

T.C.

154949

**MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**RESTORASYON ANABİLİM DALI**  
**YENİLEME KORUMA YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KUZEY MARMARA BÖLGESİNDEKİ 19.YÜZYIL AHŞAP**  
**YAPILARININ DEPREME KARŞI GÜÇLENDİRİLMESİ**

**Hülya DIŞKAYA İnşaat Mühendisi, Mimar**  
**Danışman: Prof. Dr. Oğuz CEYLAN**

**İSTANBUL – KASIM 2004**

İÇİNDEKİLER.....	- 1 -
ŞEKİL LİSTESİ.....	- 5 -
TABLO LİSTESİ.....	- 10 -
SEMBOL LİSTESİ.....	- 11 -
RESİM LİSTESİ.....	- 13 -
ÖNSÖZ.....	- 14 -
ÖZET.....	- 15 -
ENGLISH SUMMARY.....	- 16 -
1.GİRİŞ.....	- 17 -
1.1. Araştırmanın Amacı.....	- 17 -
1.2. Araştırmanın konusu.....	- 18 -
1.3. Araştırmanın yöntemi.....	- 19 -
2. AHŞAP VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ.....	- 20 -
2.1. Ağacın Yapısı.....	- 20 -
2.1.1. Ağacın Fiziksel Yapısı.....	- 20 -
2.1.2. Ağacın Kimyasal Yapısı.....	- 21 -
2.1.3. Ağacın Biyolojik Yapısı.....	- 22 -
2.1.4. Ağacın Büyümesi.....	- 22 -
2.2. Ahşabın Üretimi.....	- 23 -
2.2.1. Kerestelik Ağaç Türleri.....	- 23 -
2.2.1.1. Niteliklerine Göre Ağaç Türleri.....	- 24 -
2.2.2. Kerestelik Ağacın Kesimi.....	- 25 -
2.2.3. Kerestelik Ağacın Biçilmesi ve Hazırlanması.....	- 25 -
2.2.4. Ahşabın Kalitesine Göre Sınıflandırılması.....	- 28 -
2.3. Kesilen Ağaçların Kurutulması.....	- 29 -
2.4. Ahşabın Korunması.....	- 30 -
2.5. Ahşabın Fiziksel Özellikleri.....	- 31 -
2.5.1 Ahşaptaki Nem Oranı.....	- 31 -
2.6. Ahşabın Mekanik Özellikleri.....	- 33 -
2.6.1. Mekanik Özelliklerin Diğer Yapı Malzemeleriyle Karşılaştırılması.....	- 34 -
2.7. Geleneksel Yapıların İnşasında Kullanılan Ağaç Türleri.....	- 36 -

2.8. Yapılarda Kullanılan Ahşaplar Ve Boyutları.....	38 -
2.9. Ahşap Kullanımınınin Fayda Ve Sakıncaları .....	39 -
2.9.1. Faydaları.....	39 -
2.9.2. Sakıncaları.....	40 -
2.10. Bölüm Sonucu.....	42 -
3. DEPREM VE YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ.....	43 -
3.1. Depremler ve oluşum nedenleri.....	45 -
3.2. Deprem Türleri .....	50 -
3.3. Deprem Parametreleri .....	51 -
3.4. Marmara Bölgesi ve Deprem.....	54 -
3.5. Günümüze Değın Marmara Bölgesinde Olagelmiş Depremler...-	56 -
3.6. Depremin Ahşap Yapılar Üzerindeki Etkisi.....	57 -
3.7. Ahşap Yapılarda Yangın Dayanımı .....	60 -
3.8. Bölüm Sonucu.....	61 -
4. AHŞAP YAPIYA AİT GENEL TANIM .....	62 -
4.1. Ahşap Yiğma Yapı .....	62 -
4.2. Ahşap Karkas Yapı.....	64 -
4.2.1. Ahşap Karkas Yapılarda Duvarlar.....	65 -
4.2.1.1. Ahşap Karkas Yapı Dış Duvarları.....	66 -
4.2.1.1.1. Boşluklu Duvarlar.....	67 -
4.2.1.1.2. Dolgulu Duvarlar (Hımış Yapı).....	68 -
4.2.1.2. Ahşap Karkas Yapı İç Duvarları .....	71 -
4.2.2. Ahşap Karkas Yapı Döşeme Kirişlemeleri .....	71 -
4.2.3. Ahşap Karkas Yapılarda Çıkmalar.....	73 -
4.2.4. Ahşap Karkas Yapılarda Çatılar.....	75 -
4.3. Geleneksel Yapıların Bölgelere Göre Sınıflandırılması .....	77 -
4.3.1. Marmara Bölgesi Ahşap Yapıları .....	80 -
4.3.1.1 Kuzey Marmara Bölgesinde Ahşap Yapılar.....	81 -
4.4. Ahşap Karkas Yapı Elemanlarının Bağlantıları.....	82 -
4.4.1. Ahşap Yapı Elemanlarının Birleşimleri.....	82 -
4.4.1.1. Çekme Çubuğu Ek ve Birleşimleri.....	94 -
4.4.1.2. Basınç Çubuğu Ek ve Birleşimleri .....	95 -

4.4.1.3. Eğilme Çubuğu Ek ve Birleşimleri .....	- 99 -
4.4.2. Geleneksel Ahşap Yapı Bağlantıları .....	- 101 -
4.4.2.1. Ahşap Karkas ve Temel Duvarı Bağlantıları.....	- 101 -
4.4.2.2. Ahşap Karkas ve Kârgir Duvar Bağlantıları .....	- 103 -
4.4.2.3. Ahşap Çatı ve Ahşap İskelet Bağlantıları .....	- 104 -
4.4.2.4. Ahşap Çatı ve Kârgir Duvar Bağlantıları.....	- 104 -
4.4.3. Çağdaş Ahşap Karkas Yapı Birleşim Elemanları .....	- 105 -
4.4.5. Bölüm Sonucu .....	- 108 -
<b>5. GELENEKSEL AHŞAP YAPILARIN DEPREME KARŞI</b>	
<b>GÜÇLENDİRİLMESİ .....</b>	<b>- 109 -</b>
5.1. Depreme Karşı Güçlendirme Yöntemleri.....	- 109 -
5.1.1. Geleneksel Yöntemler.....	- 110 -
5.1.1.1. Ahşap döşeme kirişlerinin onarımları .....	- 112 -
5.1.1.1.1. Kiriş başlarının onarılması .....	- 112 -
5.1.1.1.1.1. Kimyasal onarımlar .....	- 113 -
5.1.1.1.1.2. Mekanik onarımlar.....	- 113 -
5.1.1.1.2. Kirişlerin onarılması .....	- 115 -
5.1.1.1.2.1. Kimyasal onarımlar .....	- 115 -
5.1.1.1.2.2. Mekanik onarımlar.....	- 116 -
5.1.1.1.3. Çatı kirişlerinin onarımı .....	- 120 -
5.1.1.1.3.1. Kimyasal onarımlar .....	- 120 -
5.1.1.1.3.2. Mekanik onarımlar.....	- 120 -
5.1.2. Çağdaş Yöntemler .....	- 121 -
5.2. Örnek Bir Yapının 1998 Deprem Şartnamesine Göre Analizi Kesit	
Tahkikleri ve Güçlendirme Önerileri .....	- 122 -
5.2.1 Yapının tanımı ve tarihçesi .....	- 123 -
5.2.2 Yapının Mimârî Özellikleri .....	- 125 -
5.2.2.1 Plân Özellikleri.....	- 125 -
5.2.2.2 Cephe Özellikleri .....	- 129 -
5.2.2.3. Yapısal Özellikler.....	- 130 -
5.2.3. Yapının Onarımı .....	- 132 -
5.2.3.1 Yapının Geçirmiş Olduğu Müdahalelerin Tanımlanması -	- 132 -

5.2.3.2 Yapının Onarım Kararları .....	- 133 -
5.2.4 Yapının Deprem Hesabı .....	- 137 -
5.2.4.1 Diyagonal Çubuklara Gelen Deprem Kuvvetleri .....	- 144 -
5.2.5 Çağdaş Malzeme Kullanımı ile Güçlendirme .....	- 147 -
5.2.5.1. Çelik diyagonallerle güçlendirme.....	- 147 -
5.2.5.2. Çelik diyagonallerin sismik izolatörlerle güçlendirilmesi-	149 -
5.3. Bölüm Sonucu .....	- 151 -
6. SONUÇ .....	- 152 -
EK 1: GELENEKSEL STRÜKTÜRDEKİ BOZULMALAR .....	- 156 -
EK 2: DEPREM FOTOĞRAFLARI.....	- 168 -
EK 3: YAPININ RÖLÖVE VE RESTORASYON PROLELERİNE AİT SİSTEM DETAYLARI .....	- 176 -
KAYNAKLAR.....	- 178 -
ŞEKİL KAYNAKLARI.....	- 181 -
TABLO KAYNAKLARI .....	- 189 -
RESİM KAYNAKLARI.....	- 190 -
ÖZGEÇMİŞ .....	- 191 -

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2. 1 Ahşabın Anatomik Yapısı .....	- 20 -
Şekil 2. 2 Çeşitli inşaatlık kereste kesimleri .....	- 26 -
Şekil 2. 3 Basit sistemde inşaat tahtası kesimi .....	- 26 -
Şekil 2. 4 Dış odun ve eksenden kesim .....	- 27 -
Şekil 2. 5 3 ve 4 parçalı Hollanda kesim sistemi .....	- 27 -
Şekil 2. 6 Morau (Moro) sisteminde kesim .....	- 27 -
Şekil 2. 7 İşinsal biçme sisteminde kesim .....	- 28 -
Şekil 2. 8 Ahşabın nem ve mukavemet ilişkisi .....	- 32 -
Şekil 2. 9 Ahşabın özgül ağırlık-nem ve mukavemet ilişkisi.....	- 33 -
Şekil 2. 10 Eksenel basınç ve eksenel çekme durumları .....	- 34 -
Şekil 2. 11 Farklı malzemelerde deformasyon durumları .....	- 35 -
Şekil 2. 12 Çeşitli malzemelerin gerilme-birim deformasyon eğrileri .....	- 36 -
Şekil 2. 13 Yangın sonucu yıkılmış çelik kirişleri taşıyan ahşap kiriş .....	- 42 -
Şekil 3. 1 Deprem Bölge Haritası .....	- 44 -
Şekil 3. 2 Deprem kaynağında oluşan ve yer içinden ilerleyen cisim dalgaları - 45 -	
Şekil 3. 3 Yer içinde ilerleyen P ve S cisim dalgalarının hareket şekilleri .-	- 46 -
Şekil 3. 4 Yer içindeki katmanlar .....	- 47 -
Şekil 3. 5 Yeryüzünün tektonik haritası .....	- 48 -
Şekil 3. 6 Yer kabuğu hareketinin şematik anlatımı .....	- 49 -
Şekil 3. 7 Fay türleri .....	- 49 -
Şekil 3. 8 Deprem parametrelerinin şematik gösterimi .....	- 51 -
Şekil 3. 9 Eşşiddet eğrileri .....	- 52 -
Şekil 3. 10 Marmara ve Ege Denizine uzanan Kuzey Anadolu Fay Hattı Kolları .....	- 55 -
Şekil 3. 11 Marmara Bölgesinde 1700-1900 yılları arasında depremler ve Marmara Denizi'ndeki fay kırıkları .....	- 55 -
Şekil 3. 12 Ahşap yapıların deprem karşısında döngüsel davranışları ....	- 58 -
Şekil 3. 13 1912 Şarköy- Mürefte depreminin etki alanı .....	- 59 -
Şekil 4. 1 a) Kütük ağaç boğaz geçme b) Kütük ağaç kara boğaz geçme-	- 62 -
Şekil 4. 2 Blok geçme .....	- 63 -

Şekil 4. 3 İç duvar bölme detayı	- 63 -
Şekil 4. 4 Ahşap yığma konut	
Şekil 4. 5 Ahşap yığma zahire ambarı	- 63 -
Şekil 4. 6 Her iki yönde tek tabanlı ahşap	
Şekil 4. 7 Bir yönde tek diğer yönde çift	- 64 -
Şekil 4. 8 Her iki yönde çift tabanlı	
Şekil 4. 9 Saplama kirişleri	- 65 -
Şekil 4. 10 Bölgelere göre kaplama dağılımı	- 66 -
Şekil 4. 11 Çeşitli ahşap kaplamalar	- 67 -
Şekil 4. 12 Bağdâdî çita kaplamalı duvar	- 68 -
Şekil 4. 13 Karadeniz bölgesi göz dolması tekniği	- 70 -
Şekil 4. 14 Karadeniz bölgesi muska dolgu tekniği	- 70 -
Şekil 4. 15 a) Balık sırt dolgu b) Düz tuğla dolgu	- 71 -
Şekil 4. 16 Bağdâdî duvar detayı	- 71 -
Şekil 4. 17 Ahşap yapıda kirişleme	- 72 -
Şekil 4. 18 Konsol kirişli çıkma	- 73 -
Şekil 4. 19 Bindirme kirişli çıkma	- 73 -
Şekil 4. 20 Çeşitli konsol çıkmalar	- 74 -
Şekil 4. 21 İstanbul çıkması	- 74 -
Şekil 4. 22 Çatı furuşu	- 75 -
Şekil 4. 23 Geleneksel çatı kuruluşu	- 76 -
Şekil 4. 24 Geleneksel çatı makası	- 76 -
Şekil 4. 25 Alaturka ve Marsilya tipi kiremit örtüleri	- 77 -
Şekil 4. 26 Türk Evi'nin Balkanlar ve Türkiye'deki Dağılımı	- 79 -
Şekil 4. 27 Marmara Bölge Haritası	- 81 -
Şekil 4. 28 Taş Devri Düğümleri	- 83 -
Şekil 4. 29 Ahşap birleşim çeşitleri	- 83 -
Şekil 4. 30 Ahşap elemanların ek ve birleşim detayları	- 84 -
Şekil 4. 31 Doğrudan birleşme lamba zıvana detayları	- 85 -
Şekil 4. 32 Açılı doğrudan birleşme detayları	- 86 -
Şekil 4. 33 L, T ve X birleşimler	- 86 -
Şekil 4. 34 Geleneksel ahşap yapılarıdaki kullanılan çeşitli boydardaki çiviler	- 87 -

Şekil 4. 35 Çeşitli çiviler	- 88 -
Şekil 4. 36 a. Tek tesirli çivili birleşim b. Çift tesirli çivili birleşim	- 89 -
Şekil 4. 37 a. Yuvarlak başlı düz yarıklı b. Altı köşe başlı ağaç vidası	- 89 -
Şekil 4. 38 Vidalı Ahşap Birleşim	
Şekil 4. 39 Başka malzeme ile vidalı birleşim	- 89 -
Şekil 4. 40 a) Tek etkili birleşim b) Çift etkili birleşim	- 90 -
Şekil 4. 41 Çelik lamalı bulonlu birleşim	- 90 -
Şekil 4. 42 Bulonlu birleşimlerde taşıma gücü zorlanması	- 90 -
Şekil 4. 43 Ahşap kamalı birleşimler	- 91 -
Şekil 4. 44 Çelik kamalı birleşimler	- 91 -
Şekil 4. 45 Kaynaklı Birleşimler	- 92 -
Şekil 4. 46 Çelik Kamalı Ekler	- 92 -
Şekil 4. 47 Oturtma kamalar	
Şekil 4. 48 Gömme kamalar	- 93 -
Şekil 4. 49 Tutkallı sistemle oluşturulmuş Hetzer kesitleri	- 94 -
Şekil 4. 50 Tutkallı ahşap kesit birleşimleri	- 94 -
Şekil 4. 51 Çekme çubuğu diğer ek ve birleşim biçimleri	- 95 -
Şekil 4. 52 Tek ve Çok Parçalı Basınç Çubukları	- 95 -
Şekil 4. 53 Çeşitli basınç çubuğu birleşim biçimleri	- 96 -
Şekil 4. 54 Ek yeri $S_k/2$ dışında ve moment yok	
Ek yeri $S_k/2$ içinde ve moment var	- 97 -
Şekil 4. 55 $90^\circ$ lik birleşim	- 97 -
Şekil 4. 56 Farklı açılı özel birleşimler	- 98 -
Şekil 4. 57 Kafes giriş düğüm noktası detayları	- 98 -
Şekil 4. 58 Eğilme çubuğu	- 99 -
Şekil 4. 59 Eğilme çubuğunda yük etkisi ile sehim	- 99 -
Şekil 4. 60 Eğilme çubuğu birleşim detayı	- 100 -
Şekil 4. 61 Ahşap giriş birleşim elemanları	- 100 -
Şekil 4. 62 Dikme giriş birleşimleri	- 100 -
Şekil 4. 63 Ahşap karkas ve temel duvarının geleneksel bağlantısı	- 101 -
Şekil 4. 64 Tekil ahşap dikme ve kârgir duvar bağlantısı	- 102 -



Şekil 4. 65 a) Ahşap dikmenin alt tabana doğrudan oturtulması	
b) Ahşap dikme ile kârgir temelin binili birleşimi	- 102 -
Şekil 4. 66 a) Kirişlerin duvar içine oturtulması	
b) Kirişlerin duvar dışına oturtulması	- 103 -
Şekil 4. 67 Ahşap kirişlerin demir kılıçlarla duvara bağlanması	
Görünüş Plân	- 104 -
Şekil 4. 68 Ahşap karkas ve ahşap çatı geleneksel bağlantısı	- 104 -
Şekil 4. 69 Ahşap çatı ve kârgir duvar bağlantısı	- 105 -
Şekil 4. 70 Çeşitli kiriş kolon ve temel birleşim detayları	- 108 -
Şekil 5. 1 Kiriş başlarının Hollanda veya Beta yöntemi ile güçlendirilmeleri	
a) b) c) .....	- 113 -
Şekil 5. 2 Çürümüş kiriş uçlarında mekanik yöntemle ek.....	- 114 -
Şekil 5. 3 Geleneksel yapılarımızda döşeme kirişi güçlendirme önerileri-	114 -
Şekil 5. 4 Kârgir temel kiriş birleşimlerinde sağlamlaştırma.....	- 114 -
Şekil 5. 5 Geleneksel çıkma kirişlerinin sağlamlaştırılma önerileri.....	- 115 -
Şekil 5. 6 Kirişlerin "Beta" yöntemi ile sağlamlaştırılması .....	- 115 -
Şekil 5. 7 Kirişin kendi cinsinden malzeme ile güçlendirilmesi .....	- 116 -
Şekil 5. 8 Çatlamış kirişlerin güçlendirilmesi .....	- 116 -
Şekil 5. 9 Çeşitli etkenlerle tahrip olmuş bir kiriş.....	- 117 -
Şekil 5. 10 Kirişin alt ta ve üstte çelik levha ile güçlendirilmesi.....	- 117 -
Şekil 5. 11 Kirişin ortasına konulan lama ile güçlendirilmesi.....	- 118 -
Şekil 5. 12 Süslemeli kirişlerin sehime karşı güçlendirilmesi .....	- 118 -
Şekil 5. 13 Sehimin L profil ve çelik çubukla giderilmesi.....	- 119 -
Şekil 5. 14 Sehimin çelik lama ve çekme çubuğu ile giderilmesi .....	- 119 -
Şekil 5. 15 Kirişlerin basınç dayanımlarının artırılması .....	- 119 -
Şekil 5. 16 Beta yöntemi ile sağlamlaştırılan çatı kirişi ve mertek uçları .-	120 -
Şekil 5. 17 Çatı kiriş be merteklerinin kontrplak ve metal malzeme ile güçlendirilmesi.....	- 120 -
Şekil 5. 18 Çatı saçak kirişleri ve merteklerinin güçlendirilmesi.....	- 121 -
Şekil 5. 19 Yapının 1/5000 durum planı içerisindeki konumu .....	- 124 -
Şekil 5. 20 Yapının 1/1000, 1/200 durum planı.....	- 124 -
Şekil 5. 21 Zemin kat rölöve plânı.....	- 125 -

Şekil 5. 22 Bodrum kat rölöve plânı .....	- 126 -
Şekil 5. 23 1. kat rölöve plânı .....	- 127 -
Şekil 5. 24 1. kat tavanı rölöve plânı .....	- 127 -
Şekil 5. 25 Çatı katı plânı.....	- 129 -
Şekil 5. 26 Yapıya ilave edilen bodrum kat planı .....	- 133 -
Şekil 5. 27 Rölöve projesi A-A Kesiti	
Şekil 5. 28 Rölöve projesi B-B Kesiti .....	- 134 -
Şekil 5. 29 Restorasyon projesi A-A Kesiti	
Şekil 5. 30 Restorasyon projesi B-B Kesiti .....	- 134 -
Şekil 5. 31 Arka cephenin restitüsyondan önceki durumu .....	- 135 -
Şekil 5. 32 Ön cephe restitüsyonu	
Şekil 5. 33 Sağ yan cephe restitüsyonu.....	- 136 -
Şekil 5. 34 Arka cephe restitüsyonu	
Şekil 5. 35 Sol yan cephe restitüsyonu.....	- 136 -
Şekil 5. 36 Yangın duvar ve yapının kendisinden gelen yükler.....	- 139 -
Şekil 5. 37 Eşdeğer deprem yükünün katlara dağıtımı .....	- 144 -
Şekil 5. 38 2 ve 3 akslarında çelik diagonal yerleşimleri.....	- 145 -
Şekil 5. 39 2 ve 3 akslarına çelik diagonal yerleşim kesiti .....	- 148 -
Şekil 5. 40 Pall tarafından geliştirilen sürtünmeli sönümleyici .....	- 149 -
Şekil 5. 41 Aiken tarafından geliştirilen sürtünmeli sönümleyici.....	- 149 -
Şekil 5. 42 Tyler tarafından geliştirilen sürtünmeli sönümleyici.....	- 150 -
Şekil 5. 43 Sismik izolatörlerle güçlendirilmiş kesit.....	- 151 -
Şekil 6. 1 Kârgir yapı ve ahşap karkasın birleştirilmesi için öneri .....	- 154 -

## TABLO LİSTESİ

Tablo 2. 1 Ahşabın Sınıflandırılma Tablosu.....	- 28 -
Tablo 2. 2 Ahşap şartnamesine göre nemlilik oranları.....	- 32 -
Tablo 2. 3 Ahşabın mekanik ve fiziksel özellikleri.....	- 33 -
Tablo 2. 4 Ahşap boyut tablosu .....	- 39 -
Tablo 3. 1 Deprem şiddet değerleri karşılaştırma tablosu .....	- 53 -
Tablo 3. 2 Depremlerin büyüklük değerlerine göre karşılaştırılması .....	- 54 -
Tablo 3. 3 Deprem şiddetinin magnitüd değerleri karşılığı.....	- 54 -
Tablo 3. 4 İstanbul' da tarihi deprem hasarları .....	- 56 -
Tablo 4. 1 Kiremit cinsi ve çatı eğimleri (Günay, R.).....	- 76 -
Tablo 5.1 1998 deprem şartnamesine göre eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği yapılar .....	- 137 -
Tablo 5. 2 1998 deprem şartnamesine göre etkin yer ivmesi katsayısı ..	- 140 -
Tablo 5. 3 1998 deprem şartnamesine göre bina önem katsayısı .....	- 140 -
Tablo 5. 4 1998 deprem şartnamesine göre spektrum karakteristik periyotları .....	- 141 -
Tablo 5. 5 Ahşap Yapılar İçin Burkulma Katsayıları ( $\omega$ ) Tablosu .....	- 147 -

## SEMBOL LİSTESİ

E	= Elastisite modülü
F	= Malzeme kesit alanı
F <sub>0</sub>	=Alman Normları'nda DIN. 4102, Blatt 4'te konulmuş olan alt sınır kesit alanı
G <sub>y</sub>	= Yaş ağırlık (gr)
G <sub>k</sub>	= Kuru ağırlık(gr)
H	= Brinell sertlik derecesi
R	= Ahşabın içerdiği nem oranı
b <sub>0</sub>	= Ahşap kesit genişliği
d	= Malzeme çapı
f	= Sehim
h <sub>0</sub>	= Ahşap kesit yüksekliği
l	= Malzeme boyu
Δ	= Birim Ağırlık
α	= Deformasyon
η <sub> b </sub>	= i' nci katta bulunan burulma düzensizliği katsayısı
ε <sub>l</sub>	= Malzeme boyundaki deformasyon oranı
ε <sub>d</sub>	= Malzeme kesitindeki deformasyon oranı
λ	= Isı İletkenlik Katsayısı (kcal/ mhC°)
λ	= Ahşabın narinlik derecesi
σ <sub>çekme</sub>	= Çekme gerilmesi
σ <sub>basınç</sub>	= Basınç gerilmesi
σ <sub>F</sub> , σ <sub>akma</sub>	= Akma gerilmesi
σ <sub>kopma</sub>	= Kopma gerilmesi
σ <sub>max</sub>	= Maksimum gerilme
τ	= Makaslama gerilmesi
u	= Poisson oranı
ω	= Ahşabın burkulma katsayısı
A(T)	= Spektral ivme katsayısı
A <sub>0</sub>	= Etkin yer ivme katsayısı

- $C_t$  = Eşdeğer deprem yükü yönteminde birinci doğal titreşim periyodunun yaklaşık olarak belirlenmesinde kullanılan katsayı
- $F_i$  = Eşdeğer deprem yükü yönteminde  $i$ ' inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
- $F_N$  = Binanın  $N$ ' inci katına etkiyen deprem yükü
- $H_N$  = Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği
- $I$  = Bina önem katsayısı
- $M$  = (Magnitüd), depremin büyüklüğü
- $M_b$  = Depremin cisim dalgası büyüklüğü
- $M_w$  = Depremin moment büyüklüğü
- $M_d$  = Depremin süre büyüklüğü
- $M_L$  = Depremin lokal büyüklüğü
- $P$  = Boyuna deprem dalgaları
- $S$  = Enine deprem dalgaları
- $S_k$  = Ahşap çubuğun burkulma uzunluğu
- $S(T)$  = Spektrum Katsayısı
- $T$  = Bina doğal titreşim periyodu
- $T_1$  = Binanın birinci doğal titreşim periyodu
- $T_A, T_B$  = Spektrum karakteristik periyotları (s)
- $V_t$  = Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
- $R_a(T)$  = Deprem yükü azaltma katsayısı
- $W$  = Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
- $g$  = Yer çekimi ivmesi ( $9.81 \text{ m}^2/\text{s}$ )
- $i_{\min}$  = Ahşap kesite ait en küçük atalet yarıçapı

## RESİM LİSTESİ

Resim 2. 1 Yangın sonucu yıkılmış çelik kirişleri taşıyan ahşap kiriş.....	- 42 -
Resim 4. 1 Hımiş Tekniği, Bursa Bitli Ev .....	- 69 -
Resim 4. 2 Safranbolu'da hımiş tekniğinde ev .....	- 70 -
Resim 5. 1 Depreme karşı güçlendirme tanımıında bir çocuğun yaptığı resim .....	- 110 -
Resim 5. 2 Mimar Sinan Köyü'nde ahşap karkas bir yapı .....	- 122 -
Resim 5. 3 Giriş bölümünde yapının tarihini gösteren kabartma .....	- 123 -
Resim 5. 4 1. kat Cumhuriyet caddesine bakan köşe oda tavanı .....	- 128 -
Resim 5. 5 1.kat sofa merdiven kapısı ve tavanı .....	- 128 -
Resim 5. 6 Thomaidi Evi Güney Doğu'dan bakış .....	- 130 -
Resim 5. 7 Kârgir duvara oturan ahşap taban ve köşe dikmesi	- 131 -
Resim 5. 8 Ahşap döşeme kirişleri ile yangın duvarı bağlantısı.....	- 131 -
Resim 5. 9 Thomaidi Evi Restitüsyon Öncesi Arka Cephesi .....	- 132 -

*“ Geleceği kurarken geçmiş, bugün için de halâ vazgeçilmez nitelikleri açısından değerlendirmenin en azından insânî, giderek de toplumsal yaşamın dengesi bakımından büyük yararları vardır. ” Bülent Özer*

## **ÖNSÖZ**

Ahşap ve geleneksel ahşap yapılarımız, ülkemizde depreme karşı güçlendirme yöntemleri açısından sıradan yaklaşımlar dışında gereken önem verilmeyen konular olagelmışlerdir. Mühendislik şartnameleri, afet yönetmelikleri, koruma kanunları ve yerel yönetimler tarafından, genel olarak, bu benzersiz malzemenin doğal bir kaynak oluşunun yanı sıra, teknik ve estetik yeterliliğinin çok farkında olunmamış, tükendiği yere kadar yaşaması düşüncesi benimsenmiş, yaşama süresinin uzatılabileceğine dair herhangi bir bilimsel yaklaşımdan da destek alınmamıştır.

Ülkemizde bulunan ahşap yapılar, geleneksel anlamda çok uzun bir kültürel süreç sonucunda, dünyadaki pek çok ülkede rastlanılmayan bir çeşitliliğe erişmişlerdir. Bunu, ahşabın bölgesel olarak az ya da çok bulunması, ahşap cinsi farklılıkları, diğer yapı malzemelerinin bulunma oranlarının yanı sıra iklim ve coğrafya gibi faktörler ve yaşama kültürü çeşitlilikleri de etkilemiştir.

Dünyadaki teknolojik gelişimdeki hız, yaşam biçimlerinin de buna paralel olarak değişmesi gerektiği düşüncesini doğurmuş, etik ve insânî değerlerin korunması gerekliliği önemini yitirmiştir.

Deprem afetinin geleneksel ve modern yapılarımız üzerindeki tahribatına bakılacak ve bu yapıların deprem sonrası insan yaşamının korunmasına ait artı değerleri gözden geçirilecek olursa, ahşap yapının üstünlükleri göz ardı edilemez. Bu çalışma, kültürel değerlerimizi çağlar ötesine taşıma görevini üstlenmiş ahşap mimari anıtlara duyulması gereken saygıyı pekiştirmek için yapılmıştır. Beni bu konuya yönlendiren değerli tez danışmanım sayın Prof. Dr. Oğuz Ceylan'a, statik analizlerde yardımlarını esirgemeyen değerli hocamız sayın Prof. Dr. Sadettin Ökten'e, Mühendis Ali Talât Bey'in Ahşap İnşaat kitabını Osmanlıca aslından günümüz Türkçesine çeviren sevgili annem Lâtife Dışkaya' ya tezin fotoğraf çekimleri ve yazılması aşamasında her an yanımda bulunan sevgili ablam Neslihan Dışkaya' ya ve beni her türlü yardımlarıyla destekleyen tüm dostlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

## ÖZET

Başta deprem olmak üzere tabii afetler, insanoğlunun yaşamına yönelik tehlikeler yaratıyor olmaları nedeni ile en büyük korkularının başında gelmiştir. Anadolu'da yerleşik düzene geçen tarım toplumu insanların ilk ürettiği konut yığma taş ve kerpiçten olmuş, döşemelerde ve çatı örtülerinde ahşap kullanılmıştır. Depremlerde bu yığma strüktürlerin yıkılması ile oluşan felaketler sonucunda, konutların yapısal sistemleri yerlerini çok daha hafif ve sünek bir malzeme olan ahşaba bırakmıştır. Asırlar boyu süren çeşitli strüktürel deneme yanılma uygulamaları sonucunda, ahşap hem tekil hem de diğer yapı elemanları ile birlikte kullanımıyla, teknolojik ve estetik değerler açısından konut üretiminde çok önemli bir noktaya ulaşmıştır. Sanayi devrimi ve dünya savaşlarının oluşu onu tahtından indirmiş fakat yerine kendisi kadar değerli bir malzeme ve ürün koyamamıştır.

Geleneksel yaşantımızın estetik ve kültür tarihimizin en önemli şahitlerinden olan ahşap yapılarımızın tüm eskime ve bozulma etkilerine rağmen ayakta kalarak direnmelerini sürdürmeleri, deprem felaketi karşısında dahi, tam olarak yıkılmayıp eski vakur duruşlarını kısmen de olsa korumaları, onlara bilimsel bir saygıyla yaklaşımı gerektirmektedir. Tezin kurgusu bu olgu üzerinde geliştirilmiştir. Bu yaklaşıma bağlı olarak:

Giriş bölümünde çalışmanın önemi ve yapılış amacı vurgulanmış, ikinci bölümde ahşabın hammaddesi olan ağaç ve ahşabın fiziksel, kimyasal, biyolojik, teknik ve mekanik özellikleri ile geleneksel yapılardaki kullanım biçimleri anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, deprem ve geleneksel yapılar üzerindeki etkileri anlatılmış; dördüncü bölümde ülkemizdeki geleneksel ahşap yapılar sınıflandırılmış, ahşap yapılara ait geleneksel ve çağdaş strüktürel bağlantılar incelenmiştir. Beşinci bölümde örnek yapımıza ait deprem dayanımı, 1998 deprem şartnamesine göre analiz edilmiş ve buna bağlı olarak bu yapıların günümüz koşullarında varlıklarını sürdürebilmeleri için yapılması gereken strüktürel güçlendirme önerileri sunulmuştur. Sonuç bölümünde ise henüz bir başlangıç aşamasında olan çalışmalarımızın gelecekte yapılacak ilgili araştırmalara yönlendirici olması bakımından güçlendirme yöntemleri ve kavramları üzerinde durulmuştur.



## **ENGLISH SUMMARY**

Natural disasters are the most fearful events of human beings, due to the fact that they endanger their lives, among which the earthquakes are the most disastrous ones. The first houses built by agricultural society were of masonry comprising stones and mud brick in which wooden is used for slabs and roofing. Due to the disastrous effects of the collapses of these structures, this system of construction was substituted gradually by wooden structures which are much more ductile and lighter. As a consequence of the various structural trial and fail methods, the wood became an unique material solely and as a composite use because of the technological and aesthetic concerns. Although the industrial revolution and world wars has dethroned it, no other material of equivalent quality could be throned.

The wood evidence of our traditional life, aesthetic and cultural history, still resisting aging and deterioration effects without being collapsed totally due to earthquakes not hiding their dignity from the eyes can see lead us to realize our approach in a respectful manner the deserve.

In connection with this approach: In the second chapter, the wood which is the raw material of timber, physical characteristics of wood, chemical, biological, technical and mechanical properties are explained. The earthquakes and it's effects on traditional buildings are explained in the third chapter, the traditional wooden structures of our country are classified, the structural connections of a timber sheathed wooden frame structure in the north Marmara region which is the subject of our research is analysed in the fourth chapter, In the fifth chapter the earthquake performance of the structure is analysed according to the 1998-Turkish Earthquake Code and in this connection, strengthening methods are proposed so that these structures could survive. In the chapter of conclusion, in order to make these studies yet preliminary, a base for the relevant future investigations, the strengthening methodologies and concepts are stated.

## 1.GİRİŞ

### 1.1. Araştırmanın Amacı

Sivil mimari anıtlarımız kültür mirasımızın canlı tanıklarındır. Zamanın, çevre ve doğa koşullarının sürekli yıpratıcı etkisi altında bulunan bu eserler, taşıdıkları değerleri bir belge olarak<sup>1</sup> gelecek nesillere aktarmak için korunmak ve yaşatılmak zorundadır.

Türkiye'deki geleneksel ahşap yapılar, zamanın, insanların, çevre ve atmosfer koşullarının negatif etkilerine rağmen hala ayakta kalmak için direnen kültür mirasına ait sivil anıtlardır. Çeşitli bölgelerde farklı yapısal özelliklerde üretilmiş olan bu yapılar, deprem karşısında yukarıda sözü edilen bütün negatif etki ve koşullara rağmen üstün performans göstermektedirler. Bunun en yakın örneği de 1999 Adapazarı ve Düzce depremlerinde yaşanmıştır. Her ne kadar usulüne ve zemin koşullarına uygun olarak inşa edilmemiş olsalar dahi betonarme yapıların içerisinde sağ çıkma oranı oldukça düşükken; bölgedeki geleneksel ahşap yapıların eski olmalarına rağmen deprem performansları oldukça yüksek olmuş ve bu yapılarda yaşayan insanlar, yapılar zarar görmüş olsalar da içlerinden oldukça yüksek oranlarda sağ çıkabilmişlerdir.

Günümüzde ahşap, çağdaş koruma malzemelerinin yardımlarıyla, hem fiziksel, hem de yangın dayanımı yüksek ve oldukça uzun ömürlü bir yapı malzemesi haline gelmiştir. Buna rağmen deprem şartnamelerinde çelik ve betonarme için çok geniş açılı hesap yaklaşımları ve yöntemleri yer alırken, ahşap inşaat, yok denecek kadar az bahsedilen bir yapı türü olmuş ve şartnamelere bu yapılar için hesaplama yöntemleri konulmamıştır.

Bu yüksek lisans çalışmasının amacı, geleneksel ahşap yapıları oluşturan ahşaba hammadde olan ağaç, ağacın işlenmesi ve korunması, yapı elemanı olarak kullanılış türleri ve biçimleri, geleneksel ahşap yapıların yapım yöntemlerine göre sınıflandırılması gibi konular doğrultusunda, bu yapıların

<sup>1</sup> AHUNBAY, Z., 2004, **Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon**, (Prof. Cevat Erder'in çeviri metninden), Venedik Tüzüğü, 1964, Madde 3., İstanbul, s.150.

korunmasında bir yaklaşım olarak; gerçekten deprem hesabına gereksinim duyup duymadıklarının araştırılmasında bir yöntem önerisi geliştirmek olmuştur.

