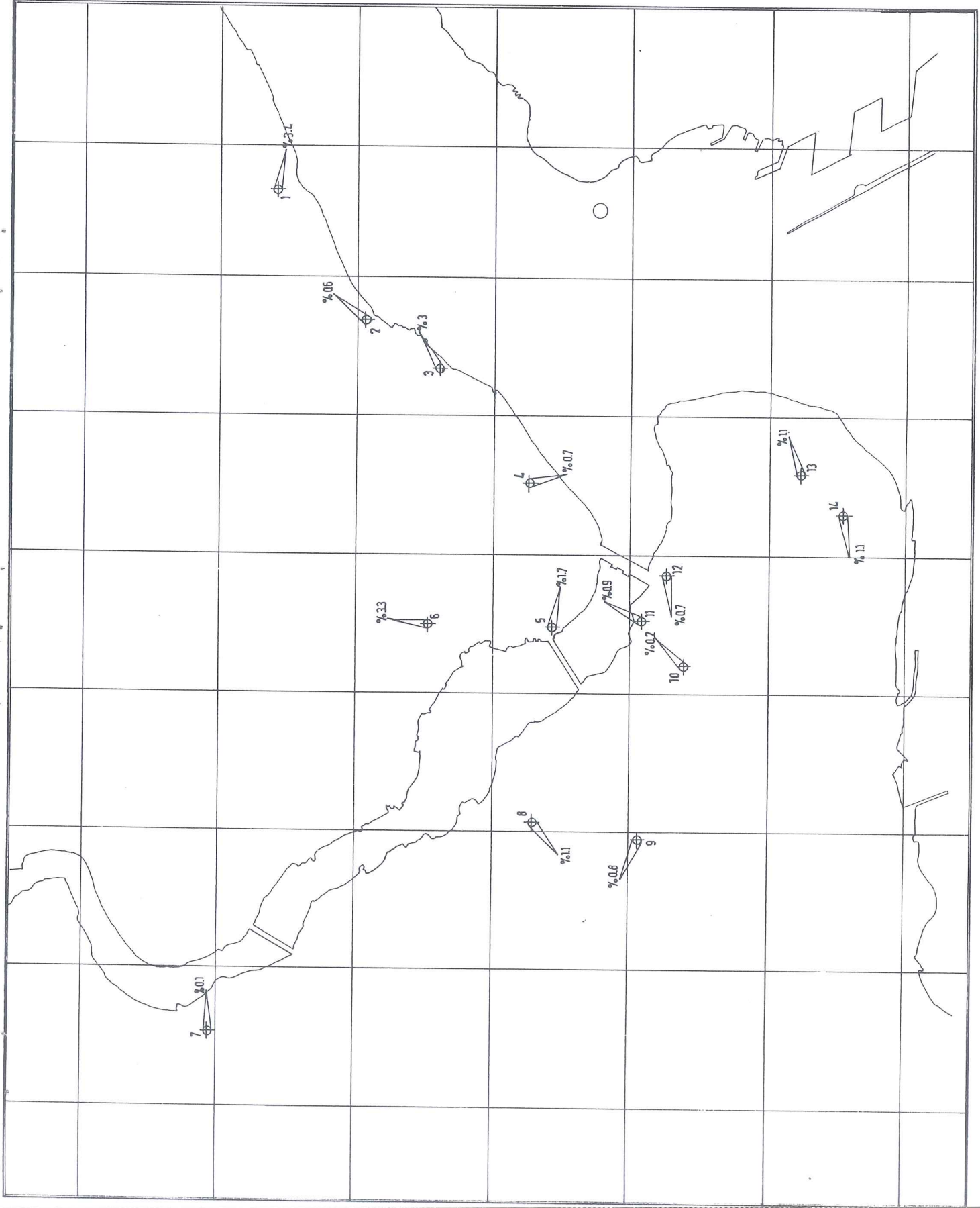


R.60. Gövdenin içten görünüşü.

İSTANBUL GENELİNDE
KÜLAH
EĞİLME YÖNLERİ

1. SİRAN PAŞA
2. VALİDE SULTAN
3. MULLA ÇELEBİ
4. KILIÇ ALİ PAŞA
5. SOKULLU MEHMET PAŞA
6. GÜZELDE KASIM PAŞA
7. EYÜP SULTAN
8. SULTAN SELİM
9. FAİH
10. SÜLEYMANIYE
11. AHI ÇELEBİ
12. YENİ CAMİ
13. AVASİFYA
14. SULTANAHMET

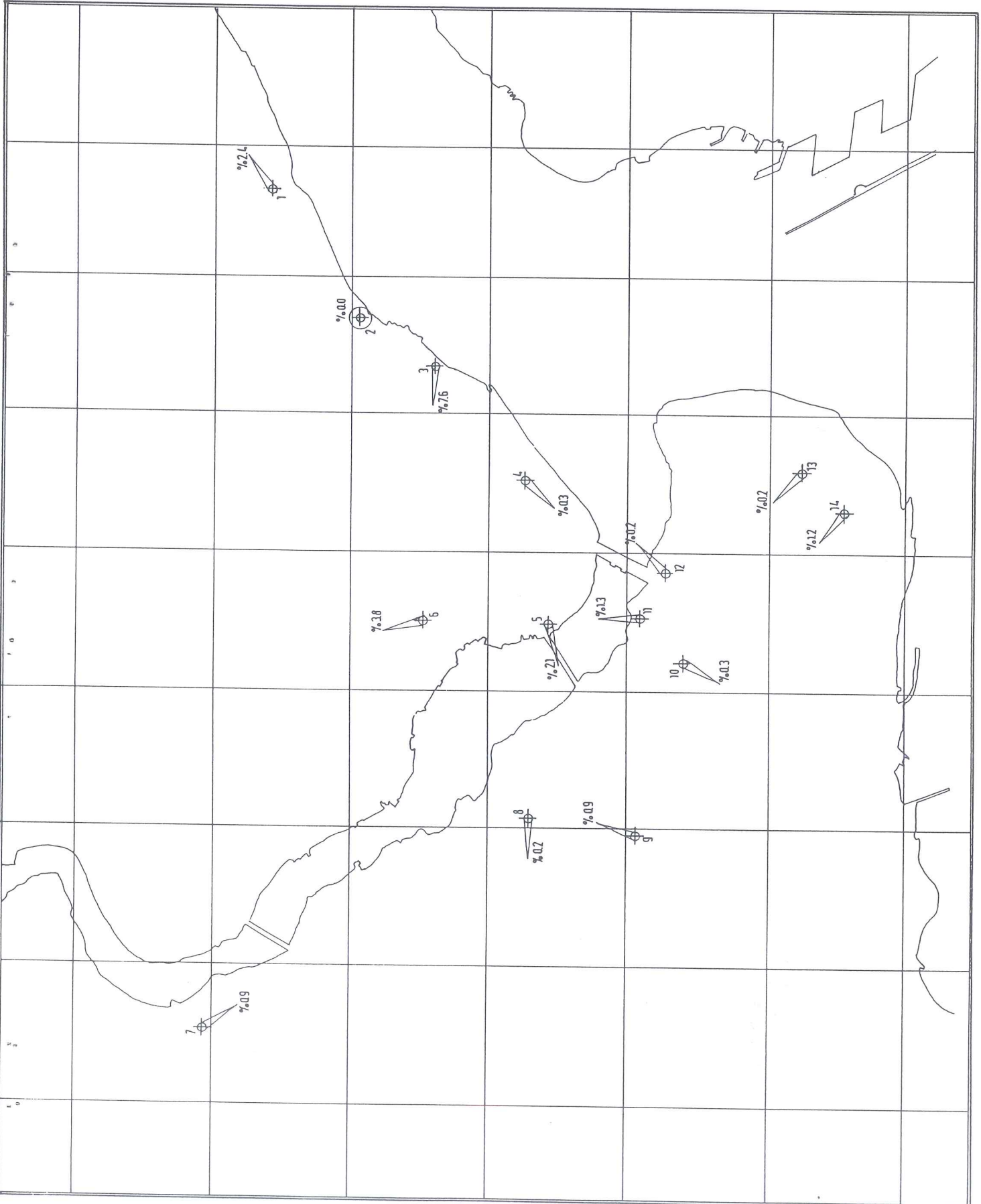
H1



İSTANBUL GENELİNDE
P E T E K
EĞİLME YÖNLERİ

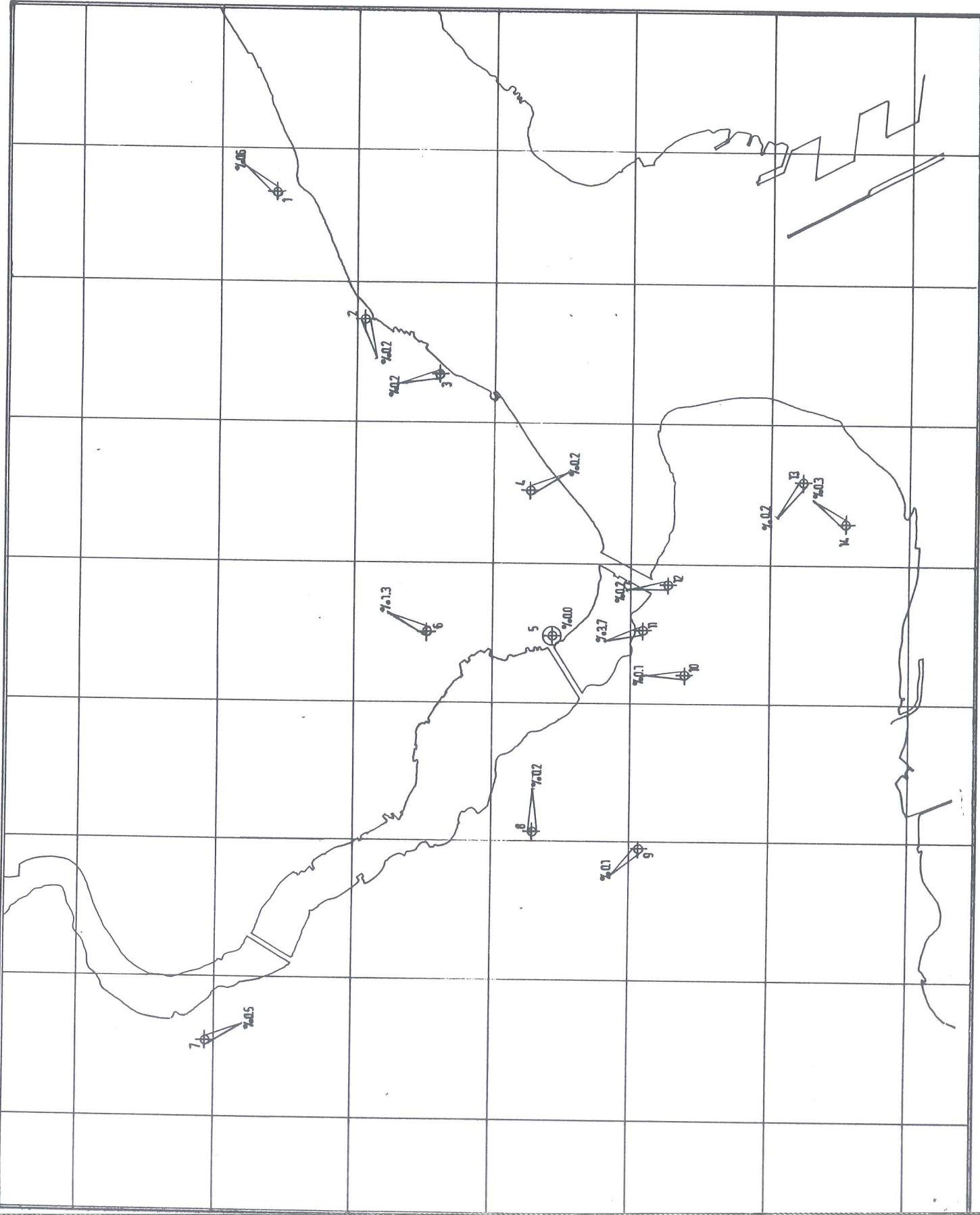
- 1 SINA H PAŞA
- 2 VALİDE SULTAN
- 3 MOLL A CELEBİ
- 4 KILIÇ ALİ PAŞA
- 5 SOKULLU MEHMET PAŞA
- 6 GÜZELCE KASIM PAŞA
- 7 EYÜP SULTAN
- 8 SULTAN SELİM
- 9 FAHİ
- 10 SÜLEYMANIYE
- 11 AHI CELEBİ
- 12 YENİ CAMİ
- 13 AVASOFYA
- 14 SULTANAHMET

H 2



İSTANBUL GENELİNDE
GÖVDE
BÖLME NÖMLERİ

1. SINAN PAŞA
2. VALİDE SULTAN
3. MOLLA ÇELEBİ
4. KILIÇ ALİ PAŞA
5. SONOLLU MEHMET PAŞA
6. GÜZELCE KASIM PAŞA
7. EYÜP SULTAN
8. SULTAN SELİM
9. FAHİH
10. SÜLEYMANİYE
11. AMİ ÇELEBİ
12. YENİ CAMİ
13. ANKASOYA
14. SULTANMEHMET



BÖLÜM 4. ÖLÇÜM SONUÇLARINA BAĞLI OLARAK MİNARELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. İSTANBUL'DAKİ MİNARELERİN STABİLİTELERİNİN, ÖLÇÜM SONUÇLARINA BAĞLI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

İncelemeye konu olan 14 minarede yapılan ölçümlerde elde edilen bulguların ortaya çıkardığı sonuçlar genel olarak tablo 6'da sunulmuştur. Bu tablo incelendiğinde üç genel sonuç ortaya çıkmaktadır.

1. 14 minarenin tamamında “üst yapı” bozuklukları vardır. Bu bozulmalar; gövde, petek ve külah bölümlerinin (Ahi Çelebi minaresinde kaide bölümünde) minare düşey ekseninden “çekül”den uzaklaşmaları şeklinde görülmektedir. (Tablo 6)
2. Ahi Çelebi minaresi dışında sözü edilen 13 minarede ortak olan önemli bir bulguda, bu minarelerde kaide bölgelerinde (küp + kürsü) herhangi bir çekülden uzaklaşma (dönme= rotasyon) görülmemektedir.
3. Ahi Çelebi minaresinde külah, petek, gövde ve kaide bölümlerinde kalıcı deformasyon vardır. Bu minarenin tüm bölümlerinde deformasyon olması anayapının incelenmesini gerektirmektedir.

Bu genel irdelemeden sonra, tablo 6 da görülen minarelerdeki bozulmalara, hangi etken ya da etkenlerin neden olduğunun belirlenebilmesi için, olası bir çok etken karşılaştırmalı olarak aşağıda değerlendirilecektir.

Tablo 6

Minare Bölümü	K Ü L A H				P E T E K				G				Ü				V				D				E				K A İ D E			
	uzaklığı (m)	yükseklik (m)	egim %	egim yönü	uzaklığı (m)	yükseklik (m)	egim %	egim yönü	1. Zerefe (m)	yükseklik (m)	egim %	egim yönü	2. Zerefe (m)	yükseklik (m)	egim %	egim yönü	3. Zerefe (m)	yükseklik (m)	egim %	egim yönü	4. Zerefe (m)	yükseklik (m)	egim %	egim yönü	5. Zerefe (m)	yükseklik (m)	egim %	egim yönü	6. Zerefe (m)	yükseklik (m)	egim %	egim yönü
Minare Adı																																
SINAN PAŞA	0.245	7.13	3.4	GD	0.122	4.95	2.4	KD													0.05	8.03	0.6	KD						13.30	-	-
VALİDE SULTAN	0.064	10.11	0.6	KD	-	6.84	-	-													0.031	14.02	0.2	GB						16.88	-	-
MOLLA ÇELEBİ	0.269	8.88	3	KD	0.142	5.79	7.6	KB													0.041	16.66	0.2	KB						8.88	-	-
KILIÇ ALİ PAŞA	0.041	5.35	0.7	GD	0.014	4.51	0.3	GB													0.044	16.36	0.2	GD						13.40	-	-
SOKULLU MEHMET PAŞA	0.143	8.45	1.7	GD	0.082	3.9	2.1	GB													-	13.24	-	-						9.39	-	-
GÜZELCE KASIM PAŞA	0.161	4.89	3.3	KD	0.072	1.88	3.8	KB													0.18	13.46	1.3	KD						9.25	-	-
EYÜP SULTAN	0.01	9.19	0.1	D	0.058	5.97	0.9	GD	0.01	5.23	0.2	K									0.08	15.54	0.5	GD						9.95	-	-
SULTAN SELİM	0.10	9.06	1.1	GB	0.01	4.91	0.2	B													0.06	22.18	0.2	D						8.50	-	-
FATİH	0.107	12.69	0.8	KB	0.104	11.44	0.9	KB	0.022	11.4	0.2	GB									0.054	24.03	0.2	KB						11.78	-	-
SÜLEYMANİYE	0.028	10.10	0.2	KD	0.022	6.39	0.3	GD	0.014	5.08	0.2	KB	0.014	6.04	0.2	KB					0.022	16.00	0.1	K						14.85	-	-
ANİ ÇELEBİ	0.044	4.76	0.9	KD	0.04	2.90	1.3	K													0.28	7.57	3.7	KB	0.08					5.24	1.5	K
YENİ CAMİ	0.07	10.00	0.7	GB	0.014	6.07	0.2	KB	0.01	3.96	0.2	K	0.022	3.97	0.5	KB					0.07	14.4	0.5	KB						15.69	-	-
AYASOFYA	0.136	11.51	1.1	KD	0.014	5.99	0.2	KB													0.05	21.61	0.2	KB						18.95	-	-
SULTANAHMET	0.121	10.80	1.1	GB	0.078	6.51	1.2	KB	0.022	6.01	0.2	KB	0.01	6.51	0.7	K					0.03	10.00	0.3	KD						14.55	-	-

4.1.1. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Minare - Anayapı İlişkisi Yönünden Değerlendirilmesi

İncelenen minarelerin anayapı ile ilişkileri, Bölüm 3.1.1.'de ki açıklamalara göre, sınıflandırılarak tablo 7'de verilmiştir. Bu tablo incelendiğinde, kaideleri anayapıya bitişik olarak inşa edilmiş minareler grubundan, Ahi Çelebi cami minaresi kaidesinin rotasyon yaptığı görülmektedir.