## **1.2. Araştırmanın konusu**

Geleneksel ahşap yapılar, Türk Evi'nin yayılma bölgeleri içerisinde çeşitli farklılıklar içeren yöntemlerle inşa edilmişlerdir. Ahşabın bölgede bulunma oranı, ormanların zenginlik durumu, iklim ve coğrafya koşulları bu yapıım yöntemlerinin farklılaşmasında etken olmuştur. Sivil mimari anıtlar içerisinde önemli bir miktarı oluşturan geleneksel ahşap yapılar, bir dönemin tüm yaşam detaylarını yansıtan özellikleriyle hala ayakta durmaktadırlar.

Tarihte ahşap yapı inşası, ahşabın, yangına dayanıksız bir malzeme olması ve çıkan çok büyük semt yangınları nedeniyle defalarca yasaklanmış olsa da, kârgir yapıların deprem performansları çok düşük olduğu için nizamnameler tarafından her seferinde tekrar gündeme getirilmiştir<sup>2</sup>.

Geleneksel ahşap yapıların deprem dayanımlarının şartnamelerce incelenmesi gerekliliğine dair yapılan araştırma için Kuzey Anadolu Fay Hattının geçmesi, yüzyıllar boyunca depremler tarafından yıkılmış ve çok büyük can kaybına uğramış olan Marmara bölgesi, özellikle bölgenin kuzeyinde gelişen, İstanbul, Büyük Çekmece, Çatalca, Celaliye, Silivri, Tekirdağ, Edirne yerleşimlerinde kimlik bulan, dolgunuz ahşap kaplamalı yapı türü ile önem kazanmaktadır. Geleneksel yapıım yöntemlerinin yüzyıllar süren deneme yanılma metotları sonucunda geliştirilmeleri gerçeğine bağlı olarak üretilmiş olan bu yapıların mevcut deprem şartnamelerine göre incelenmesi tezin konusunu oluşturmaktadır.

---

<sup>2</sup> CEZAR, M., 1963, "Osmanlı Devrinde İstanbul Yapılarında Tahribat yapan Yangınlar Ve Tabii Afetler", Türk Sanatı Tarihi Araştırma Ve İncelemeleri, c.I, İstanbul, s. 327, 380.

### 1.3. Araştırmanın yöntemi

Kuzey Marmara Bölgesinde gelişmiş olan dolgusuz ahşap kaplamalı yapı türünün deprem performansının 1998 deprem şartnamesine göre incelenmesi amacıyla, Büyük Çekmece Mimar Sinan Kasabasında yapım tarihi ekim 1904'e dayanan dolgusuz ahşap kaplamalı karkas bir ev seçilmiştir.

Yapı bu türün diğer örnekleri gibi kârgir bir bodrum kata oturmaktadır. Kârgir bodrum kat üzerinde iki normal kat ve çatıda bir cihannüma vardır. Yapının rölöve, restitüsyon ve restorasyon çalışmaları sonucunda verilen işlevden doğan ihtiyaç doğrultusunda ikinci bir betonarme bodrum kat yapılmasına karar verilmiştir.

Yapının eski halinde başka bir ahşap ev ile komşu olduğu için aralarında tuğladan bir yangın duvarı bulunmaktaydı. Diğer ev yıkıldıktan sonra, döşeme kirişlerinin oturduğu yangın duvarı yapıyla birlikte kalmıştır. Yangın duvarı yükü ahşap yapının kendisi ve faydalı yükü toplamından daha fazla olduğu için depremden ve devrilme güvenliğinden dolayı oluşacak yatay kuvvetlerin statik açıdan oldukça büyük bir tehlike yaratacağı gerçeği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle 1998 deprem şartnamesindeki genel deprem hesap kabul ve yaklaşımlarının bir yorumu ile deprem hesabının yapılması gereksinimi doğmuş ve bir yöntem olarak bu doğrultuda yapının deprem hesabının yapılması yoluna gidilmiştir.

## 2. AHŞAP VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

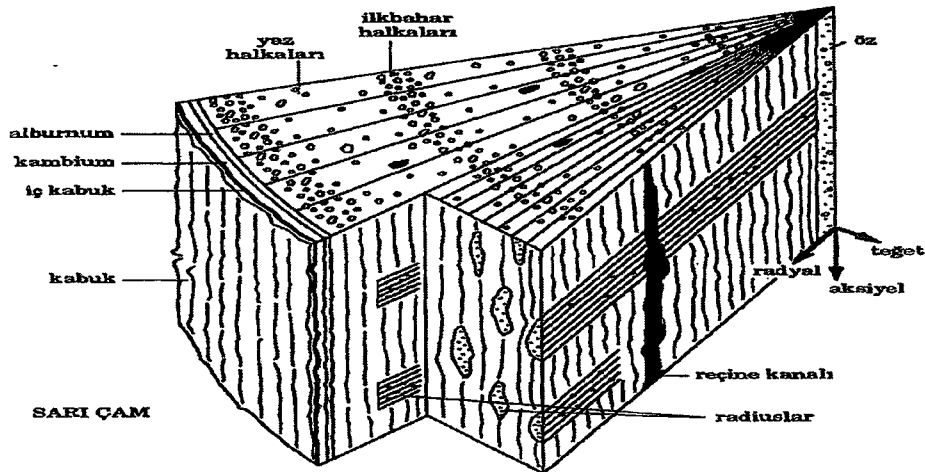
Ham maddesi ağaç olan, yapısal açıdan, karbon ( C ), oksijen ( O<sub>2</sub> ) ve hidrojen ( H<sub>2</sub> )' den oluşan ahşap, lifli, homojen, anizotrop ve organik bir malzemedir<sup>3</sup>.

Ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlaması, tarihsel açıdan, beton ve çeliğe oranla çok daha eskidir. İnsanların mağaralardan çıkıp kendilerine yaşama mekânı oluşturmaya başladıkları zamanlardan itibaren bir yapı malzemesi olarak kullanılan ahşap, yapısal gereksinimleri karşılama kapasitesi bakımından ana yapı malzemeleri arasında başta gelir. Ahşabın, mevcudiyeti açısından az, taş, tuğla, kerpiç gibi malzemelerin çok rastlanıldığı bölgelerde, kârgir malzemeye ek olarak bir esneme kabiliyeti kazandırması yani kompozit kullanım açısından etkin ve katkısı bakımından yeri doldurulamayan bir yapı malzemesi olduğu gözlemlenmiştir.

Hafif ve esnek bir yapı malzemesi olan ahşap estetik ve psikolojik açıdan da bir yandan sıcak bir malzeme olduğu için öte yandan kullanım kolaylığı açısından daha çok tercih edilen bir yapı malzemesi olmuştur.

### 2.1. Ağacın Yapısı

#### 2.1.1. Ağacın Fiziksel Yapısı



Şekil 2. 1 Ahşabın Anatomik Yapısı<sup>4</sup> (ERİÇ, M.)

<sup>3</sup> Eriç, M., 1994, *Yapı Fiziği ve Malzemesi*, İstanbul, s. 301

<sup>4</sup> ERİÇ, M. a.g.e. , s.313

Ağacın en kesitinde izlenen bölümler dıştan içe doğru, dış kabuk, iç kabuk, saydam kısım (kambiyum), alburnum, yaz halkaları, ilkbahar halkaları ve merkezde öz kısmıdır. Bkz. Şekil 2.1

Ağaç, bir öz etrafında toplanan iç içe geçmiş halkalardan meydana gelir.. Pek çok liften oluşan bu halkalar bahar ve yaz aylarında meydana gelirler. Halkaları oluşturan liflerin içleri özsu ve öz besi suyu iletimine yarayan kanallardan oluşur. Bu kanalların bünyesi ise selüloz. (  $C_6H_{10}O_5$  )' dandır. Bazı ağaçların yapısında bulunan reçine ve yağlar, ağacı mantar ve dış etkilere karşı korur.

### 2.1.2. Ağacın Kimyasal Yapısı

Ağacın kimyasal yapısını oluşturan ana maddeler selüloz( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>, lignin ( $C_{10}H_{13}O_3$ )<sub>x</sub>, hemiselüloz ve yabancı maddelerdir.

Ağaca esneklik veren beyaz renkte olan selüloz, ağaç yapısının % 40-50'sini oluşturur. Yüksek derecede su emicidir. Ağacın % 20-30'unu oluşturan lignin eğilme yeteneği olmayan gevrek bir malzemedir. Ağacın bünyesine sonradan yerleşir. Ağacın dokusunu sertleştirir, dik durmasını sağlar ve basınç direnimini artırır<sup>5</sup>. Su emiciliği azdır. Kimyasal bileşimi açısından polisakkaritlerden olan hemiselüloz hidrolize olduğunda şekere dönüşür. Hücre duvarını güçlendirir, depo madde görevi yapar ve geçit zarlarını ayarlar. Ağacın yapısında bulunma oranı %20-35'tir<sup>6</sup>. Ağacın yapısal elemanı olmayan ve ağacın türüne göre değişen çeşitli maddelerin oranları ise %0-5'tir.

Bunların dışında ağacın yapısının %50'sini karbon, %43 oksijen, % 6 hidrojen, % 1 azot ve %05 kül (demir, silisyum, magnezyum, kalsiyum, sodyum, potasyum ) içerir.

Ayrıca ağacın cinsine göre yapısında, reçine, taren, albumin, nişasta, şeker, tekstrin, silikat asidi ve bazı boyalı maddeler bulunur.

<sup>5</sup> TÜRKER, S.; SEZEN, F., 1990, "Ahşap", Yapı Malzemeleri, İstanbul, s. 255

<sup>6</sup> GÜNAY, R., 2002, Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları, İstanbul, s.9

### 2.1.3. Ağacın Biyolojik Yapısı

Ağaç gözenekli yapısı nedeniyle oldukça hafif olan bir organik canlıdır. Ağacın dokusunu oluşturan hücreler, besi özsuğunu depolama ve odunu geliştirme ve pekleştirme işlevlerini üstlenirler. Bunlar:

**Trahee:** Geniş yapraklı ağaçlarda bulunan ve besi özsuğunu ileten boruları oluşturan hücrelerdir.

**Trakeid:** Geniş ve iğne yapraklı ağaçlarda bulunan boru gibi olmayan uçları kapalı, iletim sağlayan hücrelerdir.

**Paranşim:** Geniş ve iğne yapraklı ağaçlarda bulunan ve öz ışınlarını oluşturan hücrelerdir.

**Skleranşim:** Odun liflerini oluşturan zarları kabuklaşmış birbirine kenetli, hücrelerdir<sup>7</sup>.

### 2.1.4. Ağacın Büyümesi

Yapı malzemesi üretiminde kullanılacak olan ağaçların büyümesinde oluşacak kusurlar onun fiziksel ve mekanik özellikleri doğrudan etkiler. Bu bakımdan ağacın yetiştiği yer ve büyüme koşulları çok önemlidir. Bunlar:

- Arazi yapısı
- Kuraklık
- Güneş azlığı
- Güçlü hâkim rüzgâr
- Aşırı soğuklar ve don<sup>8</sup>

olarak sıralanabilir. Bu şartlarla yetişen ağaçlarda ortaya çıkabilecek kusurlar ise:

- **Dönerek Büyüme:** Rüzgârın tek yönlü esmesi, güneşin tek yönden alınması ağacın burularak büyümesini sağlar, bu da çekme ve basınç gerilmelerini azaltır. Ahşabın çatlama ve eğilmesine sebep olur.
- **Ağacın Çatallanması:** Ağacın gövdesinin büyürken ikiye ayrılması ile ortaya çıkar. Uzun kiriş elde edilemez.

<sup>7</sup> TÜRKER, S.; SEZEN, F., a.g.e., s.256

<sup>8</sup> GÜNAY, R., a.g.e., s.6

- Çok Sayıda Dal: Ağacın doğrusal büyümesi için gövdesinden çıkan dallar kesilir. Bu dalların çıkış yerleri ise budakları oluşturur. Ahşabın fiziksel açıdan güçlü olabilmesi için budak boyutlarının büyük olmaması gerekir. Belli oranların üzerinde olan budak boyutları ahşabın mukavemetini düşürür.
- Gövde Çatlağı<sup>9</sup>: Şiddetli rüzgârlar ve kuvvetli donların sonucu ağacın yıl halkaları arasında oluşan çatlaklar çürümeyi kolaylaştırır ve ağacın direncini azaltırlar.
- Öz Çatlağı<sup>10</sup>: Çok yaşlı ağaçlarda rastlanır. Yazın yapılan kesimlerde fazla görülür.
- Don Çatlağı: Çok şiddetli soğuklarda ağacın yarı çapı doğrultusunda oluşan derin çatlaklardır.
- Kaçık Öz<sup>11</sup>: Tek yönlü rüzgâra maruz kalma, arazi eğimi, dengesiz güneşlenme hallerinde veya ağacın cinsi (iğne yapraklılarda sık rastlanır)ne bağlı olarak görülür. Yıl halkalarının belli bir çap doğrultusuna göre sıklaşması söz konusudur. Açıklık geçen kirişlerde kullanılmaması gerekir.
- Eğri Gövde<sup>12</sup>: Ağaçların hâkim rüzgâra ve arazi eğimine bağlı olarak bir yöne doğru eğilmeleriyle oluşur. Doğal olarak eğri olması gereken payanda gibi taşıyıcıların yapımında kullanılırlar.
- Yumrulanma<sup>13</sup>: Büyüme sırasında ağacın yıl halkalarının gövde dışına doğru çıkması ve burada bir yumru meydana getirmesi halidir. Bu bölgeler mobilyacılıkta değer kazanır.

## 2.2. Ahşabın Üretimi

### 2.2.1. Kerestelik Ağaç Türleri

Doğal ahşap malzemelerin üretildiği hammadde olan ağaçlar türlerine göre ikiye ayrılırlar<sup>14</sup>:

<sup>9</sup> TÜRKER, S.; SEZEN, F., a.g.e., s.258

<sup>10</sup> GÜNAY, R., a.g.e., s.9

<sup>11</sup> GÜNAY, R., a.g.e., s.8

<sup>12</sup> GÜNAY, R., a.g.e., s.8

<sup>13</sup> TÜRKER, S.; SEZEN, F., a.g.e., s.258

<sup>14</sup> ERİÇ, M., a.g.e., s.301



- a) İğne yapraklı ağaçlar: Yapraklarını dökmezler. Açık tohumludurlar.  
b) Geniş yapraklı ağaçlar: Yapraklarını dökerler. Kapalı tohumludurlar.  
Ahşap yapılarda genellikle çam ve ladin gibi iğne yapraklı, kayın, meşe, kavak, gürgen, dişbudak, ıhlamur, kestane ağaçları kullanılır.

### 2.2.1.1. Niteliklerine Göre Ağaç Türleri

Ağaçlar yapı üretiminde çeşitli ihtiyaçların karşılanabilmesi için gerekli özellikleri taşımaları bakımından sertlik, kimyasal bileşim, mukavemet ve ömür değerlerine göre niteliksel açıdan sınıflandırılırlar<sup>15</sup>:

- a) Sert Ağaçlar: Sık lifli ve sağlam ağaçlardır. Kışın kuru havada veya su içerisinde bırakılırlarsa ömürleri sonsuz olur. Kayın, beyaz kayın, kırmızı kayın, dişbudak, karaağaç, kestane, meşe, ceviz bu gruba örneklenebilir.  
b) Yumuşak Ağaçlar: Mukavemeti düşük, işlenmesi kolay ağaçlardır. Daha çok süs unsurlarında kullanılırlar. Kavak, çınar, ıhlamur, söğüt ağaçları bu gruba örneklenebilir.  
c) Çıralı Ağaçlar: Yapıların her yerinde kullanılırlar: kalıp, döşeme, iskele, doğrama, çatı gibi. Bünyelerinde bulunan reçine ( sakız ) nedeniyle bu ismi alırlar.  
c.1) Çıralı çamlar: Lâdin, Sedir bu gruba dâhil edilebilir.  
c.2) Çırasız çamlar: Köknar, akçam, karaçam, kızılçam bu grubun örneklerindedir.  
d) Narin ve İnce Ağaçlar: Nadir bulunan ağaçlardır. Abanoz, maun, şimşir, tik bu gruba örneklenebilir.

Tezin inceleme alanı olan Kuzey Marmara bölgesi geleneksel ahşap yapılarında kullanılan ağaçlar, taşıyıcı strüktürde bina sahibinin varlıklı veya yoksul oluşuna göre meşe veya çam ağacı olmuş, dış cephe kaplamaları yine çam ağacı, iç süslemelerinde de yine varlık durumuna göre, abanoz, ceviz, dişbudak, ıhlamur gibi ağaçlar kullanılmıştır.

<sup>15</sup> TÜRKER, S.; SEZEN, F., a. g.e., s.281

### 2.2.2. Kerestelik Ağacın Kesimi

İğne yapraklı ağaçlarda özsu kış aylarında hareketsiz bir hal aldığı için ağaç kesimi Kasım ve Aralık aylarında yapılır. Bir kısım ağaçlarda ise bünyelerinde bulunan nişasta yaz aylarında yağ haline dönüştüğü için en uygun kesimi yine bu dönüşümün olduğu aylarda olmalıdır. Ağacın öz suyu %50 mertebesindedir ve bu oran Kasım ve Aralık aylarında %40 olur. Yazın ve kışın bilinçsizce kesilen ağaçların yapısal anlamda önem taşıyan yerlerde kullanılabilir olmaları açısından öz sularının alınması ve kurutulmaları gerekir. Ağaçlar yapıda kullanılmadan önce kesilme biçimlerine göre farklı isimler alırlar<sup>16</sup>:

Tomruk: Kabuğu soyulmuş veya soyulmamış kesilmiş ağaç gövdesine verilen isimdir.

Kereste: Tomrukların biçilmesiyle elde edilen çeşitli kesitlerdeki ahşaplardır.

Yarma Kereste: Tomruğun balta ile istenilen boyutlarda yarılmasıyla elde edilir. İnce tahta yarmalara Hartama denir.

Biçme Kereste: Ağaçların el ve makine ile işleyen hızır ve bıçıklarla istenilen boyutlarda biçilmesiyle üretilen ahşap elemanlardır.

### 2.2.3. Kerestelik Ağacın Biçilmesi ve Hazırlanması

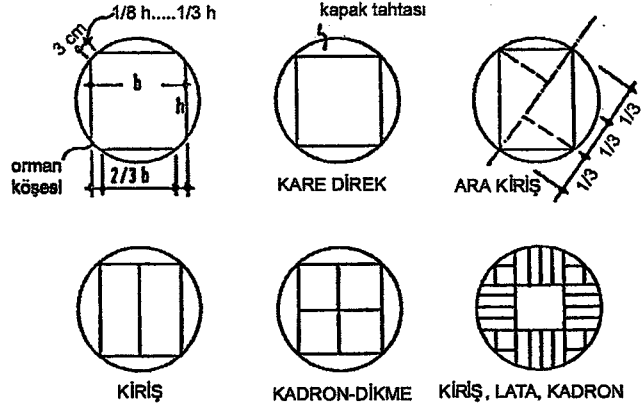
Yapı kerestesi üretiminde kullanılan ağaçlar ormanda kesilerek kabukları soyulur ve havada kurumaya bırakılırlar daha sonra kereste fabrikalarında biçilerek kullanıma hazırlanırlar. Ağaç kesitinin yuvarlak olması yapı kerestesi olarak kullanılan ahşapların ise dikdörtgen kesitli oluşları nedeniyle biçme sırasında %20-30'a varan bir fire miktarı oluşur<sup>17</sup>.

Tomruğun kereste haline getirilmesi sırasında biçme işlemindeki kayıpları en aza indirmek için çeşitli yöntemler kullanılır. Kereste üretiminde ilk biçme sırasında oluşan ve tomruğun kare kesit dışında kalan yuvarlak yüzeyli parçalar kapak tahtasıdır. Bu parçalar, inşaatta önemli olmayan yerlerde ve sanayide ahşabın yan ürünlerinin üretiminde kullanılırlar.

<sup>16</sup> TÜRKER, S.; SEZEN, F., a.g.e., s.259-260

<sup>17</sup> TÜRKER, S.; SEZEN, F., a.g.e., s.263

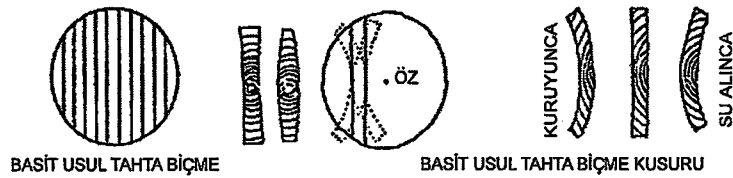
Şekil 2.2<sup>18</sup> 'de direk (dikme), kiriş, kadron, lata gibi çeşitli inşaat kerestelerinin kesim biçimleri görülmektedir.



Şekil 2. 2 Çeşitli inşaatlık kereste kesimleri (TÜRKER, S.; SEZEN, F)

Inşaat tahtası üretiminde kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır:

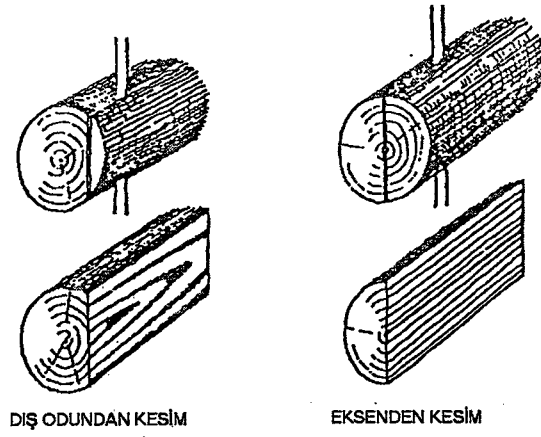
a) Basit sistemde tahta biçme: Ağacın eksenine paralel biçilmesidir. Yumuşak yapıdaki dış odunu da kapsar. Kuruma esnasında dış odun çeker, su alınca da genişler bu nedenle bu kısımlarda çalışma fazla olur, randımanlı bir biçme işlemi değildir. Bkz. Şekil 2.3.



Şekil 2. 3 Basit sistemde inşaat tahtası kesimi (TÜRKER, S.; SEZEN, F)

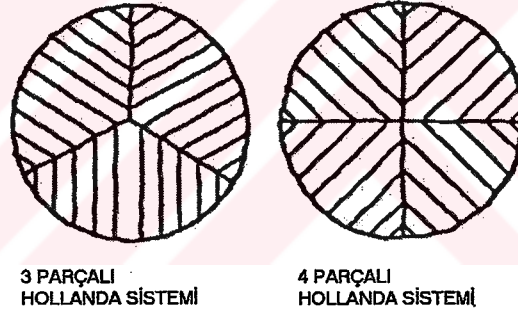
Şekil 2.4' te görüldüğü üzere dış odun ve eksenden geçen biçme şeklinde iki uygulaması bulunmaktadır.

<sup>18</sup> TÜRKER, S.; SEZEN, F., a.g.e., s.264



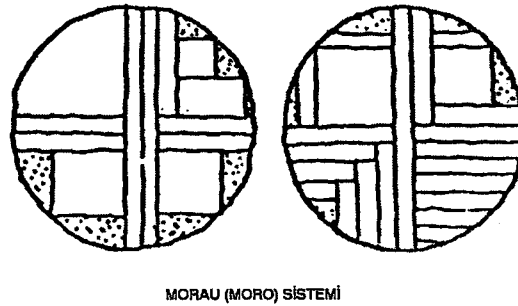
**Şekil 2. 4** Dış odun ve eksenden kesim (TÜRKER, S.; SEZEN, F)

b) Hollanda sisteminde tahta biçilmesi: Ahşabın çalışmasına engel olmak üzere uygulanan en az kayıplı sistemdir. Bkz. Şekil 2.5.



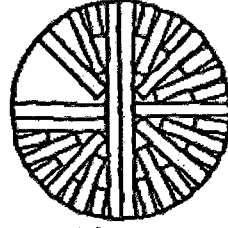
**Şekil 2. 5** 3 ve 4 parçalı Hollanda kesim sistemi (TÜRKER, S.; SEZEN, F)

c) Morau Sistemi: Çeşitli boyutta kerestelerin yan ürünleri şeklindeki tahta üretiminde kullanılan bir sistemdir. Bkz. Şekil 2.6.



**Şekil 2. 6** Morau (Moro) sisteminde kesim (TÜRKER, S.; SEZEN, F)

d) Işınsal biçme sistemi: Kaybı çok fazla olan fakat nadide eserlerin oluşturulduğu işler için kullanılan bir kesim sistemidir. Bkz. Şekil 2.7.



EN İYİ TAHTA

Şekil 2. 7 Işınsal biçme sisteminde kesim (TÜRKER, S.; SEZEN, F)

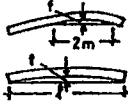
#### 2.2.4. Ahşabın Kalitesine Göre Sınıflandırılması

Ahşap, mukavemet değerine bağlı olarak üç sınıfa ayrılır. Kalitesi yüksek ağaçlar ve yüksek kalite kriterleri de Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2. 1 Ahşabın Sınıflandırılma Tablosu<sup>19</sup> (DUMAN, N.; ÖKTEN, S.)

OZELLİKLER	SINIF I	SINIF II	SINIF III
BÜNYE KUSURLARI	KIRMIZI VE BEYAZ ÇÜRÜKLER, KAHVERENGİ ŞERİTLER, AYRIK HALKALAR, HALKA, YILDIRIM VE DON ÇATLAKLARI, KURT VE HAŞERE YENİĞİ OYUKLAR VEYA DELİKLER BULUNMAYACAKTIR. ANCAK KURUDA KULLANILACAKSA MAVİLİK VEYA KIRMIZI SERT ŞERİTLER BULUNABİLİR.	KAHVERENGİ SERİTLER, HALKAVARI KABUKLANIMLAR BULUNMAYACAKTIR. AŞIRI UZUNLUKTA OLMA MAK ŞARTI İLE YILDIRIM VE DON ÇATLAKLARI BULUNABİLİR. KURUDA KULLANILACAK KURU AHŞAPTA (NEM ORANI %20 DEN AZ) BU SINIFLAR İÇİN MÜSADE. EDİLEN EN BÜYÜK BUDAK ÇAPINDAN BÜYÜK OLMAMAK SARTI İLE KIRMIZI VEYA BEYAZ ÇÜRÜKLER VE SATIHTA KURT VE HAŞERE YENİKLERİ BULUNABİLİR. TEKİL HAŞERE OYUKLARINA MÜSADE VARDIR.	
İYİ DESTERELENMEMESİ YÜZÜNDEN YARI KURUAHŞAP ENKESİTİNDE BOYUT	0	AHŞABIN ANCAK %10 UNDA VE ENÇOK %3 ORANINDA	AHŞABIN ANCAK %10 UNDA VE EN ÇOK %5 ORANINDA
% 20 NEMLI AHŞAPTA BİRİM HACİMAĞIRLIĞININ MINIMUM DEĞERİ Kg/dm <sup>3</sup>	DENEYLIK PARÇALARDA AĞAÇ CİNSİ BUDAKLI BUDAKSIZ KÖKNAR VE LÄDİN 0,40 0,38 ÇAM VE KARA ÇAM 0,45 0,42	SINIRLANDIRILMAMIS	SINIRLANDIRILMAMIŞ
YILLIK HALKA KALINLIKLARI	ENKESİT_ALANININ ENÇOK YARISINDA 4mm DEN FAZLA OLABİLİR.	SINIRLANDIRILMAMIS	SINIRLANDIRILMAMIŞ
BUDAKLAR a) BÜYÜK BUDAĞIN GÖRÜNEN EN KÜÇÜK ÇAP/ENKESİT YÜKSEKLİĞİ = d/h b) EĞİLME VE BASINCA CALIŞAN DİKDÖRTGEN CUBUKLARDA h/b≥2 OLDUĞU TAKTİRDE KÖŞE BUDAKLARI İÇİN LİMİT DEĞERLER.	d/h ≤ 1/5 VE d ≤ 5 cm  d/h ≤ 1/3 VE d ≤ 7 cm  Σ d ≤ 2/5 h	d/h ≤ 1/3 VE d ≤ 7 cm  d/h ≤ 1/2  Σ d ≤ 2/3 h	d/h ≤ 1/2  SINIRLANDIRILMAMIŞ  Σ d ≤ 3/4 h
LİFLER: a) RÖTRE ÇATLAĞI OLAN HALLERDE BU ÇATLAKLARLA BOYUNA KENARLARI ARASINDA ÖLÇÜLEN EN BÜYÜK AÇININ EĞİMİ. b) RÖTRE ÇATLAĞI OLMAYAN HALLERDE YILLIK HALKALAR VASITASI İLE BULUNAN LİF DOĞRULTULARI İLE BOYUNA KENAR ARASINDA ÖLÇÜLEN EN BÜYÜK AÇININ EĞİMİ.	tg α ≤ 1/10  tg α ≤ 1/15	tg α ≤ 1/5  tg α ≤ 1/8	tg α ≤ 1/3  tg α ≤ 1/5  Σ d ≤ 3/4 h

<sup>19</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., 1988, Ahşap Yapı Dersleri I, YEM Yayın, İstanbul, s 23-24

EĞRİLİK: a) HER 2M DE MAKSİMUM SEHİM b) BASINCA ÇALIŞAN CUBUKLARIN TOPLAM I BOYU İÇİN MAKSİMUM SEHİM.	$f \leq 5 \text{ mm}$ $t \leq 1/400$ 	$f \leq 8 \text{ mm}$ $f \leq 1/250$	$f \leq 15 \text{ mm}$ SINIRLANDIRILMAMIŞ
ENKESİT KÖŞE PAHLARI (°) a) PAH BULUNABİLECEK KÖŞE SAYISI b) EĞİK OLARAK ÖLÇÜLECEK PAH GENİŞLİĞİNİN BÜYÜK KENARA ORANI.	2 $\leq 1/3$	4 $\leq 1/3$	SINIRLANDIRILMAMIŞ
NOT: YUKARIDAKİ ÖZELLİKLER AHSABIN ÇALIŞAN BOYUNUN HER İKİ UCUNA ENKESİTİN EN BÜYÜK KENARININ BİRER BUÇUK MİSLİ İLAVE EDİLEREK ELDE EDİLEN UZUNLUKTA ARANIR.			

### 2.3. Kesilen Ağaçların Kurutulması

Kesilen ağaçların faydalı bir şekilde kullanılabilmesi için bünyelerinde buldukları su oranının %15-20'ye düşürülebilmeleri gerekir. Bu nedenle ağacın bünyesinde bulunan öz su ve emme suyu çeşitli buharlaştırma yöntemleri ile uzaklaştırılmalıdır.

Kurutma ahşap içerisindeki suyun buharlaştırılarak uzaklaştırılması işlemidir.

İki şekilde yapılır:

a) Doğal kurutma: Bu yöntem, büyük bir tesise ihtiyaç göstermez, ağacın doğal renginin daha iyi korunmasını sağlar ve açık havada kullanılacak kereste için daha elverişlidir. Buna karşılık kurutma süresi uzundur, istenilen kurutma derecesine ulaşamaz. Kurutma süresi içerisinde ağaçlara mantar ve böcek istilası olur ve istifler uzun süre yer kaplar.

a.1) Kuru yöntem: Ormanda kesilen ağaçlar, kapalı bir yere taşınırlar. Topraktan nem almayacak ve birbirine temas etmeyecek şekilde ahşap ızgaralar üzerinde tasnif edilirler. Zaman içerisinde ızgara üzerindeki yönleri değiştirilerek her taraflarının eşit hava alması sağlanır. Bu işlem sonucunda nem oranı %15 - % 20'ye düşürülür. Fakat işlem 1-4 yıl sürmesi bakımından oldukça uzun bir zaman alır<sup>20</sup>.

a.2) Yaş yöntem: Bu yöntemde ormandan kesilen ağaçların kabukları soyulur ve tatlı akarsuda birkaç ay süreyle bekletilirler. Bu yöntemin amacı bünye suyunun bu suyla yer değiştirmesidir. Sudan çıkarılan ahşaplar sundurmalar üzerinde tekrar ızgaralar oluşturularak çabuk kurutmaya tabi tutulurlar. Bu yöntemde mantar hastalığına rastlandığı da söylenmektedir.

<sup>20</sup> TÜRKER, S.; SEZEN, F., a.g.e., s.262

b) Yapay kurutma: Doğal kurutmada elde edilemeyen %15-20'lik kurutma oranının elde edilmesi için uygulanır<sup>21</sup>. Birkaç yöntemi vardır:

b.1) Soğuk hava ile kurutma: Kereste salıncakta sallanıp döndürülerek bünyesindeki su merkezkaç kuvveti ile atılır.

b.2) Kapalı fırınlarda kurutma. Özel fırınlarda 80-90°C ısıdaki sıcak hava ve su buharı uygulanması ile yapılır.

b.3) Yüksek ısıda kurutma: 100°C nin üzerindeki hava ve buhar uygulanması ile yapılır.

#### 2.4. Ahşabın Korunması

Ahşap, dışarıdan aldığı nem etkisiyle mukavemetini kaybeder ve bünyesi mantar ve böcek istilasına uğrar. Ahşabın gerekli korunma önlemleri alınarak oldukça uzun bir ömre sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle ahşap mukavemetinin artırılmasındaki esas amaçlar:

- Neme karşı koruma
- Böcek ve mantarlara karşı koruma
- Yangına karşı koruma şeklinde sıralanabilir.

Ahşap koruyucu maddelerde aranan nitelikler:

- Zararlılara karşı etkin olmalı ve bu etkinlik uzun süre devam etmelidir.
- Kullanım yönünden güvenli olmalı. Uygulayıcılar ve kullanıcılar için tehlike oluşturmamalıdır.
- Ağaç malzemede kalıcı olmalı kısa sürede yıkanarak veya buharlaşma sonucunda bünyeden uzaklaşmamalıdır.
- Metal aksamda depolandığı tanklarda, bidonlarda ve uygulandığı tesislerde korozyona neden olmamalıdır<sup>22</sup>.
- Yangın tehlikesini artıracak özellikte olmamalıdır.
- Kullanımı ekonomik olmalıdır<sup>23</sup>.

<sup>21</sup> GÜNAY, R., a.g.e., s.37

<sup>22</sup> HAFIZOĞLU, H., 2001, Ahşap Kültürü Anadolu'nun Ahşap Evleri, "Ahşap Malzemenin Kimyasal Malzemelerle Korunma Teknikleri", Ankara, s. 20-21

<sup>23</sup> BERKER, M., 1982, "Ahşap Mimari Anıtlarda Koruma Uygulamaları İle Bir Yöntem Önerisi" Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul, s.125

## 2.5. Ahşabın Fiziksel Özellikleri

a) Dış Görünüş: Her ağacın kendine özgü bir rengi vardır; bu renkteki ton farklılıkları ağacın kuru olup olmadığına, iyi büyüyüp büyümediğine dair bilgi verir. Lifleri düzgün büyümüş ve iyi kurumuş bir ağaç lif doğrultusunda sesi çok iyi iletir Yaş ve çürük ağaçların üzerine vurulduğu zaman boğuk bir ses çıkar. Mantarlardan zarar görmüş ağaçların kokusu sağlam olanlarına göre daha farklı ve kötüdür.

b) Sertlik: Sertlik, ağacın mukavemeti hakkında kesin ve doğru bir bilgi vermez fakat ağacın işlenmesi ve aşınmaya dayanımı bakımından önemlidir. Ahşabın nem oranı serliğinde çok önemli bir rol oynar. Bazı ağaçlar yaşken bazıları ise kuru iken işlenir. Bir ağacın yıl halkalarının sertliği de birbirinden farklıdır.

c) Özgül Ağırlık: Ahşabın özgül ağırlığı ağacın türüne ve tomruktan alındığı kısma göre değişir. Öz kısmından, eski ve yeni kısmından çıkartılan kerestelerin ağırlığı başka başkadır. Yeni kesilen yaş bir ağaçta %35-50 kadar su, havada iyi kurutulmuş bir ağaçta %10-20 oranında su bulunur. Sıcaklığı yavaş yavaş yükselttilerek oluşan su buharı dışarıya atılan kurutma fırınlarında ağaç tür ve kalınlığına göre 300 – 1000 C sıcaklıkta 1-10 hafta süreyle günde 12 saat sıcak hava geçirilerek suyu tamamen alınan ağacın birim ağırlığı o ağacın teorik ağırlığıdır.

### 2.5.1 Ahşaptaki Nem Oranı

Ahşaptaki nem derecesinin mukavemet değeri üzerinde büyük bir etkisi vardır. Buna karşın nem oranının %30'u geçmesi halinde mukavemet sabit kalır.

Ahşaptaki nem oranı matematiksel olarak  $R = \frac{G_y - G_k}{G_k} \times 100$  formülü ile

hesaplanır. Burada  $G_y$ = Yaş ağırlık (gr) ;  $G_k$ = Kuru ağırlık(gr) tir<sup>24</sup>.

Nem oranı bakımından ahşap, yürürlükteki şartnameye göre, üç gruba ayrılır:

<sup>24</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 14

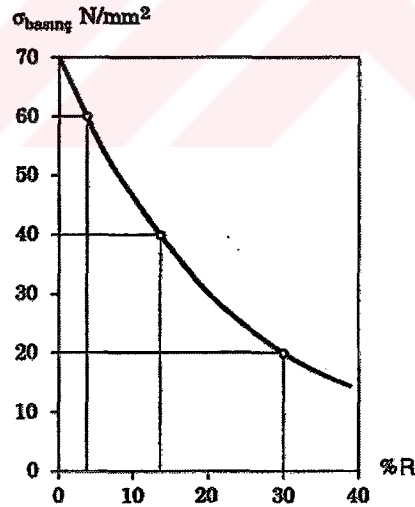


**Tablo 2. 2** <sup>25</sup> Ahşap şartnamesine göre nemlilik oranları (DUMAN, N.; ÖKTEN, S.)

AHŞAP	NEMLİLİK DERECESI
KURU	$R \leq 20$
YARIKURU	$20 < R \leq 30$ (*)
YAŞ	$R > 30$ (*)

(\*) KESİT ALANI  $F > 200\text{cm}^2$  İSE 30 YERİNE 35

Ahşabın mukavemeti içerdiği nem oranına bağlı olarak artıp azalabilmektedir. Bu bakımdan geleneksel ahşap yapılarımızda restorasyon aşamasında yapılacak olan müdahaleler malzemenin içerisindeki nemi tutacak şekilde değil mevcut nemin bünyeye alınmaması veya alınmış olan nemin kolaylıkla dışarıya atılabilmesine yönelik olmalıdır. Şekil 2.8 <sup>26</sup>,de ahşabın içerdiği nem ve mukavemet ilişkisi, Şekil 2.9 <sup>27</sup>,da ise ahşabın özgül ağırlığı içerdiği nem ve mukavemet değerleri görülmektedir.

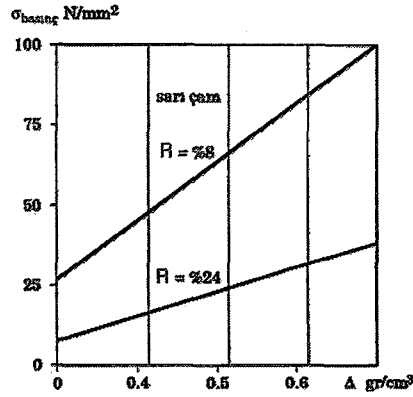


**Şekil 2. 8** Ahşabın nem ve mukavemet ilişkisi (ERİÇ, M.)

<sup>25</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 14

<sup>26</sup> ERİÇ, M., a.g.e., s.316

<sup>27</sup> ERİÇ, M., a.g.e., s.316



Şekil 2. 9 Ahşabın özgül ağırlık-nem ve mukavemet ilişkisi(ERİÇ, M.)

Günümüzde ahşabın içerdiği nem miktarını ölçmek için kullanılan çeşitli elektrikli ölçüm aletleri bulunmaktadır. Ahşabın içerdiği nem miktarına bağlı olarak elektrik akımını iletmeleri esasıyla çalışırlar.

## 2.6. Ahşabın Mekanik Özellikleri

Ahşap, lifli ve boşluklu bir yapısı olduğu için hafif bir malzemedir. Buna karşılık, taşıma gücü açısından, liflere paralel ve dik yönde farklılıklar içermesine karşın oldukça yüksek mukavemete sahiptir. Organik bir malzeme olan ahşabın dayanımını etkileyen faktörler arasında ısı ve nem oldukça büyük bir önem taşır. Tablo 2.3<sup>26</sup>'de çeşitli ahşap cinslerine ait özellikler verilmiştir.

Tablo 2. 3 Ahşabın mekanik ve fiziksel özellikleri (ERİÇ, M.)

Ağaç Cinsi	Fiziksel Özellikler			Mekanik Özellikler kg/cm <sup>2</sup>								
	Birim Ağırlık Δ kg/ m <sup>3</sup>	Deformasyon α %	Isı İletkenlik Katsayısı λ kcal/ mhC <sup>o</sup>	σ çekme σ <sub>  </sub> σ <sub>⊥</sub>		σ basınc σ <sub>  </sub> σ <sub>⊥</sub>		Makaslama τ	Eğilme σ	Elastiklik modülü E	Brinell sertlik H	
Çam	500	12,3	0,27	104	21	379	46	36	648	102000	230	70
Ladin	430	11,5	0,19	-	-	311	40	-	690	83000	370	140
Kök nar	430	12,2	-	62	-15	374	45	46	730	83000	190	140
Kayın	860	15,5	-	66	23	365	12	54	870	125000	560	250
Meşe	890	12,2	0,58	90	40	610	110	110	980	117000	640	410
Kavak	450	12,8	-	-	17	400	27	68	520	70000	230	100
Gür gen	830	16,2	-	135	245	660	120	74	1300	162000	710	360
Diş budak	850	13,2	0,26	165	70	520	110	120	1200	134000	650	-
İhlamur	530	14,9	0,36	85	-	520	-	45	1060	7400	-	160
Kestane	580	13,3	-	135	-	470	-	80	896	90000	380	180
Kara ağaç	640	13,2	-	90	40	560	100	70	890	110000	440	300

### 2.6.1. Mekanik Özelliklerin Diğer Yapı Malzemeleriyle Karşılaştırılması

Malzemeler etkisi altında buldukları kuvvetin yönüne göre negatif veya pozitif deformasyonlara uğrarlar. Pozitif deformasyonlar basınç etkisi ile gerçekleşirken negatif deformasyonlar çekme etkisinde oluşurlar<sup>28</sup>. Malzemelerin kuvvet etkisi altında birim boy uzamalarının veya kısaltmalarının boylarına oranı :

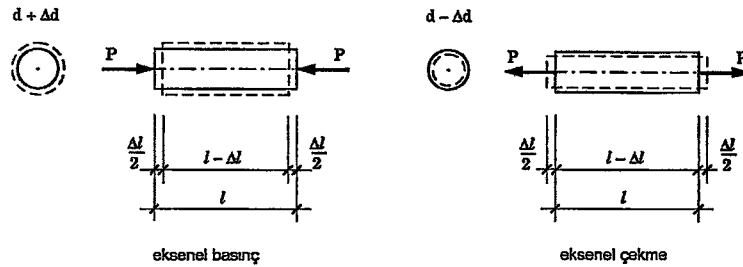
$$\epsilon_l = \frac{\pm \Delta l}{l} \text{ iken,}$$

Aynı orantı negatif veya pozitif kuvvet etkisi altında değişime uğrayan malzeme çapı için de kurulabilecektir:

$$\epsilon_d = \frac{\pm \Delta d}{d}$$

Malzemenin birim boy değişim oranının çapındaki değişim oranı ise Poisson oranı ( $\nu$ ) dır.

$$\nu = \frac{\epsilon_l}{\epsilon_d} \text{ (Şekil 2.10)}$$



Şekil 2.10 Eksenel basınç ve eksenel çekme durumları (ERİÇ, M.)

Malzemenin etki eden kuvvet değerindeki artışa göre vermiş olduğu cevaplar malzeme içyapısındaki değişikliklere bağlı olarak değişiklikler içerirler. Şekil 2.11'deki gerilme deformasyon eğrilerine göre bu değişiklikler üç biçimde gözlemlenebilirler: Malzemenin gerilme deformasyon eğrisinin doğru orantılı

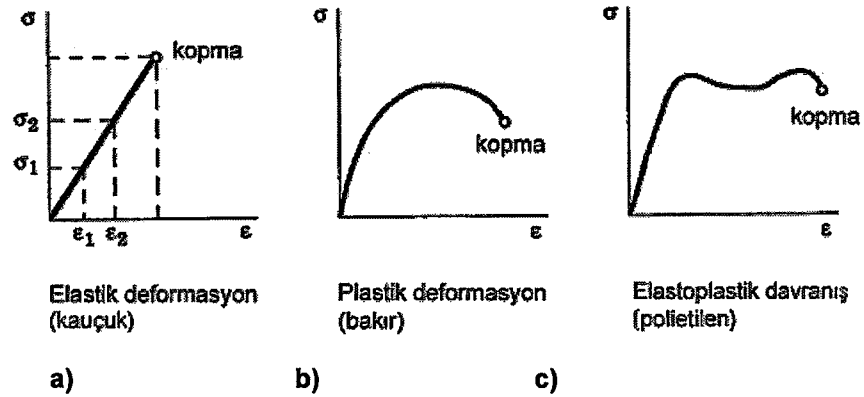
<sup>28</sup> ERİÇ, M., a.g.e. , s.33.

olduğu, üzerindeki kuvvet etkisi kalktığı zaman eski biçimine döndüğü davranış biçimi Şekil 2.11. a' da görüldüğü üzere elastik deformasyondur. Gerilme ile birim boy uzama oranının doğrusal olması hali Hooke kanunu ile ifade edilir:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} (\text{kg/cm}^2)$$

Şekil 2.11. b'de görülen plastik davranışta malzeme bir süre elastik davranır, gerilme değeri limite ulaştınca, akmaya başlar ve plastik deformasyona uğrayarak tekrar eski haline dönemez. Gerilmenin maksimum değere ulaşması halinde artık akamayan malzemede kopma görülür. Şekil 2.11.c'de görülen ise malzemenin bir süre elastik davranması daha sonra ağır bir şekilde akmaya devam etmesi sonuç olarak da kopma davranışı gösterdiği elastoplastik davranıştır. Malzemenin bu davranış biçimlerini, ısı, fiziksel olarak çatlaklar ve korozif yapı<sup>29</sup> etkiler.

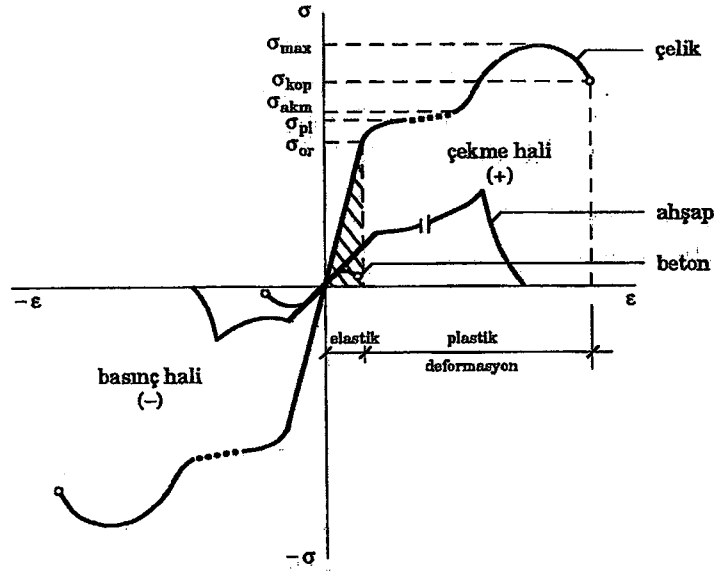
Malzemeler, iç yapılarına göre, metal, ahşap, termoplastikler gibi kopma süresi uzun olanlar sünek, cam, beton, seramik gibi kısa olanları, gevrek malzeme olarak adlandırılırlar.



Şekil 2. 11 Farklı malzemelerde deformasyon durumları (ERİÇ, M.)

Şekil 2.12'de ise çelik, ahşap ve beton gibi malzemelerin aynı gerilme kuvvetleri karşısında göstermiş oldukları deformasyon durumları görülmektedir.

<sup>29</sup> ERİÇ, M., a.g.e. , s.32.



Şekil 2. 12 Çeşitli malzemelerin gerilme-birim deformasyon eğrileri<sup>30</sup> (ERİÇ, M.)

## 2.7. Geleneksel Yapıların İnşasında Kullanılan Ağaç Türleri

Geleneksel ahşap yapıların inşasında kullanılmış olan ağaçlar taşıdıkları niteliklere göre farklı yerlerde kullanılırlar. Bu kullanım biçimleri Mühendis Ali Talat Bey'in H.1341-M.1923 tarihli "Ahşap İnşaat" kitabında aşağıdaki gibi geçmektedir<sup>31</sup>:

"Meşe: Ağacı gayet sert dokusu sıkı ve lifli olup dayanması da fevkalade olduğundan fazla kuvvete maruz bulunan bölümlerde kullanılması uygundur. Rengi ise koyu sarımsı olup birçok çeşitleri vardır ki mümkün olmayan kullanımları da ona göre tayin eder. Örneğin: İyi cinsleri çoğunlukla doğrama gibi ince işlerde ve adi cinsleri de direk, taban, kiriş ve döşeme gibi adi bölümlerde kullanılır.

Kestane: Meşe gibi sert ise de lifleri onun kadar sıkı olmayıp eğilip bükülmeye de mukavemet edememektedir. Rengi beyaz, sarımsı olup enine kesitine bakılacak olursa meşelerde olduğu gibi merkeze doğru yönelen bir takım yarıklar görülemez. Bu ağaçlar büyük kesimler halinde hazırlanarak direk olarak kullanılıyor olsalar da meşe gibi yüksek mukavemetli değildir. Bununla beraber meşeye nazaran ucuz olduğu gibi işletmeleri kolay ve

<sup>30</sup> ERİÇ, M., a.g.e. , s.34

<sup>31</sup> TALÂT, Ali, (H.1341-M.1923) Mühendis Mektebi Kütüphanesi "Ahşap İnşaat", İstanbul, s.4-5

özellikle renginin güzelliğinden dolayı bazen doğramalarda ve çeşitli yapı elemanlarının üretiminde kullanılmaktadır.

**Gürgen:** Ağaçlarının renkleri açık sarı olup bazen parlak damarlara rastlanılmaktadır. Aletlerle kesimi nispeten kolay olduğu için doğramacılıkta ve ekseriyetle oymacılıkta kullanılır. İnce levha halinde kesildikleri zaman kolaylıkla bükülebildiklerinden kutular, saksılar ve buna benzer döndürülmüş bölümlerin üretiminde mümkün olduğu gibi inşasında tasarruf aranılan sıradan yapıların direk, taban benzeri kaba kısımlarında da kullanılması uygundur.

**Dişbudak:** Lifleri beyaz ve sarımsı damarları içeren bu ağaç oldukça dayanıklıdır. Bükülüp şekil alması mümkün olmakla beraber işlenmesi de oldukça güçtür. Ekseriyetle arabacılıkta ve bazen da dış kapılarda kullanıldığı gibi kolaylıkla çatlamadıkları için bazı araç ve gereçlerin saplarının yapımında da kullanılabilirler.

**Karaağaç:** Rengi kırmızı ve hemen dişbudak ağacına benzerliği bulunan iş bu ağaç da aynı maksatla kullanılmaktadır.

**Kavak ağaçları:** İnşaatta kullanılan ağaçların en adisi olmak üzere kabul edilir. İçerisinde bulunan kurtların ağacı yiyerek birtakım küçük delikler meydana getirmelerinin yanı sıra rutubetten çok etkilenirler. Hızla çürürler bu nedenle geçici bir zaman için yapılacak kısımların imalatından başka hususta kullanılması uygun görülmemektedir. Lifleri gayet muntazam ve rengi beyaz olup oldukça yumuşaktır, kolaylıkla çatlaklar oluşturur. Bununla beraber bir takım iyi cinsleri de vardır ki, renginin beyaz ve temiz olması ve liflerinin düzenli oluşu özelliğiyle bollukla bulunduğu memleketlerde döşeme, tavan ve çerçevelerde kullanılmaya elverişlidir.

**İhlamur:** Bu ağacın rengi beyaz veya kırmızımsı olup ağırlıkça hafif, lifleri ince ve muntazamdır. Her yönde işlenmesi kolay ve bükülmesi mümkündür. Bununla beraber o kadar dayanıklı olmadıklarından çoğu kez modelcilikte, oymacılıkta, kasa, dolap ve çekmece yapımında ve binaların merdiven, parmaklık ve küpeştelerinde bazen da kapı ve pencere doğramalarında kullanılmaktadır.

Kayın ağacı: Bu ağaç diğerlerine oranla oldukça yumuşaktır fakat kavak ağacına nazaran biraz daha iyidir. İnşaatla ise o kadar kullanılmaya elverişli değildir.

Çırasız çamlar: Esnek olmakla birlikte renkleri de beyaz olduğundan döşeme, tavan ve bütün iç kısımlarda kullanılmaktadır. Çam ağaçları cinsleri gereği boyları uzun olduğundan büyük parçalar halinde kesilerek direk, büyük kiriş ve özellikle temellerde kazık olarak sıklıkla kullanılır.

Çıralı çamlar: Bunlarda çırasız çamlar gibi esnek olup lifleri sıkıdır ve renkleri de bazen sarıya, çoğunlukla kırmızıya çalar. İçlerinde bulunan çıra ağaca oldukça dayanıklılık verir ve dış tesirlerden çırasız çamlar kadar etkilenmediklerinden dış kısımlarda örneğin kaplamalar, dış kapılarla pencerelerde, bölümlerin bezenmesinde kullanılmaya değer.

Ceviz: Oldukça değerli olan bu ağaç istenilen çapta bulunabilip lifleri ince ve sıkı ve oldukça dayanıklı olmakla beraber her yönde de kolaylıkla kesilebilir bir ağaçtır. Rengi esmer ve oldukça koyudur. Fakat kıvrılıp bükülmesi mümkün değildir. Bu nedenle çoklukla modelcilik ve oymacılıkta, özellikle bölümlerin bezenmesinde ve bazen de parke ve döşemelerde, iç merdivenlerde kullanılmaktadır.

Maun: Ağacı çoğunlukla Hindistan ve Orta Amerika'da bulunur, rengi esmerimsi kırmızı veya sarı olup pahalı bir ağaç olduğundan, çoğunlukla dolap, masa-veya parkeler ile kaplamalarda kullanılmaktadır.

## **2.8. Yapılarda Kullanılan Ahşaplar Ve Boyutları**

Geleneksel yöntemlerle üretilen ahşap yapılara ait elemanlar ve boyutları Tablo 2.4 <sup>32</sup>'te görülmektedir. Günümüzde de klasik yöntemlerle üretilen ahşap yapı elemanları geleneksel sistemde kullanılanlardan çok büyük farklılıklar taşımamaktadırlar.

---

<sup>32</sup> ERİÇ, M., a.g.e. , s.321

**Tablo 2. 4 Ahşap boyut tablosu (ERİÇ, M.)**

Yapıdaki Yeri	Yapı Elemanı	Ahşap Malzemeler	En cm	Kalınlık cm
Taşıyıcı	Çatı	Mertek	5-8	10-12
		Mahya aşığı	12	16-18
		Gergi	10-16	16-18
		Baba	16	16
		Bırakma kirişi	8-12 10-12	14-16 10-12
		Damlalık aşığı		
		Göğüsleme	6-8	12
		Kuşak	5-6	10-18
	Karkas duvar	Ara dikme	7-6	12-14
Payanda		12-14	12-14	
Döşeme	Kadron	4-5	4-5	
	Ana giriş tabanı	12 -14 12	18-20 14	
	Kiriş	6-8	18-20	
Kaplama Elemanları	Duvar	Dış kaplama	14-18	2,5
		İç kaplama	12-18	2
		Lambri	4-5	2
	Döşeme	Kaba döşeme kapl.	8	2-4
		Parke	3-6	2
		Mozaik parke	12x12	0,9
Doğrama Elemanları	Pencere	Kasa (teloro)	4,5-5,6	9-10
		Kanat	4,5-6	6-8,5
		Kayıt	4,5-5,6	4,5-10
	Kapı	Alt başlık	4,5	18
		Seren	4,5	14
		Kayıt	4,5	6
		Üst başlık	4,5	12

## 2.9. Ahşap Kullanımının Fayda Ve Sakıncaları

### 2.9.1. Faydaları

a) Ahşap yeterli mukavemete sahip olmakla birlikte, oldukça hafif bir malzemedir. Betonarmede  $2400 \text{ kg/m}^3$  olan birim hacim ağırlığı, mertebe olarak aynı basınç ve eğilmede basınç mukavemetlerine sahip olan çam sınıfı inşaat kerestesinde  $600 \text{ kg/m}^3$ 'tür. Kendi ağırlığı az olduğu için temele iletilen yük oranı dolayısıyla temel kesitleri de küçük olur<sup>33</sup>; Bu özellik çürük zeminler için idealdir<sup>34</sup>.

b) Ahşabın hafif oluşu montaj kolaylığı sağlar. Bu daha çabuk inşaat ve daha ucuz maliyet demektir<sup>35</sup>.

<sup>33</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.2

<sup>34</sup> ERŞEN, N., 2000, Ahşap Yapılar Problem ve Çözümleri, İstanbul, s. 1

<sup>35</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.2



- c) Şantiyeye nakli kolaydır<sup>36</sup>. Atölyelerde istenilen nitelikte hazırlanan ahşap, çok büyük açıklık geçen kirişler hariç normal taşıma araçları ile taşınabilir. Ulaşımı zor olan şantiyeler için bu çelik ve önyapım betonarmeye oranla çok daha büyük bir avantajdır.
- d) İşçiliği kolaydır<sup>37</sup>. Önemli makinalara ihtiyaç göstermez. Aynı tip ve açıklıkta çelik kafes kirişlere oranla daha çabuk hazırlanır.
- e) İnşaatın tamamlanmasından hemen sonra bütün proje yükü ile yüklenebilir<sup>38</sup>. Bu da acele imalâtlar için zaman ve maliyet bakımından çok önemli bir tercih sebebidir.
- f) Ahşap yapılar da çelikte olduğu gibi demonte edilebilecek şekilde tasarlanmışlarsa, yeni bir imalatta sıfır zayıyla tekrar kullanılabilirler. Bu betonarme yapılar için imkânsızdır<sup>39</sup>.
- g) Onarım ve takviye yapılması kolaylığı vardır<sup>40</sup>. Zamanla rutubet, eskime ve deprem gibi etkilerle mukavemeti düşen, bozulan veya yük artırımını gerektiren ahşap yapılarda bu gibi inşa işlemleri diğer malzemelerle yapılan binalara göre daha çabuk ve kolay olur.
- h) Bulunduğu mekandaki kimyasal koşullardan etkilenmez, Asit, baz, tuz ve duman gazlarına karşı çok dayanıklı olduğu için kimya endüstri yapılarında rağbet görür<sup>41</sup>.
- ı) Görsel olarak sıcak bir malzeme olduğu için mimarlar için kullanımda tercih sebebidir<sup>42</sup>.

### 2.9.2. Sakıncaları

- a) Ahşap su alınca şişer, sıcakta çeker, kuruyunca büzülür (rötre). Bu nedenle çalışan bir malzeme olduğu söylenebilir. Eğer nem oranı %20'nin altına düşerse taşıma gücü de azalır. Ahşabın çalışması esnasında oluşacak olan kesit değişimleri de taşıma gücünü azaltır<sup>43</sup>.

<sup>36</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.5

<sup>37</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.5

<sup>38</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.5

<sup>39</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.6

<sup>40</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.6

<sup>41</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.6

<sup>42</sup> ERŞEN, N., a.g.e., s.2

<sup>43</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.6

b) Ahşap anizotrop bir yapı malzemesidir. Bu nedenle mukavemet değerleri liflerinin yönüne bağlı olarak değişir. Örneğin ikinci sınıf çam yapı kerestesinde liflere paralel basınç gerilmesi  $85 \text{ kg/cm}^2$  iken Liflere dik doğrultudaki gerilme  $20 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Aynı kerestede liflere paralel çekme gerilmesi  $85 \text{ kg/cm}^2$  iken liflere dik doğrultu için  $0 \text{ kg/cm}^2$  olmaktadır. Konstrüksiyon içerisinde birleşim yerleri tasarlanırken ahşabın bu özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır<sup>44</sup>.

c) Ahşap homojen bir yapı malzemesi değildir. Bu nedenle her bölümünde lif, çatlak ve budak dağılımı aynı değildir. Mukavemetini etkileyen bu unsurlar ahşabın sınıflandırılması sırasında göz önünde tutulmalıdır<sup>45</sup>.

d) Nem sonucu oluşan mantarlara ve böceklerle karşı koruma önlemleri alınmamış olan ahşapta mukavemet azalması meydana gelir<sup>46</sup>.

e) Ahşapta en önemli sorunlardan bir tanesi de yangın dayanımıdır. Taşıyıcı kesit ölçüleri küçük olan ahşap yapıda yangın sonucunda yapı çökecektir. Kesitleri büyük olan yapılarda ise yanma belli bir ölçüde gerçekleşir fakat yıkılma hemen olmaz. Bunun nedeni ahşap çeperindeki kor tabakasının oksijeni ahşap bünyesine sokmayışdır. Kesit içerisindeki yanmamış fakat ısınmış bölgede mukavemet azalması olmaz. Yangında yıkılmaya karşı dayanıklılık için Alman Normları'nda DIN. 4102, Blatt 4'te konulmuş olan alt sınır kesit ölçüleri:  $F_0 \geq 450 \text{ cm}^2$  olmak şartıyla,

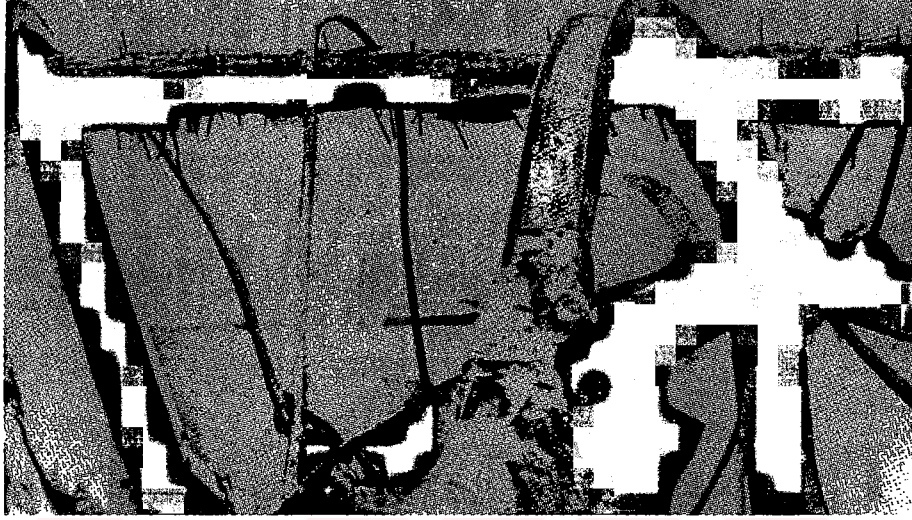
$b_0 \geq 12$ ,  $h_0 \geq 20 \text{ cm}$ ' dir. Ahşap kesit ne kadar istenilen normlarda olsa veya yangına karşı dayanımı artırılmış olsa dahi sonuçta yangın söndürülemezse, yapının yanıp yıkılması en az 1.5 -2 saat alacağı için, can emniyeti açısından bu sürenin yeterli olabileceği düşünülebilir. Yangın dayanımı konusu çelik için düşünülecek olursa, çelik ahşap gibi yanmayan fakat çabuk deforme olan ve yıkılan bir malzemedir. Kapalı hacimlerde çıkan yangınlarda kısa sürede  $500^\circ\text{C}$ 'nin üzerine çıkan ısı derecesi sonucunda mukavemetini kaybeder ve  $600^\circ\text{C}$ 'ye ulaşınca akma sınırı  $\sigma_F \approx 0$  değerine ulaşır. Yangına karşı ahşapta büyük kesitler iyi bir sonuç verirken büyük kesitli bir çelik taşıyıcının genleşme etkisi ile düğüm noktalarında yaratacağı itki deformasyonu

<sup>44</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.7

<sup>45</sup> ERŞEN, N., a.g.e. , s.2

<sup>46</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.7

abuklaştıracaktır. Resim 2.1' de bir yangın sonucunda ayakta kalmış aħřap bir kirişin üzerine yıkılmış bir elik kirişler görülmektedir.



**Resim 2. 1** Yangın sonucu yıkılmış elik kirişleri taşıyan aħřap kiriş<sup>47</sup>  
(DUMAN, N.; ÖKTEN, S.)

f) Doğal haliyle kullanılan aħřabın betonarme betonu (BS16, BS25,...), beton eliği (B-I, B-II,...) ve yapı çeliği (.37,.52)' nde olduğu gibi mukavemeti artırılamamaktadır<sup>48</sup>.

## **2.10. Bölüm Sonucu**

Bu bölümde geleneksel aħřap yapılarda kullanılan aħřabın hammaddesi olan ağaç, ağacın kimyasal, biyolojik ve fiziksel yapısı, ağaçtan aħřap malzemenin üretimi ve işleme biçimleri, aħřabın korunması, fiziksel ve mekanik özellikleri, bu özelliklerin diğer yapı malzemeleri ile karşılaştırması yapılmış; geleneksel yapılarımızda kullanılan ağaç türleri ve strüktürel malzeme olarak aħřap boyutları gözden geirilmif; aħřap malzemenin diğer yapı malzemelerine kıyasla, kullanımındaki fayda ve sakıncalara değinilmiştir.

<sup>47</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 10

<sup>48</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 12

### 3. DEPREM VE YAPILAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Dünyanın varoluşundan itibaren, deprem, insanlar ve barınakları üzerinde can alıcı ve yıkıcı etkileri nedeniyle en önemli doğal afetlerden biri olmuştur. Depremın yapılar ve insan yaşamı üzerindeki etkisi, yaşanan bölgenin bulunduğu deprem kuşağı, bölgenin zemin türü ve yaşanan yapı türü ile doğrudan ilişkilidir. Sismik yönden aktif bölgelerde depremlerin birbiri ardından oluşması kaçınılmaz bir gerçektir.

Deprem bölgeleri haritasına göre (Şekil 3.1)<sup>49</sup>, Türkiye'nin %92'si deprem bölgeleri içerisinde bulunmaktadır. Buna göre, ülke nüfusunun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşamakta olduğu, büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajların %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir<sup>50</sup>.

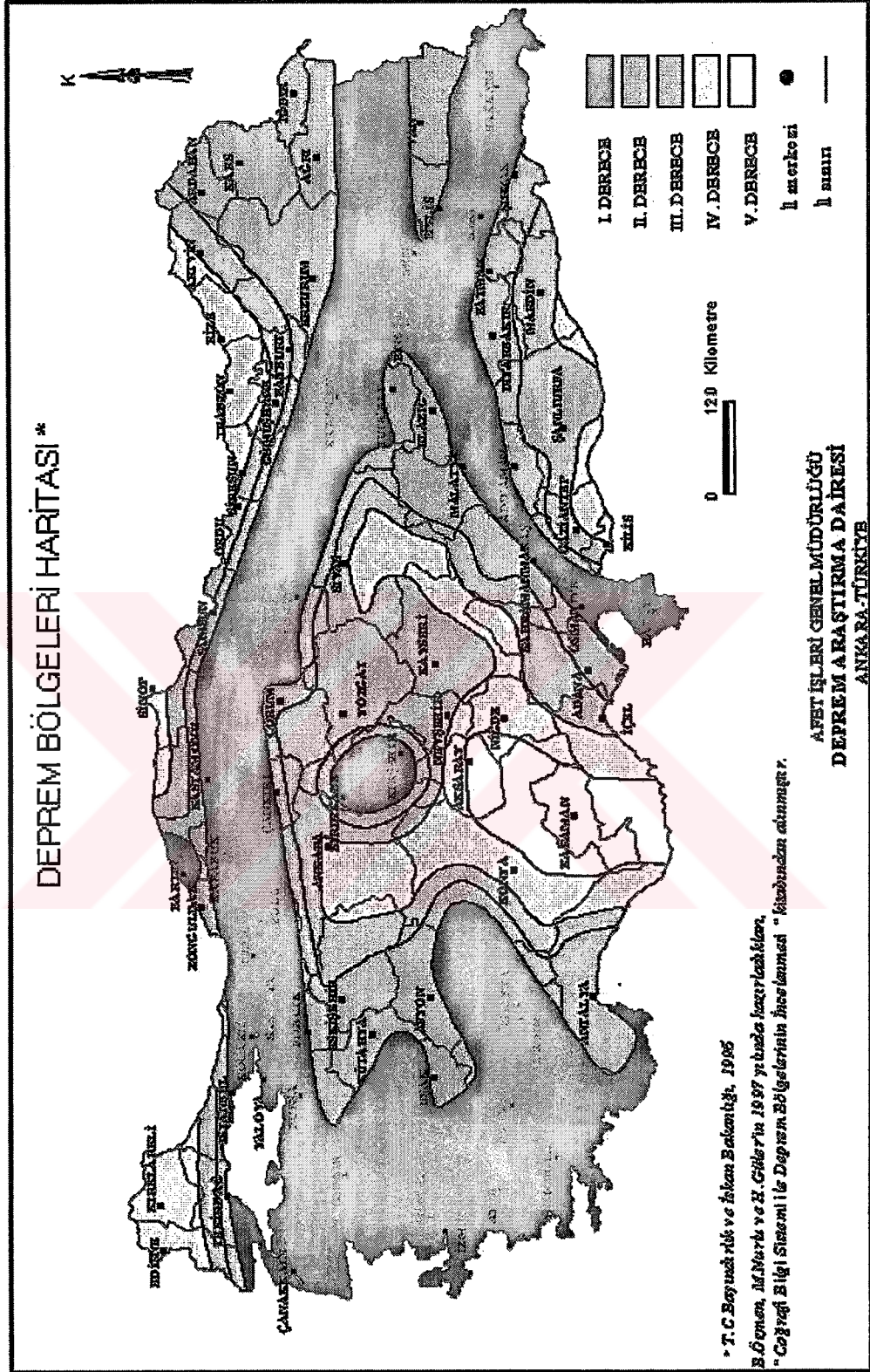
Türkiye'de son 58 yıl içerisinde depremlerde, 58.202 kişi hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 411.465 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Sonuç olarak denilebilir ki, depremlerden her yıl ortalama 1.003 kişi hayatını kaybetmekte ve 7.094 bina yıkılmaktadır<sup>51</sup>.

Ek 2' deki fotoğraflarda depremin geleneksel ahşap yapılar ve betonarme yapılar üzerindeki etkisi görülmektedir.

<sup>49</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>

<sup>50</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>

<sup>51</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>

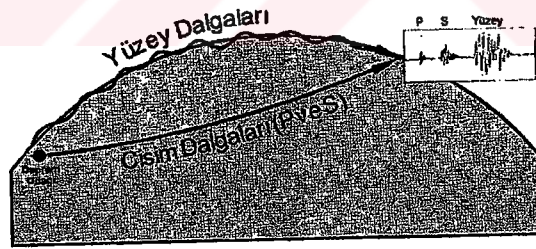


Şekil 3. 1 Deprem Bölge Haritası (Afet İşleri Genel Müdürlüğü)

### 3.1. Depremler ve oluşum nedenleri

Depremler, yer kabuğunun içinde birikmiş olan enerjinin aniden boşalması sonucunda belirli derinlikte kırılmasıyla oluşurlar. Yapısal anlamda deprem etkilerinin büyüklüğü, insan ve diğer canlıların üzerindeki yaşamsal anlamdaki korkunç etkileriyle ortaya çıkmaktadır. Daha önce tahmin edilememesi onu doğal felaketler içerisinde ön sıraya oturtmaktadır. Yer hareketlerini inceleyen bilim dalı sismolojidir. Deprem mühendisliği ise yapılarda hasar meydana getirecek yer hareketleri ile ilgilenir<sup>52</sup>.

Deprem titreşim halinde açığa çıkan bir kuvvettir. Yapılar üzerindeki etkisi, bu titreşimler sonucu oluşan dalgaların yapı mesnetlerinde zamana bağlı yer değiştirme hareketleri oluşturur. Deprem dalgaları hareket ediş biçimlerine göre cisim dalgaları (P, S) ve yüzey dalgaları olarak adlandırılırlar (Şekil 3.2). P dalgaları hareket yönüne göre boyuna dalgalar olarak adlandırılırlar ve sıkışma ve gevşeme şeklinde hareket ederler. S dalgaları enine dalgalar olarak adlandırılırlar ve hareket ettikleri doğrultuya dik doğrultuda titreşim gösterirler<sup>53</sup> (Şekil 3.3). Bu, yapı dinamiğinin önemli bir konusudur<sup>54</sup>.



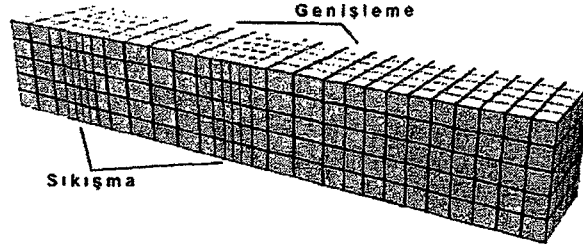
**Şekil 3. 2** Deprem kaynağında oluşan ve yer içinden ilerleyen cisim dalgaları (Üşümezsoy, Ş; Pınar, A.)

<sup>52</sup> CELEP, Z., KUMBASAR, N., 2004, **Deprem Mühendisliğine Giriş**, İstanbul, s.1

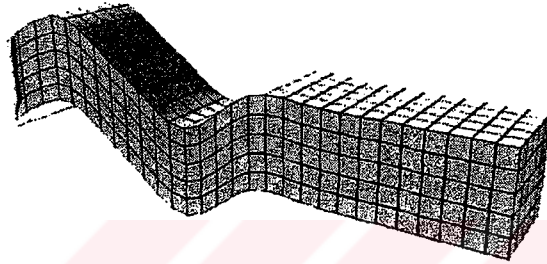
<sup>53</sup> ÜŞÜMEZSOY, Ş. PINAR, A., 2001, Marmara'da Deprem Riski, "**Cisim Dalgaları ve Faylanma Mekanizması**", İstanbul, İnkılap Kitabevi, s. 256.