KAİDELERİ ANAYAPIYA BİTİŞİK OLARAK İNŞA EDİLMİŞ MINARELER				
	eğim %			
	külah	petek	gövde	kaide
FATİH	0.8	0.9	0.2	-
SULTAN SELİM	1.1	0.2	0.2	-
SÜLEYMANİYE	0.2	0.3	0.1	-
MOLLA ÇELEBİ	3	7.6	0.2	-
SULTANAHMET	1.1	1.2	0.3	-
YENİ CAMİ	0.7	0.2	0.2	-
AHI ÇELEBİ	0.9	1.3	3.7	1.5
EYÜP SULTAN	0.1	0.9	0.5	-
GÜZELCE KASIM PAŞA	3.3	3.8	1.3	-
KILIÇ ALİ PAŞA	0.7	0.3	0.2	-

KAİDELERİ ANAYAPININ BEDEN DUVARI ÜZERİNE İNŞA EDİLMİŞ MINARELER				
	eğim %			
	külah	petek	gövde	kaide
SİNAN PAŞA	3.4	2.4	0.6	-
VALİDE SULTAN	0.6	-	0.2	-

KAİDELERİ ANAYAPIDAN AYRI OLARAK İNŞA EDİLMİŞ MINARELER				
	eğim %			
	külah	petek	gövde	kaide
SOKOLLU MEHMET PAŞA	1.7	2.1	-	-
AYASOFYA	1.1	0.2	0.2	-

4.1.2. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Zeminden Yüksekliklerine Bağlı Olarak Değerlendirilmesi

Minareler zeminden yüksekliklerine (petek üstü kotuna) göre sıralandığında, yüksek minarelerde daha az deformasyon olduğu görülmektedir (tablo 8).

eğim %															
		SÜLEYMANİYE	FATİH	SULTANAHMET	YENİ CAMİ	AYASOFYA	VALİDE SULTAN	EYÜP SULTAN	SULTAN SELİM	KILIÇ ALİ PAŞA	MOLLA ÇELEBİ	SOKULLU MEHMET PAŞA	SINAN PAŞA	GÜZELCE KASIM PAŞA	AHI ÇELEBİ
		0.2	0.8	1.1	0.7	1.1	0.6	0.1	1.1	0.7	3	1.7	3.4	3.3	0.9
		0.3	0.9	1.2	0.2	0.2	-	0.9	0.2	0.3	7.6	2.1	2.4	3.8	1.3
	gövede	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	-	0.6	1.3	3.7
	kaide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5
		63.37	58.65	57.93	57.77	49.76	44.04	41.35	39.11	37.70	30.09	30.01	28.99	26.49	28.04
		zeminden petek üstü kotuna olan yükseklik (m)													

4.1.3. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Deniz Seviyesinden Olan Yüksekliklerine Bağlı Olarak Değerlendirilmesi

İncelemesi yapılan minareler tablo 9'da sıralanmıştır. Bu tablo incelendiğinde, deniz seviyesinden yüksekte olan minarelerin, deniz seviyesinde olan minarelere göre daha az deformasyon yaptığı ortaya çıkmaktadır.

4.1.4. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Şerefe Sayısına Bağlı Olarak Değerlendirilmesi

İncelemeye alınan minareler şerefe sayısına görede farklı seçilmişlerdir. Üç şerefeli, iki şerefeli ve tek şerefeli olarak gruplanan minareler içinde en çok deformasyon tek şerefeli minarelerin oluşturduğu grupta görülmektedir. Üç şerefeli minarelerin oluşturduğu grupta ise deformasyon çok küçük boyutta kalmaktadır (tablo 10).

eğim %	Deniz seviyesinden yüksekte olan MINARELER					Deniz seviyesinde olan MINARELER									
	külah	1.1	0.8	0.2	1.1	1.1	3.4	0.6	3	0.7	1.7	3.3	0.1	0.9	0.7
	petek	0.2	0.9	0.3	0.2	1.2	2.4	-	7.6	0.3	2.1	3.8	0.9	1.3	0.2
	gövde	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.6	0.2	0.2	0.2	-	1.3	0.5	3.7	0.2
	kaide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-
		SULTAN SELİM	FATİH	SÜLEYMANİYE	AYASOFYA	SULTANAHMET	SİNAN PAŞA	VALİDE SULTAN	MOLLA ÇELEBİ	KILIÇ ALİ PAŞA	SOKULLU MEHMET PAŞA	GÜZELCE KASIM PAŞA	EYÜP SULTAN	AHI ÇELEBİ	YENİ CAMİ

Tablo 10

TEK ŞEREFELİ MINARELER				
	eğim %			
	kulah	petek	gövde	kaide
AYASOFYA	1.1	0.2	0.2	-
VALİDE SULTAN	0.6	-	0.2	-
SÜLTAN SELİM	1.1	0.2	0.2	-
KILIÇ ALİ PAŞA	0.7	0.3	0.2	-
MOLLA ÇELEBİ	3	7.6	0.2	-
SOKOLLU MEHMET	1.7	2.1	-	-
SINAN PAŞA	3.4	2.4	0.6	-
GÜZELCE KASIM PAŞA	3.3	3.8	1.3	-
AHI ÇELEBİ	0.9	1.3	3.7	1.5

ÇİFT ŞEREFELİ MINARELER				
	eğim %			
	kulah	petek	gövde	kaide
FATİH	0.8	0.9	0.2	-
EYÜP SULTAN	0.1	0.9	0.5	-

ÜÇ ŞEREFELİ MINARELER				
	eğim %			
	kulah	petek	gövde	kaide
SÜLEYMANİYE	0.2	0.3	0.1	-
SULTANAHMET	1.1	1.2	0.3	-
YENİ CAMİ	0.7	0.2	0.2	-

4.1.5. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin İstanbul Genelindeki Konumları Yönünden Değerlendirilmesi

İstanbul genelinde incelenen minareler, konumları yönünden gruplara ayrıldığında; 5 ayrı grubun olduğu ve her bir grubun kendi içerisinde yaklaşık davranış bütünlüğü gösterdiği söylenebilir. (H_1 , H_2 , H_3) (Tablo 11).

Tablo 11

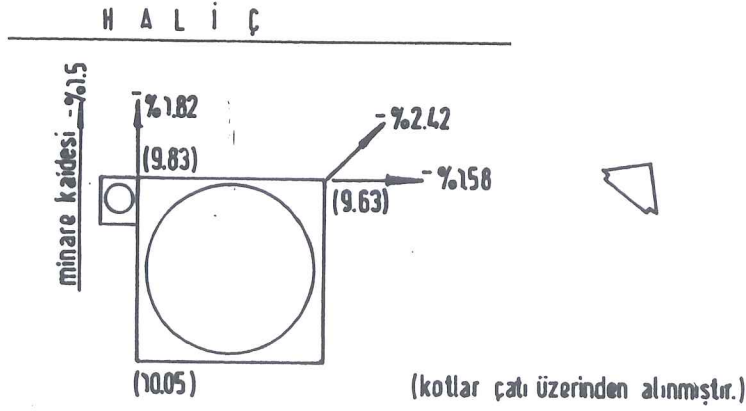
1. Grup :	Sinan Paşa Cami Valide Sultan Cami Molla Çelebi Cami	Marmara denizine açık ve aynı kotta olan MİNARELER
2. Grup:	Kılıç Ali Paşa Cami Sokullu Mehmed Cami Güzelce Kasım Paşa Cami	Tarihi yarımada arkasında, haliç kıyısında olan MİNARELER
3. Grup:	Eyüp Sultan Cami	Kağıthane vadisine açık MİNARE
4. Grup:	Yavuz Selim Cami Fatih Cami Süleymaniye Cami Sultanahmet Cami Ayasofya	Tarihi yarımada içinde olup tepe bulunan MİNARELER
5. Grup:	Yeni Cami Ahi Çelebi Cami	Tarihi yarımada'nın eteğinde ve Haliç kıyısında olan MİNARELER

4.1.6. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin İnşa Tarihleri - Mimari Üslupları Yönünden Değerlendirilmesi

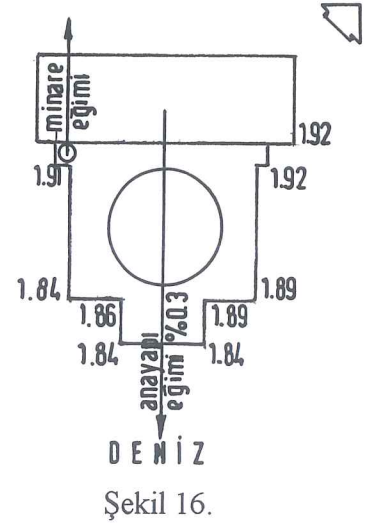
İncelenen minareler inşa edildiği tarihler ve mimari üslupları yönünden de, farklı seçilmişlerdir. Bu minareler tablo 12'de kronolojik olarak sınıflandırılmıştır. Tabloda görüldüğü gibi, XVI. Yüzyılda inşa edilen "Klasik Osmanlı" dönemi özgün minareleri ile XVIII yüzyılda inşa edilmiş "Barok ve Ampir" dönemi özgün minarelerinde bozulma görülmemektedir.

Tablo 12

		SULTAN SELİM	AHI CELEBİ	SULEYMANİYE	AYASOFYA	SULTANAHMET	YENİ CAMİ	SINAN PASA	KILIC ALI PASA	EYUP SULTAN	FATİH	SOKOLLU MEHMED	MOLLA CELEBİ	VALİDE SULTAN	GÜZELCE KASIM PASA
		1522	1523	1557	XVI	1617	1663	1555		XVIII	1826	1826	1854	1854	1865
	DEVİR	Sinan - Lale devri arası								Lale devri - günümüz arası					
eğim %	külâh	1.1	0.9	0.2	1.1	1.1	0.7	3.4	0.7	0.1	0.8	1.7	3	0.6	3.3
	petek	0.2	1.3	0.3	0.2	1.2	0.2	2.4	0.3	0.9	0.9	2.1	7.6	-	3.8
	gövde	0.2	3.7	0.1	0.2	0.3	0.2	0.6	0.2	0.5	0.2	-	0.2	0.2	1.3
	kaide	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
USLUP		Klasik	Klasik	Klasik	Klasik	Klasik	Klasik	Klasik	Klasik	Klasik	Ampir	Klasik	Klasik	Ampir	Klasik



Şekil 15.



Şekil 16.

4.1.8. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Çap/Yüksekliklik ve Kesit

Alanı/Ağırlık oranları Yönünden Değerlendirilmesi

İncelenen minarelerdeki kalıcı deformasyonun, minarenin geometrik özellikleri ile ilişkili olup olmadığı, tablo 14 de irdelenmiştir. Bu tablonun analizi yapıldığında, petek bölümünde bozulma yüzdesi yüksek olan minarelerin çap/yükseklik oranı % 0,3'ün, kesit alanı/yükseklik oranında % 0,2'nin altında olduğu görülmektedir (Sinanpaşa cami minaresi ve Molla Çelebi cami minaresi). Ancak bu değerlerin altında olup da bozulma yapmayan, Valide Sultan Camii minaresi ise daha başka değerlendirmeler ile çözülmesi gerekmektedir. Güzelce Kasımpaşa Cami minaresi petek bölümünün betonarme inşa edilmiş olduğu, Ahi Çelebi cami minaresinde zemin oturmasından bozulduğu gözönüne alındığında, bu minareler değerlendirme dışı tutulmuştur (tablo 14).

4.1.9. İstanbul'daki Minarelerin, İnşa Tarihleri ile Karşılaştıkları Deprem Etkisi ve Rüzgar Etkisi Tarihleri Yönünden Değerlendirilmesi

İncelemeye alınan minareler, gövde inşa tarihleri (tablo 15) ve petek inşa tarihleri (tablo 16) yönünde ayrı ayrı değerlendirilmişlerdir. Tablo 15'de görüldüğü gibi, minare gövdeleri inşa edildikleri tarihten günümüze kadar, yıkıcı ve tahrip edici depremler ve rüzgarlar ile karşılaşmış olmalarına karşın, minare gövdelerinde kalıcı deformasyonlar çok azdır. Ancak petek bölümlerinin inşa tarihleri incelendiğinde, bazı minarelerin hiç bir şekilde yıkıcı bir depremle karşılaşmadıkları ancak 27,3 m/sn'lik ortalama bir rüzgar hızı ile karşılaştıkları görülmektedir. Söz konusu olan bu minarelerin petek bölümlerinin max kalıcı deformasyon yapmış olması dikkat çekicidir.

Tablo 16

	p e t e k					1. g ö v d e					2. g ö v d e				
	dış çap d (m)	ic çap d (m)	kesit alanı (m ²)	yükseklik (m)	D/h	F/h	e g %	dış çap d (m)	ic çap d (m)	kesit alanı (m ²)	yükseklik (m)	D/h	F/h	e g %	
SINAN PAŞA	150	126	0.76	6.05	0.26	0.12	2.4								
VALİDE SULTAN	182	142	1.01	8.19	0.22	0.12	-								
MOLLA ÇELEBİ	182	132	1.23	6.90	0.26	0.18	7.6								
KILIÇ ALİ PAŞA	198	138	1.58	5.89	0.34	0.26	0.3								
SOKULLU MEHMED	200	152	1.32	5.77	0.34	0.23	2.1								
GÜZELCE KASIM PAŞA	175	127	1.13	2.78	0.62	0.40	3.8								
EYÜP SULTAN	214	165	1.45	6.99	0.30	0.20	0.9	2.35	1.65	2.20	6.13	0.38	0.35	0.2	
SULTAN SELİM	238	190	1.61	5.91	0.40	0.27	0.2								
FATİH	310	166	5.40	7.56	0.41	0.71	0.9	3.26	1.66	6.18	11.71	0.28	0.52	0.2	
SÜLEYMANİYE	280	162	4.4	7.44	0.37	0.6	0.3	3.10	1.62	5.48	7.13	0.43	0.76	0.2	
AHI ÇELEBİ	160	118	0.92	4.09	0.40	0.22	1.3	3.52	1.62	7.66	6.09	0.57	1.25	0.2	
YENİ CAMİ	251	172	2.62	7.02	0.35	0.37	0.2	2.66	1.72	3.23	5.01	0.53	0.64	0.2	
AYA SOFYA	273	205	2.50	6.96	0.40	0.36	0.2	2.76	1.72	3.65	5.01	0.55	0.73	0.5	
SULTANAHMET	271	181	3.20	7.75	0.35	0.41	1.2	2.97	1.71	4.60	7.04	0.42	0.65	0.2	
								3.21	1.71	5.80	7.17	0.45	0.80	0.1	

TABLO :15

	SULTAN SELİM	AHI ÇELEBİ	SÜLEYMANİYE	SİNAN PAŞA	AYASOFYA	SULTANAHMET	YENİ CAMİ	EYÜP SULTAN		FATİH	MOLLA ÇELEBİ	VALİDE SULTAN	KILIÇ ALİ PAŞA	GÜZELCE KASIM PAŞA	SOKOLLU MEHMED	
gövde inşa tarihi	1522	1523	1557	1555	XVI/2 1592 (7)	1617	1633	XVIII 1718 (8)			1826	1854	1854	1860	1865	1958
deprem tarihi (şiddeti)								1724 (7)	1763 (8)	1766 (7)					1884 (10)	
rüzgar tarihi (şiddeti)									1808 (K)	1822 (L)			1862 (L)			1996'ya kadar ortalama 27.3m/sn
ölçülen gövde eğimi %	0.2	3.7	0.1	0.6	0.2	0.3	0.2	0.5			0.2	0.2	0.2	0.2	1.3	-

TABLO :16

	SULTAN SELİM	AHI ÇELEBİ	SÜLEYMANİYE	AYASOFYA	SULTANAHMET	YENİ CAMİ	EYÜP SULTAN		FATİH	MOLLA ÇELEBİ	VALİDE SULTAN	KILIÇ ALİ PAŞA	GÜZELCE KASIM PAŞA	SOKOLLU MEHMED	SİNAN PAŞA	
petek inşa tarihi	1522	1523	1557	XVI/2 1592 (7)	1617	1633	XVIII 1718 (8)			1826	1854	1860	1860	1958	1975	
deprem tarihi (şiddeti)							1724 (9)	1763 (8)	1766 (8)			1884 (10)				
rüzgar tarihi (şiddeti)								1808 (K)	1822 (L)			1862 (L)				1996'ya kadar ortalama 27.3 m/sn.
ölçülen petek eğimi %	0.2	1.3	0.3	0.2	1.2	0.2	0.9		0.9	7.6	-	0.3	3.8	2.1	2.1	2.4

4.2. İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN STATİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Minare, kendi özağırlığı dışında, rüzgar, deprem ve temel oturması gibi çevre etkilerinden en fazla etkilenen kule ve baca benzeri bir yapı türüdür. Minare temellerinin cami temelleri ile birlikte yapıldığı varsayımına göre de minare gövdesinin temel sistemine olan bağlantısı tam ankastre olarak kabul edilebilir. Bu durumda minare mesnetine yakın bölümde dikdörtgen kutu kesitli ve gövde bölümünde dairesel halka kesitli düşey doğrultuda tasarlanmış “Rüzgar” ve “Deprem” etkilerine karşı “Konsol bir kiriş” gibi kabul edilebilir. Deprem ve rüzgar etkisinin olmadığı zamanlarda ise, kendi özağırlığı etkisinde bir ucu boşta ve diğer ucu ankastre yalnız basınca çalışan bir “Ayak” gibi düşünülebilir.

4.2.1. Bir Minareye Etkimesi Olası Yükler Karşısında Minarelerin Davranışlarının İncelenmesi

Genel olarak bir minarenin ilk inşa konumundan (çekülden) uzaklaşması, “Çevre etkilerinden” (rüzgar etkisi, deprem etkisi ve zemin oturması) biri veya bir kaçının minareye etkimesi sonucu başlar. Stabilitate bozulmasını başlatan bu etkilerin, yapıya etkiye biçimleri ve yapı üzerinde bıraktıkları sonuçları bilinmelidir. Eğer bu sonuçlar yeterince bilinirse, o minaredeki bozulmayı oluşturan etki ya da etkiler doğru tanımlanacaktır. Bunun sonucunda da o etkiye karşı doğru önlem alınabilmesi kolaylaşacaktır.

Rüzgar Etkisi:

Bir minareye etkiyen rüzgar;

- rüzgar esiş hızına
- rüzgar esiş doğrultusuna
- yapının yüksekliğine
- yapının geometrik biçimine
- yüzey pürüzlülüğüne

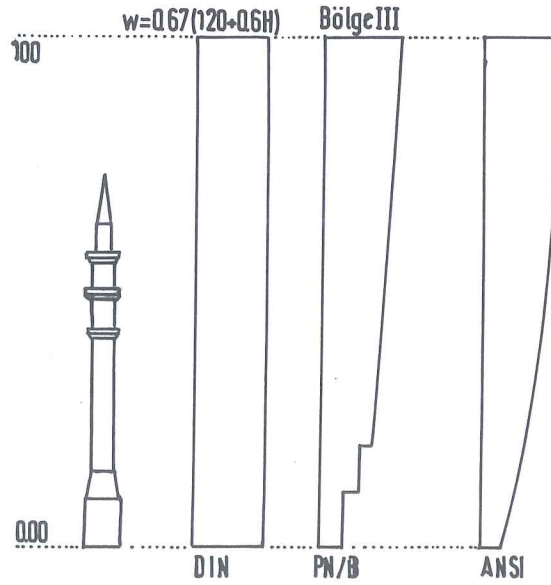
- çevredeki yapıların konumuna

bağlı olarak değişkenlik gösterir (TS498)

Rüzgarın minareye etkime şekli: Rüzgar, oluşumu gereği dinamik bir özelliğe sahiptir. Bu özellik rüzgar hızının sabit olmayışından kaynaklanmaktadır. Rüzgar hızı, yapılarda oluşan “rüzgar basıncını” belirleyen faktördür. Rüzgar basıncı ise, rüzgarın estiği doğrultuya dik yüzeye gelen ve o yüzeyin ağırlık merkezine etkiyen yük olarak tanımlanır. Rüzgar basıncının kule ve baca türü yapılara etkisini, Almanya ve İngiltere, tüm yapı boyunca “üniform yayılı yük” olarak kabul etmektedir. Buna karşın, diğer ülkeler (USSR, USA, Fransa, Polonya) arazi şekilleri üzerindeki yüksekliklere göre lineer veya düzgün sıçrayışlar şeklinde almışlardır. TS 498’e göre de “rüzgar basıncı” üniform yayılı yük olarak kabul edilmektedir (tablo 17).