<sup>54</sup> CELEP, Z., KUMBASAR, N., a.g.e. , s.1

P-Dalgası Titreşim şekli



S-Dalgası Titreşim şekli

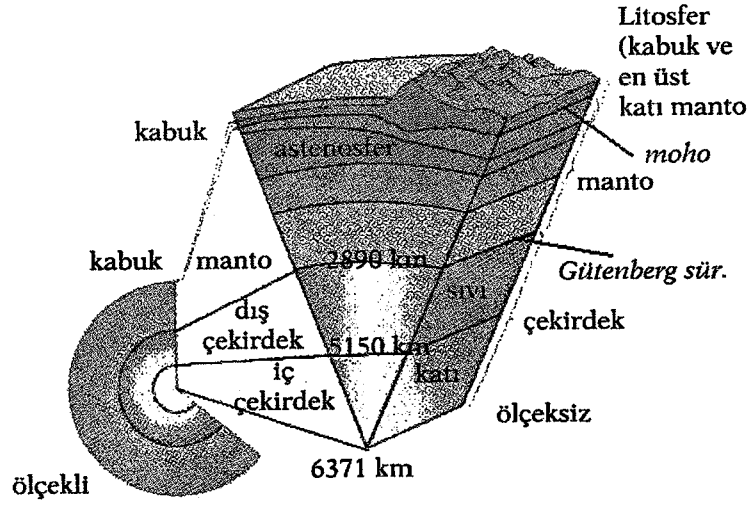


Tüm dalgaların yayılma yönü

Şekil 3. 3 Yer içinde ilerleyen P ve S cisim dalgalarının hareket şekilleri<sup>55</sup>  
(Üşümezsoy, Ş; Pınar, A.)

Depremi oluşumu dünyanın yapısı ile ilgilidir. Dünyanın yapısı Şekil 3.4' te görüldüğü gibi çeşitli katmanlardan oluşmuştur. Yaklaşık 6371 km yarıçaplı basık bir küre olan dünyanın ortalama yoğunluğu ise 5500 kg/m<sup>3</sup> civarındadır. Yer küreyi oluşturan katmanlar, kabuk, manto, dış çekirdek ve iç çekirdek olmak üzere dört kısımdan oluşur.

<sup>55</sup> ÜŞÜMEZSOY, Ş. PINAR, A., a.g.e., s.257



Şekil 3. 4 Yer içindeki katmanlar<sup>56</sup> (Taymaz, T.)

Dünyanın dış kısmında bulunan kabuk (litosfer-taş küre) kısmı yaklaşık, 70–100 km kalınlığındadır, okyanuslar ve kıtalar bu taş kürede bulunur. Litosfer ve iç çirdek arasında kalan kalınlığı yaklaşık 2890 km olan kısım mantodur. Genellikle katı bir yapısı olan mantonun derinleştikçe kısmen sıvı bölümleri de bulunmaktadır. Mantonun altındaki dış çirdeğin bileşimi Nikel ve Demirden oluşmaktadır. Enine deprem dalgalarının bu bölgede yayılmaması çirdeğin sıvı olması olgusunu beraberinde getirmektedir. Taş küre'nin altında Astenosfer denilen Üst Manto kısmı bulunur. Bu kısımda konveksiyon akımlar nedeniyle taş kabuklar parçalamakta ve birçok levhalara bölünmektedir. Bu bölgedeki konveksiyon akımları radyoaktivite nedeniyle oluşan yüksek ısıdan oluşmaktadır. Konveksiyon akımlarının yukarıya doğru yönelmesi ile kabuk kısmında oluşan gerilmeler zayıf bölgelerde kırılmalara ve böylece levhaların (plakların) oluşmasına neden olmaktadır Şekil 3.5' te<sup>57</sup> yeryüzündeki kıtaların levhalar halindeki hareketleri ve ana fay doğrultuları görülmektedir. Astenosfer üzerinde hareket eden kıtalar bir sal gibi yüzmektedir. Konveksiyon akımlarının artması ile levhalar birbirinden uzaklaşmakta ve buradan çıkan magma okyanus sirtlarını oluşturmaktadır<sup>58</sup> (Şekil 3.6). Levhaların birbirlerine değdikleri bölgelerde oluşan sürtünme

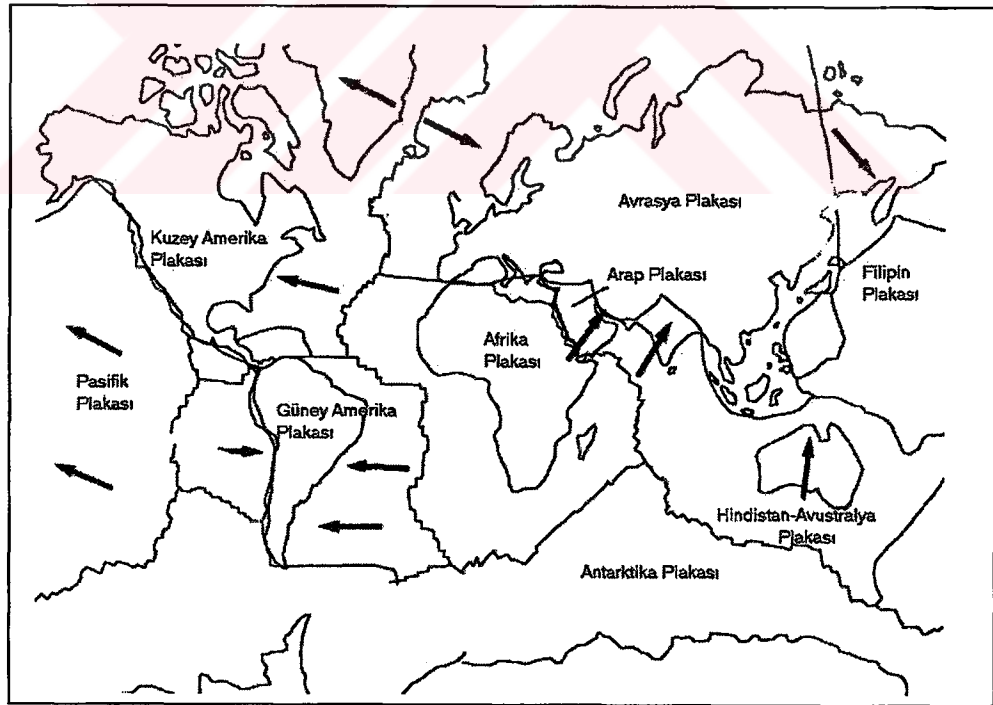
<sup>56</sup> TAYMAZ, T., 1999, Cogito Deprem Özel Sayısı " Deprem ", İstanbul, s. 79.

<sup>57</sup> CELEP, Z., KUMBASAR, N., a.g.e. , s.24.

<sup>58</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>

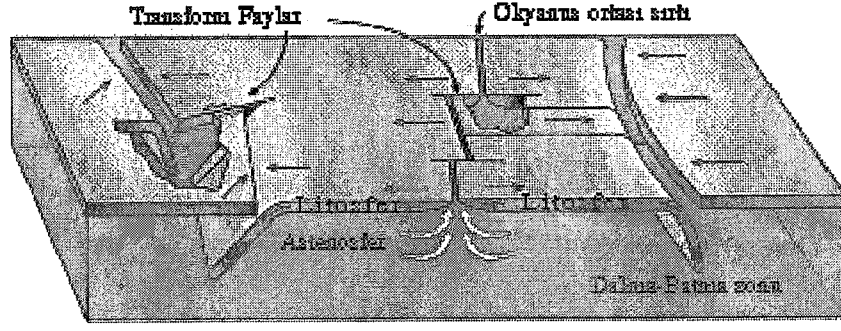


kuvvetleri sonucunda levhalardan bir kısmı mantoya batmakta ve eriyerek kaybolmaktadır. Levhaların birbirlerine sürtünmeleri birbirleri üzerinde hareket etmeleri dar bir alanda gerçekleşir ve bu sürtünme kuvvetlerinin, nötralize olması deprem dalgalarının yeryüzünde hareketinin sönümlenmesiyle son bulur. Levhaların birbiri üzerinde çeşitli yönlerde hareketleri ile oluşan yeryüzü kırıklarına fay denir Resim 3.1' de<sup>59</sup> 1999 depreminde oluşmuş olan Sapanca TEM yolu üzerinde oluşan fay kırığı görülmektedir. 1911 yılında Amerikalı bilim adamı Reid' in "Elastik Geri Sekme Teorisi" ne göre, fay doğrultusunun iki tarafında bulunan kayaçların konveksiyon akımları ile hareketleri ile oluşan sürtünme kuvvetlerinden doğan enerjinin boşalımıyla oluşan enerji sonucunda kayaç bloklarının itkisi ile oluşan fay hareketleri fayın iki yanında veya ters doğrultuda olabilmektedir. Yatay hareketlerle oluşan faylar, "Yatay Atımlı Faylar" dır. Düşey hareketlerle oluşan faylar ise, "Düşey Atımlı Faylar" dır. (Şekil 3.7)



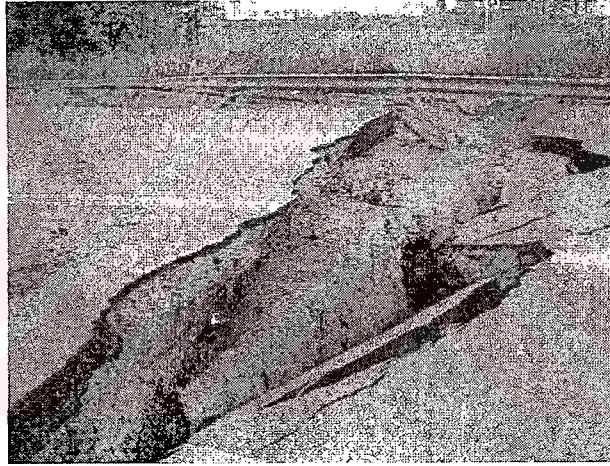
Şekil 3. 5 Yeryüzünün tektonik haritası (Celep, Z., Kumbasar, N.)

<sup>59</sup> TAYMAZ, T., 1999, Cogito Deprem Özel Sayısı, Deprem ve Bilim "Deprem", İstanbul, sayı: 20, s. 72.

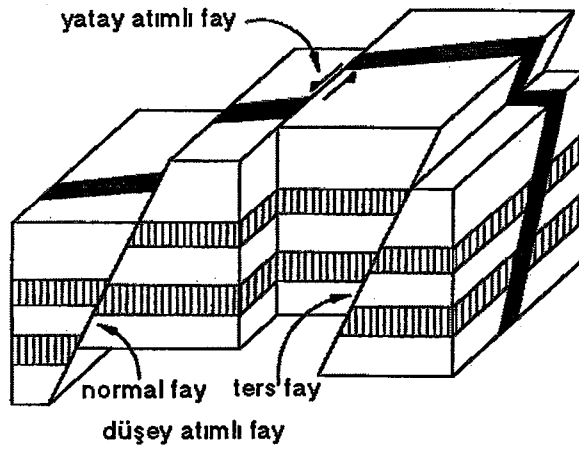


Şekil 3. 6 Yer kabuğu hareketinin şematik anlatımı (<http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>)

Fay hareketleri hem düşey hem yatay hareketlerin bir arada bulunmasıyla oluşabilir.



Resim 3. 1 Sapanca'da TEM yolu üzerindeki fay çatlığı (Kandilli Rasathanesi; Cogito)



Şekil 3. 7 Fay türleri (Celep, Z.; Kumbasar, N.)

### 3.2. Deprem Türleri

Alman bilim adamı R. Hoernes'e göre depremler üç şekilde oluşmaktadır<sup>60</sup>.

Bunlar:

1. Tektonik depremler: Bölüm 3.1.'de anlatılan levhaların hareketleri sonucunda oluşan depremlerdir. Genellikle levha sınırlarında gerçekleşirler. Yeryüzündeki depremlerin %90'ı bu türdedir. Türkiye'de olan depremler de çoğunlukla tektonik depremlerdir<sup>61</sup>. Tektonik depremlerde oluşan enerji çok büyüktür. Bu enerji ses ve deniz dalgalarına benzeyen ve elastik dalgalar olarak adlandırılan deprem dalgaları ile yayılırlar.

2. Volkanik depremler: Yerin derinliklerindeki ergimiş maddelerin yeryüzüne çıkarken oluşan gazların fiziksel ve kimyasal olaylar nedeniyle meydana getirdikleri patlamalar sonucunda volkanların püskürmesiyle oluşurlar<sup>62</sup>. Japonya ve İtalya' da bulunan aktif yanardağlar (Fuji ve Vezüv) nedeniyle bu ülkelerde oluşan depremlerin bir kısmı volkanik deprem türüne girerler. Türkiye'de aktif yanardağ bulunmadığı için bu tür deprem de olmamaktadır.

3. Çöküntü Depremler: Yeraltındaki mağara, maden ocaklarındaki boşlukların, tuz ve jipsli arazilerdeki erimeler sonucunda çökmeleri ile oluşurlar. Etkileri bölgeseldir.

Depremlerin yeryüzünde meydana getirdikleri etkiler ise, zayıf zeminlerde, heyelanlar, kopmalar ve çökmeler; yeraltı suyunun harekete geçmesi ile toprak ve çamur akmaları; yapıların toprağa gömülmesi şeklinde etki oluşturan kumlu zeminlerde zemin sıvılaşması; şehirlerde alt yapı hasarları nedeniyle oluşan yangınlar ve su basmaları; derin deniz depremleri sonucunda oluşan dev deniz dalgaları (tsunami) şeklinde sıralanabilir<sup>63</sup>.

---

<sup>60</sup> TAYMAZ, T., a.g.e., s. 73.

<sup>61</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>

<sup>62</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>

<sup>63</sup> TAYMAZ, T., a.g.e., s. 73.

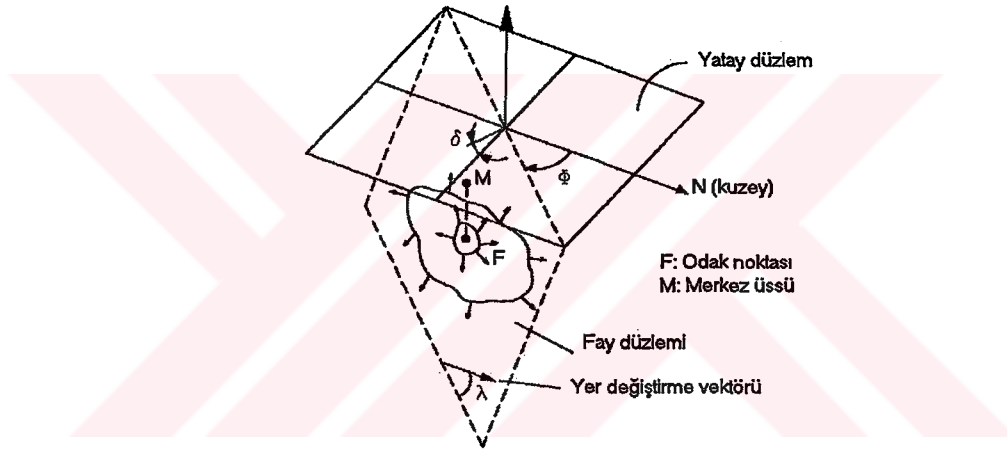
Depremlerden önce oluşan küçük sarsıntılara öncü depremlerdir<sup>64</sup>. Büyük bir depremin oluşmasından sonra şiddeti gittikçe azalarak süren ve sayısı yüzlere varan depremler ise artçı depremlerdir<sup>65</sup>.

### 3.3. Deprem Parametreleri

Deprem parametreleri, depremlerin doğru bir biçimde tanımlanmalarını sağlayan ve depremleri oluşturan belirli kavramlardır. Bunlar:

Oluş zamanı: Greenwich (GMT) zamanına göre depremin saat, dakika ve saniye cinsinden olduğu zamandır<sup>66</sup>.

Odak noktası (Hiposantr): Deprem enerjisinin ortaya çıktığı iç merkez alanıdır<sup>67</sup> (Şekil 3.8)<sup>68</sup>.



Şekil 3. 8 Deprem parametrelerinin şematik gösterimi (Celep, Z.; Kumbasar, N.)

Dış merkez (Episantr): Depremin yeryüzünde en fazla hissedildiği odak noktasına en yakın alandır. Bu alan depremin şiddetine bağlı olarak değişir<sup>69</sup>.

Odak derinliği: Deprem enerjisinin açığa çıktığı nokta ile iç merkez arasındaki en kısa mesafedir. Odak derinliğine göre depremler üçe ayrılırlar:

a) Sığ depremler: Yerin 0-60 km derinliğinde, genellikle kıtasal alanlarda (Türkiye, Asya, Ege...) meydana gelirler.

<sup>64</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>.

<sup>65</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>.

<sup>66</sup> TAYMAZ, T., a.g.e., s. 74.

<sup>67</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>.

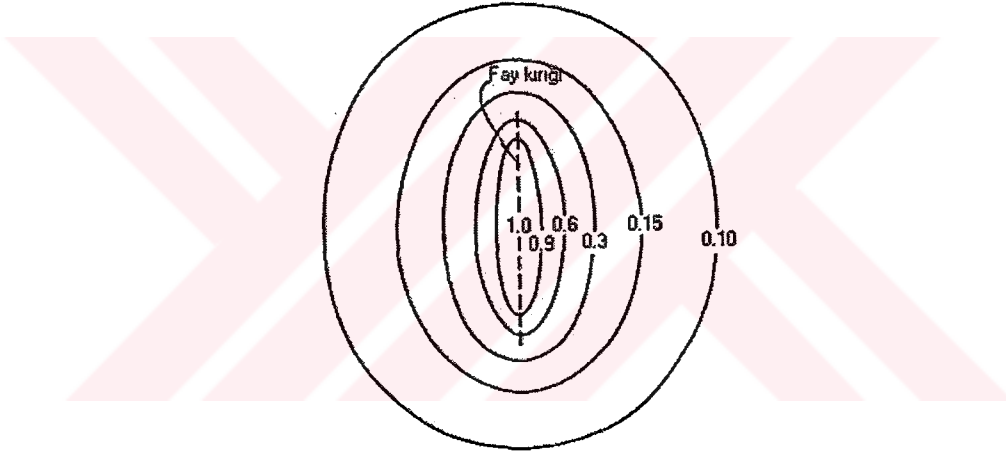
<sup>68</sup> CELEP, Z., KUMBASAR, N., a.g.e., s. 4.

<sup>69</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>.

- b) Orta derinlikli depremler: 60-300 km derinlikte meydana gelen depremlerdir. Dalma batma bölgeleri: Japonya, Şili, Filipinler' de görülürler.
- c) Derin depremler: 300-700 km derinlikte oluşan depremlerdir. Dalma batma bölgelerinin okyanus levhasının en uç kesimlerinde görülürler<sup>70</sup>.

Derin depremler, çok geniş bir alanda hissedilirken, yaptıkları hasar az olur. Sığ depremler ise dar bir alanda hissedilen hasarı büyük depremlerdir<sup>71</sup>.

Eşşiddet (izoseit) eğrileri: Depremin aynı şiddetle etkidiği yeryüzü noktalarının birleştirilmesi ile elde edilen eğrilerdir. Depremin çeşitli şiddetlerde etkidiği alanların belirlenmesinde kullanılır. Büyüklüğü fay yırtığının boyu ile doğru orantılıdır<sup>72</sup> (Şekil 3.9)<sup>73</sup>.



Şekil 3. 9 Eşşiddet eğrileri (Dowrick, D. J.)

Şiddet: Aletsel ölçüm ve gözlemlerin bulunmadığı dönemlerde depremin insanlar, yapılar ve doğal çevredeki yıkım etkisine göre verilen bir değerdir<sup>74</sup>. Şiddet, Romen rakamları ile ifade edilen bir büyüklüktür ve çeşitli bilim adamları tarafından hazırlanmış cetvelleri vardır. Bunlar:

Rossi-Forel (RF), Mercalli-Sieberg (MS), Omori-Cancani (OC), Mercalli-Cancani (MC), Değiştirilmiş Mercalli (MM), Medvedev-Sponheur-Karnik (MSK), Japon (JM) şiddet cetvelleridir. Günümüzde en çok kullanılan şiddet

<sup>70</sup> TAYMAZ, T., a.g.e., s. 74.

<sup>71</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>.

<sup>72</sup> CELEP, Z., KUMBASAR, N., a.g.e., s. 7.

<sup>73</sup> DOWRICK, D. J., 1987, Earthquake Resistant Design For Engineers and Architects, Great Britain, John Wiley & Sons-Interscience Publication, s. 78.

<sup>74</sup> TAYMAZ, T., a.g.e., s. 75.

cevelleri Medvedev, Sponheur- Karnik (MSK), Değiştirilmiş Mercalli (MM) ve Japon (JM) 'dir. Bunların birbirleri ile karşılaştırılmalı ifadesi ise Tablo 3.1<sup>75</sup> de görüleceği üzere:

**Tablo 3. 1** Deprem şiddet değerleri karşılaştırma tablosu (Taymaz, T.)

MSK (1964) = MM (1931)	RF (1874)	JM (1950)
I	I	0
II	II	1
III	III	2
IV	IV	2-3
V	V-VI	3
VI	VII	4
VII	VIII	4-5
VIII	IX	5
IX	X	6
X	X	6
XI	X	7
XII	X	7

şeklinindedir.

**Büyükük:** Deprem sırasında ortaya çıkan enerjinin bir ölçüsüdür. Amerikalı bilim adamı Prof. Charles Richter' in 1930 yılında yapmış olduğu tanımlamaya göre magnitüd: Episantrdan 100 km uzaklıkta ve sert zemine yerleştirilmiş özel bir sismografla (2800 büyütmeli, özel periyodu 0.8 saniye ve % 80 sönümlü bir Wood-Anderson torsiyon sismografı) kaydedilmiş zemin hareketinin mikron cinsinden (1 mikron 1/1000 mm) ölçülen maksimum genliğinin 10 tabanına göre logaritmasıdır<sup>76</sup>. Depremin büyüklüğünü etkileyen çeşitli büyükük değerleri:  $M_b$  (Cisim dalgası büyüklüğü),  $M_w$  (Moment büyüklüğü),  $M_d$  (Süre büyüklüğü),  $M_L$  (Lokal büyükük) olarak sıralanabilir. Depremin magnitüd değerleri matematiksel formüller yardımıyla birbirine dönüştürülebilir.

<sup>75</sup> TAYMAZ, T., a.g.e., s. 75.

<sup>76</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>.

Depremlerin büyüklüklerine göre sınıflandırılması ise Tablo 3.2<sup>77</sup> de görüleceği gibi:

**Tablo 3. 2** Depremlerin büyüklük değerlerine göre karşılaştırılması (Taymaz, T.)

Büyükük	Sınıf
$M \geq 7$	Büyük deprem
$5 \leq M < 7$	Orta büyüklükte deprem
$3 \leq M < 5$	Küçük deprem
$1 \leq M < 3$	Mikro deprem
$M < 1$	Çok küçük mikro deprem

şeklindedir.

Depremlerin şiddetlerinin magnitüd değerleriyle karşılaştırılması ise çeşitli bağıntılara dayalı olarak Tablo 3.3<sup>78</sup> e göre:

**Tablo 3. 3** Deprem şiddetinin magnitüd değerleri karşılığı (www.deprem.gov.tr)

Şiddet	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Richter Magnitüdü	4	4.5	5.1	5.6	6.2	6.6	7.3	7.8	8.4

şeklindedir.

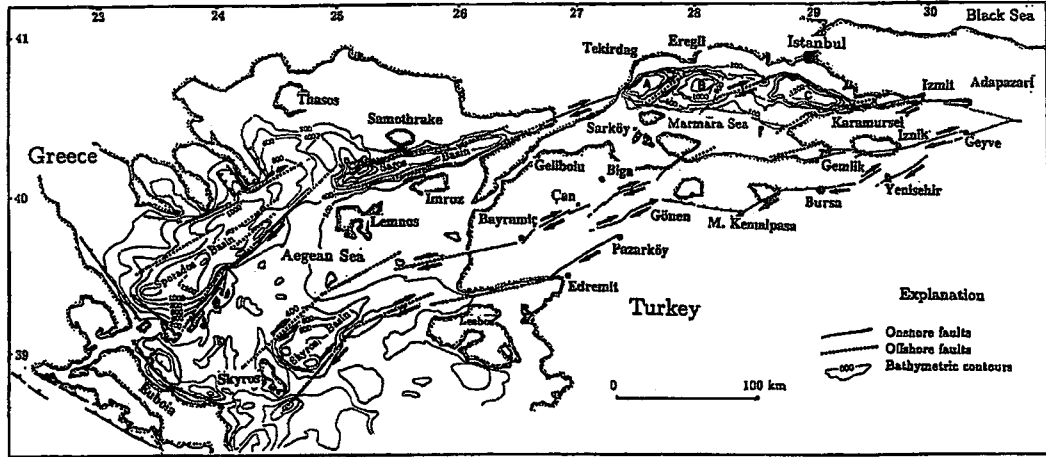
### 3.4. Marmara Bölgesi ve Deprem

Türkiye dünyanın en önemli aktif deprem kuşağı olan Akdeniz Deprem Kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Bu kuşağın en aktif bölümü olan Kuzey Anadolu Fay Hattı, Türkiye'nin doğuda 40N-41E enleminden başlayıp batıda 30,5 meridyenine ve Yunanistan yarımadasına kadar uzanmaktadır (Şekil 3.10)<sup>79</sup>.

<sup>77</sup> TAYMAZ, T., a.g.e., s. 75.

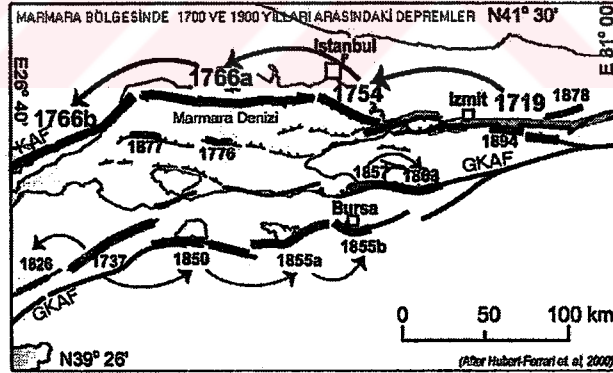
<sup>78</sup> <http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>.

<sup>79</sup> ERCAN, A. 2001, Marmara' da Deprem, Yeraltı Aramacılık Ltd. Bilimsel Araştırma Kurumu Yayını, İstanbul, s. 137.



Şekil 3. 10 Marmara ve Ege Denizine uzanan Kuzey Anadolu Fay Hattı Kolları (Ercan, A.)

Kuzey Anadolu Fay Hattı Kuzey, Orta ve Güney olmak üzere üç bölüme ayrılmakta, Kuzey bölüm ise Marmara denizinin kuzey yarısından çeşitli kırıklıklarla geçmektedir<sup>80</sup> (Şekil 3.11). Kayıtlarda MS 32 yılından itibaren<sup>81</sup> (Ambraseys and Finkel, 1991) ve en sonuncusu 1999'da olan Marmara'nın Kuzeyinde hissedilen yıkıcı depremler bölgenin ne kadar önemli bir deprem riski taşıdığını göstermektedir.



Şekil 3. 11 Marmara Bölgesinde 1700-1900 yılları arasında depremler ve Marmara Denizi'ndeki fay kırıkları (Department of Earthquake Engineering, B.Ü.)

<sup>80</sup> ÇAMLİBEL, Nafiz, 1990, İstanbul'daki Tarihi Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığının Atrılmasına İlişkin Bir Sistem Araştırması, Yıldız Üniversitesi-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü- Yapı Ana Bilim Dalı Yayını, İstanbul, s. 1.

<sup>81</sup> Department of Earthquake Engineering, 2003, Earthquake Risk Assessment for the İstanbul Metropolitan Area, Boğaziçi University Press, İstanbul, s. 83.



### 3.5. Günümüze Değın Marmara Bölgesinde Olagelmiş Depremler

Marmara Bölgesi'nde depremler tarihten önce saptanmış olsalar da, tarihçiler tarafından kayıtlara geçen ilk deprem MS. 29 yılında olmuştur. Merkezi Gemlik olan deprem sonucunda, İznik (Nicea) ve İzmit (Nicomedia) yerleşimleri tamamen yıkılmıştır<sup>82</sup>. Yapılarda tarih boyunca deprem etkisinin bilinebilmesi, bu doğrultuda depreme karşı önlem alınabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Kandilli Rasathanesi, İstanbul'da 1913' te kurulmuş olduğu için, Marmara Bölgesi' ndeki aletsel deprem kayıtları, bu yıldan itibaren tutulabilmiştir. Daha önceki depremlerin etkileri ise ancak tarihçilerin tutmuş oldukları arşiv kayıtlarından izlenebilmektedir<sup>83</sup>. İstanbul ve çevresinde tarih boyunca büyük depremler olmuştur. Ayasofya yapılışını izleyen yıllarda deprem etkisi ile yıkılmış ve 1509 depreminin büyük yıkıcı etkisi nedeniyle, Sultan II. Beyazıt İmparatorluk başkentini Edirne' ye taşımış ve İstanbul' daki yapılar ahşap olarak yeniden inşa edilmeye başlanmıştır. Tablo 3.4' te İstanbul' da tarih içerisinde olan depremler ve zararları görülmektedir<sup>84</sup>

**Tablo 3. 4** İstanbul' da tarihi deprem hasarları (Çamlıbel, N.)

İstanbul'da tarihi deprem hasarları	
Tarih (İ.S.)	Deprem hasarları
212	Büyük şiddette deprem, salgın hastalıklar yaklaşık 300.000 ölü
444	Kiliseler ve kale duvarları yıkıldı
478	Kiliseler yıkıldı
538	Ayasofyanın kubbesi çöktü
740	Birçok kilise yıkıldı. Binlerce ölü
960	Ayasofya çöktü
986	Ayasofya'da önemli hasarlar
1010	Kırk Azizler Kilisesi yıkıldı
1199	Yer yarıldı, insanlar yarıklar içine gömüldü
1295	Havari kilisesi karşısındaki Saint Michael Heykeli yıkıldı
1305	Evler yıkıldı

<sup>82</sup> ERCAN, A., 2001, Marmara'da Deprem, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Yayını, s. 51.

<sup>83</sup> ÇAMLİBEL, Nafiz, a.g.e., s. 12.

<sup>84</sup> ÇAMLİBEL, Nafiz, a.g.e., s. 14, 15.

1332	Evlerde ve kiliselerde büyük hasar
1344	Ayasofya ve birçok kilisede büyük hasarlar
1507	Deprem elli gün sürdü, saraylarda büyük hasar, binlerce ölü
1509, 1510, 1512, 1514	Kubbeler, minareler, kale duvarları yıkıldı
1729	Şiddetli bir deprem, ağır hasarlar
1763	Fatih ve Beyazıt camilerinde büyük hasar
1766	Sultan Selim, Şehzade, Süleymaniye, Nur-ü Osmaniye, Ayasofya ve Yeni Camide hasarlar
1894	Edirnekapı-Mihrimah camisinde hamamlarda, evlerde büyük hasarlar

Istanbul' da en büyük etkili iki deprem 1894' de merkezi İstanbul yakınlarında ve şiddeti 9 olan, tarihi yapılarda büyük hasarlar meydana getiren ve 1912 Şarköy-Müreffe yakınında meydana gelen ve şiddeti 10 olan depremlerdir. Çamlıbel' e göre<sup>85</sup> 1912 Şarköy Müreffe depreminden 100-150 yıl sonra yani 2000-2050 yılları arasında olma ihtimali bulunan şiddetli depremler, 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999' da Adapazarı (M=7.4) ve Düzce (M=7.2)<sup>86</sup> de meydana gelen ve şiddetleri 10 olan depremler ile başlamış bulunmaktadır. Bu bölümün başlığı: "Günümüze Değın Marmara Bölgesinde Olagelmiş Depremler" olmasına rağmen göz önüne alınması gereken nokta, depremlerin genel olarak bölgenin kuzeyinde gerçekleşmiş olduğudur.

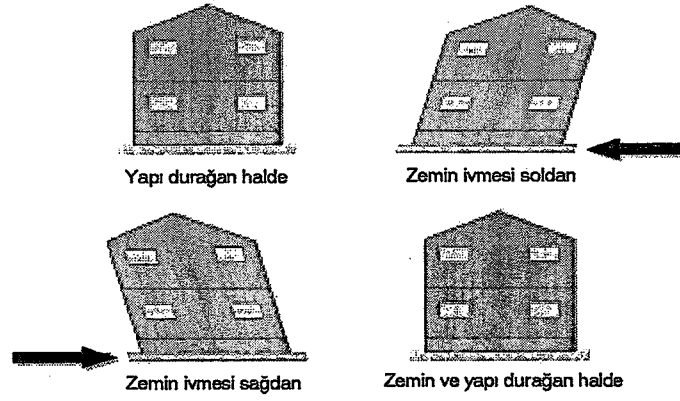
### 3.6. Depremın Ahşap Yapılar Üzerindeki Etkisi

Deprem etkisi, yapıya kendi ağırlığının yanal kuvvetler şeklinde etkimesi ile ortaya çıkar. Fakat bu yanal yükler, rüzgâr, toprak basıncı veya çarpma gibi yapıya dışarıdan etkimezler. Bunlar, deprem sırasında yer kabuğunda oluşan titreşim dalgalarının yapıda oluşturduğu titreşime karşı, yapının direnimi sonucunda oluşan eylemsizlik kuvvetleridir<sup>87</sup> (Şekil 3.12)<sup>88</sup>.

<sup>85</sup> ÇAMLİBEL, Nafiz, a.g.e., s. 15.

<sup>86</sup> ÜŞÜMEZSOY, Ş., a.g.e., s. 304.

<sup>87</sup> ÜNAY, A.İhsan, 2002, Tarihi Yapıların Depreme Dayanımı, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayını, Ankara, s. 59.



**Şekil 3.12** Ahşap yapıların deprem karşısındaki döngüsel davranışları (ATC/SEAOC)

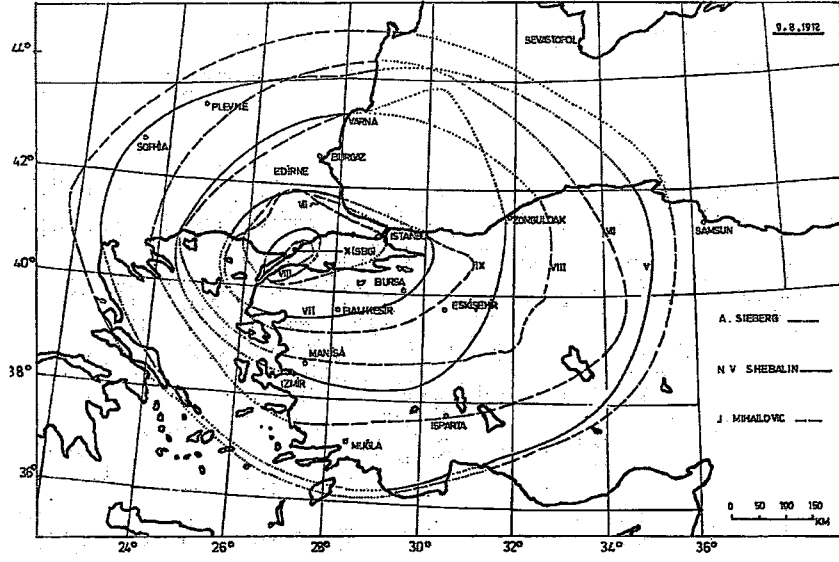
Ahşap yapıların deprem kuvvetleri karşısındaki dayanımlarının düşüklüğünü sağlayan nedenler aşağıdaki gibi sıralanabilir<sup>89</sup> :

1. Gevşek zemin üzerindeki büyük davranış;
2. İkincil strüktür elemanlarının birlikte çalışmaması,
3. Strüktürel formdaki asimetri;
4. Bacaların taşıma güçlerindeki zayıflık,
5. Strüktürel bağlantıların yetersizliği;
6. Taşıyıcı çerçevelerinin yeterli taşıma güçlerinin olmamasına karşın, ağır çatıların kullanılması,
7. Ahşabın haşere ve çürüme nedeniyle güç kaybı,
8. Deprem sonrası yangınlarına yetersiz dayanım.

Geleneksel yapılarda restorasyon sırasında yapının strüktürel güçlendirilmesinin aynı zamanda onun deprem kuvvetlerine karşı güçlendirilmesi anlamına da geldiği söylenebilir. Yapının özel konumuyla birlikte gelen yapısal sorunların yanı sıra yukarıda sıralanan tüm negatif unsurların restorasyon sırasında giderilmeleri gerekir. Şekil 3.13'te 1912 Mürefte Depremi ve etki alanları Resim 3.2' de ise depremin ahşap yapılar üzerindeki taşıyıcı sistem etkisi gözlemlenmektedir.

<sup>88</sup> www.atcouncil.org, 2004, ATC(Applied Technology Council)/SEAOC(The Structural Engineers Assosiation of California) Joint Venture,Seismic Response of Wood-Frame Construction, Briefing Paper 3, California, s.1

<sup>89</sup> DOWRICK, D. J., a.g.e. ,s. 402.



Şekil 3. 13 1912 Şarköy- Mürefte depreminin etki alanı (Çamlıbel, N.)



Resim 3. 2 1912 Şarköy- Mürefte depreminde zarar görmüş olan geleneksel ahşap bir konut (Cogito)

Depremin 1999 Adapazarı ve Düzce’de yapmış olduğu yıkımdan yine geleneksel ahşap konutlar tüm yaşlılıklarına karşın oldukça büyük bir başarıyla çıkmışlardır. Resim 3.3’ te Kasım 1999’da Düzce depremini oldukça küçük hasarlarla atlattığı olan bir dolgulu ahşap karkas konut görülmektedir.



**Resim 3. 3** 12 Kasım 1999 Düzce depreminde hasar görmüş olan dolgulu ahşap karkas bir konut (Sezgin, H.)

### **3.7. Ahşap Yapılarda Yangın Dayanımı**

Depremin yapılar üzerindeki etkisi yalnızca zemin ivmesinin yapısal etkisi değil; deprem sonrası oluşan büyük yangınlarla da ortaya çıkar. Ahşap yapılarda yangın dayanımı, ahşabın türü ve kullanılan kesitlerin kalınlığına bağlı olarak değişiklik gösterir. Kalın kesitli ahşaplarda yanma sonucu oluşan ve ahşap çeperini kaplayan karbon tabakası, Bölüm 2.9.2, Şekil 2.13’ te görülmüş olduğu üzere, ahşabın oksijenle ilişkisini keserek alevin içeriye işlemesini engelleyecektir. Bu şekilde yanması durmuş bir ahşabın yanmamış olan iç kısmı taşıma gücü ve mukavemetini kaybetmeyecektir. Bu nedenle çok kötü bir biçimde yanmış olan büyük kesitli ahşap strüktürler, yapılan incelemelerde yaşamlarını sürdürme gücüne sahip olarak bulunmuştur. Ahşabın yangın dayanımının fazla olduğu söylenebilirse de ahşap taşıyıcıların birleşiminde kullanılan metallerin yangın dayanımları

tartışılması ve incelenmesi gereken konulardır. Ahşabın yanıcı bir malzeme olması nedeniyle büyük kesitli olmayan strüktüre sahip ahşap yapılar bu riskin varlığı göz önünde tutularak inşa edilmelidirler. Ahşap malzemenin yangın dayanımını artırmak için günümüzde çeşitli kimyasallar pazarlansa da, bu kimyasalların yanmayı yalnızca birkaç dakika geciktirmeleri nedeniyle ahşap açısından değerleri henüz sınırlıdır<sup>90</sup>.

### **3.8. Bölüm Sonucu**

Bu bölümde genel olarak depremin yapılar ve dolayısı ile insan yaşamı üzerindeki negatif etkisi anlatılmış, depremlerin oluşumunu sağlayan sebeplere değinilerek, deprem parametrelerinden bahsedilmiştir. Tezin konusunu oluşturan Marmara Bölgesi' nde deprem etkisi anlatılarak, tarih boyunca bölgede olagelmiş yıkıcı depremler, bunların oluş periyotları, genel olarak bölgenin kuzeyinde meydana gelmelerine ait nedenler irdelenmiş, depremin ahşap yapılar üzerindeki etkisi ve deprem sonrası yangınları konu edilerek bundan korunabilme açısından alınabilecek yapısal ve kimyasal önlemlere değinilmiştir.

---

<sup>90</sup> DOWRICK, D. J., a.g.e. ,s. 416, 417.

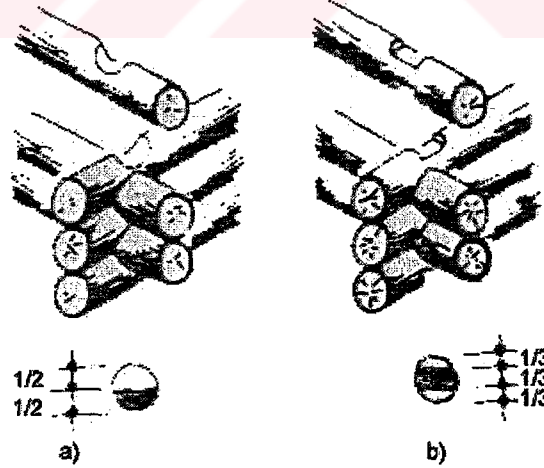
#### 4. AHŞAP YAPIYA AİT GENEL TANIM

Ahşap yapılar iç ve dış duvarları, döşemeleri, merdivenleri ve çatıları ahşap malzeme ile inşa edilmiş olan yapılardır<sup>91</sup>.

Ahşap yapıların karakteristik özelliklerini genel olarak iklim koşulları, topografya, malzeme bulunma oranları ile toplumsal ekonomik ve kültürel yapı belirler<sup>92</sup>. Örneğin soğuk iklimli ve ormanlık bölgelerde yığma ahşap yapı inşa edilirken, ahşabın daha az, kârgir yapı malzemelerinin daha bol bulunduğu bölgelerde dolgulu ahşap karkas yapılar inşa edilmiştir. Dünyada çeşitli yöntemlerle geleneksel ahşap yapılar üretilmekle birlikte bu tezde genel olarak Türkiye'deki geleneksel sivil mimari örnekleri anlatılmıştır.

##### 4.1. Ahşap Yığma Yapı

Kerestenin bol ve ucuz olduğu bölgelerde tercih edilen bir ahşap yapı sistemidir. Kütük ağaçla (Şekil 4.1.) veya işlenmiş kereste ile (Şekil 4.2.) inşa edilir<sup>93</sup>. Köşe birleşimleri geçme detayı oranlarına göre boğaz geçme ve kara boğaz geçme isimlerini alırlar. Bölme duvarları da genellikle ana dikmeler boyunca açılan lambalara geçirilen dikdörtgen kesitli kalaslarla oluşturulur<sup>94</sup> (Şekil. 4.3)



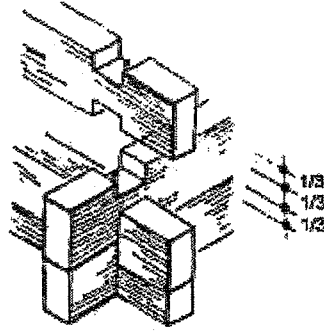
Şekil 4. 1 a) Kütük ağaç boğaz geçme; b) Kütük ağaç kara boğaz geçme (Berker, M.)

<sup>91</sup> TALÂT, Ali, a.g.e. , s.3.

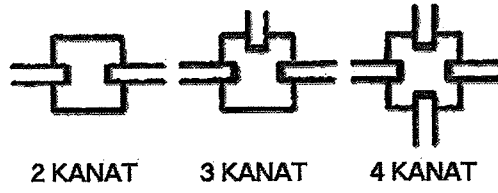
<sup>92</sup> BERKER, M., a.g.e. , s.84, 92.

<sup>93</sup> BERKER, M.,a.g.e., 92.

<sup>94</sup> BERKER, M.,a.g.e., 92.

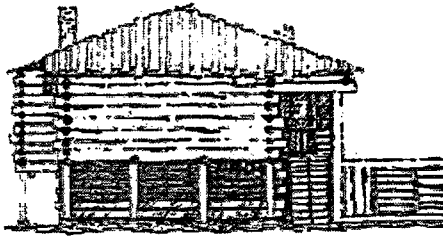


Şekil 4. 2 Blok geçme (Berker, M.)

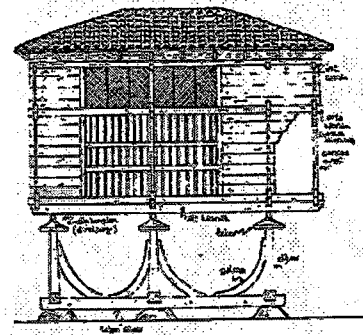


Şekil 4. 3 İç duvar bölme detayı (Berker, M.)

Ahşap yığma yapılar kârgir bir temele oturan şekilleriyle konut olarak kullanımlarının (Şekil 4.4)<sup>95</sup> yanı sıra kütükten soyma ayaklara oturtularak özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde (Şekil 4.5)<sup>96</sup> zahire ambarı olarak kullanılmaktadırlar.



Şekil 4. 4 Ahşap yığma konut (Berker, M)



Şekil 4. 5 Ahşap yığma zahire ambarı (Berker, M.)

<sup>95</sup> BERKER, M.,a.g.e. , 91.

<sup>96</sup> BERKER, M.,a.g.e. , 91

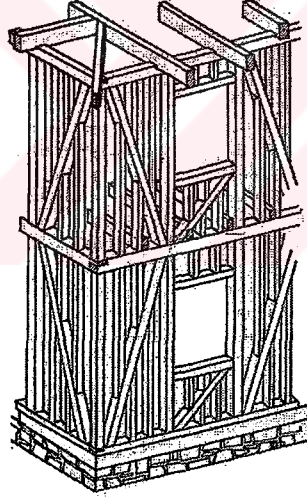


## 4.2. Ahşap Karkas Yapı

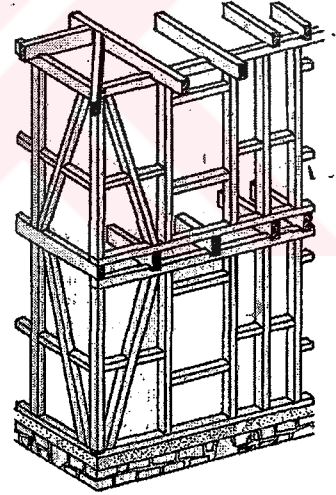
Bodrum zemin veya katlarında kârgir duvarlara oturan taşıyıcı sistemleri ahşap iskelet olan yapılardır. Yapıya etki eden yükler, yatay düşey ve diyagonal elemanlarla karşılanarak kârgir malzeme ile inşa edilmiş zemin, bodrum kat veya temel aracılığıyla zemine iletilirler.

- Yatay taşıyıcı elemanlar: Tabanlar, başlıklar, döşeme kirişleri dikme ara bağlantıları;
- Düşey taşıyıcı elemanlar: Dikmeler ve ara dikmeler;
- Diyagonaller: Payandalar<sup>97</sup>, şeklinde sıralanabilirler.

Ahşap karkas yapılar dikmelerin oturduğu tabanların sayısına göre tek veya çift tabanlı olarak isim alırlar. Eğer yapının her iki yönünde de taban sayısı tek ise tek tabanlı ahşap iskeletli yapı (Şekil 4.6); bir yönde tek diğer yönde çift tabanlı ahşap iskeletli yapı(Şekil 4.7)<sup>98</sup> ve her iki yönde çift tabanlı ahşap yapı olarak adlandırılırlar (Şekil 4.8)<sup>99</sup>.



Şekil 4. 6 Her iki yönde tek tabanlı ahşap iskeletli yapı (Güngör, İ. Hulusi)



Şekil 4. 7 Bir yönde tek diğer yönde çift tabanlı ahşap iskeletli yapı (Güngör, İ. Hulusi)

Alt taban döşeme kirişlerinin üzerine oturtulduğu için çift tabanlı sistemde, bir yönde devam eden döşeme kirişlerinin sonuncusuna diğer yönde döşeme kirişleri saplanarak<sup>100</sup> (Şekil 4.9) diğer tabanın oturacağı mesnetler

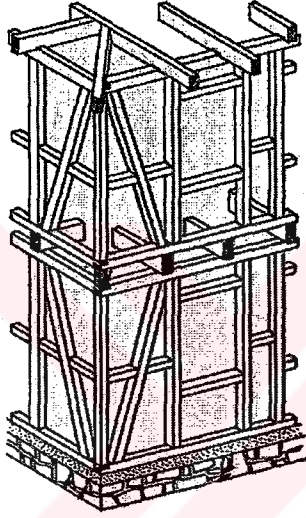
<sup>97</sup> GÜNGÖR, İ. HULUSİ, 1969, Ahşap Yapı Bilgisi, İstanbul, s. 59.

<sup>98</sup> GÜNGÖR, İ. HULUSİ, a.g.e. s. 59.

<sup>99</sup> GÜNGÖR, İ. HULUSİ, a.g.e. s. 60.

<sup>100</sup> GÜNGÖR, İ. HULUSİ, a.g.e. s. 60.

oluşturulur. Ahşap karkas yapılarda yapı köşeleri ve pencere kenarlarına yerleştirilen ana dikmelerin aralarına kesit olarak daha ince ara dikmeler yerleştirilir. Bunun nedeni kat yüklerini alt tabana düzgün yayılı olarak iletebilmenin yanı sıra iç veya dış sıvaların üzerine uygulanacağı bağdadi çitalarının çakılması, karkas içi dolgusunun yapılması veya dış kaplama çakılabilmesi için alt yapı hazırlamaktır.



Şekil 4. 8 Her iki yönde çift tabanlı tabanlı ahşap iskeletli yapı (Güngör, İ. Hulusi)



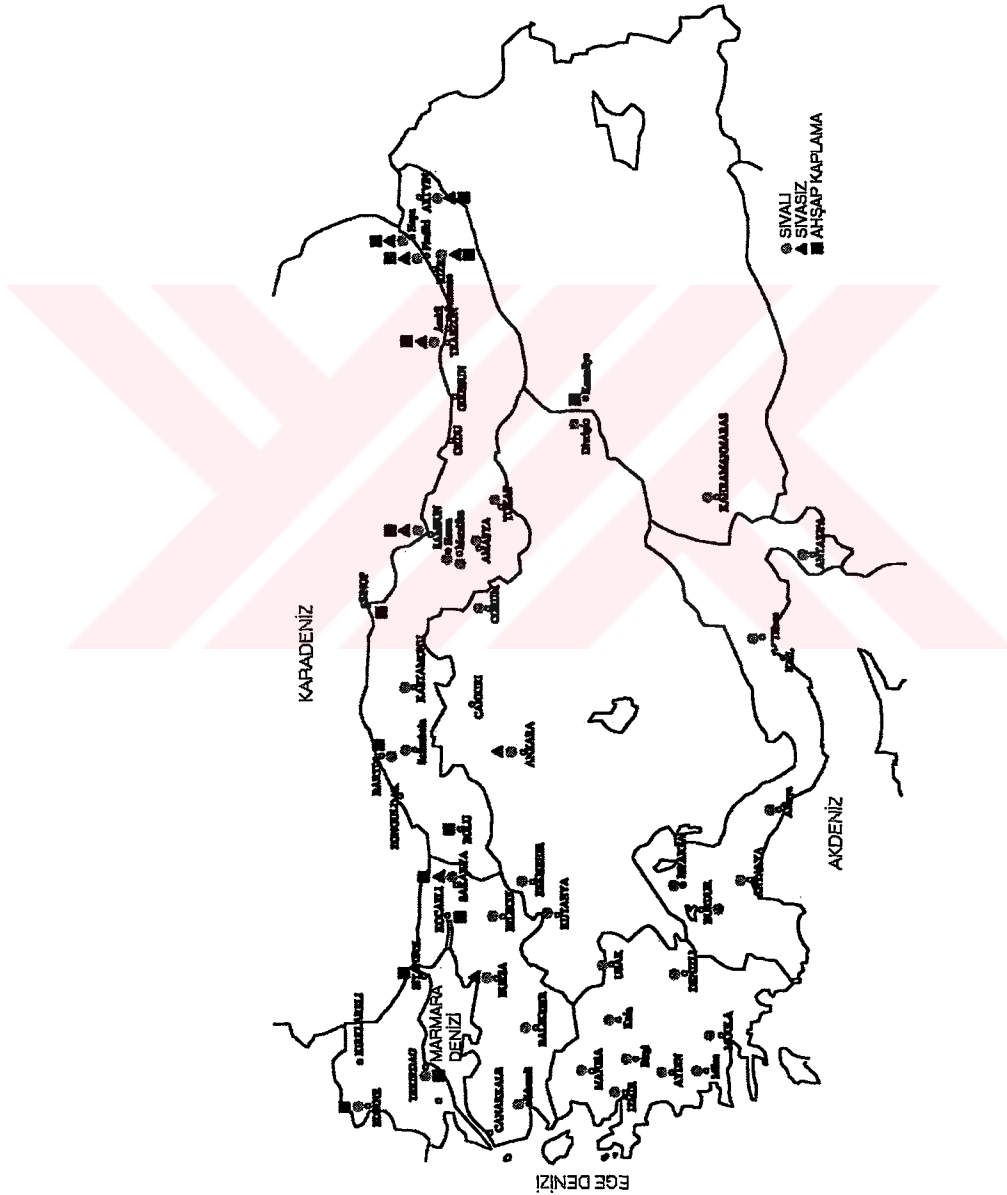
Şekil 4. 9 Saplama kirişleri Güngör, İ.Hulusi)

#### 4.2.1. Ahşap Karkas Yapılarda Duvarlar

Ahşap karkas yapı duvarları, bölüm 4.2'de anlatıldığı gibi yapı cephe duvarları oluşturulurken, dış köşelere ve pencere kenarlarına ana dikmeler, bunların arasına ara dikmeler ve bu dikmeler arasına da diyagonal çubuklar yerleştirilerek inşa edilirler. Dış duvarların karkası iklim ve malzeme koşullarına göre, dolgusuz veya dolgulu olabilir. İç duvarların kurgusu da dış duvarlarda olduğu gibi köşeler ve kapıların kenarlarında ana dikmeler, bunların arasında ara dikmeler ve diyagonaller yerleştirilmesi ile oluşturulur.

#### 4.2.1.1. Ahşap Karkas Yapı Dış Duvarları

Ahşap karkas yapılar, dış duvarlarının dolgulu veya dolgusuz olmaları ve cephe kaplamalarının sıvasız, sıvalı ve ahşap kaplamalı oluşları ile farklılıklar gösterirler<sup>101</sup> (Şekil 4.10). Yapıyı rüzgâr, yağmur, kar gibi çeşitli atmosferik koşulların yanı sıra ısı değişikliklerinden koruyan kaplama farklılıklarında bölge, coğrafya, iklim ve ekonomik koşullar oldukça büyük önem taşırlar.



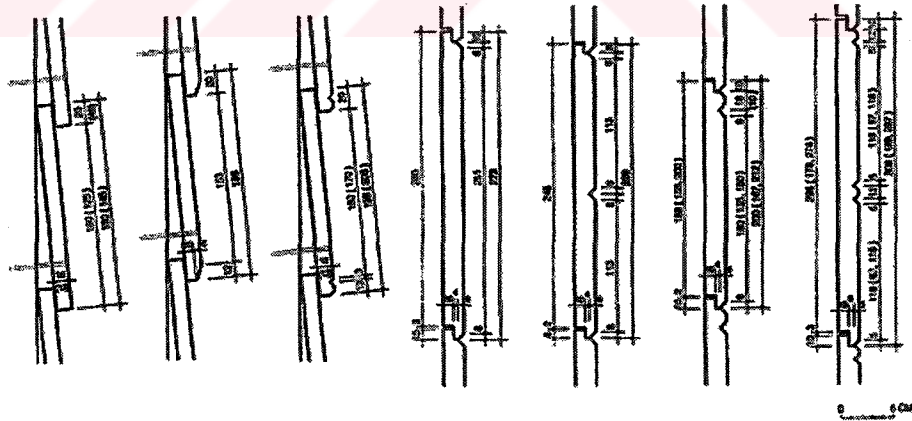
Şekil 4. 10 Bölgelere göre kaplama dağılımı (Çobancaoğlu,T)

<sup>101</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., Arşiv.

#### 4.2.1.1.1. Boşluklu Duvarlar

Karkas yapının dış duvar içlerinin herhangi bir kârgir malzeme ile doldurulmayıp boş bırakıldığı duvarlardır. Cephe kaplamalarının çeşitliliğine göre sınıflandırılabilirler. Cephe kaplamaları:

a) Ahşap Kaplama: Daha çok Marmara Bölgesinin Kuzeyi, Trakya ve İstanbul'da gözlemlenen bir cephe düzenidir. "18. yüzyıl sonları ve 19 yüzyıl başları arasında geçen seneler içinde Marmara Bölgesi'nde ve öncelikle İstanbul ve Rumeli yörelerinde evler ahşap kaplama yapılmaya başlamıştır."<sup>102</sup> Kaplamalar düşey ve yatay yapılabilir<sup>103</sup>. Genellikle rastlanılan türü, yatay kaplamadır. Kaplama tahtaları genellikle çamdan olur<sup>104</sup>. Karadeniz bölgesinde suya dayanıklılığı ve bol bulunması nedeniyle genellikle kestane ağacı kullanılır. Zaman içerisinde boyut ve detay farklılıkları içermekle birlikte, esas amacı yağmurun yapı içerisine girmesine engel olmak amacıyla yapılan ahşap kaplamalar geçmeli ve bindirmeli olarak inşa edilirler (Şekil 4.11'de İstanbul ve İzmit'te yapılan sayısal analizlere göre kaplamalar gösterilmektedir )<sup>105</sup>. Yatay kaplamalar nem yalıtımı dışında yatay kuvvetlere karşı da yapıya dayanım kazandırır<sup>106</sup>.



Şekil 4. 11 Çeşitli ahşap kaplamalar (Günay, R.)

<sup>102</sup> ELDEM, S. H., 1984, Türk Evi Osmanlı Dönemi, I. Cilt, İstanbul, s. 231.

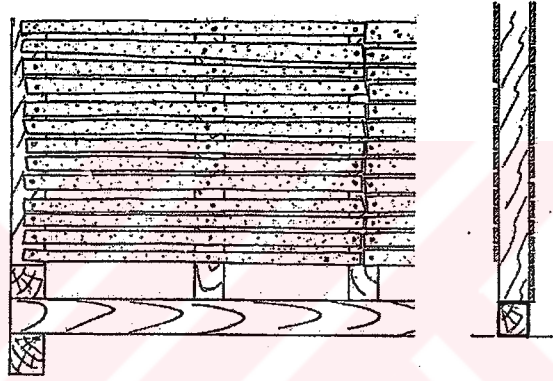
<sup>103</sup> GÜNGÖR, İ. HULUSİ, a.g.e. s. 66.

<sup>104</sup> GÜNAY, R., 2002, a.g.e., s.156.

<sup>105</sup> GÜNAY, R., 2002, , a.g.e., s. 156.

<sup>106</sup> GÜNAY, R., 2002, , a.g.e. s. 156.

b) Bağdâdî Sıvalı Duvarlar: Ahşap karkasın doldurulmadığı ve son yüzyılda görülen bir yöntemdir. Ahşap karkasta meydana getirilen boşlukla ahşabın hava alması ve uzun süre dayanımı sağlanmaktadır. Kimi zaman dolgulu ahşap duvarlarda da bağdâdî çita ve üzerine sıva uygulaması görülmüştür. Barok dönem yapılarının eğri yüzeyli çıkmaları ve saçaklarının kolaylıkla uygulanması da bu yöntemle sağlanmıştır<sup>107</sup>. Kullanılan bağdâdî çitası ölçüleri 1-2x2 cm ve 1-2x3 cm'dir<sup>108</sup>. Bu çitaların düzgün bir şekilde belirli metrik ölçülerde olmayan keserle yontulmuş çeşitli ebattaki uygulamalarına da sıklıkla rastlanmaktadır<sup>109</sup> (Şekil 4.12).



Şekil 4. 12 Bağdâdî çita kaplamalı duvar (Günay, R.)

#### 4.2.1.1.2. Dolgulu Duvarlar (Hımış Yapı)

Ahşap karkas yapının dikme taban ve kirişleme aralarının bölgelere göre kerpiç, tuğla veya taş malzeme ile doldurulması ile inşa edilen yapı türüdür. Anadolu'nun farklı bölgelerinde farklı malzemelerle uygulanmış örnekleri bulunmaktadır<sup>110</sup>. Birinci Devir Evleri'nde<sup>111</sup> genellikle kârgir malzemenin sanatlı bir biçimde işlenmesi şeklinde görülen hımış tekniğinde (Resim 4.1, Bursa, Bitli Ev, ELDEM, S: H.)<sup>112</sup> daha sonra bu ifade yerini sade bir

<sup>107</sup> GÜNAY, R., 2002, , a.g.e. s.144.

<sup>108</sup> GÜNGÖR, İ. HULUSI, a.g.e. s. 66.

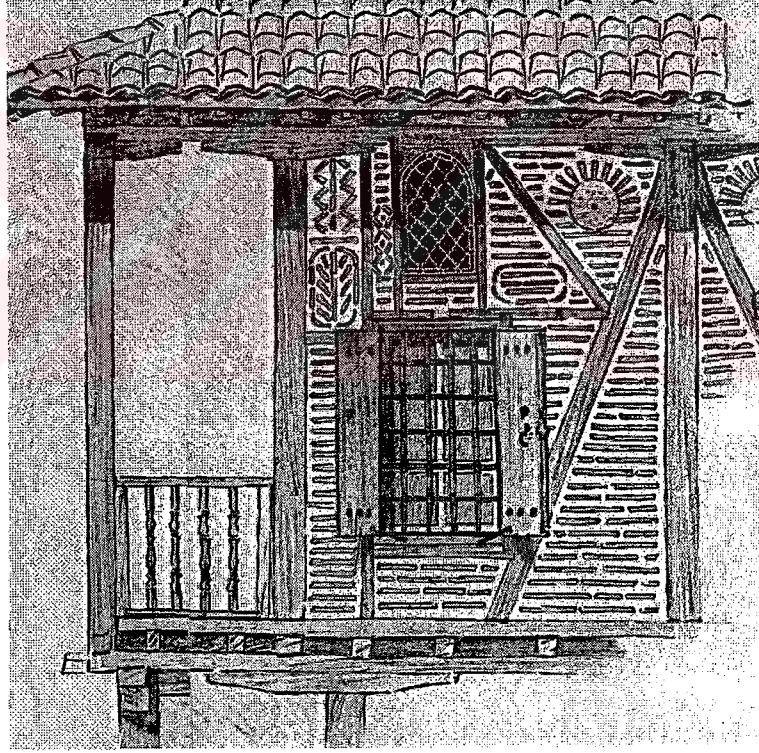
<sup>109</sup> GÜNAY, R., a.g.e. s.146.

<sup>110</sup> CEYLAN, O., 2003, Korunması Gerekli Taşınmaz Kültür Varlıklarında Edilgen Yangın Korunumu, M.S.Ü. Restorasyon Ana Bilim Dalı, III Araştırmalar, İstanbul, s. 18.

<sup>111</sup> ELDEM, S. H., 1984, Türk Evi Osmanlı Dönemi, T.A.Ç. Vakfı Yayını, İstanbul, c.I, s. 83.

<sup>112</sup> ELDEM, S. H., 1984, a.g.e , s. 83.

anlatıma bırakılmıştır. Resim 4.2' de Safranbolu'ya ait bir hımiş yapı örneği görülmektedir (Çobancaoğlu, T.). Hımiş sistemin farklı özellikler gösterdiği bölgelerden birisi Karadeniz bölgesidir. Burada da ahşap çatkının geometrik şekline göre kare biçimindeki çatki boşluklarının taş malzeme ile doldurulması ile oluşturulan göz dolması biçimine (Şekil 4.13) ve üçgen biçimindeki çatki boşluklarının kârgir malzeme ile doldurulması ile muska dolgusu yöntemine rastlanılmaktadır<sup>113</sup> (Şekil 4.14). İç Anadolu ve Batı Anadolu bölgelerinde ise balıksırtı ve düz tuğla dolguya rastlanmaktadır (Şekil 4.15)<sup>114</sup>



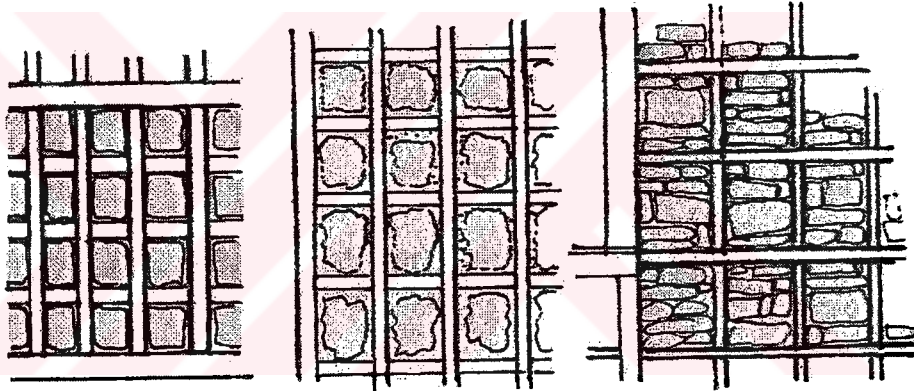
**Resim 4. 1** Hımiş Tekniği, Bursa Bitli Ev (Eldem, S. H.)

<sup>113</sup> BERKER, M., a.g.e. , 98.

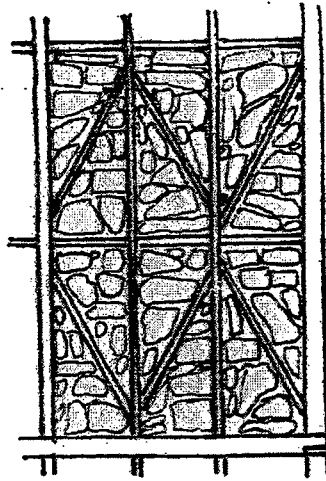
<sup>114</sup> YONAT, F. Rengin, 1986, Gelişim Süreci İçinde XIX: Yüzyıl Ahşap İstanbul Evleri ve Günümüz Koşullarına Uyarlanması, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, MSÜ), İstanbul, s. 33.



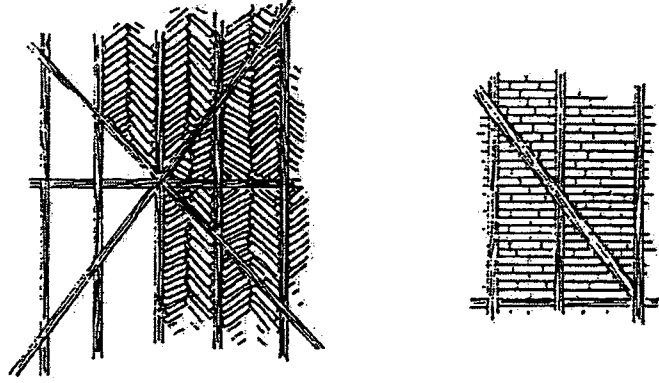
**Resim 4. 2** Safranbolu'da hımiş tekniğinde ev (Çobancaoğlu, T. Arşiv)



**Şekil 4. 13** Karadeniz bölgesi göz dolması tekniği (Berker, M.)



**Şekil 4. 14** Karadeniz bölgesi muska dolgu tekniği (Berker, M.)



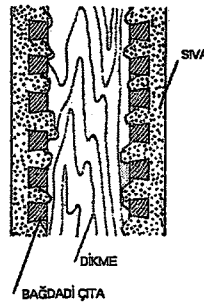
Şekil 4. 15 a) Balık sırt dolgu

b) Düz tuğla dolgu (Yonat, F. Rengin)

İstanbul ve Marmara Bölgesinde geç dönemde hımiş yapının özel bir uygulaması olarak ahşap kaplama yapılmış haline de rastlanılmaktadır<sup>115</sup>.

#### 4.2.1.2. Ahşap Karkas Yapı İç Duvarları

Ahşap karkas yapılarda iç duvarlar da dış duvarlarda olduğu gibi, dikmelere çakılan bölüm 4.2.1.1.1.'de belirtilen 1-2x2cm, 1-2x3 boyutundaki ahşap çitalara sıva telinin gergin bir şekilde tespit edilmesinden sonra üzerine sıva yapılması<sup>116</sup> (Şekil 4.16) ile oluşturulurlar.



Şekil 4. 16 Bağdâdî duvar detayı (Güngör, İ., Hulusi)

#### 4.2.2. Ahşap Karkas Yapı Döşeme Kirişlemeleri

Geleneksel ahşap yapılarda kirişler genellikle 40–50 cm ara ile kârgir duvarların içine veya üzerine ve ahşap tabanlara oturtulur. Kiriş döşenme

<sup>115</sup> CEYLAN, O., a.g.e., s.146.

<sup>116</sup> GÜNGÖR, İ. HULUSI, a.g.e. s. 66.

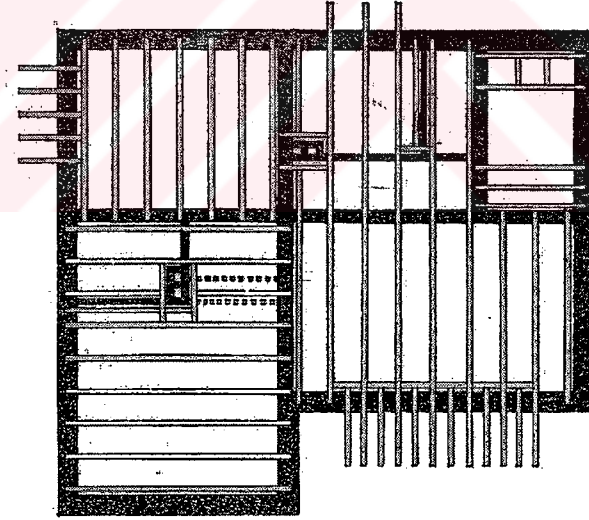


yönü dar açıklık istikametindedir kirişlerin geniş kenarları yüksekliği doğrultusunda olur<sup>117</sup>. (Şekil 4.17)

Döşemeler binadaki yerlerine göre üç çeşittirler<sup>118</sup>:

1. Toprak üzerindeki döşemeler: Kirişlerle döşeme tahtalarından,
2. İki kat arasında oluşturulan döşemeler: Kirişler, döşeme ve tavan tahtalarından,
3. Çatı altında oluşturulan döşemeler: Kirişler ve tavan tahtalarından oluşurlar.

Geleneksel döşemelerde kullanılan ahşaplar genellikle çıralı veya çırasız çamdır. Eğer döşeme toprak üzerinde oluşturuluyorsa, neme karşı meşe veya kestane ağaçları kullanılır.



Şekil 4. 17 Ahşap yapıda kirişleme (Güngör, İ. Hulusi)

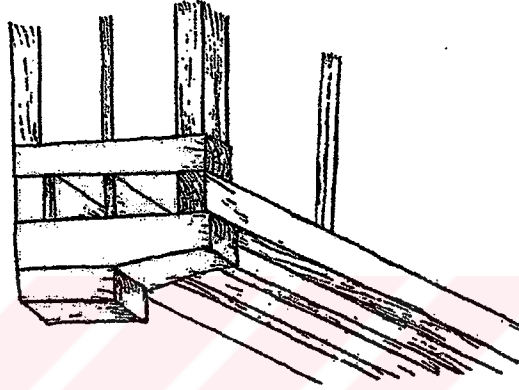
<sup>117</sup> GÜNGÖR, İ. HULUSİ, a.g.e. s. 69.

<sup>118</sup> TALÂT, Ali, a.g.e. , s.33.

### 4.2.3. Ahşap Karkas Yapılarda Çıkmalar

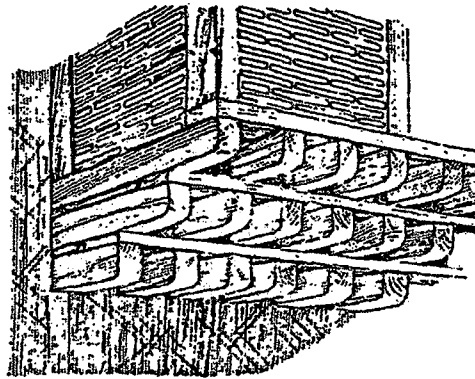
Ahşap yapılarda yapının zemin kat üzerinde yer alan katlarında dışarıya doğru yaptığı cumba çıkmaları, balkonlar ve çatı saçakları yapıya çeşitli biçimlerde taşınırlar. Bunlar<sup>119</sup>:

- Konsol kirişli çıkma: Yapıdan dışarıya taşınan döşeme kirişlerinin üzerine oturtulan taban kirişinin üzerine üst kat dikmelerinin oturtulmaları ile inşa edilirler.(Şekil 4.18)<sup>120</sup>



Şekil 4. 18 Konsol kirişli çıkma (Günay, R.)

- Bindirme kirişli çıkma: Konsol olarak düzenlenmiş 30-60 cm aralıklı kirişler üzerine 2-3 sıra kirişin sürülerek oluşturdukları 80-100 cm 'lik çıkmalardır. Çoğunlukla Ankara, Çankırı, Kastamonu, Erzurum yörelerinde bulunur. (Şekil 4.19)<sup>121</sup>



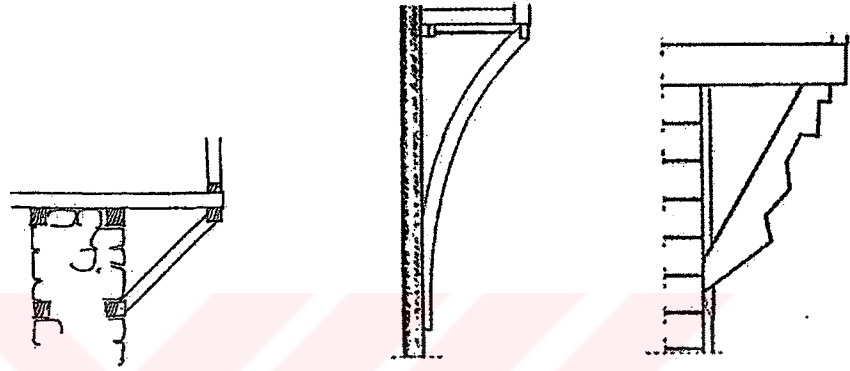
Şekil 4. 19 Bindirme kirişli çıkma (Günay, R.)