Tablo 17.

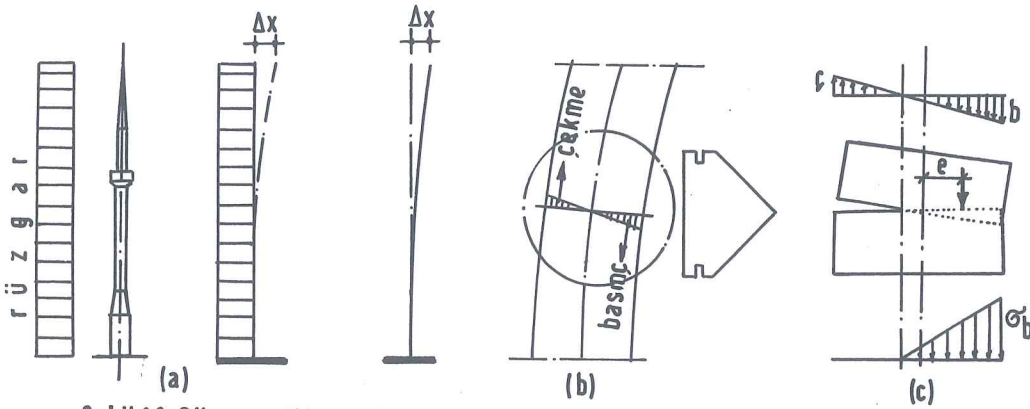
H (m) :	0	10	20	50
q (m) :	80	90	110	150



Şekil 17.

Minareler davranış ve yapısal biçimi ile, baca ve kule gibi büyük daire kesitli silindirik yapılar grubu içerisinde kabul edilebilir. Buradan hareketle, rüzgar yükünün, TS498'in kabul ettiği "Düzgün yayılı yük" şeklinde minarelere etkidiği kabul edilecektir. (Şekil 120) Camiler kible aksında inşa edildiklerinden minareler; kuzey, kuzey - batı, güney, güney - doğu ve kuzey - doğu yönlerinden esen rüzgarlara açıktırlar. Bu nedenle bu yönlerden esen rüzgarlar minarelerin tüm ögelerini doğrudan etkilerler.

Rüzgar Etkisinin Minare Üzerindeki Olası Belirtileri: Bir minare, fiktif olarak, bir ucu ankastre diğer ucu boşta çubuk gibi düşünüldüğünde, üniform yükle yüklenmiş konsol bir ayak (kiriş) gibi davranır (şekil 18 a). Bilindiği gibi üniform yükle yüklenmiş konsol ayak (kiriş), bu yük doğrultusunda eğilmeye zorlanacaktır. Eğilme etkisi, çubuk kesit düzlemi içinde yükün etkidiği yüzeyde "çekme" karşı yüzeyde "basınç" etkileri oluşturacaktır. Çekme etkisi alan yüzde "uzama", basınç etkisi alan yüzeyde "kısalma" oluşacaktır. Sonuçta bu etkiler, konsol taşıyıcı elemanı eğrisel bir form almaya zorlayacaktır. (Şekil 18 b.)



Şekil 18: Rüzgar etkisinin bir minarede oluşturacağı olası bozulma aşamaları.

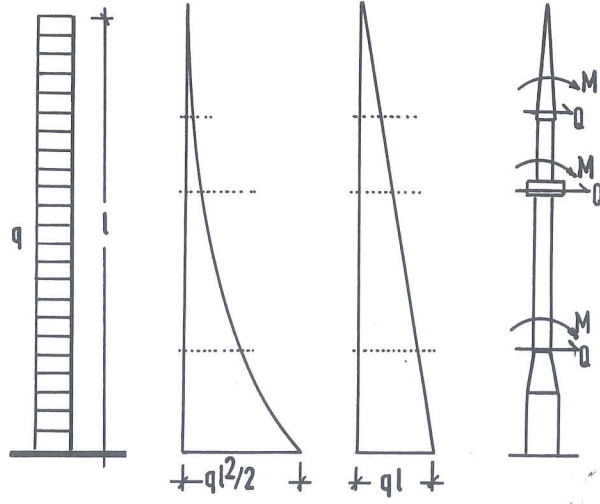
Bu durumu en güzel, rüzgar yükü karşısında bir ağacın davranışı örneklemektedir. Bilindiği gibi, ağaçlar esiş doğrultusunda eğilirler. Bu eğilme ağaç liflerinin uzamaya uygun olmasından kaynaklanmaktadır. Ağacın aldığı eğrisel form, o ağacın elastik eğrisini belirler. Yine bu ağacın eğilmesi sonucu, ağacın üst noktasının "yer değiştirdiği" görülmektedir. Üst noktanın yanal öteleme yapması (sehim), eğilme etkisinin mutlak bir sonucudur.

Bir taşıyıcı elemanda elastik eğriyi belirleyen faktörler ise; etkiyen yük, taşıyıcı elemanın boyu, taşıyıcı elemanın geometrisine bağlı atalet momentine elastisite modülüdür. Bu faktörler içinde elastisite modülü (E) ile atalet moment ile (J) çarpımı, o taşıyıcı elemanın “rijiditesini” oluşturur. (E.J) büyüklüğü elastik eğri oluşumuna ters olarak yansır. (E) elastisite modülü ne kadar büyük ise, o malzemeden yapılmış taşıyıcı eleman o derece daha az eğilecektir. Taş malzemenin elastisite modülü büyük olduğundan ($E_{\text{taş}} = 200.000 \text{ kg/cm}^2$) minareler ancak belirli limitler içinde elastiklik periyodu gösterir minarelerin Bu davranış ise rüzgar yükünün bu limitler içinde bir “iş” yapması ve bu işin minarede “iç potansiyel enerji” haline geçmesidir. Rüzgar yükü ortadan kalkınca, minare içinde birikmiş iç potansiyel enerji dış iş şeklinde geri verilir. Bu limitler dışına çıkıldığında, elastik eğriyi oluşturan rüzgar yükünün oluşturduğu işin bir kısmı ısı şeklinde harcanır. Bu şekilde “elastik olmayan” bir deformasyon gerçekleşir. Böylece minare taşıyıcı sisteminde “kalıcı” bozulmalar oluşur. Minarelerde bu şekildeki bozulma petek ve gövde bölümlerinde görülebilir. Elastik deformasyonun, “kısmen elastik” deformasyona dönüşmesi ile bu elastik eğri form “kalıcı sehim” yaparak, petek bölümünde ve bazen gövde de, kalıcı eğilmeler oluşturabilecektir.

Daha ileri aşamalarda, eğilme etkisinden kaynaklanan ve kesit içinde oluşan çekme etkisi, etkilediği yüzeyde çatlamaya neden olacaktır. Çatlama ile açılacak bu kısım taşıyıcılık özelliğini yitireceğinden yalnız basınç etkisi altında kalan kısım, minare öz ağırlığından oluşan düşey yükü karşılamaya çalışacaktır. Minarenin öz ağırlığını ve çevre yüklerini karşılayacak şekilde oluşturulmuş kesit alanının bu şekilde daha küçük bir alana dönüşmesi, bu kısımdaki basınç gerilmelerini arttıracaktır. Artışın “taşın basınç direnci” limitini geçmesi durumunda da bu kısımda ezilmeler görülecektir (Şekil 18c). Taş malzemenin eğilmede çekme direncinin ($6-111 \text{ kgf/cm}^2$) arasında değişmesi, bu malzemenin belirli bir düzeyde Hooke kanununa uyacağını gösterir. Ancak gevrek malzemelerde kırılma ve kopma birden bire olduğundan, bu malzemeden yapılmış minarelerin yıkılmaları ani olacaktır.

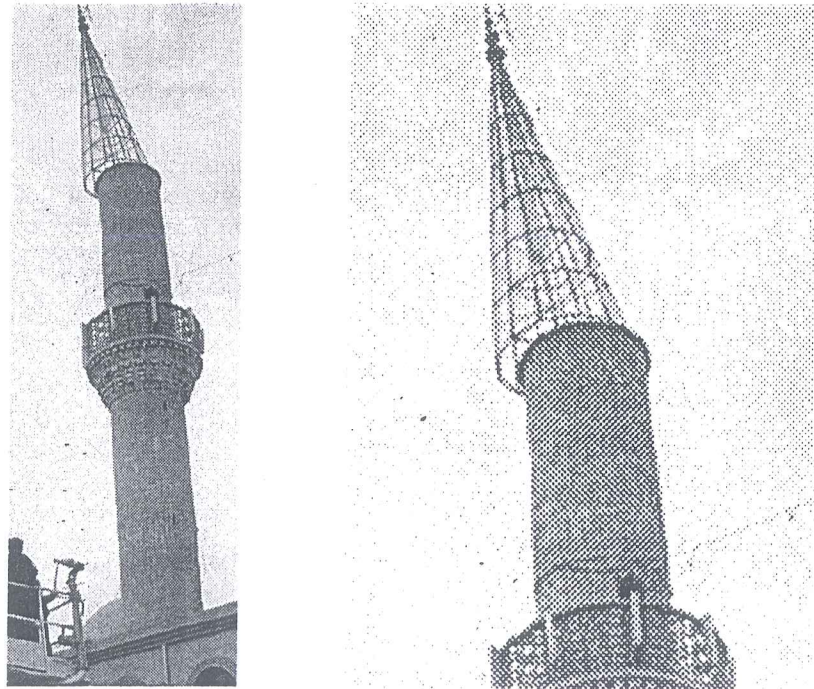
Rüzgar yükünün eğilme etkisinden doğan, iç kuvvetlerden bir diğeri ise kesme kuvvetidir. Konsol bir ayakta (kirişte) üniform, yük altında kesit içinde oluşan kesme

kuvveti, en üst noktada “sıfır” olup zemine bağlandığı kesitte (l) büyüklüğüne ulaşır. Bu sonuç, minarelerde gövde - küp arakesitinin max.kesme kuvveti ile karşılaşacağını gösterir (şekil 19).



Şekil 19.

Minarelerin, taş bölümleri haricinde, en üst noktasında bulunan külahlarında da bozulmalar oluşmaktadır. Bozulmalar ya kurşun kaplamanın sökülmesi, ya da külah konstrüksiyonunun petek bölümü bağlantısından ayrılması şeklinde görülür (şekil 20). Buna neden, külah bölümünde, rüzgar yükünden oluşan, devrilme momentinin ve kesme etkisinin bu bağlantıları sökerek, külah stabilitesini bozmasıdır.



Şekil 20 :Hızı 60-70 km /s' lik rüzgar etkisi sonucu, İzmir'in Buca ilçesindeki Yeşil cami külahındaki bozulma.(Hürriyet,1995)

Deprem Etkisi:

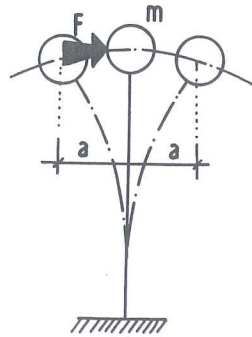
Zeminde oluşan ve yapıyı titreştiren atalet kuvvetlerinin (yapı ağırlığının), deprem katsayısı (deprem hareketinin max.ivmesinin yerçekimi ivmesine bölümü) ile çarpılması sonucu oluşan bir yük olarak tanımlanır. (Çamlıbel, N, 1992). Deprem etkisinin büyüklüğü:

- yapının ağırlığına
- yapının süneklik özelliğine
- zeminin cinsine
- temel türüne

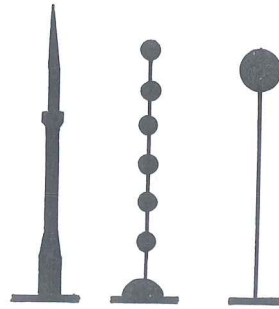
bağlı olarak değişir.

Deprem minareye etkiye şekli: Depremler, zemin tabakaları altında taban kayası olarak kabul edilebilecek tabakada, geliş güzel “periyodik olmayan” titreşimler oluştururlar. Bu titreşimler taban kayası üzerindeki zemin tabakaları boyunca yukarı doğru yayılarak zemine oturan yapıların temellerine iletilirler ve yapı temelini dolayısıyla da yapıyı harekete zorlarlar (Çamlıbel, N. 1992).

Bilindiği gibi, titreşim hareketine zorlanan herhangi bir kütle, denge durumundan uzaklaşır. Bir miktar yanal deplasman yapar. Bu kütle tekrar denge konumuna geldiğinde, bu kez tam ters yöne yanal deplasman yaparak tekrar denge konumuna gelir. Bu harekete harmonik hareket adı verilmektedir (şekil 21).



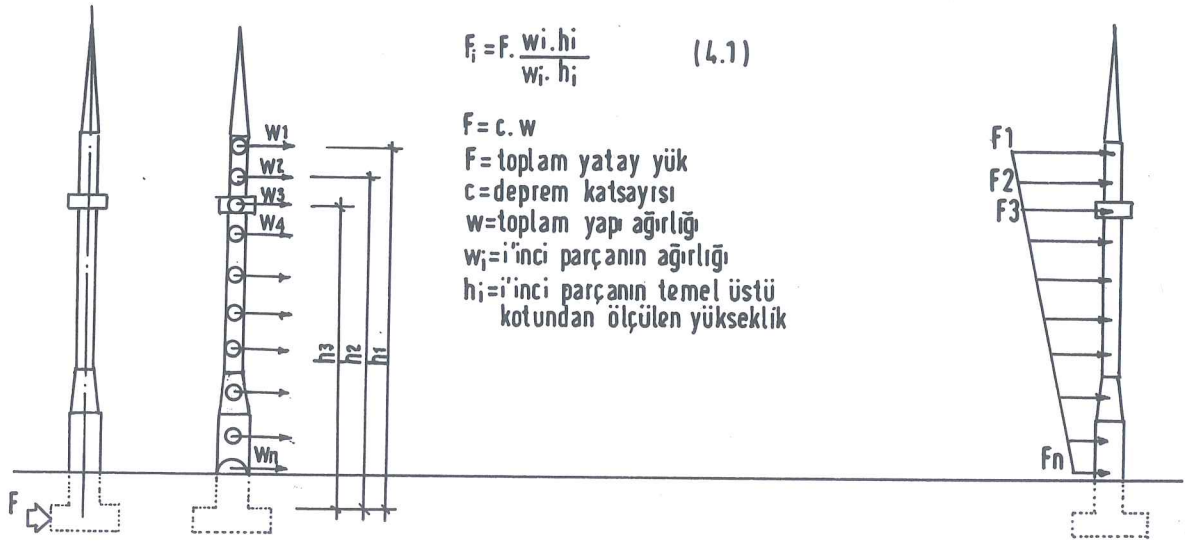
Şekil 21



Şekil 22

Dinamik yüklerde karşılaşılan bu hareketin ilk bölümü olan, bir yöne yanal deplasmana “genlik=a” adı verilir. Kütlenin 2a lık uzaklığı geçme süresine de “periyod” denilir. Genliğin büyüklüğü kütlenin bağlı olduğu çubuğun boyutlarına ve çubuk malzemesinin elastik modülüne bağlıdır.

Buradan, bir yapının titreşim hareketi (salınım) kabiliyeti O YAPININ GEOMETRİSİ ve MALZEMESİNE BAĞLI OLDUĞU sonucu çıkar. Baca, kule vb tip yapılar için çeşitli dinamik şemalar “matematiksel modeller” oluşturulmuştur. Bu şemalar ve minareye uyarlanması şekil 22’de görülmektedir. Dinamik bir yük olan depreme karşı yapıların boyutlandırılmasında “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik”te statik eşdeğer yatay yük kullanılabileceği de belirtilmiştir. Bu yönetmelikte, kule ve baca türü yapıların yapı yüksekliğince yeter sayıda parçalara ayrılarak, her bir parçaya gelen deprem kuvvetinin, “ F_i ” tekil yatay yük olarak etkiyeceği açıklanmıştır (şekil 23).



Şekil 23.

Deprem etkisinin minare üzerindeki olası belirtileri: Deprem sonucu ortaya çıkan enerji, titreşim hareketi ile çevredeki yapı ya da yapılara iletilir. Bu iletilen enerjinin miktarı ise, o yapının (ya da yapıların) dinamik özelliğine ve yapının biçimine bağlıdır (Çamlıbel, N. 1990). İletilen enerji miktarında yapı bünyesinde HOUSNER’ın enerji konsepti ile şu şekilde dağılmaktadır (AYDIN, H. 1989).

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

E = Depremden yapıya iletilen enerji miktarı

E_1 = Yapının sahip olduğu kinetik enerji miktarı

E_2 = Yapının sahip olduğu potansiyel enerji miktarı

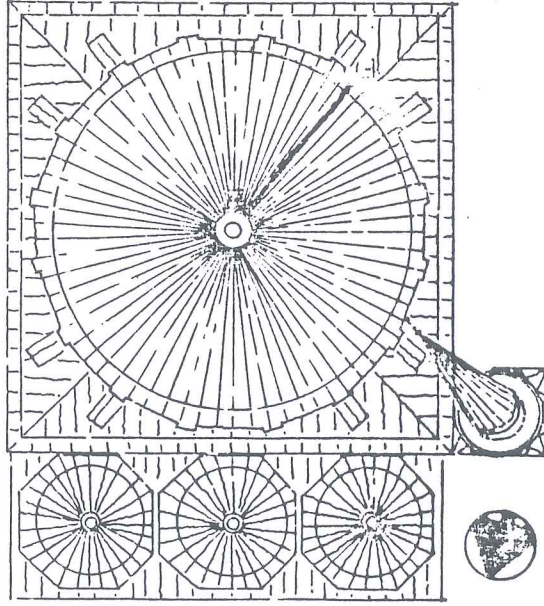
E_3 = Yapıda iç sönümlenme ile yutulan enerji miktarı

E_4 = Yapıda plastik deformasyonlarla yutulan enerji miktarı

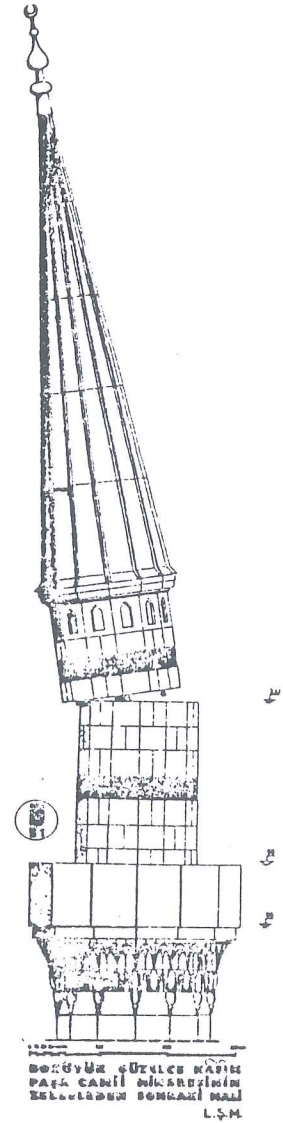
Söz konusu yapı, elastik deformasyona uygun ise enerjinin bir miktarı yutulabilir. Ancak geleneksel taş minareler rijit yapılar olduğundan, elastik deformasyon kabiliyetleri çok az, iç sönümlenme oranları da çok düşüktür. Bu nedenle minarelere iletilen enerjinin çoğu minareyi hasara uğratmada harcanır. Bir minarenin deprem etkisi karşısında hasar uğraması ise şu durumlarda gerçekleşebilir.