<sup>119</sup> BERKER, M., a.g.e. , 100.

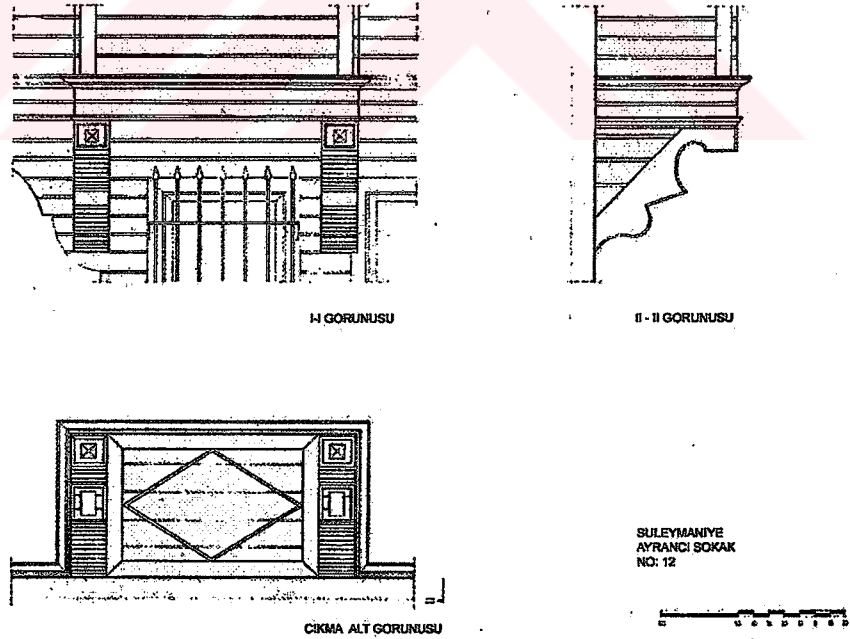
<sup>120</sup> GÜNAY, R., a.g.e. s.129.

<sup>121</sup> GÜNAY, R., a.g.e. s.128.

- Payandalı (Göğüslemeli) çıkma: Çıkma yüklerinin eğri ya da düz olarak düzenlenmiş, dış kısımları yöresel yapı özelliklerine göre açık veya üzeri kaplanmış ahşap desteklerle kârgir duvara veya ahşap taşıyıcıya mesnetlendiği çıkmalardır. İstanbul, Amasya, Kastamonu, Çankırı, Safranbolu ve Ermenek bölgelerinde yaygın olarak kullanılmıştır. (Şekil 4.20)<sup>122</sup>. İstanbul'daki son dönem ahşap çıkmalarına örnek olarak Şekil 4.21<sup>123</sup> gösterilebilir.



Şekil 4. 20 Çeşitli konsol çıkmalar (Günay, R.)

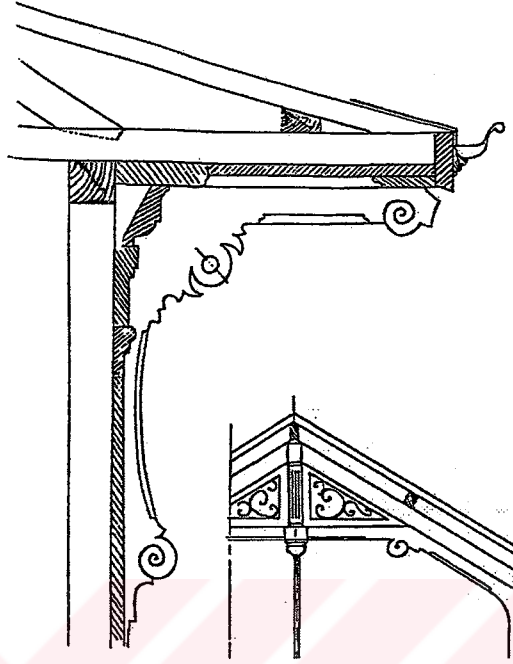


Şekil 4. 21 İstanbul çıkması (Günay, R.)

<sup>122</sup> GÜNAY, R., a.g.e. s.128, 129.

<sup>123</sup> GÜNAY, R., a.g.e. s.130.

- Çatı furuşları: Çatı saçaklarını taşıyan ahşap çıkma elemanlarıdır. (Şekil 4.22)<sup>124</sup>



Şekil 4. 22 Çatı furuşu (Talât, A)

#### 4.2.4. Ahşap Karkas Yapılarda Çatılar

“Geleneksel Türk ahşap mimarisinde çatı, kırma çatı biçiminde ve her zaman yatay saçak oluşturulacak biçimde tasarlanır.”<sup>125</sup> Çatı strüktürel olarak genellikle yalın bir biçimde ifade bulur (Şekil 4.23)<sup>126</sup>. III. Devir çatılarında dereler çatı alınlıklarının arkasında saklı olarak yapılmıştır. Çatı örtüsünde alaturka ve Marsilya kiremit kullanılmıştır<sup>127</sup>. Marsilya kiremit 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren Avrupa’dan ithal edilerek kullanılmaya başlanmıştır. Kiremit cinslerine göre çatı eğimleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

<sup>124</sup> TALÂT, Ali, (H.1341-M.1923) Mühendis Mektebi Kütüphanesi “Ahşap İnşaat Şekilleri”, İstanbul, s. 86.

<sup>125</sup> GÜNAY, R., a.g.e. s.109.

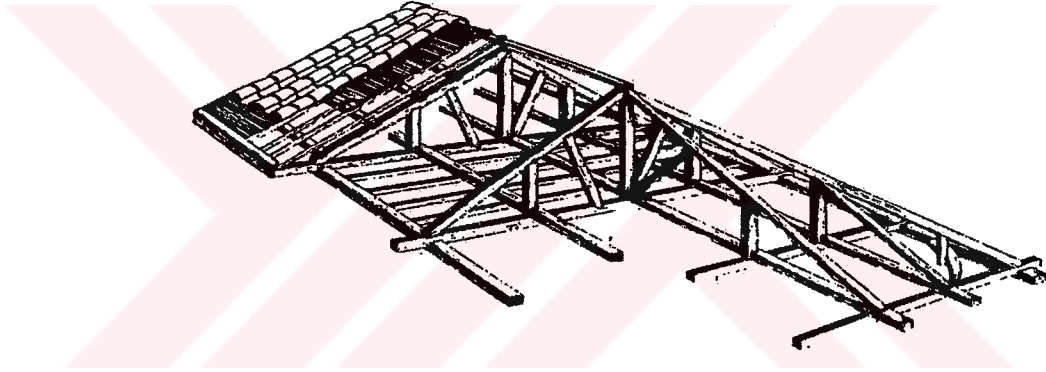
<sup>126</sup> YONAT, F. Rengin, a.g.e. , s. 78.

<sup>127</sup> ELDEM, S. H., YAPI, İstanbul, s. 124

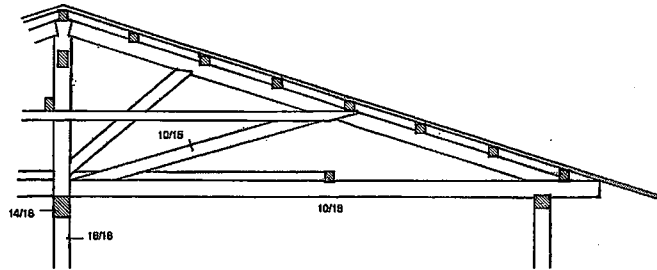
**Tablo 4. 1** Kiremit cinsi ve çatı eğimleri (Günay, R.)

Kiremit	Eğim		
	En az	Normal	En dik
Alaturka	%20 (11°)	%25 (14°)	%30 (17°)
Marsilya Tipi	%25 (14°)	%33 (19°)	Geleneksel değil

Çatı inşaatı, evin iç açıklıklarının fazla olmaması nedeniyle oldukça basit bir biçimde, oturtma çatı olarak çözümlenmiştir<sup>128</sup>. Çatıyı meydana getiren ögeler: bağlama, bırakma kirişi, orta çatı dikmesi, (makas) çift gergi ve payandalardan ibarettir. (Şekil 4.24)



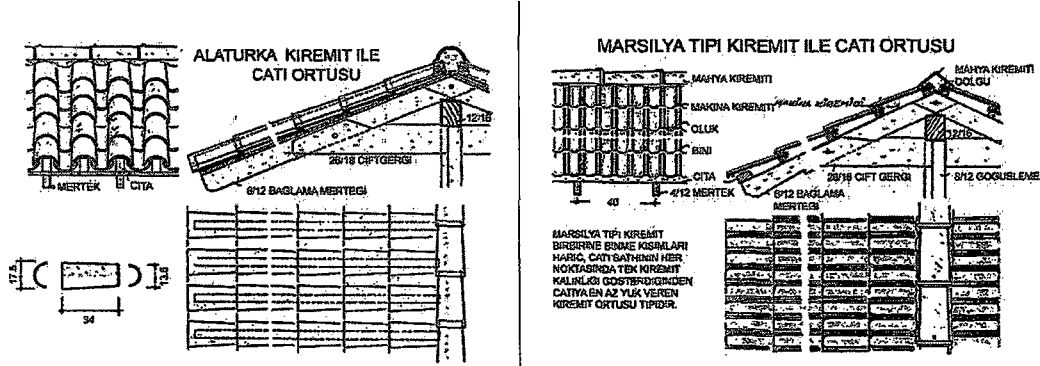
**Şekil 4. 23** Geleneksel çatı kuruluşu (Moutsopoulos)



**Şekil 4. 24** Geleneksel çatı makası (Eldem, S. Hakkı)

<sup>128</sup> ELDEM, S. H., 1987, "Türk Evi Osmanlı Dönemi III", T.A.Ç. Vakfı Yayını, İstanbul, s.172.

Alaturka kiremit ve Marsilya tipi kiremite ait çatı örtü detayları Şekil 4.25'de görülmektedir.



Şekil 4. 25 Alaturka ve Marsilya tipi kiremit örtüleri (Günay, R.)

#### 4.3. Geleneksel Yapıların Bölgelere Göre Sınıflandırılması

Geleneksel ahşap yapılar, genel olarak inşa edildikleri bölgede ormanların bulunma yoğunluğu ve iklim koşullarına bağlı olarak yüzyılların deneyimleri ile çeşitli yapısal karakter ve biçimler edinmişlerdir. Bu yapıların en önemli ortak özellikleri ahşabın suya dayanıksızlığına direnime sağlanabilmesi için su basman kotuna değin, kârgir temele, bodrum kata veya zemin kata oturuyor olmalarıdır. Şekil 4.26' da görüldüğü üzere Türk evi batıda Balkanlar ve Yunanistan, güneydoğuda Mezopotamya bölgesi, doğuda İran, kuzey doğuda Kafkasya bölgesinde belli bölgesel farklılıklar içererek yayılmıştır. Türk Evi'nin bu kadar geniş bir coğrafyada gelişim sebepleri konusunda S.H. Eldem'in yorumu oldukça aydınlatıcıdır. "Osmanlı evi, Kırım'da olsun, Makedonya'da olsun, Bosna'da, Mora'da, Anadolu'da nerede olursa olsun ortak karakter özellikleri, motifleri taşıyorsa, bu ancak Türk mirasının varlığı ve bu varlığın içerdiği sonsuz hoşgörü, teşvik ve koruma ile açıklanabilir. Türk uygarlığı, yaşam ve ev kültürü, Türk unsurunun yerleştiği her yerde var olanın kuşkusuz o kadar üstünde idi ki, derhal benimsenip, kökleşebilmiştir"<sup>129</sup>. Konutlar arasındaki çeşitli yapısal farklılıklar bulunmasına karşın Türk Evi klâsik benliğini Marmara Bölgesi ve Rumeli'de

<sup>129</sup> ELDEM, S. H., 1984, a.g.e., s. 19.

bulmuş ve etki alanında bulunan yerlerde yayılmasını sağlamıştır<sup>130</sup>. Bununla birlikte yine Eldem'e göre Türkiye sınırları içerisinde bulunan yapı tipleri yedi büyük grup şeklinde sıralanabilir.<sup>131</sup>

1. Karadeniz sahili ve hinterlandı,
2. İstanbul ve Marmara bölgesi,
3. Ege ve hinterlandı,
4. Akdeniz bölgesi,
5. İç Anadolu bölgesi,
6. Doğu Anadolu bölgesi,
7. Güneydoğu Anadolu bölgesi.



---

<sup>130</sup> ELDEM, S. H., 1984, **a.g.e.**, s. 28.

<sup>131</sup> ELDEM, S. H., 1984, **a.g.e.**, s. 29.





#### 4.3.1. Marmara Bölgesi Ahşap Yapıları

Marmara bölgesindeki evler, İstanbul ve Edirne yerleşimlerindeki konut tiplerinin eklenmesiyle Türk evinin klasik gelişimi için öncü olmuşlardır. Sedat Hakkı Eldem, Bölgeyi Trakya'da: İstanbul, Silivri, Tekirdağ; Anadolu'da: Gebze, İzmit, Geyve, Lefke, Bilecik, Yenişehir, Inegöl, Bursa, Mudanya, Tirilye (Zeytinbağı) gibi iki merkeze ayırmıştır<sup>133</sup>. Bununla birlikte, bölgede oluşan, plan tipleri ve yapı sistemlerinin belirlenmesinde, Edirne, Bursa ve İstanbul şehirleri birer başkent oldukları için öncülük etmişlerdir<sup>134</sup> (Şekil 4.27).

Marmara bölgesindeki yapı sistemi ahşap karkastır. 15. yüzyıl ile 18. yüzyıl arasında ahşap karkas sistemin arası dolgulu inşa edilmiştir. (Bkz. Bölüm 4.2.1.1.2, Resim 4.1). 17. yüzyıl ile 18. yüzyıl arasındaki örneklerde servi motifli, güneş kurslu yağla dolgulara rastlanmakla birlikte, 18. yüzyıldan sonra işçilik kalitesindeki düşme sonucunda, dolgulu duvarlar sıvanmaya başlanmıştır. Ahşap karkasın kârgir malzeme ile doldurulmasına İstanbul'da 18. yüzyıla kadar devam edilmiş, bu sistem Edirne ve Bursa'da da etkili olmuştur<sup>135</sup>. 18. yüzyılda itibaren İstanbul'da bağdâdî sıva tekniği başlamış<sup>136</sup> (Bkz. Bölüm 4.2.1.2, Şekil 4.16), bu sistem Bursa ve Edirne'de yaygınlaşmıştır<sup>137</sup>. Ahşap kaplamalı karkas yapı inşasına İstanbul'da 19. yüzyıldan itibaren başlanmış, İstanbul ve çevresinde içi bağdâdî sıvalı dışarısi ahşap kaplamalı yapı tipi kullanılırken diğer bölgelerde ahşap kaplama karkasın dolgulu olduğu durumlarda da kullanılmış fakat bu ahşap kaplamalı inşa sistemine Bursa'da rastlanmamıştır<sup>138</sup>.

<sup>133</sup> ELDEM, S. H., 1984, a.g.e., c. I, s. 7.

<sup>134</sup> ÇOBANCAOĞLU, Tülay, 1998, "Türkiye'de Ahşap Ev'in Bölgelere Göre Yapısal Olarak İncelenmesi ve Restorasyonlarında Yöntem Önerileri", yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul, s. 202, 206.

<sup>135</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., a.g.e., s. 207.

<sup>136</sup> KUBAN, D., 1995, Türk Hayatlı Evi, İstanbul, s.245.

<sup>137</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., a.g.e., s. 207.

<sup>138</sup> ELDEM, S. H., 1984, a.g.e., c. I, s. 7.

#### 4.3.1.1 Kuzey Marmara Bölgesinde Ahşap Yapılar

Tezin inceleme konusunu oluşturan Kuzey Marmara Bölgesi Ahşap Karkaslı Evleri genel olarak İstanbul ve çevresinde yaygın olan boşluklu karkas yapıdır. İstanbul'da 19. yüzyılda yaygınlaşan ahşap kaplamalı yapı tipi, İstanbul dışında, Rumeli bölgesinde, Çatalca, Büyük Çekmece, Celaliye, Silivri, Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne'de belli yapısal sistem değişiklikleriyle gelişim göstermiştir.



Şekil 4. 27 Marmara Bölge Haritası (Çobancaoğlu, T.)

Bölgenin yapısal sisteminde ahşap karkas yapı kârgir bir temel veya bodrum kata oturmuştur. Bu kısım zeminden yaklaşık 1-1,5 metre yükseltilmiş, üzerine bir alt taban kirişleri yatırılmış dış yüzleri temel duvarı hizasına gelecek şekilde oturtulmuştur. Taban kirişleri köşelerde birbirlerine yarım bindirilmiş, tekil taşıyıcı olan dikmeler bu taban kirişlerine 1,-2 metre ara ile dikilmiştir. Dikmeler köşelerde veya ortada genellikle payandalarla desteklenmiştir<sup>139</sup> (Bkz. Bölüm. 4.2, Şekil 4.6) . Ana dikmelerin arasına 60-70 cm'de bir ara dikmeler yerleştirilmiştir<sup>140</sup>. 1850' lere kadar çift tabanlı olarak yapılan karkas sistem bu tarihten sonra yerini tek tabanlı sisteme bırakmıştır. Kirişler, kesitleri yapı cephesine dik gelecek şekilde

<sup>139</sup> ELDEM, S. H., 1984, a.g.e., c. III, s. 168.

<sup>140</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., a.g.e., s. 209.

tabanlara oturtulmakta, bunun için bazen şaşırtma kirişleri kullanılmaktadır<sup>141</sup>. (Bkz. Bölüm 4.2.2 Şekil 4.17). Yapı yükseklikleri ebniye nizamnameleri ile belirlenmekle birlikte kat yükseklikleri 3,50 – 3.70 m olmuştur. Yapı çıkmaları payandalı, konsol, konsol kirişli ve bindirmeli olmakla birlikte, 18. yüzyıldan sonra çıkma kirişleri furuşlara oturtulmuş olan tabanlara bindirilmiş ve 19. yüzyılda eğrisel çıkma taşıyıcıları olan paraçol veya eliböğünde ismini alan eğrisel payandalar çıtalar veya oymalı ahşap kaplamalarla kaplanarak çeşitli biçim ve formlarda üretilmişlerdir<sup>142</sup> (Bkz. Bölüm 4.2.3). Çatı inşaatı oldukça basit olarak yapılmaktaydı. Genellikle oturtma çatı yapılmaktaydı. Çatı bağlamaları 1,5 – 2 – 2,5 m' de bir atılmakta ve bunların üzerine 1,5 – 2 m aralıklarla aşıklar oturtulmaktaydı. Mahya kirişi doğrudan çatı dikmesi üzerine oturtulup; mertekler de 30 – 40 cm aralıklar ile aşıklar üzerine bindiriliyorlardı<sup>143</sup> (Bkz. Bölüm 4.2.3, Şekil 4.22; Bölüm 4.2.4, Şekil 4.23). Cepheden yapılan çatı saçaklarının altı 19 yüzyılda kaplanmaya başlamış ve bu saçaklar süslü furuşlara taşıtılmıştı. Duvar kurgusu bölüm 4.3.1'de belirtilmiş olduğu üzere, içeride bağdâdî sıva dışarıda lambalı veya yalı baskısı ahşap ile kaplanmıştır (Bkz. Bölüm 4.2.1.1.1, Şekil 4.11).

#### **4.4. Ahşap Karkas Yapı Elemanlarının Bağlantıları**

##### **4.4.1. Ahşap Yapı Elemanlarının Birleşimleri**

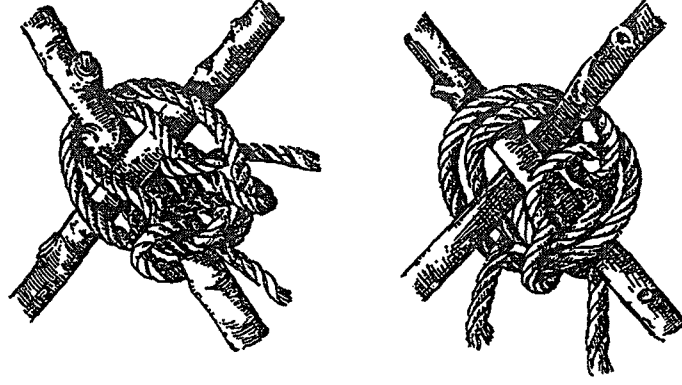
Eski zamanlarda yapılan ahşap yapılarda elemanlar arasında yük iletici birleşimler genellikle halat ve iplerle yapılmaktaydı (Şekil 4.28)<sup>144</sup>. Daha sonra ahşap yapı eleman birleşimleri çok büyük ustalık ve zaman gerektiren dolayısı ile maliyeti artıran geçme detayları ile yapılmaya başlandı. Birinci Dünya Savaşı sonrasında ise zaman ve para kaybını önleyecek çeşitli birleşim detayları geliştirildi.

<sup>141</sup> ELDEM, S. H., 1984, a.g.e., c. III, s. 170.

<sup>142</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., a.g.e., s. 214.

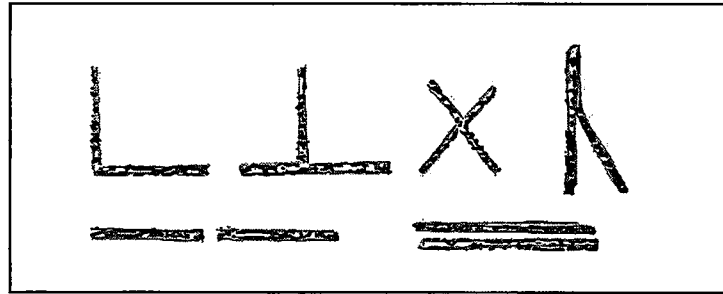
<sup>143</sup> ELDEM, S. H., 1984, a.g.e., c. III, s. 172.

<sup>144</sup> ZWARGER, K., 1997, "Wood and Wood Joints", Building Traditions of Europe and Japan, Birkhäuser, Basel, Berlin, Boston, Leipzig, s. 116.



Şekil 4. 28 Taş Devri Düğümleri ( Reinerth, 1929, Şek. 14)

Ahşap karkas yapı çeşitli ölçülerde biçilmiş yapı elemanlarının bir araya getirilip dış ve iç yüklere karşı birlikte çalışmalarının sağlanması ile oluşturulur. Fakat, ahşabın homojen olmayan ve anizotrop yapısı nedeniyle, ayrıca üretilmiş olan kerestelerin boy ve kesit sınırlarının genellikle yapıya etkileyen eğilme, basınç, çekme ve kesme kuvvetlerini karşılayamaması nedeniyle ve düğüm noktalarının bu kuvvetleri karşılaması için<sup>145</sup> çeşitli birleşim şekillerine ve detaylarına gereksinim duyulur. Ali Talât'a göre: "Birleşmesi gereken iki parça bir açı altında birbirlerini keserler ya da uzunluklarının veya kalınlıklarının artırılması amacıyla bir araya getirilirler."<sup>146</sup> (Şekil 4.29)<sup>147</sup>



Şekil 4. 29 Ahşap birleşim çeşitleri (Talât, A.)

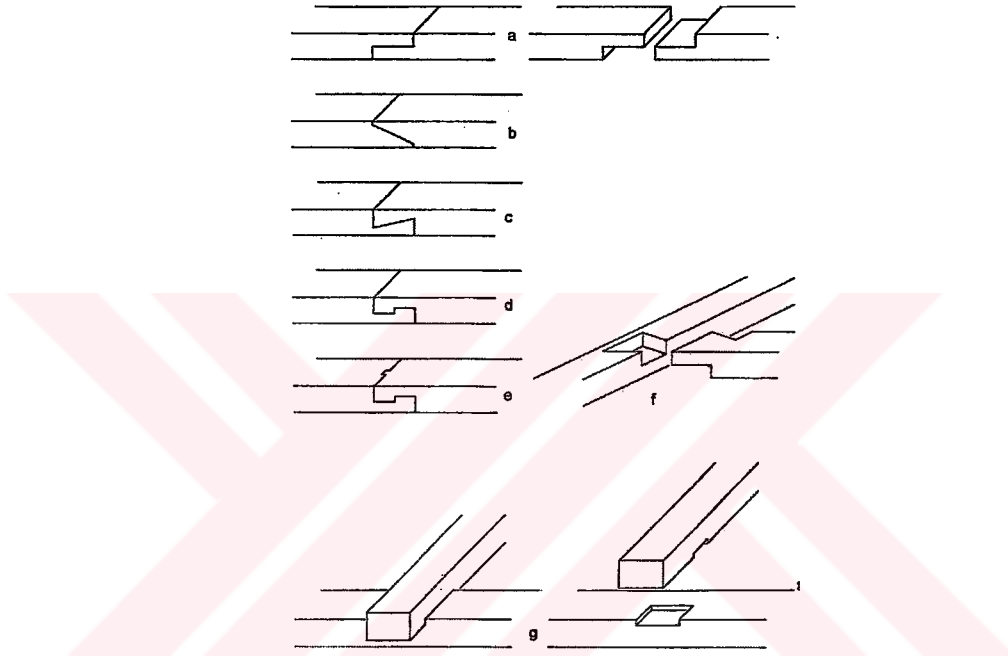
<sup>145</sup> GÜNŞOY, O., 1967, *Yapı, Cilt II, Ahşap İnşaat*, İstanbul, s. 11.

<sup>146</sup> TALÂT, Ali, "Ahşap İnşaat", s.7.

<sup>147</sup> TALÂT, Ali, "Ahşap İnşaat Şekilleri", s. 7.

Ahşap yapı birleşimleri iki şekilde oluşturulur:

1. Doğrudan yapılan birleşimler: Birleşim oluşturulurken ahşabın kendi fiziksel yapısının çeşitli biçimlere dönüştürülerek çeşitli detaylardaki geçmelerle birleştirilmesi esasına dayanır (Şekil 4.30); burada a, düz bindirme ek, b ve c, eğri bindirmeli ek, d ve e, düz kenet ek, f, kırangıç kuyruğu ek, g ise döşeme birleşmelerinin uç noktalarında kullanılır<sup>148</sup>.

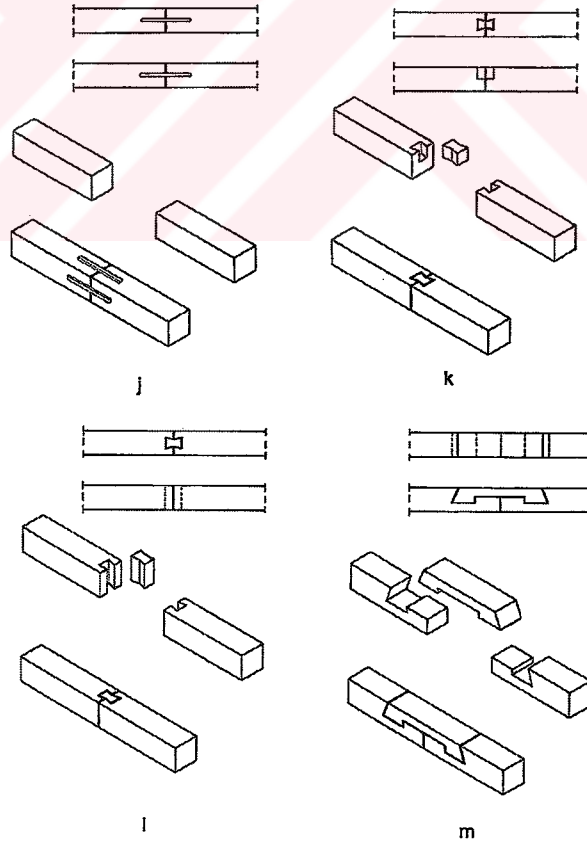
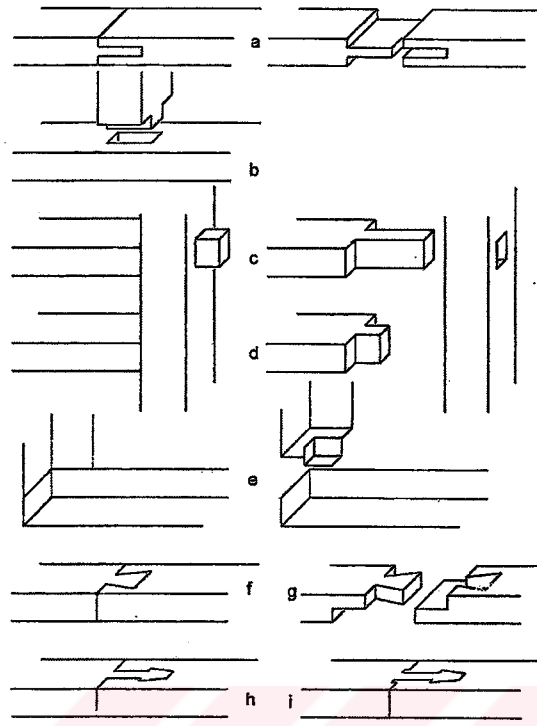


Şekil 4. 30 Ahşap elemanların ek ve birleşim detayları (Zwenger, K.)

Çeşitli kültürlere göre geliştirilmiş pek çok geçme detayı bulunmakla birlikte, birleşme noktalarında geliştirilen eklerde kullanılan detaylar düz zıvanalı ekler (Şekil 4.31 a,b,c,d,e), kırangıç kuyruğu, bindirmeli kırangıç kuyruğu (Şekil 4.31 f ve g) gibi biçimlerde olmakla beraber Şekil 4.31 h ve i' de görülmekte olan detaylar Japonya'da kullanılan (gooseneck ) geçme detaylarıdır.<sup>149</sup> Şekil 4.31 j kamalı düz birleşim, k, yarım kırangıç kuyruğu, l, tam kırangıç kuyruğu kamalı birleşim, m ise, takozlu kenet ektir.

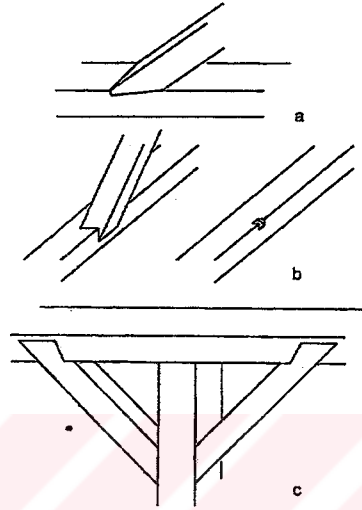
<sup>148</sup> ZWERGER, Klaus, a.g.e. , s. 88.

<sup>149</sup> ZWERGER, Klaus, a.g.e. , s. 89.

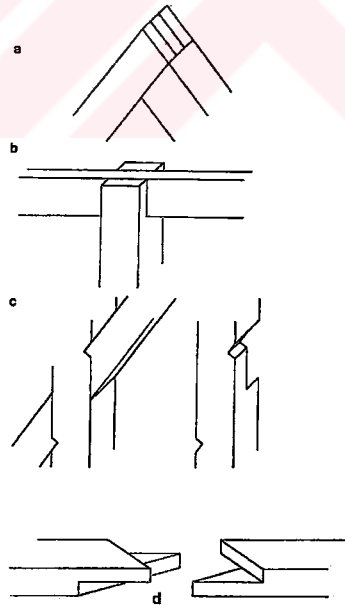


Şekil 4. 31 Doğrudan birleşme lamba zivana detayları (Zwerger, K.;Pfeifer-Liebers- Reiners)

Avrupa'da rastlanan eğri birleşim detayları ise, Şekil 4.32 a' da görülen lambalı eğik birleşim, b' de görülen kuş gagası birleşim ve c' de görülen göğüslemeli birleşimdir. L, T ve X bağlantılarda ise Şekil 4.33 a ve b 'de lamba zıvanalı geçmeler, c ve d<sup>150</sup>, de ise eğik lambalı ve makas birleştirme detayları görülmektedir.



Şekil 4. 32 Açılı doğrudan birleşme detayları (Zwerger, K.)



Şekil 4. 33 L, T ve X birleşimler (Zwerger, K.)

<sup>150</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., a.g.e., s. 310.

2. Yardımcı elemanlarla yapılan birleşimler, bunlar da:

- a. Çivili birleşimler,
- b. Vidalı birleşimler,
- c. Bulonlu birleşimler,
- d. Ahşap ve madeni kamalı birleşimler,
- e. Tutkallı birleşimler şeklinde sıralanabilirler.

**a. Çivili birleşimler:** Çivi ahşap yapılarda çok eski zamanlardan beri kullanılan bir birleşim elemanı olmuştur. Şekil 4.34' de ahşap yapılarda eskiden kullanılmış olan çeşitli boyutlardaki dövme demir çiviler görülmektedir.



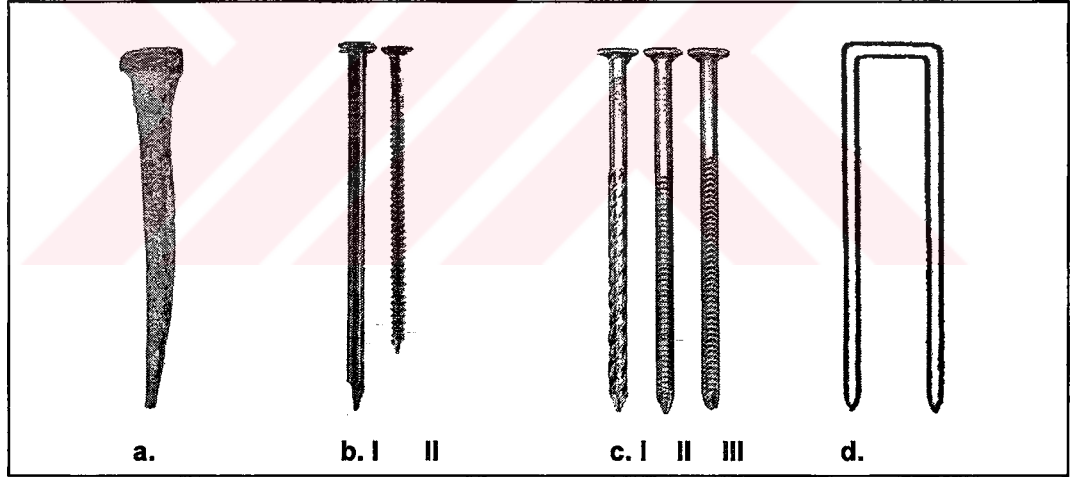
**Şekil 4. 34** Geleneksel ahşap yapılarda kullanılan çeşitli boyutlardaki çiviler  
(Kaynak: Restorasyon A.B.D.; Fotoğraf: Dışkaya, H.)

Bir dönem önemini kaybetmiş olan çivili birleşimler 1933 yılında Almanya'da yürürlüğe konulmuş olan çivi ve çivili birleşimler şartnamesiyle tekrar önem



kazanarak birinci dünya savaşından sonra tekrar günümüzdeki yerini almıştır.<sup>151</sup>

Şekil 4.35.a' da görülmekte olan geleneksel ahşap yapılarımızda kullanılmış olan dövme demirden üçgen prizma kesitli çiviler, yerlerini Şekil 4.35.b' de görülen özel çelikten imal edilmiş önce yuvarlak kesitli çivilere (Şekil 4.35 b.I) daha sonra geliştirilmiş çivi olarak adlandırılan Şekil 4.35.c.I,II,III,IV' te görülen nervürlü, yivli, çentikli ve agraf çivilere bırakmıştır.<sup>152</sup> Geliştirilmiş çiviler taşıma güçlerinin fazla oluşlarıyla önem kazanırlar. Aynı yükü taşıma özelliği bakımından geliştirilmiş çiviler yuvarlak çivilere göre daha küçük boyutlarla aynı performansı gösterirler (Şekil 4.35, I ve II). Çivi kilo ile satılan bir malzeme olduğu için geliştirilmiş çivilerin kullanılması inşaat maliyetinin düşürülmesinde önemli bir etkidir.



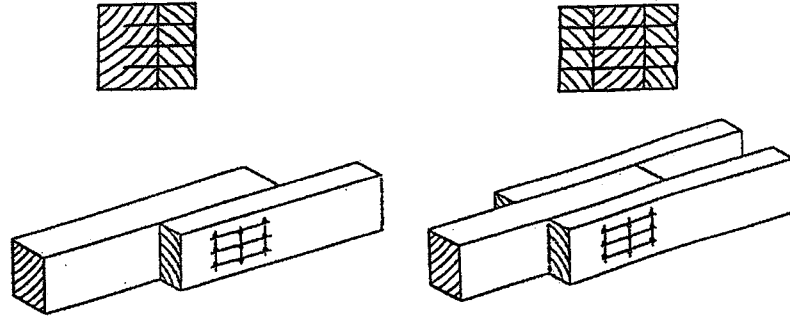
Şekil 4. 35 Çeşitli çiviler (Fotoğraf: Dışkaya, H.; Duman, N.-Ökten, S.; Ö. Erenman)

Çivili birleşimler çivinin etki ettiği ahşap yüzeyi sayısına göre Şekil 4.36 a ve b' de<sup>153</sup> görüleceği üzere tek tesirli ve çift tesirli birleşimler olarak ikiye ayrılırlar.

<sup>151</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 31.

<sup>152</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 32,33.

<sup>153</sup> ERENMAN, Ö., Ahşap Yapı Ders Notları, M.S.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayını, İstanbul, 1988, s.64.

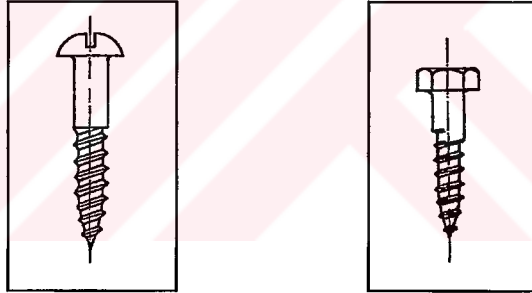


Şekil 4.36 a. Tek tesirli çivili birleşim

b. Çift tesirli çivili birleşim (Erenman, Ö.)

b. Vidalı birleşimler: Ahşap malzeme birleşimlerinde (Şekil 4.38) veya başka malzemeleri ahşaba bağlamakta (Şekil 4.39) kullanılan birleşim elemanlarıdır. Ahşap yapılarda kuvvet aktarma amaçlı kullanılan vidalar çelikten yapılmalı ve çapları en az 4 mm olmalıdır.<sup>154</sup>

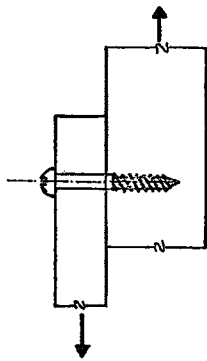
Şekil 4.37 a ve b 'de yuvarlak başlı düz yarıkli ağaç vidası ve altı köşe başlı ağaç vidaları görülmektedir.



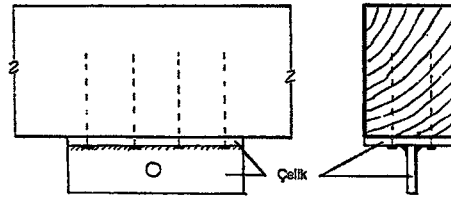
Şekil 4.37 a. Yuvarlak başlı düz yarıkli ağaç vidası (Duman, N.; Ökten, S.)

b. Altı köşe başlı ağaç vidası

(Duman, N.; Ökten, S.)



Şekil 4.38 Vidalı Ahşap Birleşim (Duman, N.; Ökten, S.)



Şekil 4.39 Başka malzeme ile vidalı birleşim (Duman, N.; Ökten, S.)

<sup>154</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 60.

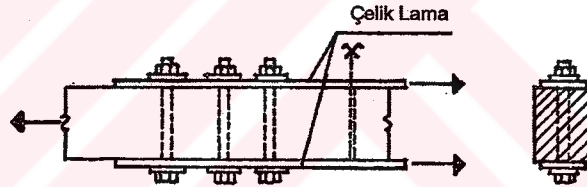
c. Bulonlu birleşimler: İçi boş veya dolu silindirik kesitli, uçlarına diş açılmış ve bu dişler üzerinde dönerek ilerleyen somunlardan oluşan bulonlar, ahşap birleşimlerinde çivili birleşimlerde olduğu gibi kayma yüzeyine dik bir biçimde uygulanan daha çok eğilmeye çalışan birleşim elemanlarıdır. Deformasyon sonucunda dişlilerde gevşeme olacağı için daha sonra somunların sıkıştırılabileceği yer ve durumlarda kullanılmaları gerekir. Birleşim yüzeyi sayısına göre tek etkili (Şekil 4.40 a) ve çift etkili birleşim (Şekil 4.40 b) leri bulunmaktadır.



Şekil 4. 40 a) Tek etkili birleşim

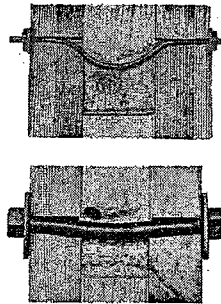
b) Çift etkili birleşim (Duman, N.; Ökten, S.)

Etkiyen kuvvetin fazla olduğu durumlarda birleşim yüzeylerinde metal veya çelik lama kullanılabilir (Şekil 4.41). Bu durumda birleşimin oluştuğu bulon deliği iç yüzeyi ile bulon sırtındaki ezilme gerilmeleri kontrol edilmelidir.



Şekil 4. 41 Çelik lamalı bulonlu birleşim (Duman, N.; Ökten, S.)

Taşıma gücünün bulon üzerinde yapmış olduğu deformasyon Şekil 4.42' de görülmektedir<sup>155</sup>.

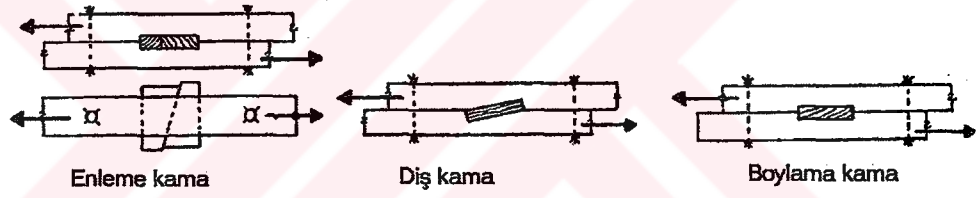


Şekil 4. 42 Bulonlu birleşimlerde taşıma gücü zorlanması (Duman, N.; Ökten, S.)

<sup>155</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 70.

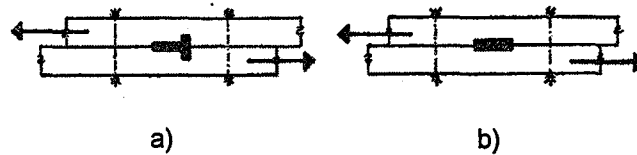
d. Ahşap ve madeni kamalı birleşimler: Kamalar, ahşap inşaat şartnamesine göre daha çok basınç ve makaslamaya çalışan dikdörtgen şeklinde veya dilim, halka, tırnaklı halka ve levha, çubuk şeklindeki birleşim elemanlarıdır. Kamalarla oluşturulan birleşimler kama malzemesine göre çeşitlere ayrılır.

d. 1) Ahşap kamalı birleşimler: Bu birleşimlerde kamalar genellikle meşe ağacı veya başka sert ağaçtan yapılırlar. Ahşap kamalarda, Şekil 4.43' de görülen enleme kamalar liflerine dik doğrultuda yüklendikleri için kuvvet taşımakta kullanılmazlar. Diş kamalı birleşimler köprü ana kirişleri ve yük taşıyan birleşimlerde kullanılırlar. En çok kullanılan kama türü dülger kaması olarak adlandırılan boylama kamadır. Boylama kama birleşiminde kullanılan bulonlar kamaların devrilmemeleri içindir. Minimum bulon çapı ise,  $d \geq 12$  mm olmalıdır.<sup>156</sup>



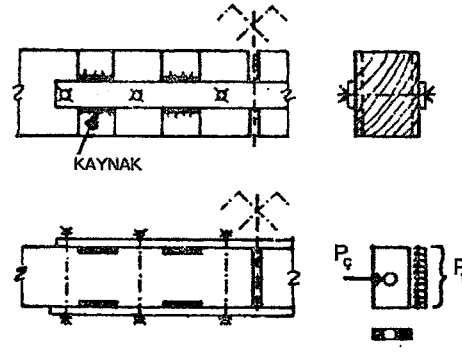
Şekil 4.43 Ahşap kamalı birleşimler (Duman, N.; Ökten, S.)

d. 2) Çelik kamalı birleşimler: Dülger kamaları çelikten de imal edilebilirler. Şekil 4.44' te görülen dikdörtgen kesitli çelikten boylama kamaları, lâmalı çekme çubuğu eklerinde kaynaklı birleşim uygulanarak kullanılırlar.(Şekil 4.45)



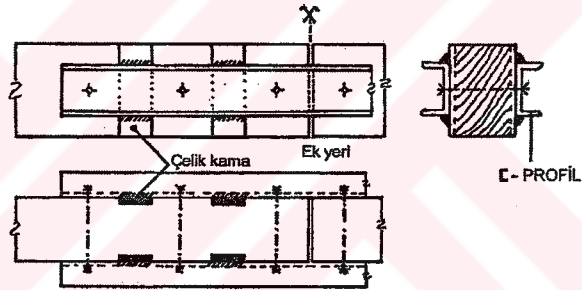
Şekil 4.44 Çelik kamalı birleşimler (Duman, N.; Ökten, S.)

<sup>156</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 92-96.



Şekil 4. 45 Kaynaklı Birleşimler (Duman, N.; Ökten, S.)

Dikdörtgen kesitli çelik kamalar tek parçalı büyük kesitli kolon ve benzeri basınç çubuğu ekleri ve kolon mesnetlerinin ankrajlarında kullanılırlar. Ek yerinde U profil yerine levha kullanıldığında levha kalınlığı en az 12 mm olmalıdır (Şekil 4.46).

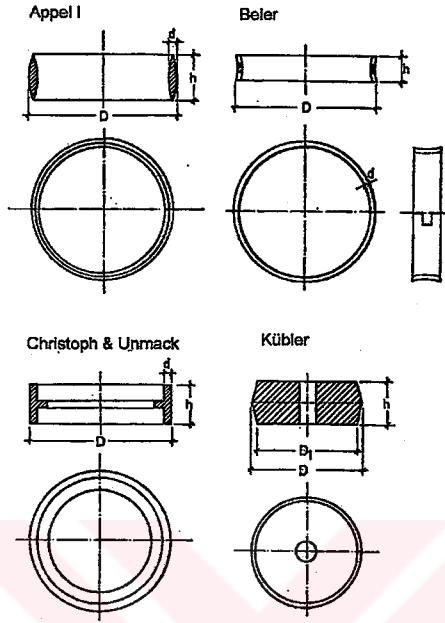


Şekil 4. 46 Çelik Kamalı Ekler (Duman, N.; Ökten, S.)

d. 3) Büyük kuvvet aktaran özel kamalar: Birleşimde az yer gereken ve büyük kuvvet aktaran durumlarda kullanılan elemanlardır. Ahşap malzemeden üretilen Kübler kaması dışındakiler metalden yapılırlar ve tümünün kendine özel biçimi vardır. Daha önce matkap ve freze ile açılan yuvalara yerleştirilen oturtma kamalar (Şekil 4.47) ve yerlerine basınçla yerleştirilen çakma veya gömme kamalar (Şekil 4.48) ın yanı sıra gövde kalınlığı 2 mm' yi aşan çakma kamaların yerlerine oturtulmaları için ahşapta frezeyle yuva açılarak uygulanan oturtma çakma kamalar da bulunmaktadır<sup>157</sup> . Özel kamalarında devrilmesine engel olunabilmesi için birleşimde taşıma gücü hesaba alınmayan bulonlar kullanılır. Özel kamaların hesaplamaları için gerekli

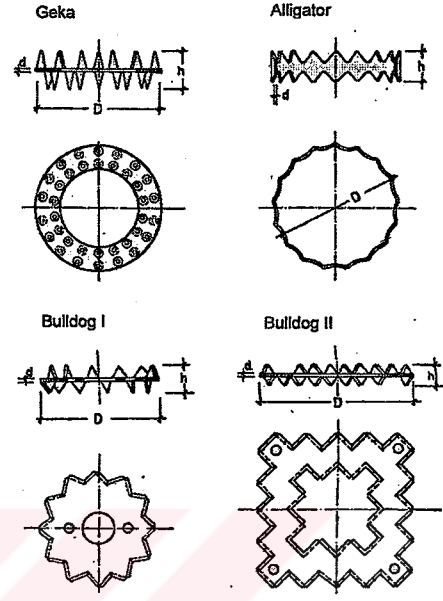
<sup>157</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 100.

taşıma gücü kapasiteleri, şartnamelerde veya mühendislik kitaplarındaki çeşitli çizelgelerde yer almaktadır.



Şekil 4. 47 Oturtma kamalar

(Duman, N.; Ökten, S.)

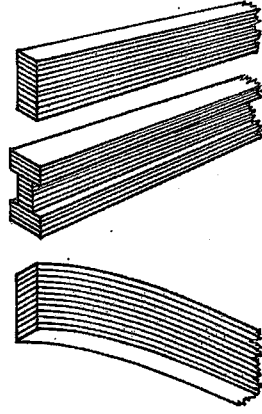


Şekil 4. 48 Gömme kamalar

(Duman, N.; Ökten, S.)

e. Tutkallı birleşimler: Tutkallı ahşap kirişler, ilk olarak Otto Hetzer tarafından 1900'lü yılların başlarında Almanya'da kullanılmaya başlanılmıştır(Şekil 4. 49) Statik hesabın gerektirdiği ahşap kesitinin, bu kesiti oluşturacak ahşap parçalarının tutkalla bir araya getirilerek üretilmesi esasına dayanır. 1930 ve 40'lı yıllarda sentetik tutkalların keşfedilmeleri ile her türlü atmosfer koşuluna dayanıklı istenilen boy ve kesitte ahşap lamine kirişlerin üretilmeleri mümkün olmuştur<sup>158</sup>.

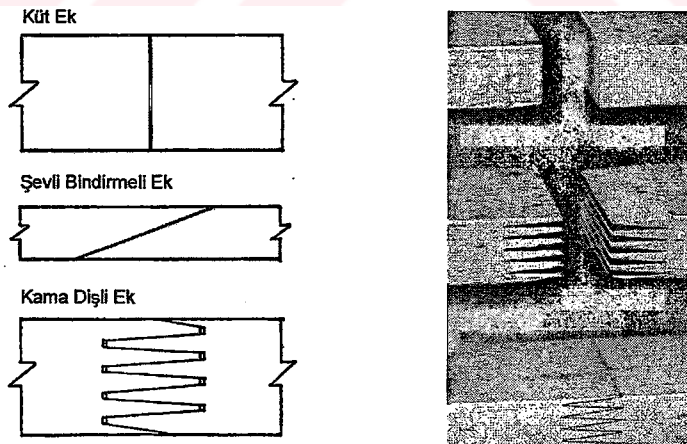
<sup>158</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 117.



Şekil 4. 49 Tutkallı sistemle oluşturulmuş Hetzer kesitleri (Duman, N.; Ökten, S.)

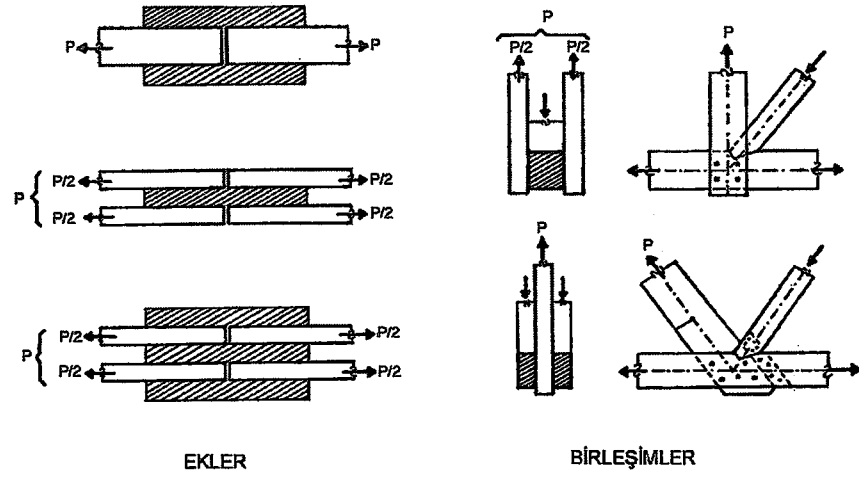
#### 4.4.1.1. Çekme Çubuğu Ek ve Birleşimleri

Çekme çubukları ahşap yapı içerisinde uzunlukları boyunca yalnızca çekme kuvvetlerini karşılayan elemanlardır. Ahşap karkas yapı içerisinde kafes gövdeli sistemler, rüzgâr ve stabilite bağlantıları, çekme çubuğu ek parçaları, gergiler ve askı çubukları şeklinde bulunurlar<sup>159</sup>. Çekme çubuğu ek ve birleşimleri tutkal (Şekil 4.50) veya çivi, bulon ve kama gibi (Şekil 4.51) birleşim elemanları ile oluşturulur. Tutkallı ekler küt, şevli bindirmeli ve kama dişli olabilir.



Şekil 4. 50 Tutkallı ahşap kesit birleşimleri (Duman, N.; Ökten, S.)

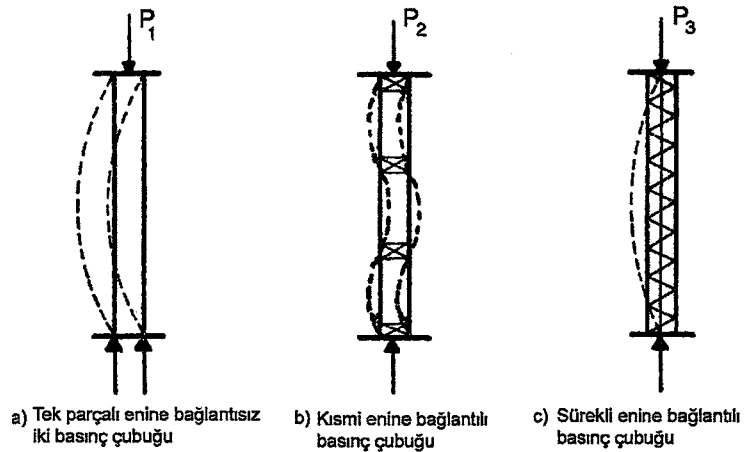
<sup>159</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 133-150.



Şekil 4. 51 Çekme çubuğu diğer ek ve birleşim biçimleri (Duman, N.; Ökten, S.)

#### 4.4.1.2. Basınç Çubuğu Ek ve Birleşimleri

Basınç çubukları, yalnızca basınç kuvveti aktarırlar. Ahşap karkas yapı içerisinde kafes sistem elemanları ve ahşap kolonlar bu elemanları oluştururlar. Basınç çubukları tek parçalı veya çok parçalı olabilirler (Şekil 4.52). Çubukların birbirleri ile birleşim biçimleri ise tutkal, çivi ve kamalarla olabilir (Şekil 4.53).



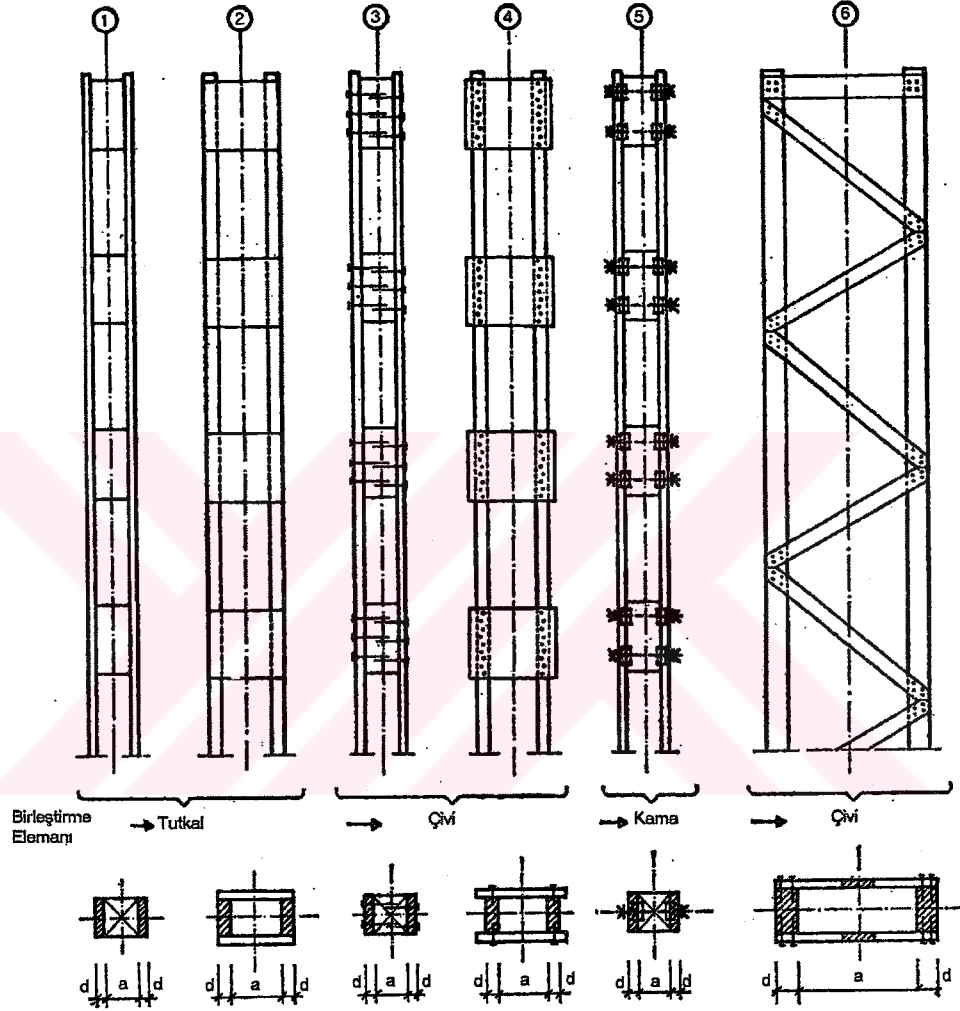
Şekil 4. 52 Tek ve Çok Parçalı Basınç Çubukları (Duman, N.; Ökten, S.)

Basınç çubukları birbirleriyle ek ve birleşim açılına göre üçe ayrılırlar:

1.  $\alpha=0^0$ , çubukların boy uzatılması halindeki açıdır. Ek yerlerinde tam bir temas sağlanamazsa, yüzeyler arasına çelik miller yerleştirilmelidir. Ayrıca,



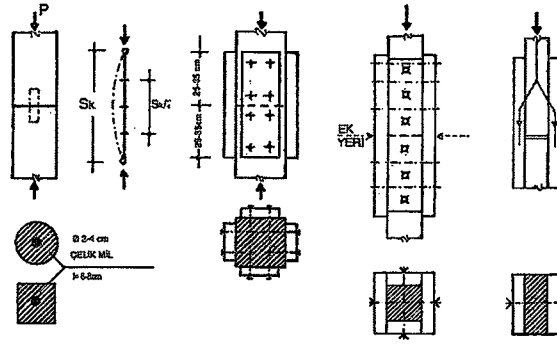
ek yerleri kayma veya sehimi önleyecek şekilde, çivi veya bulonlarla tespit edilen lâtalarla beslenirler (Şekil 4.54)



Şekil 4. 53 Çeşitli basınç çubuğu birleşim biçimleri (Duman, N.; Ökten, S.)

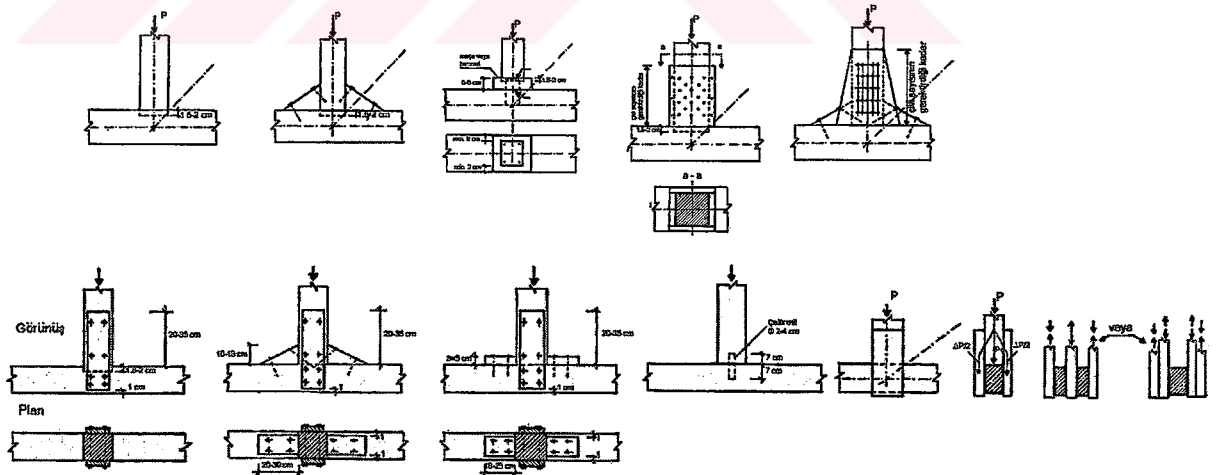
T.S. 647 Türk Ahşap İnşaat Şartnamesine göre enine bağlantılarda M10'luk veya M12'lik en az iki veya dört bulon veya bunun eşdeğeri taşıma gücünde sayıyı içeren çivi kullanılır<sup>160</sup>.

<sup>160</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 158.



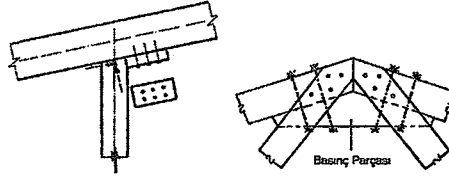
**Şekil 4. 54** Ek yeri  $S_k/2$  dışında ve moment yok (Duman, N.; Ökten, S.) Ek yeri  $S_k/2$  içinde ve moment var

2.  $\alpha=90^0$ , olması durumunda, ahşabın liflere paralel yöndeki mukavemetinin liflere dik yöndeki mukavemetinden çok fazla olması nedeniyle, basınç çubuklarının maksimum oturma yüzeylerinden faydalanmak gerekir. Taşıma problemine göre, çubuk yüzeyi artırımı, emniyet gerilmesi artırımı, burkulmaya karşı direnimsizlik sağlanması amacıyla farklı çözümler üretilebilir (Şekil 4.55). Kafes kirişlerin başlıklarında  $0^0$  ve  $90^0$ 'den farklı açı değerlerindeki birleşimlerde de özel çözümler üretilmesi gerekir (Şekil 4.56)<sup>161</sup>.



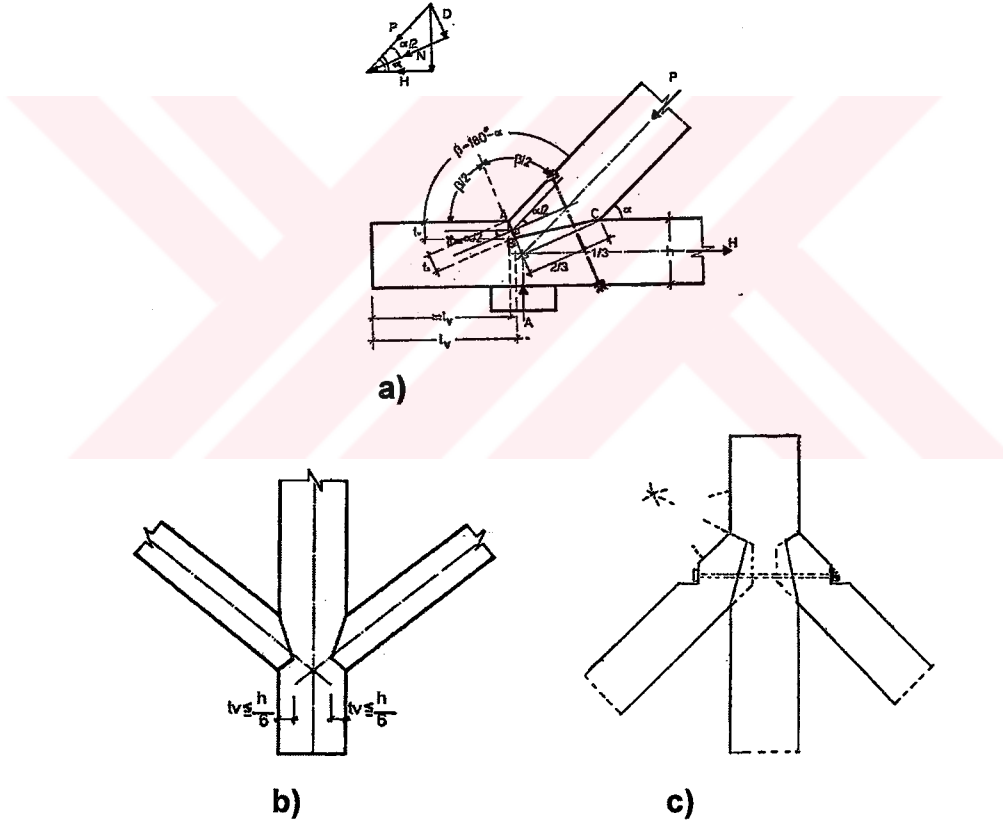
**Şekil 4. 55**  $90^0$ 'lik birleşim (Duman, N.; Ökten, S.)

<sup>161</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 158.



Şekil 4.56 Farklı açılı özel birleşimler (Duman, N.; Ökten, S.)

3.  $0^{\circ} < \alpha < 90^{\circ}$ , kafes kirişlerin düğüm noktalarındaki birleşim detaylarının çözümlenmesinde kullanılan detaylar  $0^{\circ}$  ve  $90^{\circ}$  derece arasındaki açı değerleri için çözümlenen özel durumlardır<sup>162</sup> (Şekil 4.57 a,b,c).

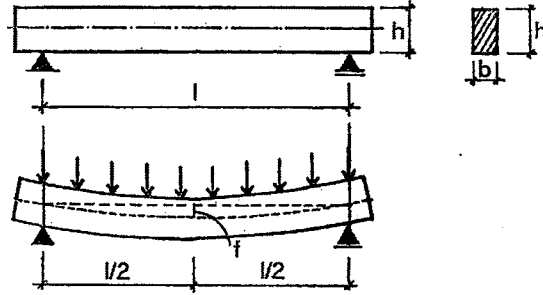


Şekil 4.57 Kafes kiriş düğüm noktası detayları (Duman, N.; Ökten, S.)

<sup>162</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 201,204.

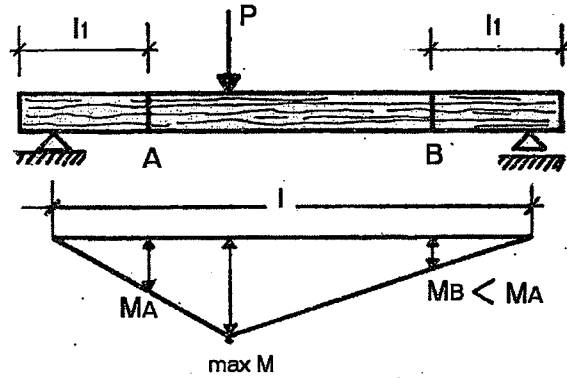
#### 4.4.1.3. Eğilme Çubuğu Ek ve Birleşimleri

Eğilme çubukları, eksenlerine dik doğrultudaki yüklere karşı dayanım sağlamak üzere boyutlandırılmış olan çubuklardır (Şekil 4.58) . Bu çubuklar geleneksel yapılarda, döşeme kirişleri, döşeme kaplama tahtaları, çatı aşık, mertek ve kaplama tahtalarıdır. Taşıdıkları yük karşılığında açıklık ortasında sehim yaparlar. Sehim miktarı ise şartnamelerle sınırlandırılmıştır<sup>163</sup>.



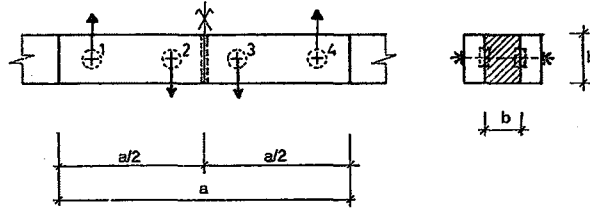
Şekil 4. 58 Eğilme çubuğu (Duman, N.; Ökten, S.)

Eğilmeye çalışan çubuklarda boy uzatma amacıyla yapılan birleşimler kesit fazlasının en fazla olduğu yerlerde yapılırlar (Şekil 4.59). Birleşim detayı ise Şekil 4.60'ta görülmektedir.



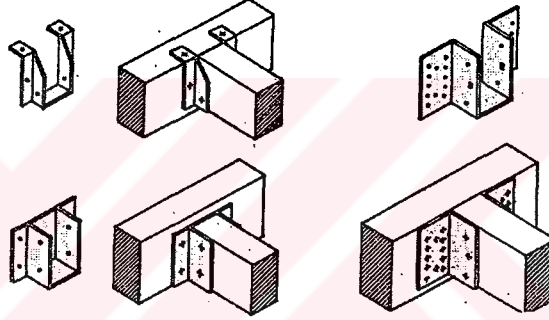
Şekil 4. 59 Eğilme çubuğunda yük etkisi ile sehim (Duman, N.; Ökten, S.)

<sup>163</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s. 210.

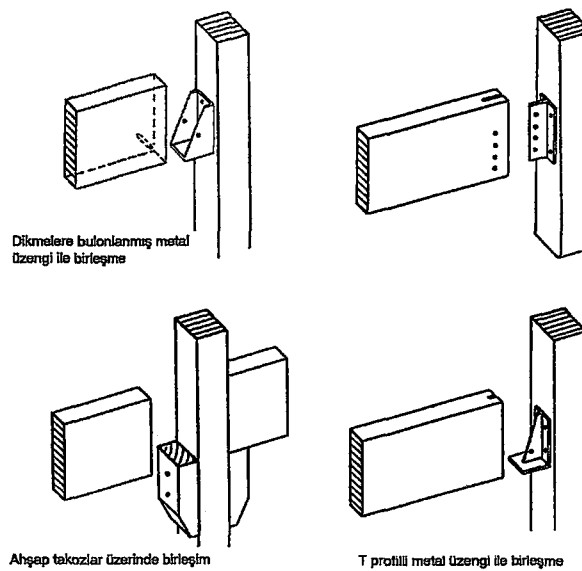


Şekil 4. 60 Eğilme çubuğu birleşim detayı (Duman, N.; Ökten, S.)

Ek birleşimleri kama veya çivi ile yapılabilir. Eğer ek yükseklikleri kirişin yüksekliği ( $h$ ) kadar yapılmışsa, ek genişlikleri toplamı da kirişin genişliği kadar ( $b$ ) olmalıdır. Kirişlerin ahşap kiriş (Şekil 4.61) ve dikmelerle birleşimleri (Şekil 4.62) özel üretilmiş paslanmaz çelik üzengi veya T profillerine ahşabın çivi veya vidalarla bağlanması ile yapılır.



Şekil 4. 61 Ahşap kiriş birleşim elemanları (Duman, N.; Ökten, S.)



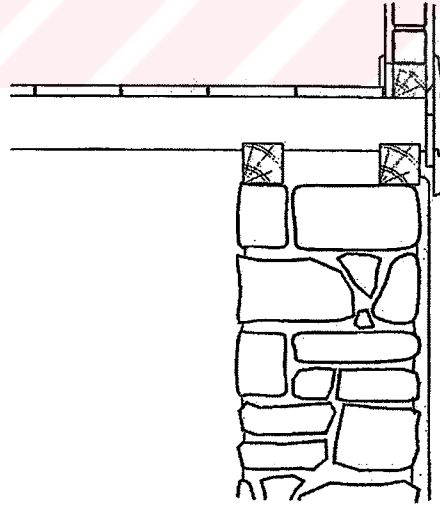
Şekil 4. 62 Dikme kiriş birleşimleri (Erenman, Ö.)

#### 4.4.2. Geleneksel Ahşap Yapı Bağlantıları

Geleneksel ahşap yapılar, ahşap iskelet kısmın, su basman kotuna kadar yükselen kârgir temellere ya da kârgir malzeme ile inşa edilmiş olan zemin veya bodrum kata oturtulması ile oluşturulmuşlardır. Ahşap karkasın birbiri ile bağlantısında genellikle bölüm 4.4.1'de anlatıldığı üzere, çeşitli boyutlardaki çiviler ve basit geçme detayları kullanılmıştır. Bu yapıların üretimleri genellikle bir mühendislik hesabına dayalı olmamakla birlikte, yüzyılların deneyimi ile var olan taşıyıcı boyutlarına ulaşarak günümüze değin yaşamlarını sürdürmüşlerdir.

##### 4.4.2.1. Ahşap Karkas ve Temel Duvarı Bağlantıları

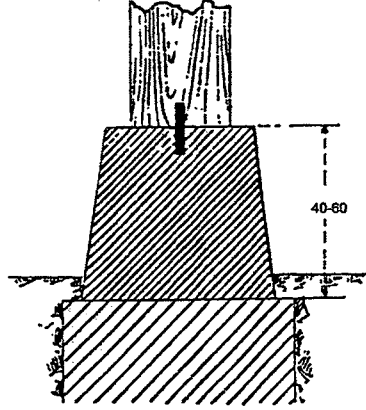
Geleneksel sistemde ahşap karkas yapı, kârgir duvara genellikle doğrudan oturtulmuştur. Kârgir duvar üzerine yatırılan alt taban kirişlerinin birbirleri ile enine kirişlerle, çeşitli geçme detayları ve çivilerle bağlanmasına rastlanmış, fakat ahşap kısmın kârgir duvara oturtulmasında herhangi bir metal bağlantı elemanının kullanılmasına genel olarak rastlanmamıştır (Şekil. 4.63) .