Deprem dinamik bir etki olması nedeni ile yapıyı salınma itecektir. Salınım hareketinin eğilme etkisini yaratacağı bu davranışın gereği olmaktadır. Bu eğilme etkisi sonucu “eğilme momenti” oluşacak ve minareyi devirmeye çalışacaktır. Eğilme momenti, kesit içinde çekme ve basınç etkileri oluşturarak, “çekme ve basınç çatlakları” doğmasına neden olabilir. Ancak 4.1 ve 4.2 formüllerinden, bir yapıya gelen toplam deprem kuvvetinin dağılımı yapıldığında, deprem yükünün yapının yüksekliğince doğru orantılı etkidiği görülür. Bu yaklaşımın sonucunda, yapının en üst kısmı, deprem de en çok yük alan ve en çok etkilenen bölümü olur. 20.02.1956 tarihinde ki Eskişehir depreminden etkilenen Güzelce Kasımpaşa camindeki (Bozüyük) hasar belgeleri bu durumu engüzel şekilde örneklemektedir. VIII şiddetinde olan (6,3 magnitud) bu depremin sonucunda:

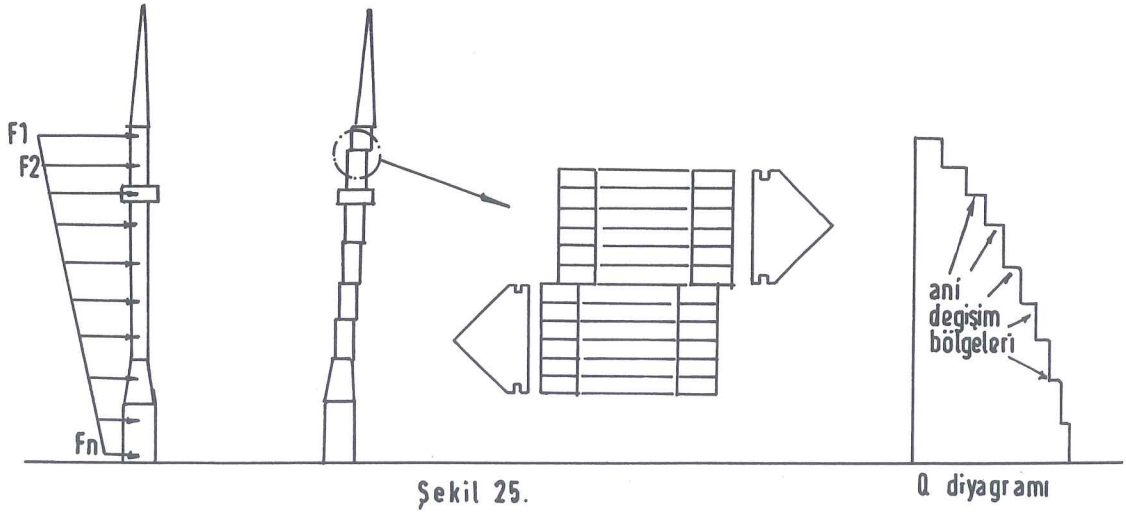
- Büyük kubbesi, alem altından sıfırdan başlayarak, GB doğrultusunda kubbenin etek ve kasnağında 10 cm’ye kadar yarılmış,
- 5.00 m yüksekliğindeki minare peteğinin, şerefe döşeme seviyesinin 3.32 m yukarısında kalan 1.68 m’lik taş kısmı ile kurşun kaplı külâhı birlikte koparak güney - doğu doğrultusunda devrilmiş, ancak zıvanalara takılarak bu parça düşmemiştir (MEREY, L.1981) (Şekil 24)



Sekil 20. Bozöyük Güzelce Kasımpaşa cami minaresinin depremden sonraki durumu (Merey-L.1981).



Depremin minareye etkime şekline bakıldığında, kütle parçaları (herbir kur bir kütle olabileceği gibi, birden fazla kurların birleşmeside kütle oluşturabilir) “yatay tekil yük” oluşturmaktadır. Tekil kuvvetlerin etkimesi ile taşıyıcı eleman iç kesitinde statik hesaplarından bilindiği üzere, “kesme kuvvetleri ani değişim bölgeleri” yaratmaktadırlar. Bu da yapı taşıyıcı sisteminde “kesme etkisi” olarak, iç gerilmeye neden olmaktadır. Güzelce Kasımpaşa örneğinde de görüldüğü gibi, depremin taş minareler üzerindeki en büyük belirtisi, kurların birbiri üzerinde kaymasına neden olan “kesme etkisi” dir (Şekil 25).



Şekil 25.

Q diyagramı

Depremi üst yapıda oluşturacağı bir başka hasar türü yapı - zemin etkileşmesi sonucu meydana gelmektedir. Yapı - zemin etkileşiminden kaynaklanan hasar, yüksek yapılarda çekül dışına çıkma olarak görülmektedir. Düşey kaçıklıklar oluşmuş rijit ve yüksek yapıların üst yapılarında hasar görülmezken, temellerde büyük miktarda farklı oturma ve dönmeler tespit edilmiştir (Erdik, M. 1989). Depremden kaynaklanan yanal kesme kuvveti ve devirme momentleri temel ortamını çok fazla yükleyerek kalıcı plastik temel deformasyonlarına yol açabilmektedir. Bu durumda minarede oluşacak olası hasar, temelde olan dönme açısı kadar, minarenin kaide + gövde + petek bölümlerinin de dönmesi şeklinde ortaya çıkabilecektir.

Zemin Etkisi: Kule tipi ya da herhangi bir yapıya zeminin etkisi,

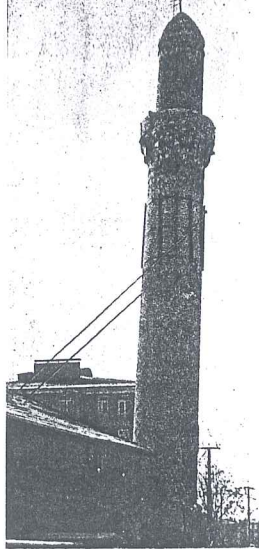
- temel zeminin fiziksel özelliklerine
- temel türüne ve basınç yayılışına
- yapı yüküne
- yeraltı suyu özelliklerine
- çevre koşullarına (metro, otoban, demiryolu)

bağlı olarak değişkenlik gösterir (Kögler, F.).

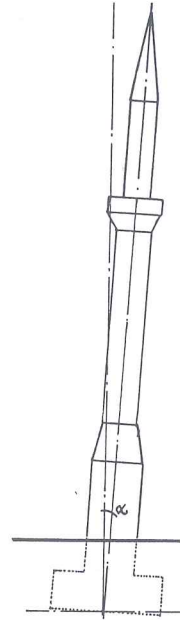
Zemin Etkisinin Minareye Etkime Şekli: Minare kaidelerinin anayapı ile bitişik yada üzerinde inşa edilmeleri, minare temel sisteminin, anayapı temel sistemi ile birlikte inşa

edildiğini göstermektedir. Bu yapıların inşa edilmiş tarihleri çok uzun yıllara dayandığından, minare + anayapının özağırlığından zemin sıkışması ya da oturmasından söz edilemez.

Ancak, minarenin yakınında büyük çukurların açılması, deniz kenarında olan camilerin temel zeminini tutan istinatların deniz etkisi sonucu zayıflaması, cami ve minarenin yakınında titreşim oluşturacak otoyol, tünel ve demiryolunun geçmesi, cami çevresindeki su kuyularının kapatılması ve çevredeki yapılaşma nedeni ile zemin suyu hareketi değişerek, temel altı ahşap kazıkların çürümesi gibi oluşumlar temel altı zeminini olumsuz etkileyecektir. Bu etkenlere bağlı olarak, temelaltı zemini ya sıkışacak ya da yanlara doğru hareket edecektir. Bu her iki durumda da minare + anayapı da “dönme = rotasyon” oluşacaktır (şekil 26).



Aksaray, Kızıl minare
(1221-1236), eğim: 27,5°
(Hürriyet, 1996)



Şekil 26: Zeminden kaynaklanan üst yapı bozulması.

Zemin Etkisinin Minare Üzerindeki Olası Belirtileri: Yukarıda belirtilen olumsuz etkenler, temel altındaki zemini hareket ettirecektir. Bu hareket sürekli ya da ani olup, büyük mertebelerde gerçekleşirse, minare ve ana yapının bitişik bölümü yıkılacaktır. Ancak, hareket belirli limitlerde gerçekleşir ve zemin tekrar “kararlı” durumuna geçerse, o zaman zeminin hareketi, temel yapısına bağlı olarak, minarenin (kaide bölümü dahil) tüm yapısında ve anayapıda “dönme” olarak yansıyacaktır. Oluşan “dönme”, minarenin taşıyıcı elemanlarının kesitlerinde ek gerilmelere neden olacak ve minare stabilitesi kararlı denge konumunu bir ölçüde yitirecektir.

4.2.2. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinde Tespit Edilen “Kalıcı Deformasyona” Neden Olan Etkenin Belirlenmesi

Bölüm 4.2.1’de bir minareye etkimesi olası yükler incelenmiş ve minare üzerinde bırakacağı izler açıklanmıştır. Bu açıklamalar ışığında, Bölüm 3’de ki 14 “grafik - plan” ve 14 “şekil” den oluşan tespit levhaları ile fotoğraflar incelenip, Bölüm 4.1’de yapılan analizler değerlendirildiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

1. İstanbul'daki Osmanlı taş minarelerinde ki kalıcı bozulmaların ÜST YAPIDA OLUŞTUĞU (Kulah + petek + gövde), KAİDELERDE DÖNME OLMAMASI NEDENİYLE DE ZEMİNİN OTURMA ÖZELLİĞİ YA DA DEPREMDEN OLUŞAN TEMEL OTURMASINDAN BOZULMADIĞINI GÖSTERMEKTEDİR.
2. Minarelerin yüzeyleri ve kurlar arası derzler incelendiğinde; minarelerin bütününde düşeyden kaçıklık tespit olunmasına karşın, kurların birbiri üzerinde kaymadığı görülmektedir. (Bölüm 3'deki fotoğraflar) Bu sonuç, bölüm 4.2.1’de açıklanan deprem etkisinin belirtilerinin ve izlerinin minarelerin üzerinde oluşmadığını göstermektedir.
3. H1, H2, H3 haritalarından görüldüğü gibi, minarelerin İstanbul genelinde eğilme yönleri ile rüzgar esiş yönlerinin yaklaşık aynı doğrultuda olması; minarelerde ki tespit olunan kalıcı deformasyonun eğrisel bir form olması, bölüm 4.2.1’de açıklanan rüzgar etkisinin belirtilerinin ve izlerinin minareler üzerinde oluştuğunu göstermektedir.
4. İnşa edildikleri tarihten günümüze kadar ki yaşamlarında kalıcı bir hasar oluşturacak büyüklükte deprem ile karşılaşmamış yeni inşa tarihli (onarım görmüş) minareleri ölçülen deformasyonlarının büyük olduğu görülmektedir. (Bkz. Bölüm 4.1.5.) Buna karşın bu minarelerin, bu süre içerisinde etkili rüzgarlarla karşılaştıkları tablo 16 da görülmektedir.
5. Maddede tanımlanan minarelerin, gövde ve petek yüzeylerine bakıldığında, konveks yüzeyde çatlama (çekme), konkav yüzeyde ise ezilme (basınç) etkilerinin varlığına rastlanmaktadır (Bkz. Bölüm 3 fotoğraflar)

Tüm bu sonuçlar birleştirildiğinde, İSTANBUL'DAKİ OSMANLI TAŞ MİNARELERİNDE TESPİT EDİLEN KALICI DEFORMASYONLARIN “RÜZGAR ETKİSİ” SONUCU OLUŞTUĞU KESİNLEŞMEKTEDİR.

4.2.3. İstanbul'daki Osmanlı Taş Minarelerinin Günümüzdeki Stabilitelerinin “Rüzgar Etkisine Karşı” Analitik Olarak İncelenmesi

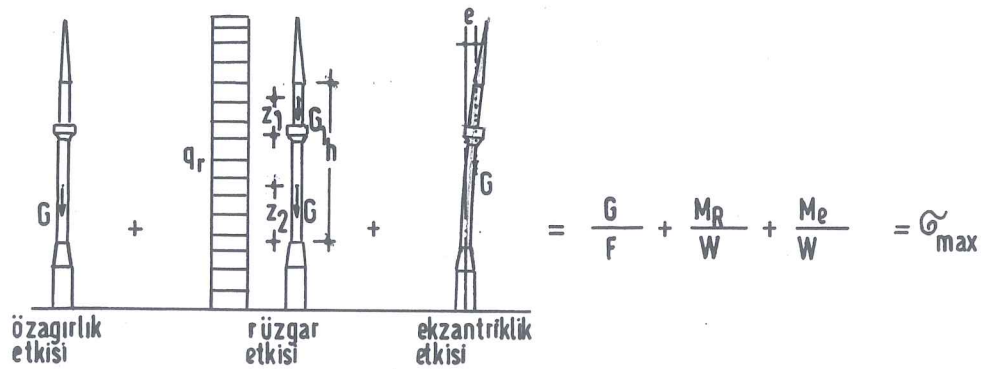
Ölçümleri yapılan minarelerin (Ahi Çelebi cami minaresi hariç) üst yapılarındaki çekülден uzaklaşma nedeninin “Rüzgar” olduğunun belirlenmesi, bu minareleri bundan sonraki yaşamlarında önemli bir sorunun beklediğini göstermektedir. Bir başka deyişle, kalıcı deformasyon oluşturan rüzgarın ileride de bu deformasyonları arttırabileceği ve hatta yıkılma noktasına getirebileceği olasılığı yüksektir. Bu nedenle, incelenen minarelerin şu anki kalıcı deformasyon konumları ile rüzgar karşısındaki direnimlerinin ve stabilitelerinin incelenmesi gerekli olmaktadır.

Bu incelemede, rüzgar etkisi, kalıcı deformasyondan oluşan ekzantriklik etkisi ve minarenin özağırlık etkisi karşısında minarelerin çeşitli kesitlerinde oluşan iç etkilerin (gerilmelerin) hangi mertebede olduğu araştırılacaktır.

Bu çalışmada var olan bir yapıdaki iç etkilerin mertebeleri araştırılacağından, hesap yöntemi olarak, Rudolf Saliger'in () bacalar için kullandığı hesap yöntemi yeterli bulunmuştur.

Her bir minare için yapılan analiz şu aşamaları içermektedir:

a. Minareye etkiyen yüklerin hesabı:



Şekil 27: Bir minareye etkiyen yükler ve minare kesiti içinde oluşturdıkları gerilmeler.

Özağırlıktan oluşan yük:İlgili minarenin rölevesinden elde edilen ölçülerle yapılan klasik bir ağırlık hesabıdır. Bu hesaplarda taşın özağırlığı 2670 kg/m³, 2010 kg/m³ ve 1610 kg/m³ olarak alınmış ve bu üç değer için üç ayrı hesap yapılmıştır. 2670 kg/m³, Çorapçıoğlu K. (1983) tarafından (Bz. Bölüm 3) elde edilmiş bir sonuçtur. Diğer iki değer ise, halen onarımı sürmekte olan Şehzade Cami sol minaresinden alınan numunelere göre, yüklenici firma tarafındanİTÜ Döner Sermaye İşletmesine 23.9.1994 tarihinde hazırlatılan Teknik Raporda, kuvvetli taşta 2010 kg/m³, zayıf taşta 1610 kg/m³ ortalama yoğunluk olarak verilen değerlerdir. Vakıflar Bölge Müdürlüğünce, anıt niteliğindeki yapılardan numune alınmasına izin verilmediğinden, bu çalışmada ancak daha önce yapılmış bilimsel çalışmaların sonuçlarından yararlanılmak zorunda kalınmıştır. Yapılan analitik çalışmada, külah, petek, şerefe korkuluğu, şerefe tabanı ve gövde bölümlerinin ağırlıkları sunulmuş olup, özağırlıktan oluşan yük (G) olarak gösterilmiştir.

Rüzgar Yüğü: Yapılan analitik çalışmada, rüzgar yükünün iki şekilde etkiği kabul edilmiştir. Yapılan ilk analiz çalışmasında, rüzgar yükü, DIN 1055-a yönetmeliğinde belirtilen (Günsoy, 0. 1970),

$$W = 0.67 (120 + 0,6. H) \text{ kg/m}^2 \quad (4.3)$$

formülü ile hesaplanmıştır. İkinci ve üçüncü analiz çalışmasında ise, B.Ü. Kandilli Rasathanesinden, 1934 - 1960 ve 1982 - 1996 tarihlerinde (Bkz tablo 3) gerçekleşmiş en yüksek rüzgar hızı 30 m / sn dikkate alınmış ve bu enterpole edilerek rüzgar yükü;

$$W = 0,7 \times 53 = 37,1 \text{ kg/m}^2 \quad (4.4)$$

formülü ile hesaplanmıştır. Birinci yaklaşımda rüzgar yükü,minarenin yüksekliği ve bulunduğu yere göre farklı değerler olarak alınmış ancak üniform yayıldığı kabul edilmiştir. İkinci yaklaşımda ise; rüzgar hızının ölçüm yüksekliği 17,5 m olup bu ölçüm yapılan yerin deniz seviyesinden yüksekliği 158 m olması nedeni ile ve 37,1 kg/m² rüzgar yükünün yönetmeliklerde 0 - 20 m yüksekliklerde kullanılan ve minimum değer kabul

edilmesinden dolayı, rüzgar yükü tüm minarelere 37,1 kg/m² 'lik üniform bir yük olarak etkiyebileceği varsayımından hareket edilmiştir.

Ekzantrik Yük: Minarelerde yapılan ölçümler sonucu saptanan ve Bölüm 3'de verilen levhalardan alınmıştır. Bu yük, minarelerin çeşitli bölümlerinin ağırlık merkezlerinin, kaide tabanının ağırlık merkezinden uzaklaşmaları sonucu oluşmaktadır (M_e) olarak hesaplarda gösterilmiştir.

b. Kesit İç Gerilmelerinin Hesabı: Yukarıda açıklanan yüklerin minareye etkimesi sonucu, minarenin çeşitli bölümlerinde iç gerilmeler oluşacaktır. Bu bölümlerden, özellikle minarelerin rüzgar etkisinden en çok yıkılan petek - şerefe tabanı arakesiti (1 no'lu kesit) gövde - şerefe arakesiti (2 ve 3 no'lu kesitler) ile gövde - küp arakesitinde (4 no'lu kesit) oluşan iç gerilmeler incelenmiştir. Minarelere, eğilme ve normal kuvvetin birlikte etkimesi, kesitlerde ekzantrik yükleme oluşturacağından iç gerilmeler;

$$\sigma_{\max} = \frac{G}{F} \pm \frac{MR}{W} \pm \frac{M_e}{W} \quad \text{kg/cm}^2 \quad (4.4)$$

formülü kullanılarak hesaplanmış ve bulunan sonuçlar karşılaştırılmaları yapılabilmesi için, tablo 18'de toplanmıştır. Basınç gerilmelerinde maksimum değerler şu şekilde alınmıştır.

Özgül ağırlığı 2670 kg/m ³ olan taş için	$\sigma_{\max} =$
Yoğunluğu 2010 kg/m ³ olan kuvvetli taş için	$\sigma_{\max} = 155 \text{ kg/cm}^2$
Yoğunluğu 1610 kg/m ³ olan zayıf taş için	$\sigma_{\max} = 95 \text{ kg/cm}^2$

BÖLÜM 5. OSMANLI TAŞ MİNARELERİNİN RÜZGAR ETKİSİNE KARŞI DAYANIKLILIĞININ ARTIRILMASINA İLİŞKİN BİR SİSTEM ARAŞTIRMASI

Günümüzde restore edilecek yapı bir tarihi belge olarak kabul edilmektedir. Restorasyon eylemi de bu tarihi kimliğin korunması amacı ile yapılır. Taşınmaz kültür varlıklarının korunmasında en önemli sorun, yapılacak müdahalenin (restorasyonun) niteliğidir. Söz konusu yapıda bir kültür belgesi, bir teknik belge, bir estetik ve bir yaşantı belge özelliğinde ne varsa korunmalıdır. Bu nedenle bilimsel bir müdahale (restorasyon) yapının analitik etüdü ile başlamalıdır. Bu etüd üç açıdan yapılmalıdır (Kuban).

- a. Tarih açısından
- b. Estetik açıdan
- c. Teknik açıdan bunlar kendi içlerinde,
 - 1. Yapının çevresi ile ilişkisi açısından
 - 2. Yapının bütünü açısından
 - 3. Yapının detayları açısından,
 incelenmesi gereklidir.

5.1. BİR MİNARENİN STABİLİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNE İLİŞKİN İLKELER

1. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu 28 Şubat 1995 günü yaptığı toplantıda taşınmaz kültür varlıklarının koruma, bakım ve onarımlarına ilişkin aldığı ilke kararlarında, müdahale biçimlerinden onarım ilkelerinin (b) bendinde “YAPILARIN YIKILMADAN KORUNMASI ESASTIR” ilkesi bu çalışmada ilk ilkesini oluşturmaktadır.
2. Bölüm 4’de yapılan analizler ve yapıların şu anki durumlarından minarelerin yaşamsal bir tehlike ile karşılaşmadıkları görülmektedir. Ancak ilk yapıldıklarında çekül’ünde inşa edilen bu yapılar, yaşamları sürece rüzgar etkisi ile bu konuma gelmeleri Rüzgar

etkisi ile daha da ilerleyebileceğini ve tehlikeli bir konuma ulaşabileceğini göstermektedir. Bundan dolayı bu olası gelişmeyi önlemek amacı ile güçlendirme yapılması gereklidir.

3. Bir yapının bir dönemi günümüze taşımış olması, ona bir eskimişlik, çok yaşamaktan ileri gelen bir renk ve tekstür zenginliği kazandırmıştır. Yapının bu özelliği “patina” olarak isimlendirilen ve sadece çok yaşamış olmanın bir yapının sanat eseri olma niteliğine kattığı önemli bir kalitenin korunması amaçlanmıştır. Özellikle, günümüzde “patina” kısmının çürütülmesi ya da “mail-i inhidam” ile yapının sökülüp yeniden inşa edilmeleri, yüklenicilerin oldukça benimsediği bir işlem olduğu gerçeğine çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Edirne Selimiye Camiisinin güney - batı minaresinin bütün gövdesinin sökülmesi, eski tambur taşlarının çürümüş olduğu sebebi ile yeniden inşası, örneği bu düşüncenin Türk anıtlarına ne derece ağır tahribat yaptığının bir göstergesidir.
4. İncelemeye konu olan minarelerin birçoğunun özgünlüklerinin süregelmış olması, kendilerine çok önemli tarihi belge niteliği kazandırmaktadır. İnşa edildikleri tarihlerden günümüze kadar bozulmadan ulaşabilen bu minareler, doğanın deney alanından başarı ile çıkmışlardır. Bir minarenin hem özgün, hem çok az kalıcı deformasyona sahip oluşu, hem de çok önemli depremleri hasarsız geçirmesi oldukça dikkat çekicidir (Tablo 15 ve 16). Tarihi belgeler incelendiğinde (bkz. Bölüm 3.2), deprem etkisi ile bir minare yıkılıp zarar gördüğünde, o minarenin bağlı olduğu caminin kubbesi de deprem etkisi ile çatlayıp, zarar görmektedir. Bu ilginç ilişki, bir minarenin deprem karşısında yıkılmasını, salt kendisinin statik özelliklerinden kaynaklanmadığını göstermektedir. Bir başka yaklaşımla açıklamak gerekirse, minare ile minarenin bağlı olduğu yapının zarar görmüş ya da görmemiş oluşunun nedeni zemin - yapı etkileşiminin başarılı ya da başarısız kurgulanmasıdır. Bu nedenle minare ve cami yapılarının temelleri sondajlar yapılarak çözülmeli ve konstrüksiyonu belirlenmelidir. Günümüzde bilim adamları da bu etkileşimin önemini vurgulamakta, özellikle deprem etkisini (enerjisini) azaltmak için yapı - zemin ilişkilerinde çözümler önermektedirler. Buradan hareketle, tarihi yapıların depreme karşı dayanıklılığının artırılmasına ilişkin yöntemler oluşturulmuştur. Bunlar içinde, yapı çevresine deprem

enerjisini emici kazık perdelerin oluşturulması ile ilgili bir sistem öneren ÇAMLİBEL, N. (1990), bu konuda şunları öne sürmektedir:

“Depreme karşı yapı taşıyıcı sisteminin sağlamlaştırılması, çağdaş malzemelerle, özellikle çelik ile, belli ölçülerde sağlanabilirsede, görsel ve sanatsal açıdan yapının değerini düşürebilir. Bu nedenlerle, yapı kütlesi dışında yapıya gelmesi muhtemel enerjinin büyük bir miktarını yutabilecek enerji emici sistemler araştırmak akla gelebilecek tek çözüm olarak görülmektedir.”

ABD’nin Utah eyaletinde yapılan INTERNATIONAL SEISMIC ISOLATION / HISTORIC PRESERVATION SYMPOSIUM’un da (1988) sunulan bildirilerde de yukarıdaki savı destekleyen yönde fikir birliği oluşmuştur. Bu bildiriler, tarihi yapıların temeli ile zemin arasına “mekanik izolatörler” in yerleştirilmesi ile deprem enerjisinin emileceğini çözüm olarak sunmaktadır.

Bu tez kapsamında önerilen “minare üst yapısındaki bozulmaların ilerlemesini önleyecek sistem”in uygulaması yanında, zeminde de önlem alınmalı ve “enerji emici kazık perde” ya da “mekanik izolatörler” mutlaka uygulanmalıdır.

5. Minarelerin, cami kompleksi ile oluşturdukları kompozisyondaki estetik etkinlikleri nedeni ile, önerilen sistemde, bu estetik ve sanatsal değer (görselliğin) bozulmadan korunması amaçlanmıştır.

5.2. DAYANIKLILIĞIN ARTIRILMASINA İLİŞKİN ÖNERİLEN SİSTEMİN TEKNİK AÇIDAN OLUŞTURULAMASI

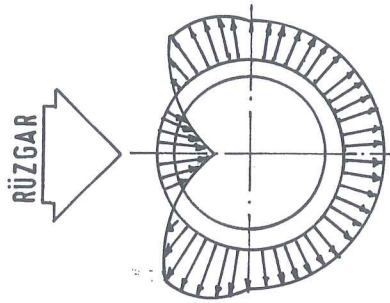
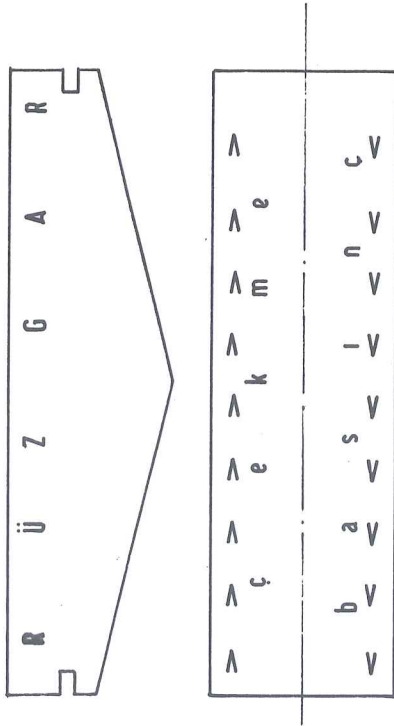
Minarelerde, rüzgar etkisinden dolayı strüktürel bozulmanın oluşması, minarelerin rüzgar etkisine karşı strüktürlerinin güçlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bir minarenin strüktürel güçlendirilmesinin yapılabilmesi için, öncelikle minareye etki eden yükler karşısında “minare davranışının” analizi yapılmalıdır.

Bilindiği gibi, yük iletim kurgusu olan strüktür, yapıya biçim vermektedir. Yapı biçimini oluşturan kurgu elemanlarında yük iletimi sırasındaki davranışları, o kurgu elemanında oluşan iç etkiler ile tanımlanır. Bu iç etkiler, çekme, basınç, eğilme, kesme (kayma) ve burulma etkileri olup, o kurgu elemanının yük iletim zinciri içerisindeki davranış özelliğini ve yerini belirlerler.

Buradan hareketle, bir minarenin yapısal biçimini inceleyerek “yük iletim kurgusunu” yani “strüktürünü” belirlemek olanaklıdır. Minareler davranış ve yapısal biçimi ile, baca ve kule gibi büyük daire kesitli silindirik yapılar grubu içerisinde kabul edilebilir. Bu nedenle minarelerin rüzgar basıncı, karşısındaki davranışını belirleyebilmek için, bu tür yapılar grubunun bilinen davranışlarından hareket etmek doğru olacaktır.

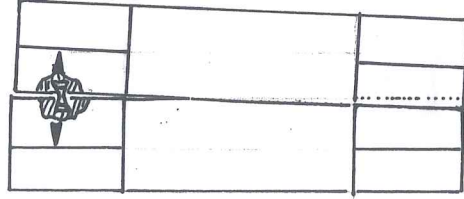
Rüzgar yükünün, bölüm 4’de şekil 17’de açıklandığı gibi, baca türü yapılara ve minarelere tüm yapı yüksekliğince üniform etkidiği kabul edilecektir. (TS 496 ve DIN 1055 yönetmelikleri). Bu rüzgar yükü, büyük daire kesitli silindirik yapılarda yapı kesidi çevresinde “Rüzgar basıncı kuvvetleri” oluşturmaktadır (DIN 1055). Oluşan rüzgar basıncı kuvvetlerinin dağılışı şekil 18’de görülmektedir. Şekil incelendiğinde, yapının rüzgar esiş yönünde gövde yüzeyinde “basınç”, ters yönde ve yan yüzeylerde “çekme” etkileri oluşmaktadır. Büyük daire kesitli silindirik yapılarda görülen bu yükleme minarelerde de tüm yapı yüksekliğince oluşacaktır. Bir taş minarenin yapımında taş sıraları yani kurların birbiri üzerine gelmesi ile oluştuğundan, rüzgar basıncı kuvvetlerinin yayılışının tüm minareyi olumsuz etkileyebilme olasılığı vardır. Bu nedenle;

a. Şekil 28’ de görüldüğü gibi, kesit çevresindeki rüzgar basınçlarının dağılışı tüm yapı yüksekliğine yayıldığında, rüzgar esiş yönündeki basınç yüklemeleri sonucu minare eğilecektir. Oluşan eğilme etkisinde beraberinde gövde yüksekliğine paralel “çekme” ve “basınç” etkileri oluşturacaktır. Rüzgar yükünün artması ile, tarafsız eksen kesit içerisine girecek ve çekme etkisi duvar kesit alanı içinde oluşacaktır. Bu önceleri, duvarın dışbükey yüzüne çok yakın bölgede gerçekleşerek yalnızca taş malzemenin çatlamasına neden olacaktır. Rüzgar yükünün çok fazla artması ile tarafsız eksen kesit içerisinde çok daha fazla ilerleyerek, çekme altında kalan bölgeyi büyütecektir. Bunun sonucunda da, taşları düşeyde birbirine bağlayan “zıvana”lar çekme kuvveti ile karşıacaktır. Zıvanalar,

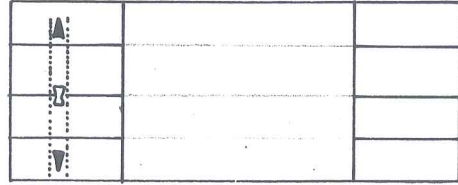


Şekil 28: Büyük daire kesitli silindirik yapılarda basınç kuvvetlerinin bina kesidi çevresinde dağılışı (Günşoy, O. 1970).

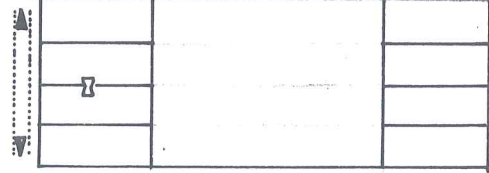
dönme etkisi



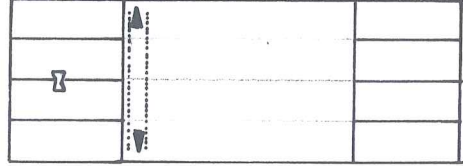
kesit içinde



dış yüzeyde



iç yüzeyde

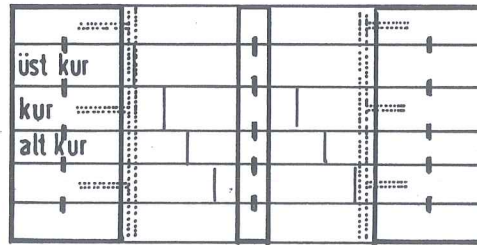


Şekil 29: Dönme etkisi sonucu kesit içinde oluşacak olası çekme etkisi ve bu etkiye karşı alınabilecek önlemler.

belirli bir oranda bu çekme etkisine dayanım gösterecektir. Ancak rüzgar yükünün (ya da minarenin üst yapısının salınım sonucu ağırlık merkezinin önemli ölçüde yatay ötelenmesi) çok daha artması ile, taş malzemenin çekme dayanımının da çok az olması sonucunda zıvanalar taşlardan sıyrılacaktır (şekil 29). Bu aşamada zıvana - taş aderansını artıracak çekme etkisini karşılayabilecek "bir takviye elemanı"nı minare duvarı içerisine yerleştirmek teorik olarak doğru olmakla birlikte, uygulanması olanaksızdır. Bu gerçekleştiremeyeceğine göre, çekme etkisinin, görüldüğü ilk aşamada, dış bükey yüzeye konacak bir takviye elemanı ile karşılanabileceği akla gelmekte ise de bu kez minarenin

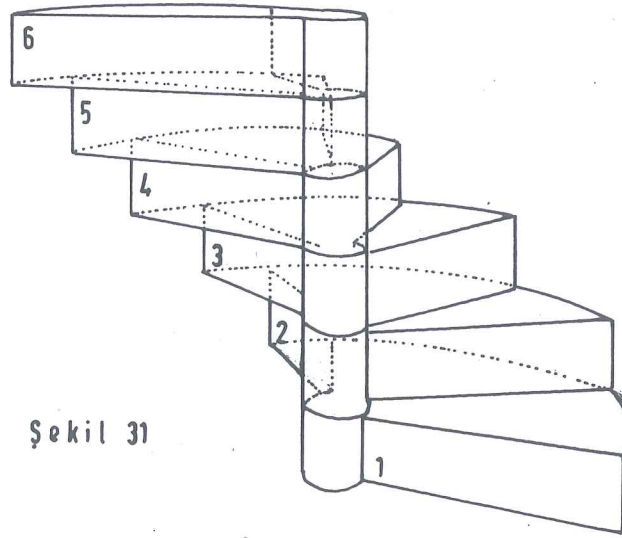
görsel yönden bozulması söz konusu olmaktadır (bkz. Bölüm 5.1). Kesit içinde ve dış yüzeyde “bir takviye eleman” uygulaması gerçekleştirilemeyeceğine göre, artık minare gövde boşluğu (merdiven kovası) içinde bir takviye eleman uygulaması kaçınılmaz olmaktadır. Çekme etkisini almak için bu bölgede uygulanacak takviye elemanı ise ancak zıvanalara en yakın duvar iç yüzeyinde oluşturulabilir. Dolayısıyla bu uygulama, ancak zıvanaların bir ölçüde görevlerini yitirmesi aşamasında devreye girerek yardımcı olabilecektir. Bu nedenle, minarelerin devrilme aşamasına geldiği an olan, zıvanaların taşlardan sıyrılması sırasında, minarelerin ani yıkılmaması (çevredeki insanlara ve ana yapıya zarar vermemesi) için, duvar iç yüzeyinde düşey bağlantı elemanı uygulaması gerekli görülmüştür. Aynı zamanda bu uygulama ile; bir kurun, bir alt ve bir üst kura minare yapım tekniği gereği bağlanması (şekil 30) yanında, tüm kurları birbirine bağlamak amacıyla düşey elemanların oluşturulmasında minare stabilitesini olumlu yönde etkilemiş olacaktır.

Yanal yük olan rüzgarın çok artması sonucu yukarıdaki aşamalar gerçekleşirken, minare kabuğu kesit alanı içerisinde, bir diğer önemli iç etki olan “kesme etkisi”nin varlığı çok büyük boyutlara ulaşacaktır. Taş malzemenin kesme dayanımının da çok az olması minarelerin yıkılması aşamasında kesme etkisinin katkı yapacağını göstermektedir. İşte bu aşamada oluşacak kesme etkisi de, önerilen düşey eleman ile karşılanarak minare stabilitesi artırılmış olmaktadır. Ayrıca, yukarıdaki gelişmelerin önemli boyutlara ulaşmaması olasılığının gerçekleşmesinde, bir başka yanal yük olan deprem yükünün oluşturacağı “kesme etkisi” de bu eleman ile belirli bir ölçüde karşılanabileceği düşünülmelidir.



Şekil 30: Öneri takviye ile kurların birbirleri ile bağlanması.

b. Minarelerin yapımına bakıldığında, gövdenin herhangi bir yatay kesitinde basamak - gövde ilişkisi gereği, düşeyde kesintisiz bir bağlantı olanaksızdır. Düşey bir bağlantı yapmak için 3-4 basamağın boşaltılması ya da delinmesi gerekmektedir. Bu ise, yaklaşık 75-100 cm.lik bir taş kalınlığı demektir. Bu kalınlık için, delme işlemi, hemen hemen olanaksız olmakla birlikte beraberinde riskte taşımaktadır. Şekil 31 de 5 no'lu taşı delerek alttaki merdiven boşluğuna geçmek için, 4,3 ve 2 no'lu basamaklarında delinmesi gerektiği görülmektedir.

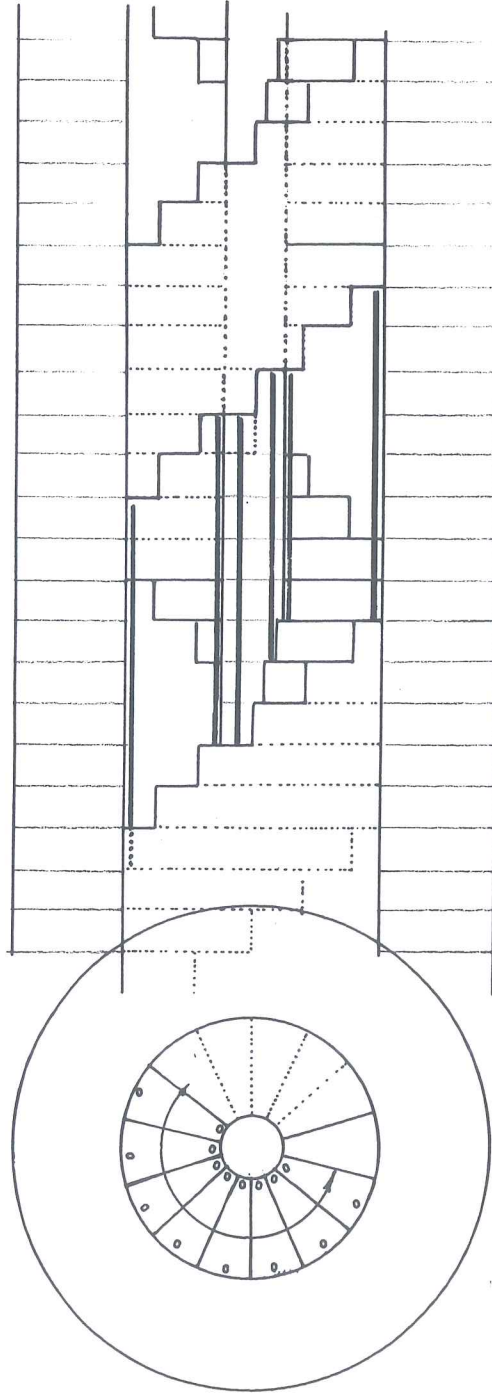


Şekil 31

Ayrıca, minarenin özağırlığının, yanıl kuvvetlere karşı minare stabilitesini sağlayan tek etken olduğu unutulmamalıdır (Bkz Bölüm 4.2.2). Bu nedenle minarede herhangi bir boşaltma yapılmaması gerekmektedir. Ancak sonuçda, bir minare gövdesinde sürekli düşey bağlantı oluşturulamamaktadır. Buna karşın, basamaktan basamağa duvar iç yüzünde düşey bağlantı oluşturulması, kurların birbirine bağlanması açısından yararlı olacağı, yukarıdaki açıklamalar ışığında görülmektedir.

c. Minarelerde hasar saptamaları sırasında bazı minarelerin basamak çekirdek bölümlerinin çatladığı gözlemlenmiştir (Bkz. Bölüm 3). Basamakların bu bölümlerinin örgü içinden alınmaları olanaksız olduğundan minare sökülmeden bu taşlar

değiştirilemezler. Taşlar üzerindeki çatlakların, “yaşayan çatlaklar” olduğu (rüzgar nedeni ile) gözönüne alındığında, bunlara epoksi türü bir “plastik onarım” yetersiz kalacaktır. Bu tür bir onarımı daha sağlıklı yapabilmek için, çekirdek bölümünü sadece yatayda

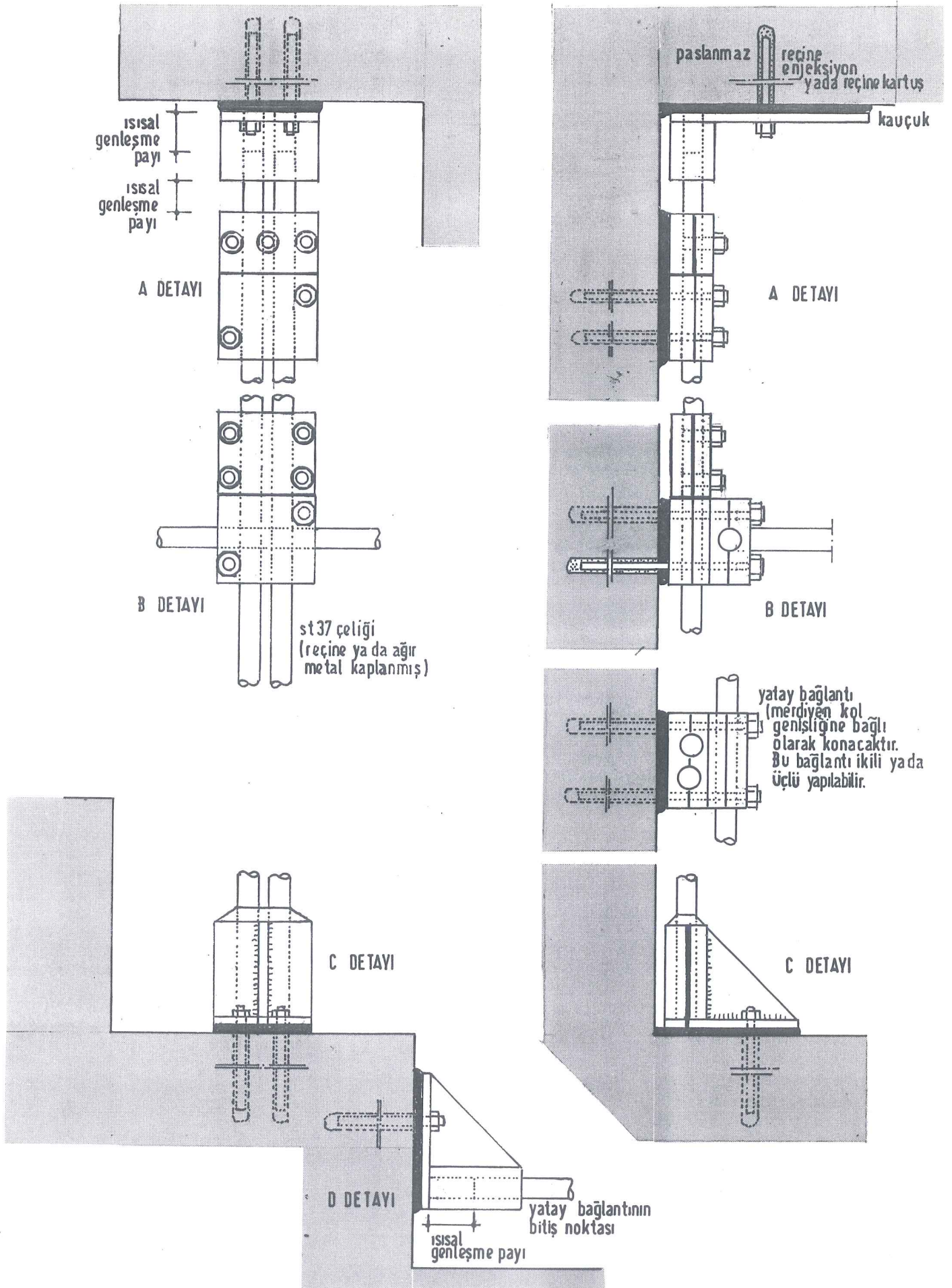


Şekil 32 :Minare gövdesi içyüzeyinde ve çekirdek bölgesi yüzeyinde önerilen düşey bağlacı elemanların şematik gösterimi.

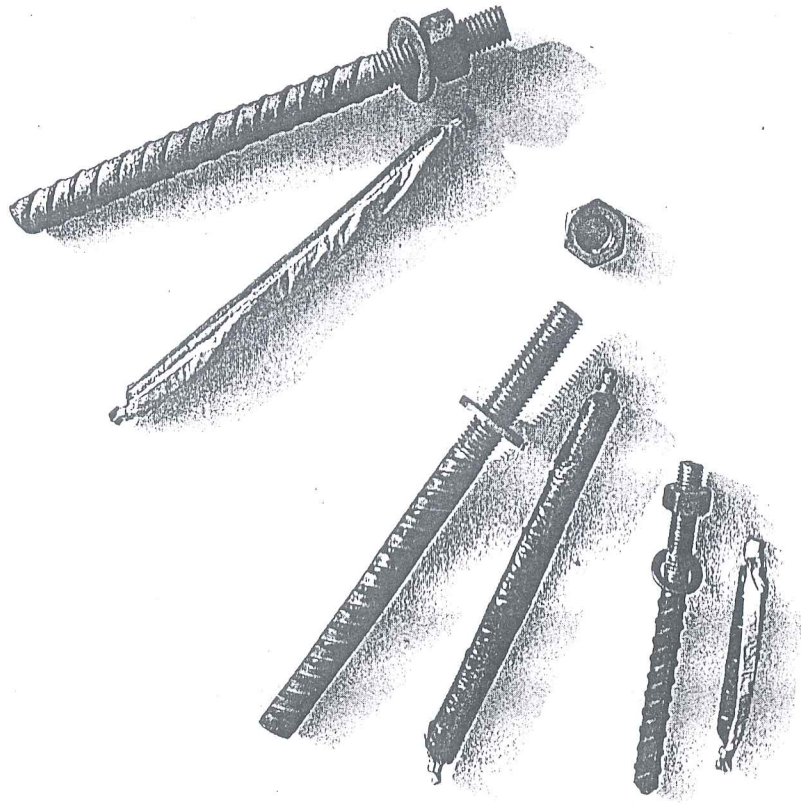
kavramayacak takviye kurgusuna gereksinim vardır. Bu kurgu, silindirik bölümü çepçevre saracak bir çember olamayacağından (Bkz. B maddesi ve şekil 31) basamak çekirdeklerinin ayrışmasının (parçalanmasının) sürekli düşey elemanlar ile önlenmesi düşünülmüştür.

d. Gövde iç yüzeyinde ve çekirdek yüzeyinde oluşturulan bu düşey bağlayıcı elemanlar kurgulanırken merdivenin işlevselliğinin bozulmaması esas alınmıştır. Bu nedenle en az kesitle, en yüksek dayanım sağlayabilen bir malzeme ile düşey bağlayıcı elemanların oluşturulması gerekmektedir. Dolayısıyla seçilecek malzeme, en az kesitle, kesme, basınç ve çekme kuvvetlerine karşı max.dayanım göstermelidir. Ayrıca bu malzeme kolay ve hassas işlenebilmeli, seri üretilebilmeli, bağlantı noktalarındaki detaylarda basit ve kolay uygulanabilir çözümler sunabilmelidir. Buradan hareket edildiğinde, tüm bu özelliklere yanıt verebilecek malzemenin “çelik malzeme” olması kaçınılmazdır.

e. Günümüzde, eski eserlerin onarımında da tüm dünyada tercih edilen bu malzemenin iki olumsuz özelliğine karşı önlem alınarak kullanılması gerekmektedir. Çeliğin bu iki olumsuz özelliği korozyon ve ısısal genleşmedir. Korozyona karşı çeliğin korunması, bu malzemenin reçine giydirme ya da ağır metal alaşımlarla kaplanması ile önlenebilmektedir (Tassios, T.P, 1986). Isısal genleşme sonucu oluşacak gerilmenin, çeliğin elastisite modülü ve genleşme katsayısı ile sıcaklık farkına bağlı olması, bu malzemenin taş malzemeye direkt ankre edilmesi durumunda ek bir gerilme getireceğini göstermektedir. Bu olumsuzluğu yok edebilmek için düşey bağlantıları oluşturan elemanların, sıcaklık değişimleri karşısında, uzama ve kısalmalarına izin vermek tek çözüm olmaktadır. Buradan hareketle, önce taş sıralarını birbirine bağlayacak sürekli elemanın taş malzeme ile temas etmemesi (çeliğe uygulanacak kaplamanın ve taşın zedelenmemesi gerektiği) için taşlara noktasal bağlantılar önerilmiştir (Şekil 33) Noktasal bağlantıların oluşturulması ayrıca taş malzemeyi hemen hemen hiç tahrip etmeyeceği gibi taşı yalnız matkapla delmek gibi kolay bir işçiliği de beraberinde getirmektedir. Taşa açılacak deliğe, reçine enjeksiyonu ya da reçine kartuşlarının uygulanmasıyla (Highfield, D.1991) delik içerisine konacak çelik ankraj elemanı sabitleştirilecektir. Taşa girecek bu çelik



Şekil : 33



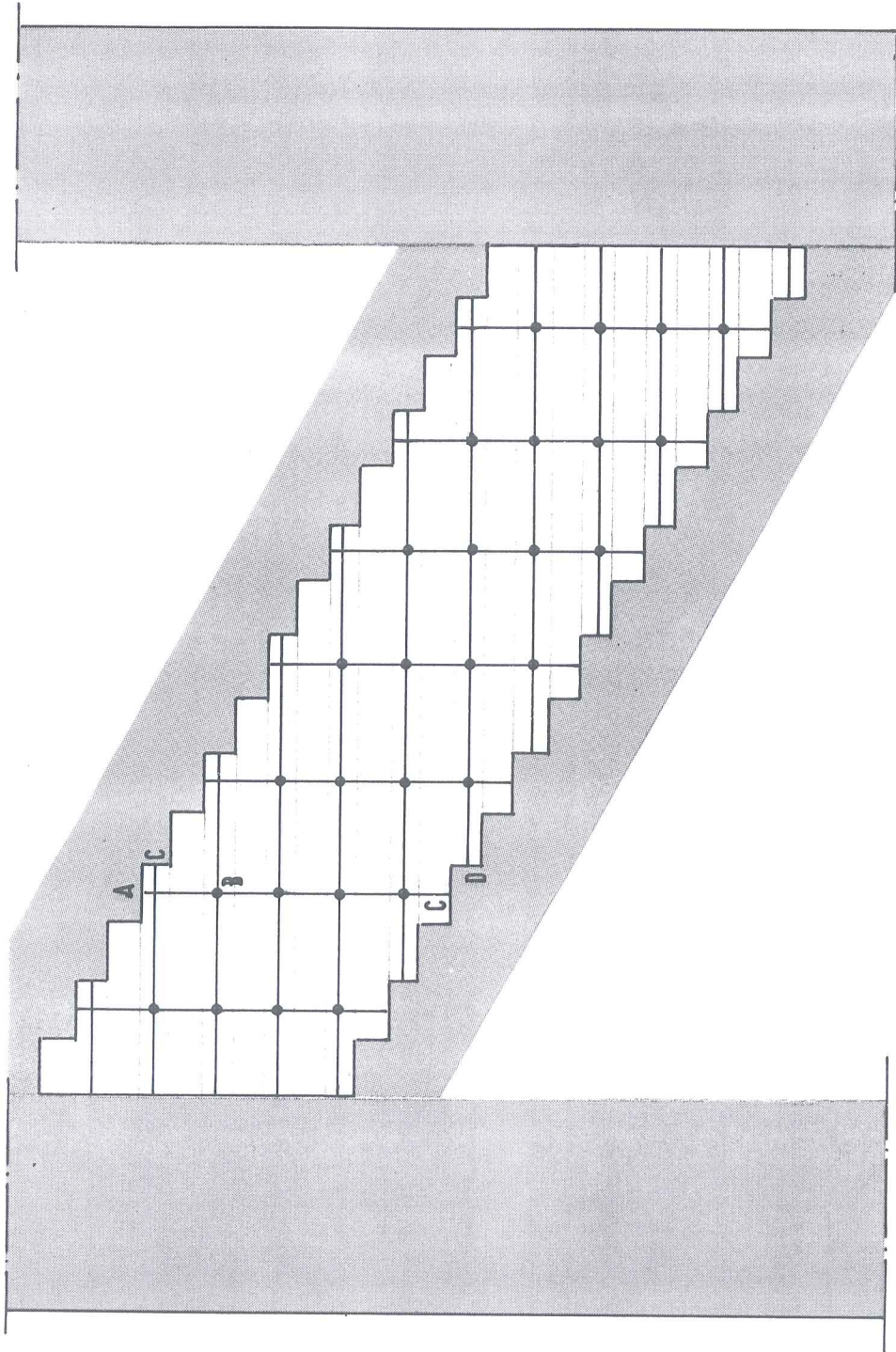
Şekil 34 : Reçine ankraj kartuşları ve bağlayıcı çubuklar (Nighfield ,D.1991, s. 36).

elemanların boyları kısa olacağından, bunlar paslanmaz çelikte seçilebilirler (şekil 34). Her bir kuru birbirine bağlayacak düşey elemanın sürekli olması, işlevsellik, montaj ve uygulama yönünden kolaylıklar getirmesi yanında, sürekli elemanın yalnız bir ucunun serbest bırakılması ile de ısısal genleşme sonucu boy uzaması ya da kısalması sorunu da çözülebilmektedir (şekil 33 A). Duvar içerisine ankre edilmiş çelik çubuklar ile bu sürekli düşey elemanın bağlanması ara bir eleman ile oluşturulmuştur (Şekil 33 A,B,C). Bu ara elemanda oluşturulan delik çapı, sürekli düşey elemanın çapından, ısısal genleşmeye izin verecek kadar büyük oluşturulmalıdır. (Burada sürekli düşey elemanın daire kesitli seçilmesi, piyasada bulunabilen ve üretilen geometri olmasından kaynaklanmaktadır. Çeliğin kolay şekil alabilmesi içinse st 37 kullanılmalıdır). Özellikle bu ara elemandaki deliğe verilecek tolerans (bolluk) sürekli elemanın genleşmesi ya da büzülmesi durumunda bu elemanda oluşacak gerilmeyi taş malzemeye yansıtmaması yönünden çok önemlidir.

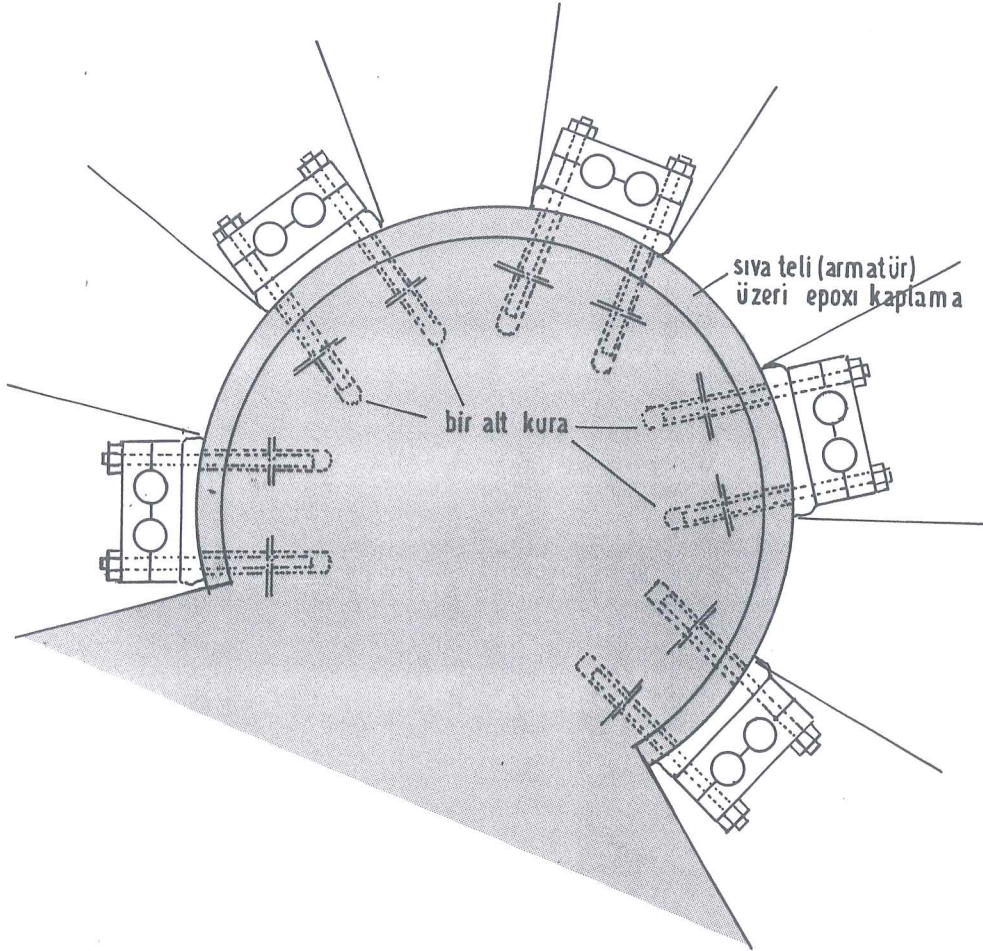
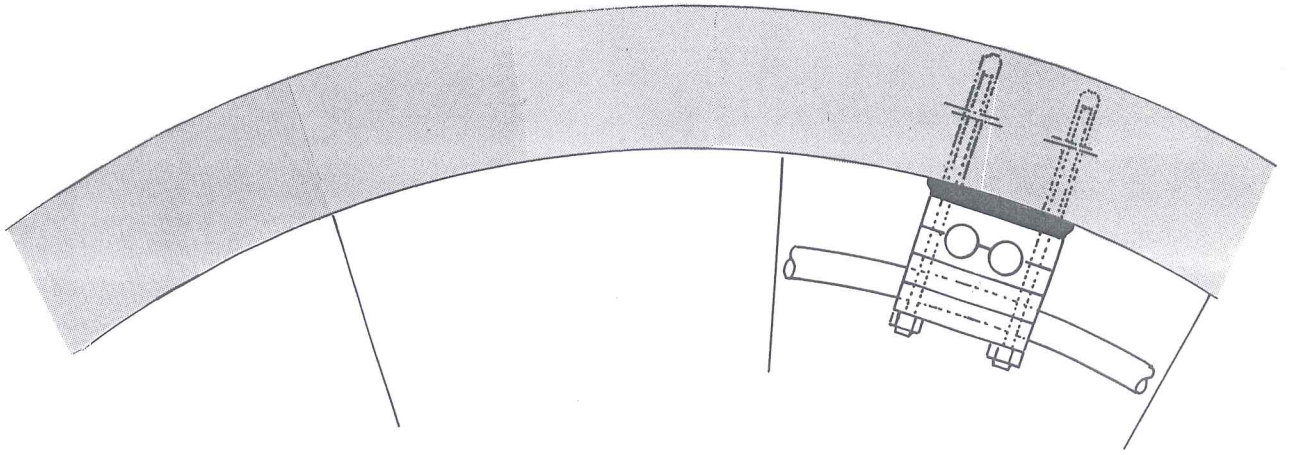
f. Sürekli elemanın, duvar iç yüzeyine ve çekirdek yüzeyine düşeyde birer kur atlayarak ankre edilmesi önerilmektedir. Bunun nedeni ise her bir kur bir üst ve bir alt kura bağlandığından, bağlanmayan kurları birbirine bağlayarak monolitikliği güçlendirmektir (şekil 35).

g. Sürekli düşey elemanın alt ucu, basamak üst yüzeyine ankre edilmiş ara elemana bağlanmaktadır (Şekil 33 C). Üst ucu ise, baş üzerinde kalan basamağın alt yüzüne yine bir ara elemanla bağlanmaktadır (şekil 33 A). Üstte oluşturulan bu ara elemanda, sürekli düşey eleman ısısal genleşmesini oluşturabilmektedir.

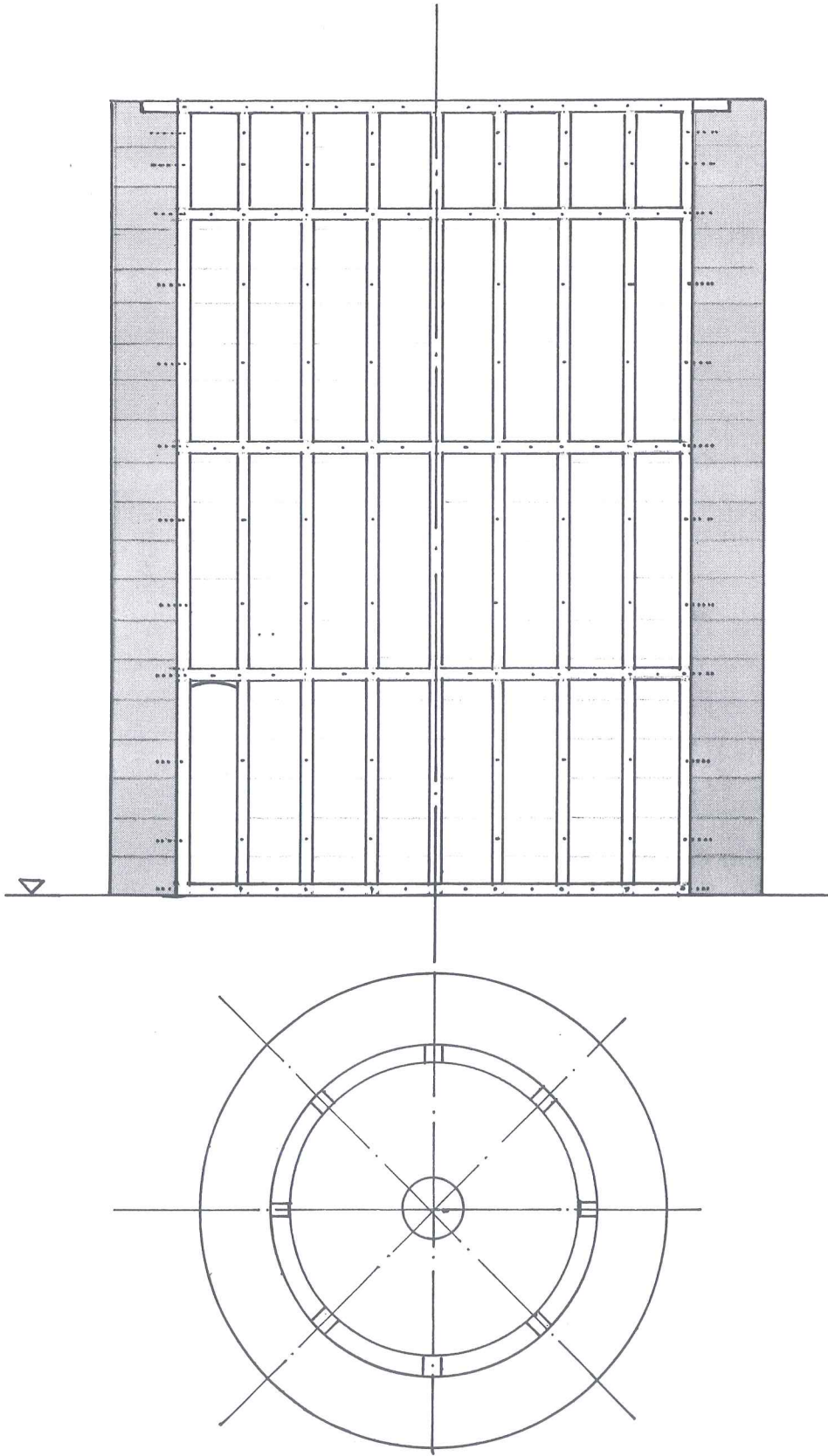
h. Minare gövde iç yüzeyinde oluşturulan sürekli düşey elemanlar yatayda birbirlerine bağlanabilirler (şekil 33 B ve Şekil 35). Bu yatay sürekli eleman tek olabileceği gibi üst üste gelen iki yada üç yatay sürekli elemanda oluşturulabilir. Yatay sürekli elemanlar, bir yada iki basamak atlayarak oluşturulmalıdırlar. Yatay sürekli elemanların uçlarının



Şekil 35: Minare merdivenin bir adımının (bir turda bulunan basamakların) açılımı ve önerilen takviye sisteminin duvar iç yüzeyinde oluşturulması.



Şekil 36 : Çekirdek bölgesi güçlendirme önerisi.



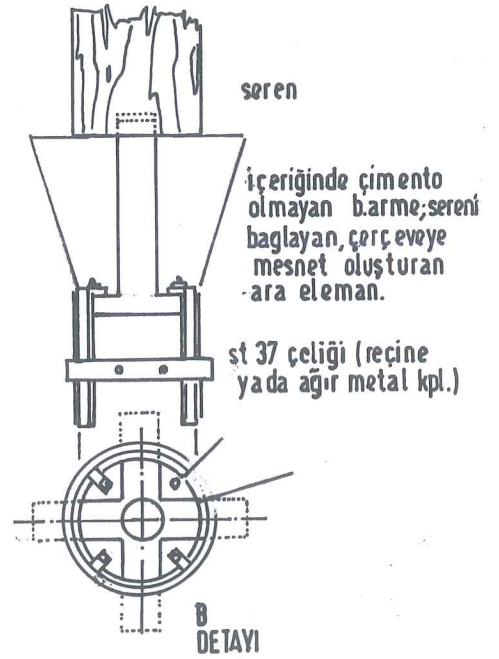
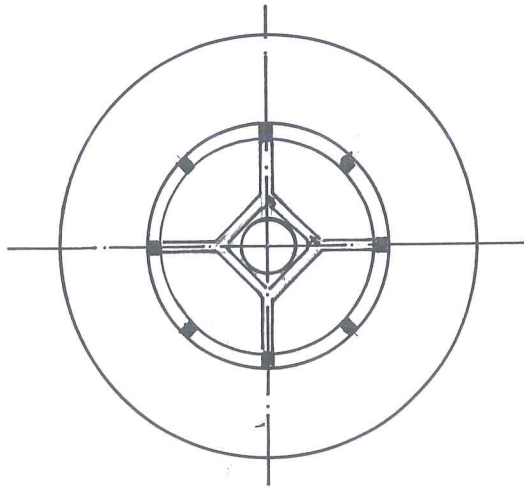
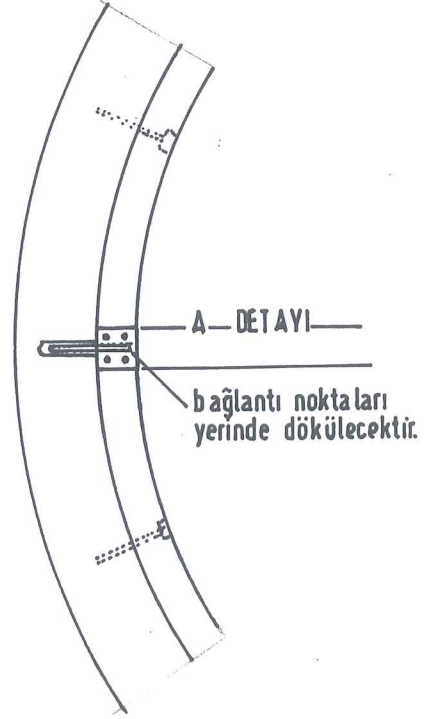
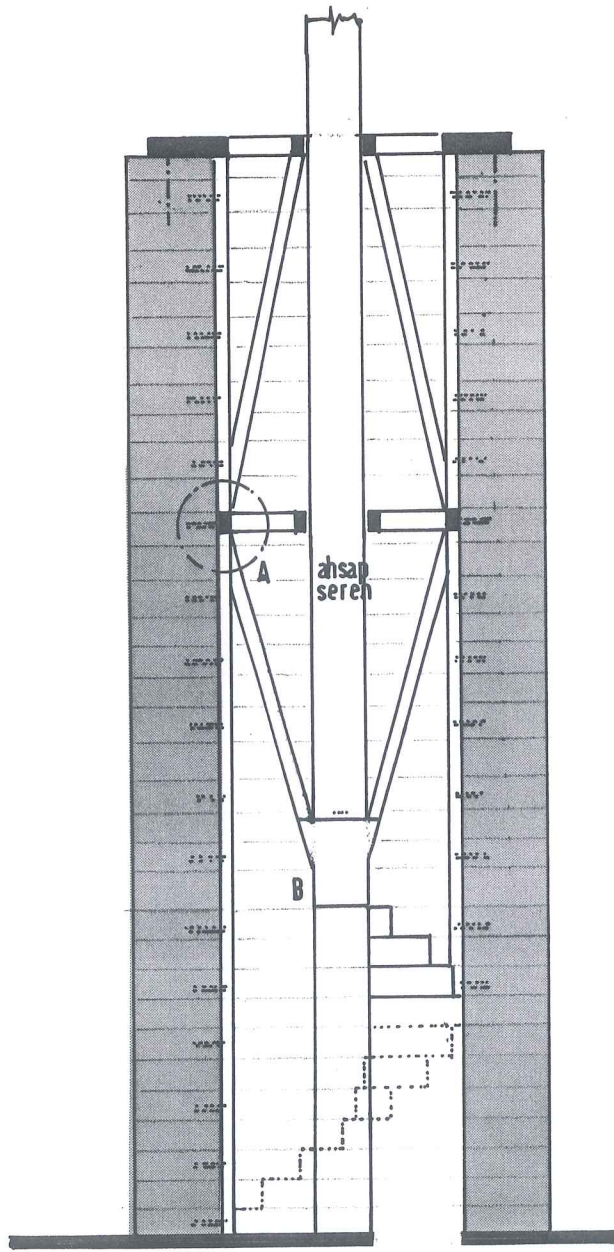
Şekil 37: Petek bölümünün açınımda; duvar yüzeyinde yalnız düşey ve yatay bağlantılar ile oluşturulan takviye sisteminin görünümü.

bağlanması, basamakların alınlarına ankre edilen ara elemanlarla gerçekleştirilmektedir (Şekil 33 D)

1. Bu şekilde minare gövdesinde bir ızgara oluşturularak, minare içten tüm kurları birbirine bağlanmış olarak güçlendirilmektedir.

j. Basamakların çekirdek bölgelerindeki taş malzemenin ayrışmasını önlemek için, bu bölge çevresine her basamakta yada bir basamak atlayarak düşey sürekli elemanlar uygulanmalıdır. Bu uygulamanın yanında, bozulmuş taşlar epoksi harcı ile onarılmalıdır (şekil 36).

l. Tarih içerisinde en çok zarar gören ve en çok kalıcı deformasyonun olduğu minare bölümü “petek”tir. Bu bölüme, minarenin en üst kısmında olmasından dolayı, rüzgar ve deprem kuvvetlerinin etkisinde büyük olmaktadır. Deprem etkisi petek bölümünün ağırlığı ile doğru orantılı etkidiğinden bu bölüm “hafif” olmalıdır. Bu nedenle mevcut minarelerde petek bölümlerindeki duvar kalınlıkları ince inşa edilmiştir. Buna karşın duvar kalınlıklarının azalması, bu bölümlerin rüzgar etkisine karşı stabilitelerini zayıflatmaktadır. Bu zayıflığı ortadan kaldırmak için, bu bölümlerin stabiliteleri güçlendirilmelidir. Bu işlem yapılırken, duvar kalınlığı ve petek bölümünün ağırlığı önemli ölçüde değişmemelidir. Açıklanan bu ayrıntılar dikkate alınarak, petek bölümü içinde de, gövdede olduğu gibi, sürekli düşey elemanlar oluşturularak bu bölümün stabilitesi güçlendirilmiştir (şekil 37). Ancak petek bölümünün insanlar açısından işlevselliği olmadığından bu bölüme yapılacak takviye elemanlarının boyutlarında, gövde de olduğu gibi, bir sınırlamadan söz edilemez. Bu sınırlamanın ortadan kalkması, takviye elemanının malzemesinin daha rasyonel bir şekilde oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle, petek bölümünde oluşturulan düşey ve yatay elemanlar, çimento kökenli olmayan (Güleç, A. 1991), epoksi türü bir malzeme ile kaplanmış çelikler ile (bir tür betonarme) oluşturulması uygun görülmektedir. Böylece, bu malzeme ile oluşturulan takviye elemanlarının bağlantı detaylarında korozyon ve ısısal genleşme için ayrı bir önlem alınmayarak sistem tam bir bütünlük içerisinde çalıştırılacaktır (şekil 37 ve şekil 38).



Şekil 38: Petek içinde yatay ve düşey (çerçeve) uygulaması.

Ayrıca bu bölümde bulunan; külahın ana çatkısını oluşturarak aynı zamanda özağırlı ile külahın devrilmesini önleyen serenin, alt ucunun boşta olması (çekirdek bölümüne bağlantısının olmayışı), bu elemanın yanal öteleme yaparak, külah konstrüksiyonunu olumsuz etkilemesi söz konusudur. Bu nedenle, hem bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için ve hem de petek içindeki takviyenin “çerçeveye” dönüştürülerek bir bütün içinde davranmasını sağlamak için, 1 ve 2 no’lu kotlarda hacvari bağlantı elemanları uygulanmıştır (şekil 38). Külah bölümünün petek bölümüne bağlantısında, ankraj elemanlarının, çekme almayan taş malzemeye bağlanması sakıncalıdır. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için bu arakesitteki yatay daire eleman genişletilmiştir. Bu şekilde yüzey genişletilerek, külahı bağlayan ankraj elemanlarının, çekme ve basınç etkilerini karşılayabilme özelliğine sahip takviye elemanına bağlanması gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

SONUÇ

Bölüm 4'deki değerlendirmeler göstermektedir ki, İstanbul'daki Osmanlı Taş minarelerini rüzgar etkilemekte ve bu çevresel etki karşısında bu minarelerde KALICI DEFORMASYON yani STABİLİTE BOZUKLUKLARI OLUŞMAKTADIR. İstanbul'un topoğrafik özellikleri nedeni ile çok tepe ve vadilerin olması ayrıca çarpık kentleşmesinde buna eklenmesi sonucunda İstanbul genelinde mikroklima bölgeleri oluşmaktadır. Bu nedenle, İstanbul üzerinde hakim rüzgar yönü kuzey, kuzey-batı olmasına karşın, minareler bulundukları çevreye bağlı olarak herhangi bir yönden güçlü rüzgar etkisi ile (bkz. Bölüm 3.2) karşılaşmaktadırlar. Bu farklı rüzgar kanallarının oluşmasına minarelerin yapım zayıflıkları da eklendiğinde, İstanbul genelinde minarelerin farklı yönlerde kalıcı deformasyonlara uğramaları kaçınılmaz sonuç olmaktadır.

Bu çalışmada, ileride de olası tehlike olarak varsayılan rüzgar yükü karşısında minarelerin analitik incelemesi yapılarak (bkz.bölüm 4.2.3) şu sonuçlara ulaşılmıştır

- Birinci analitik çalışmada, DIN 1055-a yönetmeliğine göre minarelere rüzgar yükü etkitilmiştir. Bu analizde minarelerin özağırlıkları hesaplanırken, taş malzeme en kuvvetli özelliği ile (özgül ağırlığı 2670 kg/m³) kabul edilmiştir. Bu kabuller ile yapılan analizler sonucunda, Süleymaniye ve Ayasofya minareleri dışındaki tüm minarelerin kritik kesitlerinde, tarafsız eksen kesit içine düşmekte ve böylece kesit içinde çekme ve basınç etkileri oluşmaktadır.
- İkinci analitik çalışmada, rüzgar yükü, bugüne kadar İstanbul'da esmiş olan max.rüzgar hızına (30 m/sn) bağlı olarak kabul edilmiş ve minarelere etkitilmiştir. Etkitilen bu rüzgar yükü (37.1 kg/m²) yönetmeliklerdeki min.rüzgar yüküne karşılık gelmektedir. Bu min.rüzgar yükü karşısında taş malzemenin en kuvvetli özelliği ile minarelerin yapıldığı kabul edilirse, minarelerin stabilite açısından hiç bir zaman sorunla karşılaşmayacakları görülmektedir. Bu nedenle, minare özağırlık hesabında taş malzeme kuvvetli özelliği ile

(yoğunluk 2010 kg/m³) kabul edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, deniz seviyesinde bulunan tek şerefeli minarelerin kritik kesitlerinde tarafsız eksen yaklaşık kesit sınırında oluşmaktadır. Dolayısıyla minarenin bu kritik kesitlerinde basınç oluşmaktadır. Ancak rüzgar yükünün istatistik dışında artması durumunda bu kesitlerde çekme etkisi oluşması olasılığı vardır. Tepe üstünde olan tek şerefeli ya da çok şerefeli minareler ile deniz seviyesinde olan çok şerefeli minarelerde bu olumsuz durum oluşmamaktadır.

- Üçüncü analitik çalışmada ise rüzgar yükü ikinci analitik çalışmadaki gibi (37,1 kg/m²) kabul edilmiştir. Ancak minarenin özağırlığı hesabında taş malzeme en zayıf özelliği ile (1610 kg/m³) kabul edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, ikinci analitik çalışmada kritik olan tüm minareler, bu yaklaşımında çekme etkisi ile tanışmakta ve tarafsız eksen kesit içerisinde oluşmaktadır. Bu sonuca göre, yönetmeliklerin kabul ettiği 0-20 m arasındaki yüksekliklere etkiyecek min.rüzgar yükü karşısında, minarelerin stabilitelerin tehlikeye girebileceği olasılığı ortaya çıkmaktadır.

Bölüm 3’de ki mevcut minarelerdeki bozulma saptamalarında (Fotoğraflarda görüldüğü gibi) çekirdek bölgelerindeki çatlakların, analitik irdelemesi yapılan kritik kesitler (1 ve 4 nolu kesit) ile bunlara çok yakın kesitlerde ortaya çıkması, bu tehlikenin işaretlerini vermektedir.

Bu analitik çalışmalar ışığında; mevcut tüm minarelerden karotlar alınarak laboratuvar çalışmaları yapılması, taş malzemenin özgül ağırlığı ve tüm özelliklerinin belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu analizler sonucunda da, olası tehlike taşıyan minarelere stabilitelerini artıracak yöntem uygulanmalıdır.

Kesit iç gerilmelerinde, yalnız basınç gerilmeleri oluşan minarelerin ölçüm sonuçlarında da kalıcı deformasyonların çok az olduğu görülmektedir. Buna karşın, kesit iç gerilmeleri kritik olan minarelerin kalıcı deformasyona daha çok uğradığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, deniz seviyesindeki minarelere göre daha çok rüzgar alan yüksek yerlerdeki minarelerin daha az kalıcı deformasyona uğramaları minarelerin geometrik özelliğinde bir sorun olduğunu ortaya koymaktadır. Kalıcı deformasyonan çok olduğu bir minare bölümünün onarımı ya geometrik özellik değiştirilmek koşulu ile yeniden inşa edilerek yapılmalı ya da bu çalışmada

önerilen takviye yöntemi uygulanarak, aynı geometri ile inşa edilmelidir. Aksi durumda, her 25 yılda bir milli kaynak tüketilecektir. Ayrıca bu onarımlar yapılırken özellikle yüklenicilerin uygulamaları çok sıkı bir şekilde denetlenmelidir. Güzelce Kasımpaşa (Bozüyük) cami minaresi onarımında görüldüğü, gibi doğru olmayan ve yetersiz minare yapım tekniği, bu minareyi deprem etkisi karşısında zayıf bırakarak yıkılmasına neden olduğundan, bu denetleme işleminde son derece titiz davranılmalıdır.

Özellikle tablo 15 incelendiğinde, minarelerin gövdelerinin inşa tarihlerinden günümüze kadar yıkıcı - tahrip edici deprem ve rüzgar etkileri ile karşılaşmış olmalarına rağmen bu bölümlerin kalıcı deformasyon yüzdelerinin çok az olması, gövde içerisindeki döner merdivenin, minare stabilitesine katkısını göstermektedir.

Bu konuya bir başka yönden bakıldığında, özgünlüğü bozulmamış minarelerin yok denecek kadar az deformasyon yapmış olmasına karşın; yeni inşa yada onarım görmüş minarelerin, çok fazla deformasyon yaptığı görülmektedir (tablo 12, tablo 15 ve tablo 16). Yeni inşa minarelerin yaşamlarının da, özgün minarelere göre çok kısa oluşları da dikkate alındığında çok önemli bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Bu sonuca göre, bundan sonra yapılacak minare onarımlarında, zayıf malzeme kullanılmamasına, varolan geometrinin kontrol edilmesine ve yetersiz detaylandırma uygulamalarına çok dikkat edilmesi gerekmektedir.

Minarelerdeki kalıcı deformasyon büyüklüklerinin, minarelerin zeminden olan yükseklikleri ile ve üzerinde bulundurdıkları şerefe sayıları ile ilintili olmadıkları (tablo 9 ve tablo 10) ortaya çıkan bir başka sonuçtur.

Yapılan analitik çalışmalara bağlı olarak, tarihi belgelerde göstermektedir ki, rüzgar (lodos, fırtına) minareleri yıkabilecek kadar güçlü bir dış yüküdür. Bu yük kesinlikle önemsenmelidir. Bu yük karşısında, Osmanlı taş minare tekniği ve maktralı kalker ile inşa edilmiş tüm minarelerin stabilitelerinin bozulma olasılığı vardır. Dolayısıyla bu özelliklere sahip ve rüzgara açık bir minare, bağlı olduğu ana yapı ile ilgisi olmaksızın, İstanbul bölgesi dahil Türkiye'nin her yerinde bu olumsuz etki ile karşı karşıya kalmaktadır.

Taşıdığı geometrik özelliklere göre minareler, yapıldıkları dönemin yapım tekniği ve olanakları gözönüne alındığında, o döneme göre günümüz gökdelenleri sayılmalıdır. Bu nedenle günümüze hala özgün ulaşmış bu mimari ve mühendislik şaheserlerini tasarlamış ve yapabilmiş başta mimar Sinan olmak üzere tüm mimar ve ustaları bir kez daha saygı ile yad etmek gerekir.

ÖNERİLER

1. Minarelerin yapımında kullanılan taş malzemenin, atmosferik koşullar altında bozulacağı, su, biyolojik ve ısısal etkilerle ayrışacağı ve bunların taş malzemede önemli bozulmalar yaratacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle, başta minareler olmak üzere tüm taş yapıların, taşıyıcı sistem stabilitelerinin uzun yıllar korunabilmesi için mutlak o yapıların malzeme yönünden, laboratuvar deneyleri yapılmalı ve kritik kesitlerde olabilecek zayıf taşlar belirlenmelidir.
2. Bölüm 3’de yapılan saptama çalışmasında, bazı minarelerin gövdelerinde, basamaklarda ve çekirdek bölgelerinde oluşturulmuş çelik takviye uygulamalarının teknik açıdan bir yararı olmamaktadır. Bunun yanında atmosferik koşullara açık olduğundan korozyona uğrayıp, temas ettiği taş malzemeye zarar vermekte, ayrıca ısısal genleşmeden dolayı taş malzemeye ek gerilme iletme olasılığı yüksektir. Bu tür uygulamalardan kesinlikle kaçınılmalıdır.
3. Bu çalışmada önerilen üst yapı güçlendirilmesi uygulaması zeminden kaynaklanan deprem ve konsolidasyon etkilerini karşılayabilecek alt yapı ve zeminde oluşturulan (mekanik izolatörler yada enerji emici kazıklar ve temel takviyeleri) sistemler ile desteklenmelidir.
4. Bölüm 3’de sunulan, minarelerdeki kalıcı deformasyon ölçümleri baz alınarak, ileriki yıllarda sürekli olarak aynı minareler yeniden ölçülmeli ve olası gelişmeler belirlenmelidir.

5. Bu çalışmada yapılan analitik analizlerle, minarelerin kritik kesitlerinde oluşabilecek gerilmelere merteye olarak yaklaşılarak olası bir olumsuzluğu gündeme getirmek amaçlanmıştır. Bu nedenle, mühendislik disiplininde uzmanlaşmış meslek adamlarının bu çalışmayı daha hassas sonuçlara ulaştırması için minarelerin salınım periyodları ölçülmeli ve dinamik yöntemlerle analitik analizleri yapılmalıdır.

6. Günümüzde yapılmakta olan ya da yapılacak minarelerin onarım işlemlerinde, minare söküm aşamaları fotoğraf ve çizimlerle belgelenerek, meslek adamlarına ve bilimadamlarına ulaşmaları sağlanmalıdır. Bu konuda yüklenici firmalar ile Vakıflar Bölge Müdürlük'lerine görev düşmektedir.

7. Minare kurlarının üst üste getirilmesi aşamasında kullanılan "yastık harcı" ile basamaklar içerisinde bulunan horasan harcının kimyasal analizleri mutlaka yapılmalıdır.

8. Deprem yükü için yapılacak analitik analizlerin sağlıklı olabilmesi için ise, minarelerin bilinmeyen temel konstrüksiyonları ve zemin özellikleri sondaj çalışmaları ile belirlenmelidir. Bu şekilde doğru bir model uygulanarak, deprem yükü karşısında yıkılmamış minarelerin analitik analizleri yapılabilir. Bu konu ise ayrı bir doktora yada araştırma projesi kapsamında ele alınmalı ve incelenmelidir.

9. Minarelerde yapılacak onarım ve yeni inşa uygulamalarında, yüklenici firmalar, üniversite ve benzeri kurumlar ile işbirliği içerisinde olmalı, tüketilen milli kaynağın en ekonomik şekilde kullanımı sağlanmalıdır. Bu tür uygulamalar, disiplinler arası sıkı bir işbirliğini de zorunlu kılmaktadır. Mimarlarca yürütülmekte olan restorasyon çalışmalarında üretilen öneriler, diğer disiplinlerin vereceği katkılarla geliştirilmelidir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Anonim, Tarih-i Al-i Osman, Topkapı Sarayı Müzesi Revan Kütüphanesi, No: 1100, Vr. 72/6; No: 1101, Vr. 92/a; No: 1099, Vr. 1022/a, No: 1099, Vr. 106/b; No: 1100, Vr. 105/B.
- Anonim, Çeşmizade Tarihi s. 45 ve s. 53
- Aydın, H., “Çok Katlı Yapılarda Deprek Kuvvetlerinin İzolatörler Yoluyla Kontrolü”, Çok Katlı Yapılar Sempozyumu, 21-22-23 Eylül İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 1989. Ss. 179-186
- Ayvansarayı, H.H., Hadikat-ül Cevami, İstanbul, 1291
- Cezar, M., “Osmanlı Devrinde İstanbul’da Yangınlar ve Tabii Afetler”, İstanbul Güzel Sanatlar Akademisi Türk Sanatı Tarihi Araştırma ve İncelemeleri I, Berksoy Matbaası, İstanbul, 1963
- Çamlıbel, N., Taşıyıcı Sistemlerin Dinamik Etkilere Karşı Davranışı, Üniv. Yayın No: 241, Fakülte yayın No: MF-MİM 92.037, Yük. Mimarlık Fakültesi Baskı İşliği, İstanbul 1992, s. 8
- Çamlıbel, N., İstanbul’daki Tarihi Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığının Artırılmasına İlişkin Bir Sistem Araştırması
Çeşmizade Tarihi s. 45 ve s. 53
- Çamlıbel, N., “Geleneksel Minare Yapılarında Stabilitate Bozukluklarının Tesbiti”, YTÜ Araştırma Fonu, 93-B-03-01-01 no’lu yayınlanmamış çalışma, 1996.
- Çorapçıoğlu, K., “Doğal Taş Kargir Yapılarda Taş Ayrışmasının Nedenleri ve Maktaralı Kalkerler Üzerin korumaya Yönelik Bir Araştırma, Yayınlanmamış Doktora Tezi, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 1983
- Çorapçıoğlu, K., “Taş Yapı Restorasyonlarında Malzeme Sorunları, “Restorasyon ve Malzeme Seçimi Bildiriler, Yapı Endüstri Merkezi, 19 Aralık 1991.
- Durukan, Z., T.S., “Yüksek Binaların Rüzgar ve Deprem Analizi”, Çok Katlı Yapılar Sempozyumu, 21-22-23 Eylül, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 1989, s.287 - 317

- Erdik, M., “Yüksek Yapıların Deprem Tasarımında Yapı - Zemin Etkileşimi ile İlgili Esaslar”, Çok Katlı Yapılar Sempozyumu, 21-22-23 Eylül İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 1989, ss387 - 349.
- Erzen J., “Onaltıncı Yüzyılda Sinan’ın İstanbul’u”, Yapı Dergisi, sayı: 83 İstanbul, 1988, ss.32-34
- Eyice, S., “İstanbul Minareleri”, İstanbul Güzel Sanatlar Akademisi Türk Sanatı Tarihi Araştırma ve İncelemeleri I, Berksoy Matbaası, İstanbul, 1963.
- Güleç, A., “Eski Eserlerde Harç ve Sıva Problemleri”, Restorasyon ve Malzeme Seçimi Bildiriler, Yapı Endüstri Merkezi, 19 Aralık 1991.
- Günsoy, D., Yapı Statiği, Cilt III, Arı Kitabevi Matbaası, Çağaloğlu Cemal Nadir Sok: 24, İstanbul, 1970, s. 36
- Günsoy, O., Yapı Statiği, Cilt 3, İkinci baskı, Dizerkonca Matbaası, İstanbul, 1971.
- Güven, N., Televizyon Kuleleri ve Sanayi Bacaları, Cilt I, Güvensu Mühendislik Yayınları, Pendik - İstanbul, 1982.
- Highfield, D., The Construction of New Buildings Behind Historic Facades, Printed in Great Britain at the University Press, Cambrige, London, 1991.
- Hürriyet, Gazete, 1995, 17 Aralık, İstanbul
- Hürriyet, Gazete, 1996, 25 Şubat, İstanbul
- İslam Ansiklopedisi, İslam alemi Tarih, Coğrafya, Etnografya ve Biyografya Lugati, M.E.B. Devlet Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, 8. Cilt, İkinci Basılış, İstanbul, 1971, ss. 323-332.
- Kartal, M., “Minarelerin Oluşumu ve Kayseri Minareleri”, İlgi Dergisi, yıl: 23, sayı 59, Aga Ofset Basımevi, 1989, ss.9-15.
- Keskinel, F., Yapı Sistemlerinde Güvenlik Hesabı, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, Gümüşsuyu, 1971.
- Kip, Z., Yapıların Direnimi, 1.cild, Arı Kitabevi Matbaası, İstanbul, 1971.
- Konyalı, İ.H., Mimar Sinan’ın İstanbul’daki Eserleri, İstanbul, 1950
- Kortan, E., “Sinan’ın Eserlerinin Kent Bütünü İçindeki Roller ve Kent Estetiğine Olan Katkıları”, Yapı Dergisi, İstanbul, 1990, Sayı: 104, ss.43-49
- Kögler, F., S.A., (Çeviri: Necati Acun) Temel Zemini ve Yapı, 2. Baskı, İstanbul Teknik

- Üniversitesi Matbaası, Gümüşsuyu, 1960.
- Kuban, D., "Modern Restorasyon İlkeleri Üzerine Yorumlar", Vakıflar Dergisi, ss.341-351
- Kuran, A., Mimar Sinan, Hürriyet Vakfı Yayınları, İstanbul, 1986
- Le Corbusier, "Urbanisme" (ing. Çeviri) The City of Tomorrow and its planning, The Architectural Press, London, 1929 / 1971, s. 79.
- Merey, L., "Depremde Tehlikeli Hale Giren Bozüyük Güzel Kasımpaşa Cami Minare Peteğinin Sökülmeden Onarılması", I. Uluslararası Türk - İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi, İTÜ 14-18 Eylül, İstanbul, 1981, ss.145-154
- Onur, O., Edirne Minareleri, Armağan Kitabı, 1972.
- Penelis, G.K.M., "Repair and strengthening of Rotunda, Thessaloniki", Restoration of Byzantine and post. Byzantine Monuments, Thessaloniki, 1986, ss.25-48.
- L.N.,
- Peynircioğlu, H., "İstanbul'da Osmanlı Döneminde İnşa Edilen Camilerin Temelleri", I. Uluslararası Türk - İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Kongresi, İTÜ, 14-18 Eylül, İstanbul, 1981, ss.37-46
- T.E.,
- Pieper, K., Sicherung Historischer Bauten, Verlag Ernst John Berlin, Munchen, 1983, ISBN 3-433-00967-8
- Salt Lake City Corporation, Proceedings of International Seismic Isolation / Historic Preservation Symposium, May 11-12-13-14, Salt Lake City, Utah, 1988
- Sayar, Z., "Minare Görevini Yitiriyor mu?" Arkitekt, sayı: 368-4-İstanbul, 1977, s. 154-156
- Tassios, T.P., "On Selection of 'modern' techniques and materials in structural restoration of monuments", Restoration of Byzantien and post - Byzantine Monuments, Thessaloniki, 1986, ss.357-384 .
- Tsotsos, S., "Precantions and methods for dealing with the geotechnical problems of monuments", Restoration of Byzantine and post - Byzantine Monuments, Thessaloniki, 1986, ss.327-356.
- TS 498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap

Değerleri, Kasım, 1987.

Yazıcıoğlu, L.,

İstanbul'da Minare Kaideleri, İDMMA Mimarlık Bölümü 1974 - 1975

yazarlı L.U. II. Rölöve Restorasyon İhtisası Araştırma Tezi.

ÖZGEÇMİŞ

- 1963 : İstanbul'da doğdu.
- 1974 : Güzelce Kasımpaşa İlkokulunu bitirdi.
- 1977 : Kasımpaşa Karma OrtaOkulunu bitirdi.
- 1981 : Gemi Yapı Teknik Lisesini bitirdi (4 yıllık).
- 1981 : İ.D.M.M.A Mimarlık Bölümü Gece programına girdi.
- 1987 - Şubat : Y.Ü. Mim. Fak. Mimarlık Bölümünü birincilik ile bitirdi.
- 1987 : T.G.S. Haliç Tersanesi Dizayn - Konstrüksiyon bölümünde mimar olarak görev aldı.
- 1988 : YÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Yapı Dalında Lisansüstü programına başladı.
- 1989 : YÜ Mim. Fak. Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı Taşıyıcı Sistemler Bilim Dalında, Araştırma Görevlisi olarak görev aldı.
- 1990 : "Türkiye'de Ser Yapılarının Bölge Koşullarına Göre Biçimlenişi, Fonksiyonel ve Strüktürel Açidan İrdelenmesi" konulu tezi hazırladı ve Lisansüstü programını bitirdi.
- 1990 : YÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Yapı Dalında Doktora programına girdi.
- 1994 : Taşıyıcı Sistemler Bilim Dalından ayrıldı. Yapı Üretimi Bilim Dalında göreve başladı.
- Halen Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.