Şekil 4. 63 Ahşap karkas ve temel duvarının geleneksel bağlantısı (Çobancaoğlu, T.)

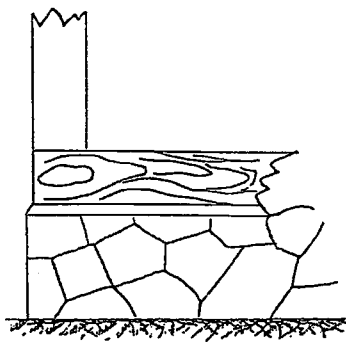
Bu durumun istisnasına, tekil kârgir temele doğrudan oturtulan tekil direklerde, direğin ortasında açılan bir lambaya metal bir zıvananın geçirilmesi şeklinde rastlanmaktadır. Ali Talât'a göre kare veya daire kesitli

bu metal zivanaların paslanmaya karşı bronzdan veya galvanize edilmiş demirden olmaları gerekmektedir<sup>164</sup> (Şekil 4.64) .

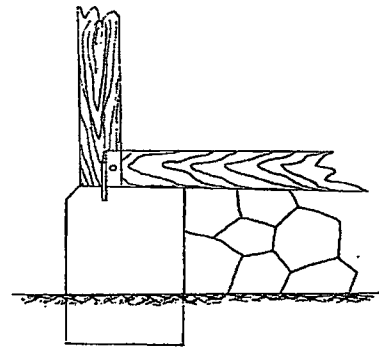


**Şekil 4. 64** Tekil ahşap dikme ve kârgir duvar bağlantısı (Talât, A)

Geleneksel yapı sisteminde direklerin tabanlarla birleştirilmesi iki şekilde olmaktadır. Birincisinde direk doğrudan kârgir yapı temelinin köşesine oturtulur. Bu durumda direk ve yapı birbirlerine demir bir zıvana ile bağlanırlar. Alt taban ise direk yüzeyine demir bir lâma ile tespit edilir Şekil 4.65 a). İkinci birleşim şeklinde kârgir temel köşesinde iki taban kirişi birbirleri ile yarım veya 1/3 kalınlıkla geçme oluşturularak birleştirilirler ve direk de bu birleşim noktasına oturtulur<sup>165</sup> (Şekil 4.65 b).



**Şekil 4. 65 a)** Ahşap dikmenin alt tabana doğrudan oturtulması (Talât, A)



**b) Ahşap dikme ile kârgir temelin binili birleşimi (Talât, A)**

<sup>164</sup> TALÂT, Ali, "Ahşap İnşaat", , s.54,55.

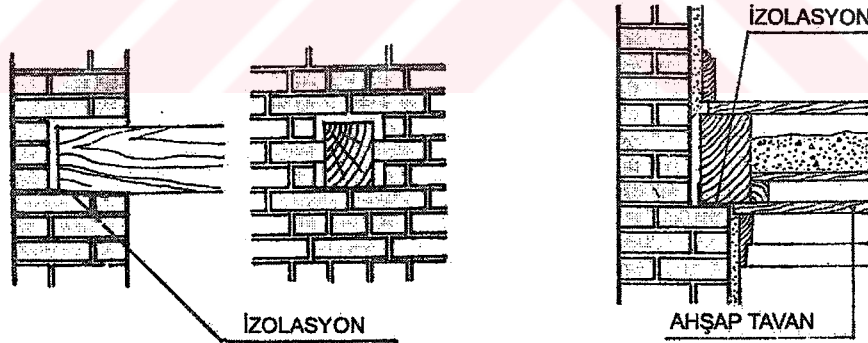
<sup>165</sup> TALÂT, Ali, "Ahşap İnşaat", , s. 70.

#### 4.4.2.2. Ahşap Karkas ve Kârgir Duvar Bağlantıları

Geleneksel ahşap yapılarda ahşap döşeme kirişleri eğer yapılar bitişik nizamda inşa edilmişlerse, aralarına örülmüş olan 50~60 cm genişliğindeki yangın duvarına oturtulmuşlardır. Kirişler kargir duvara iki şekilde bağlanırlar:

1. Doğrudan oturtma: Bu inşa biçiminde kirişler duvar içerisine sokularak 20~35 cm oturtulmakla birlikte, duvarda kullanılan bağlayıcı harcın yeterli kalitede olmayışı veya zaman içerisinde özelliğini kaybetmesi nedeniyle kiriş uçları çürümekte ve taşıyıcılık özelliğini kaybetmektedirler. Kirişlerin duvara oturtulmalarının diğer bir sakıncası ise duvar kesitinde zayıflama meydana getirerek taşıyıcı özelliğini yitirmesine neden olunmasıdır<sup>166</sup> Şekil 4.66 a). Ali Talât'a göre kargir duvar içerisine oturtulan kiriş uçlarının mutlaka katranlanması gerekmektedir; bunun ahşaptaki çürümeyi geciktireceği fakat ahşabın çürümesinin önüne geçemeyeceği açıktır.

2. Duvar dışına oturtma: Bu oturtma biçiminde, ahşap kirişlerde çürüme boyutu duvara gömülen kirişler kadar olmamakla birlikte, duvarla kiriş arasında bir yalıtım tabakası bulunması gereklidir<sup>167</sup> Şekil 4.66 b)



Şekil 4. 66 a) Kirişlerin duvar içine oturtulması (Talât, A.)

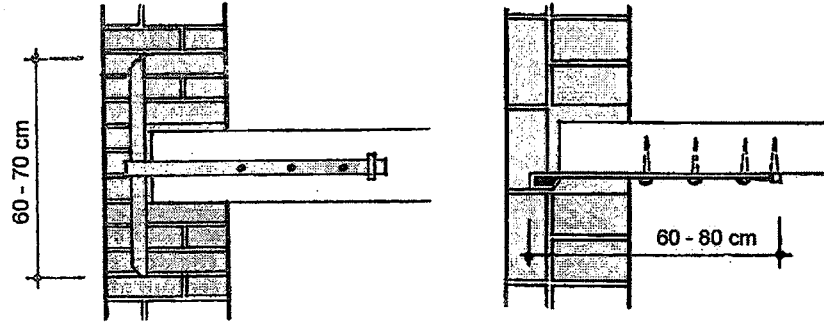
b) Kirişlerin duvar dışına oturtulması (Güngör, I. H.)

Duvar üzerine oturan kirişlerin demir kılıçlarla duvara tutturulmaları döşemeyi daha rijit bir hale getirerek taşıma gücünü artırır. Bağlama ve kılıç demirleri, lama demirlerinin dövülmesiyle imâl edilirler. Kullanılan lama demirleri 40/10 veya 50/15 mm' dir ve boyları 60-80 cm' dir (Şekil 4.67).

<sup>166</sup> TALÂT, Ali, a.g.e. , s.35.

<sup>167</sup> GÜNGÖR, I. HULUSI, a.g.e. s. 68.





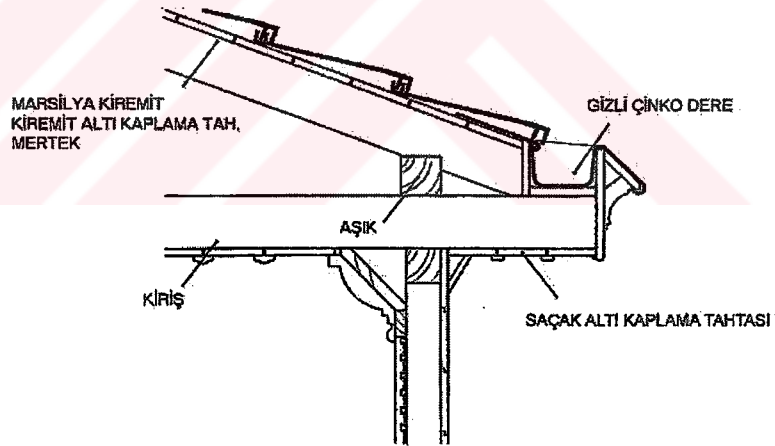
Şekil 4. 67 Görünüş

Plân

Ahşap kirişlerin demir kılıçlarla duvara bağlanması (Güngör,İ.H.)

#### 4.4.2.3. Ahşap Çatı ve Ahşap İskelet Bağlantıları

Çatı döşeme kirişleri, ahşap iskeletli sistemin üst tabanına oturur. Çatı mertekleri ise döşeme kirişlerinin üzerine oturtulmuş olan aşığa bindirilir. Kirişlerin üst taban ve aşığ ile bağlantılarında Bölüm 4.4.1'de anlatılmış olan doğrudan birleşim geçme detayları ve çivi kullanılmıştır (Şekil 4.68).

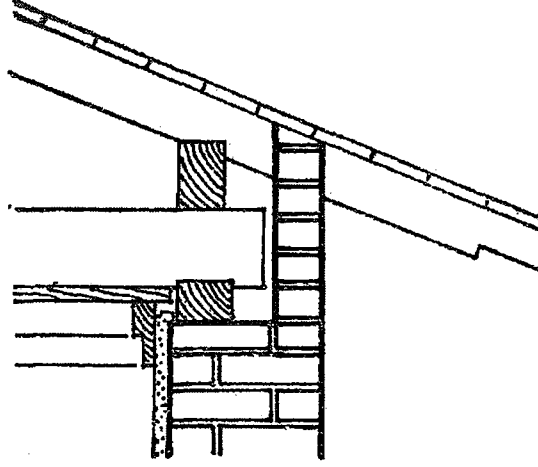


Şekil 4. 68 Ahşap karkas ve ahşap çatı geleneksel bağlantısı (Çobancaoğlu,T)

#### 4.4.2.4. Ahşap Çatı ve Kârgir Duvar Bağlantıları

Çatı döşeme kirişlerinin kârgir duvara oturduğu durumlarda; kirişler duvar üzerine yerleştirilmiş olan ahşap bir hatıl üzerine oturtulmuşlardır. Oturma boyu bir tuğla genişliği veya kirişin yüksekliği kadardır. Ahşabın çürümesine

engel olunması için kârgir malzeme ile arasında 2-3 cm mesafe bırakılmıştır<sup>168</sup> (Şekil 4.69).



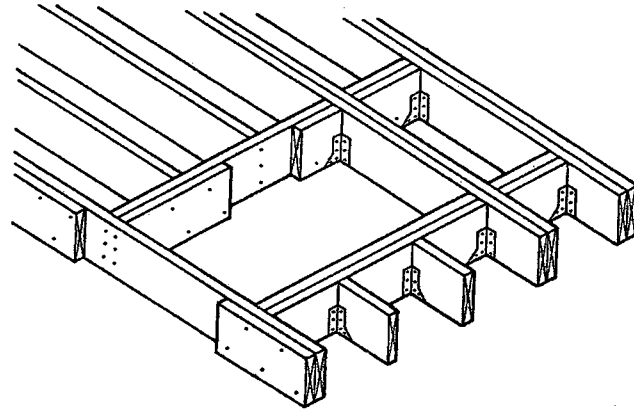
Şekil 4. 69 Ahşap çatı ve kârgir duvar bağlantısı (Güngör,H)

#### 4.4.3. Çağdaş Ahşap Karkas Yapı Birleşim Elemanları

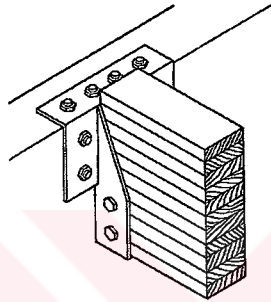
Bölüm 4.4.1'de bahsedilen ahşap yapı birleşimlerinin gelişim süreci bu süreç içerisinde kullanılan çağdaş bağlantılara yer vermekle birlikte günümüzde malzeme teknolojisindeki ve laboratuvar koşullarındaki gelişim, malzeme çeşitliliğinde ve birleşim detaylarında önemli bir artışı beraberinde getirmiştir. Buna bağlı olarak mühendislik bilgileri doğrultusunda üretilen ahşaplarda deprem ve rüzgâr gücüne karşı korozyon dayanımlı çeşitli birleşim elemanları Şekil 4.70' te görülmektedir<sup>169</sup>.

<sup>168</sup> GÜNGÖR, İ. HULUSİ, a.g.e. s. 68.

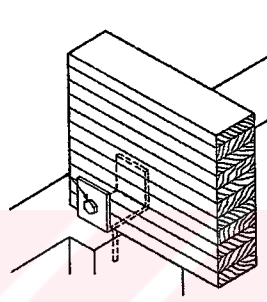
<sup>169</sup> RAMSEY/SLEEPER, 1992, Construction Details from Architectural Graphic Standards, A.B.D., The American Institute of Architects, John Wiley & Sons, Inc. Yayını, s. 112, 116,133, 134.



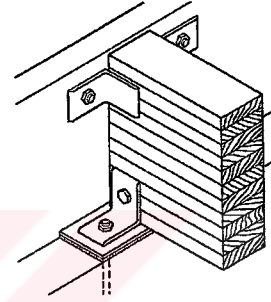
**DÖŞEME KIRIŞLARININ BİRBİRLERİ İLE BİRLEŞİMLERİ**



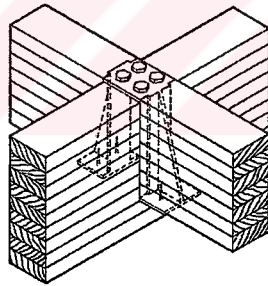
**KIRIŞ TUTUCU**



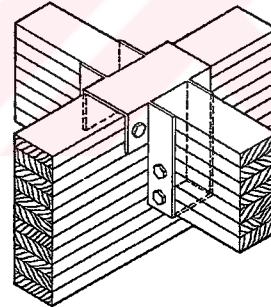
**KIRIŞ ANKRAJI**



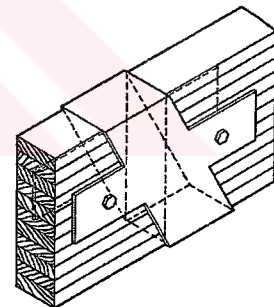
**KIRIŞ ANKRAJI**



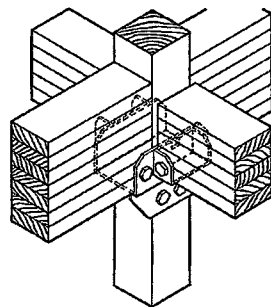
**KIRIŞ BAĞLANTISI**



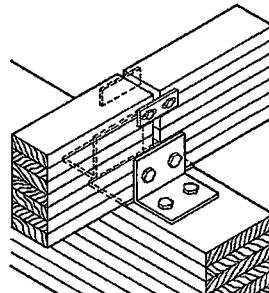
**KIRIŞ BAĞLANTISI**



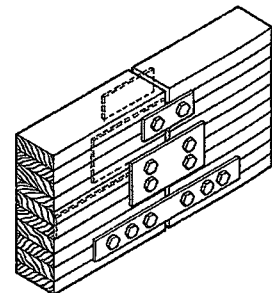
**KIRIŞ EK YERİ**



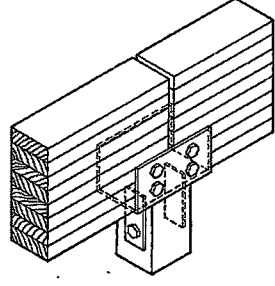
**KIRIŞLARIN OTURDUĞU METAL KOLON BAŞLIĞI**



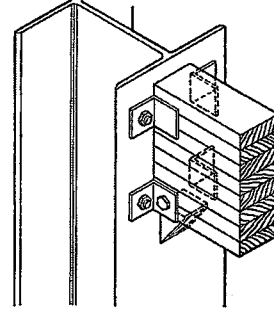
**KIRIŞ BAĞLANTISI**



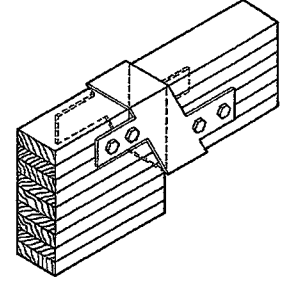
**DÖNMEME KARŞI KIRIŞ EK YERİ BİRLEŞİMİ**



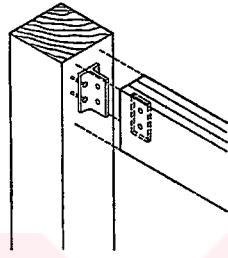
KIRIŞ KOLON BAĞLANTISI



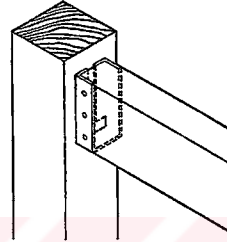
KIRIŞ ÇELİK KOLON BİRLEŞİMİ



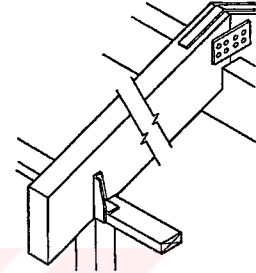
KIRIŞ EK YERİ



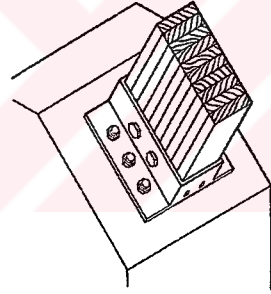
KIRIŞ KOLON BİRLEŞİMİ



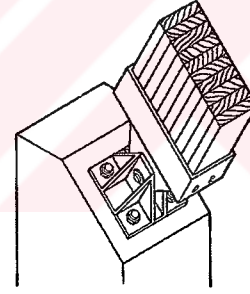
KOLONA ASILAN KIRIŞ BAĞLANTISI



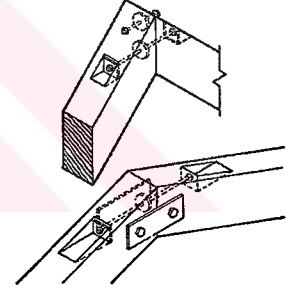
ÇATI KIRIŞI KOLON VE KÖŞE BİRLEŞİMİ



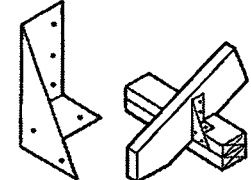
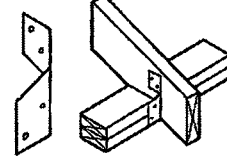
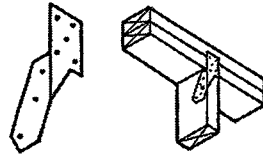
AÇILI BİRLEŞİM ANKRAJ



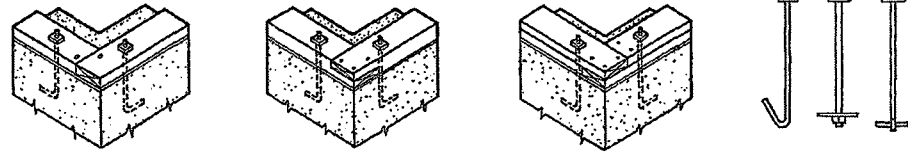
AÇILI BİRLEŞİMLER İÇİN  
MAFSALLI ANKRAJ



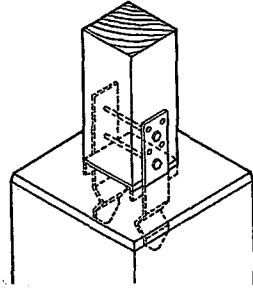
TEPE NOKTASI BİRLEŞİMİ



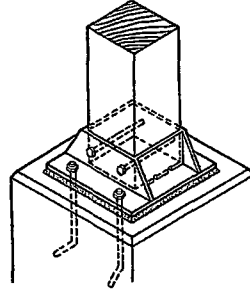
KOLON KIRIŞ VE ÇATI AŞIK MERTEK BİRLEŞİMLERİ



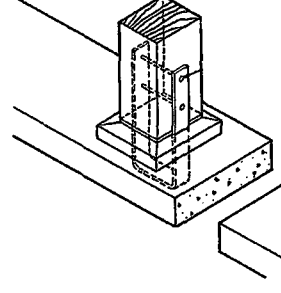
ANA KIRIŞ TEMEL BİRLEŞİM DETAYLARI



DİKMELERİN NEME KARŞI  
BETON TEMELLE BAĞLANTISI



AŞŞAP DİKMELERİN BETONA  
ÇELİK LEVHA İLE BAĞLANTISI



DİKMELERİN BETON TEMELE  
ÇELİK U KAYIŞLA BAĞLANTISI

Şekil 4. 70 Çeşitli kiriş kolon ve temel birleşim detayları

#### 4.4.5. Bölüm Sonucu

Bu bölümde noktasaldan genele ahşap yapı birleşim detaylarına bir yaklaşımda bulunulmuştur. Geleneksel yapılardaki birleşimler ve çağdaş birleşimlere bakış, tarihsel süreçte ahşaba yaklaşım ve çağdaş mühendislik çözümleri incelenirken, hesaplama kabulleri genel olarak göz önüne alınmamıştır.

## **5. GELENEKSEL AHŞAP YAPILARIN DEPREME KARŞI GÜÇLENDİRİLMESİ**

Geleneksel ahşap yapılar, geçmişten günümüze bir yaşama kültürünün yansıtıcısı olmakla birlikte; Kuzey Anadolu Fay Hattı'nda bulunan Türkiye'de tarih boyunca ve çeşitli uygarlık dönemlerinde felaketlere yol açmış olan depreme afetine karşı yüzyılların deneyimi ile geliştirilmiş bir yapı türü olmuştur. Ahşabın yangına karşı dayanıksızlığı zaman içerisinde kanunlarla ve ebniye nizamnameleri ile kârgir yapıların inşasını zorunlu kılsa da; yaşanan büyük depremler ahşap yapı inşasını tekrar gündeme getirmiştir.

Asırlardır tüm tahrip etkilerine karşın ayakta direnen geleneksel ahşap yapılarımızın deprem karşısında dayanımlarından bahsedebilmek için öncelikle onların harap durumdaki taşıyıcı sistemlerinin güçlendirilmesi gerçeği kaçınılamayacak bir durumdur. Bu durumu Ek 1'deki fotoğraflar oldukça iyi tanımlamaktadır.

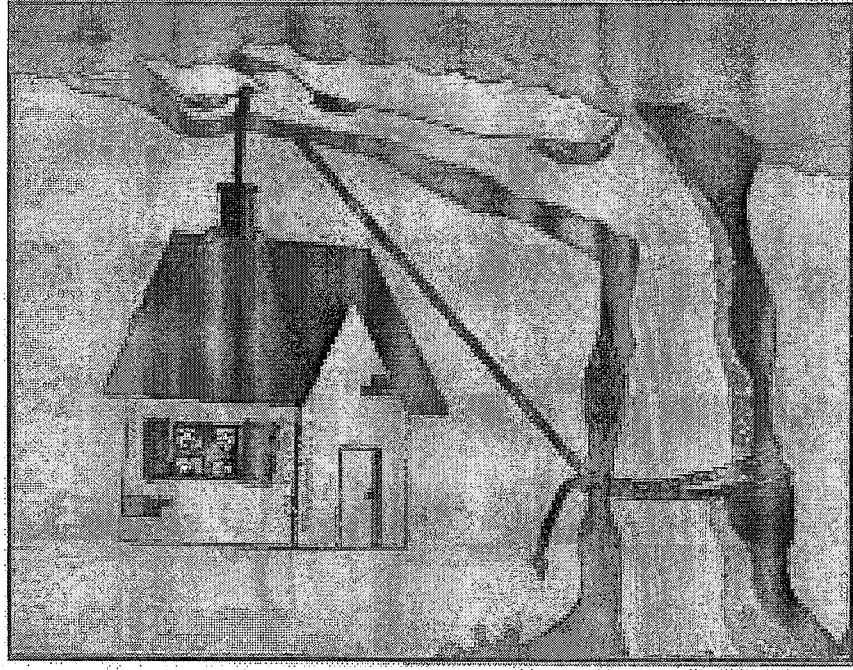
### **5.1. Depreme Karşı Güçlendirme Yöntemleri**

Yapıların sismik kontrolü, deprem etkisiyle yapıya giren enerjinin yapıda oluşturduğu iç kuvvetleri ve yer değiştirmeleri güvenlik, servis ve konfor koşullarını kullanarak sınırlamaktır<sup>170</sup>. Bu nedenle eğer yapı yeni üretiliyorsa:

1. Tasarım aşamasında taşıyıcı sistemde mesnet rijitliklerinin azaltılması, düğüm noktalarının deprem kuvvetini sönümleyici esneklikte veya mafsallı yapılması yoluyla;
2. Dışarıdan eklenen sönümleyici cihazlarla deprem enerjisinin absorbe edilerek yapıya ulaşmasına engel olunması yoluyla depreme karşı güçlendirme yeteneği kazandırılabilir.

Resim 5.1., aslında yapılarda sismik kontrolü bir çocuğun çizgileriyle en iyi bir biçimde ifade etmektedir<sup>171</sup>.

<sup>170</sup> ŞAHİN, M., 1996, DEPREM ETKİLERİNE KARŞI KULLANILAN PASİF ve AKTİF KONTROL SİSTEMLERİ, yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İSTANBUL, s. 1.



**Resim 5. 1** Depreme karşı güçlendirme tanımında bir çocuğun yaptığı resim (Castellano, M.G.)

Tezin konusu geleneksel yapılarda sismik güçlendirmeye yönelik olduğu için burada bahsedilecek olan mevcut sistemlerin güçlendirilme yöntemleri olacaktır. Mevcut sistemlerin depreme karşı güçlendirilmeleri için iki türlü yöntemden bahsedilebilir. Bunlardan birincisi var olan fakat çeşitli faktörlerle zayıf düşmüş taşıyıcı sistemin güçlendirilmesinde kullanılan geleneksel yöntemler; ikincisi ise taşıyıcı sistemi güçlü ya da güçlendirilmiş olan sistemlerin çağdaş ekipmanlarla depreme karşı güçlendirilmeleridir.

### **5.1.1. Geleneksel Yöntemler**

Ahşap yapılarımızdaki bozulma nedenlerinin belirlenmesi, bakım, onarım ve güçlendirme yöntemlerinin de belirlenebilmesi için yönlendirici etken olacaktır. Ahşap yapılarımızdaki bozulmalar: ekonomik yetersizlikler, yapım ve onarım hataları, bakımsızlık, terk, yangınlar ve vandalizm kökenli kişisel; malzeme yorulmaları (yapı elemanlarının üzerlerine gelen sabit ve hareketli yüklerin etkisiyle zaman içerisinde mukavemet azalması, çatlama, sehim,

<sup>171</sup> CASTELLANO, M. Gabriella, 2003, "FIP Depreme Karşı Güçlendirmede İtalyan Teknolojisi Konferansı", M.S.G.S.Ü. Konferans Salonu, İstanbul.

burulma gibi etkilerin yanı sıra, böcek, bakteri kökenli veya dışa açık bölümlerde oluşan çürüme gibi nedenlerden<sup>172</sup>), doğal afetler (deprem, sel), uzun süreli doğal etkiler (ultraviyole), su ve nemden dolayı örtü, kaplama ve taşıyıcı sistem bozulmalarından kaynaklanan yapısal; göç, plansız kentleşme, hava kirliliği, trafik ve yasal düzenlemelerin, koruma kanunlarının ve yerel yönetimlerin yetersizliğinden<sup>173</sup> kaynaklanan yasal nedenlere dayanmaktadır.

Bütün bu sıralanan etkenler sonucunda yapının taşıyıcı sistemindeki bozulmalar giderilmeden depreme karşı güçlendirilmesi söz konusu olamayacaktır. Bu nedenle tarihi yapıların taşıyıcı öğelerinde oluşan kusurların ölçülüp belgelenmesi gerekmektedir<sup>174</sup>. Bu amaçla yapılan strüktürel analiz ve belgelenmeler Mehmet Berker' e göre,:

- *“Yapının günümüzdeki strüktürel güvenliğini ve bu güvenliği tehlikeye sokabilecek kusurları saptamak,*
- *Yapıda saptanmış olan kusurları oluşturan etkenleri belirlemek*
- *Kusurların giderilmesi için gerekli işlemleri belgelemek için” yapıları.*

Belgeleme işleminin yapılabilmesi için de yine Berker' e göre:

- “1. Strüktürün günümüzdeki durumunun belgelenmesi,*
- 2. Geçmişte oluşmuş yapı hareketinin ölçülmesi,*
- 3. Devam etmekte olan yapı hareketinin ölçülmesi,*
- 4. Ölçülen hareketin belgelenmesi ve yorumlanması,*
- 5. Temel incelemelerinin yapılması”* gerekmektedir.

Belirleme ve belgelemeyi ise konularında uzman olan inşaat mühendisi, mimar, restoratör, kimyager ve konunun gerektirdiği diğer unsurlara sahip çeşitli meslek gruplarından oluşturulmuş olan bir ekip yapmalıdır. Yukarıdaki belirlemeler yapıya onarım için yapılması gereken müdahaleleri de belirleyecektir.

<sup>172</sup> CEYLAN, O., “Ahşap Döşeme Kirişlerinin Onarımı”, Derleme, İstanbul, s.1.

<sup>173</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., a.g.e. , s.272-279.

<sup>174</sup> BERKER, A., a.g.e. , s.360.



Taşıyıcı sistemdeki bozulmaların giderilme yöntemlerinin belirlenmesinde öncelikle: *“bozulma nedenlerinin önüne geçilmesi, mevcut malzemenin korunması ve bozulmaya uğrayan yapısal ögeden başlayarak koruma önlemlerinin alınması”*<sup>175</sup> gerekmektedir. Onarımlarda ise, sağlamlaştırma, bütünleme, yenileme, yeniden yapma, temizleme, taşıma tekniklerinden yararlanılır<sup>176</sup>.

Ahşap strüktürün güçlendirilmesinde yapının kiriş, dikme ve çatı taşıyıcı elemanlarının sağlamlaştırılması için çeşitli yöntem ve öneriler geliştirilmiştir.

Bu güçlendirme biçimleri:

A) Kendi cinsinden malzeme ile,

A1.) Çeşitli eklerin yapılması ile

A.2) Kesit arttırılması ile

B) Farklı cins malzeme ile yapılan güçlendirmeler şeklinde sıralanabilir. Güçlendirmede kullanılması önerilen çelik malzemenin korozif etkilere dayanıklı bir biçimde üretilmesi gerekmektedir.

Konu başlığı olarak geleneksel yöntemlerle güçlendirilme kullanılmakla birlikte, günümüzdeki çağdaş kimyasallarla yapılan ek ve güçlendirmeler de, konunun fazla dağılmaması amacıyla bu yöneme dâhil edilmiştir. Strüktür elemanlarının güçlendirilmesi konusu ele alındığında; Bölüm-4.4’de bahsi geçen ahşap yapı elemanlarının doğrudan ve yardımcı elemanlarla yapılan birleşimlerine ait detaylar restorasyon kavramları içerisinde anlatılmıştır:

#### **5.1.1.1. Ahşap döşeme kirişlerinin onarımları**

Ahşap döşeme kirişlerinin onarımları, kirişin çürümüş başlık bölümünde ya da yapısal yüklerden dolayı yorulmuş ve sehim yapmış olan kirişin kendisinde yapılır.

##### **5.1.1.1.1. Kiriş başlarının onarılması**

Çürümeler genellikle kirişlerin kârgir döşemelere oturduğu bölümlerde oluşmaktadır. Duvarların, zemin suyunun yükselmesi ve dışarıdan su alması

<sup>175</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., a.g.e. , s.303.

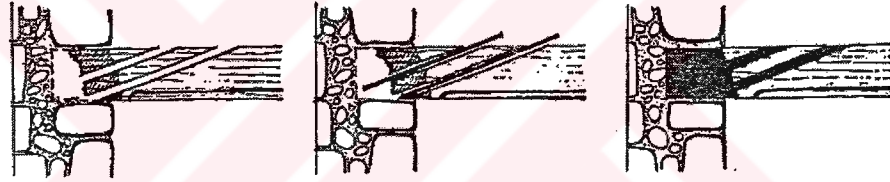
<sup>176</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., a.g.e. , s.304.

nedenleriyle ıslanması bu çürümelere sebep olur. Bu bölgelerin onarımları kimyasal ve mekanik yöntemlerle yapılır<sup>177</sup>:

#### 5.1.1.1.1. Kimyasal onarımlar

Bu yöntemde kiriş başları, “ Hollanda ” veya “ Beta ” yöntemi ile in-situ (yerlerinde) güçlendirilirler. Bunun için:

- Kirişin uç kısmı kesilir ve bu kısma mantar ve böceklere karşı koruyucu kimyasallar uygulanır (Şekil 5.1.a),
- Kirişin üst kısmından  $\Phi 28$  mm çapında ve  $20^\circ$  açı ile delikler delinir. Bu deliklere  $\Phi 20$  mm çapında cam lifi çubuklar sokulur. (Şekil 5.1.b),
- Kirişin ucu kalıba alınarak, epoksi reçine deliklerden kalıp içerisindeki kirişin ucuna dökülür (Şekil 5.1.c)<sup>178</sup>.



Şekil 5.1 a) b) c) (Berker, M.)

Kiriş başlarının Hollanda veya Beta yöntemi ile güçlendirilmeleri

Bu birleşimde cam elyaf çubuklar ahşap ve epoksi reçinesi arasında sağlam bir bağ oluşturma amacıyla kullanılmaktadır.

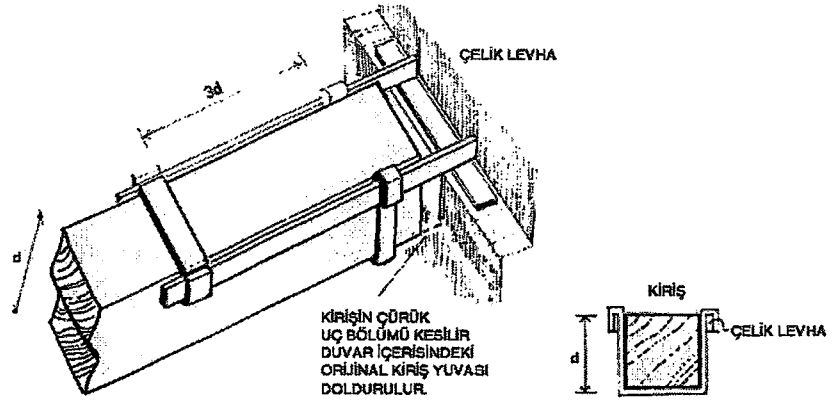
Epoksi reçine katkı maddeleri: Küçük onarımlarda kuvars tozu veya kuvars kumu, büyük onarımlarda kuvars kumu ve çakıl agregasıdır.

#### 5.1.1.1.2. Mekanik onarımlar

Taşıyıcı ahşap kirişlerin duvara oturan uç kısımlarının çürümesi halinde, bu kısımların sağlamlaştırılması ve kiriş yükünün duvara iletilmesi için ortalama 75 mm eninde ve 19 mm kalınlığında paslanma önlemi alınmış çelik lamalardan yapılmış bir beşik kullanılır (Şekil 5.2).

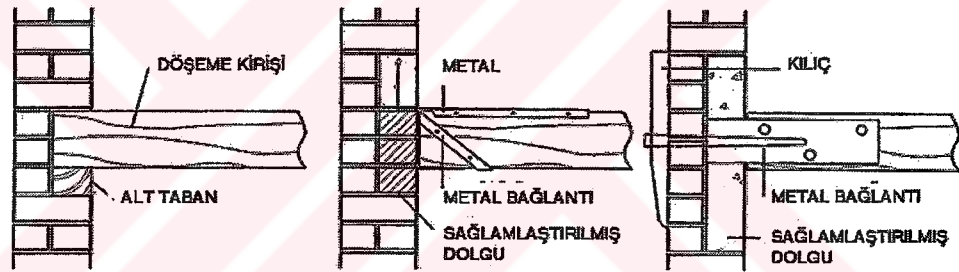
<sup>177</sup> CEYLAN, O., a.g.e., s.2.

<sup>178</sup> BERKER, M., a.g.e., s. 365.



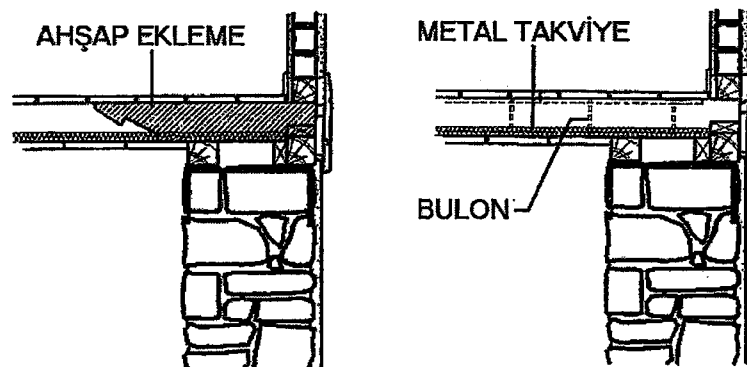
Şekil 5. 2 Çürümüş kiriş uçlarında mekanik yöntemle ek (Berker, M.)

Geleneksel yapılarımızda kiriş duvar birleşimleri yine kendi cinsinden ve metal bağlantılarla yapılabilmektedir (Şekil 5.3).



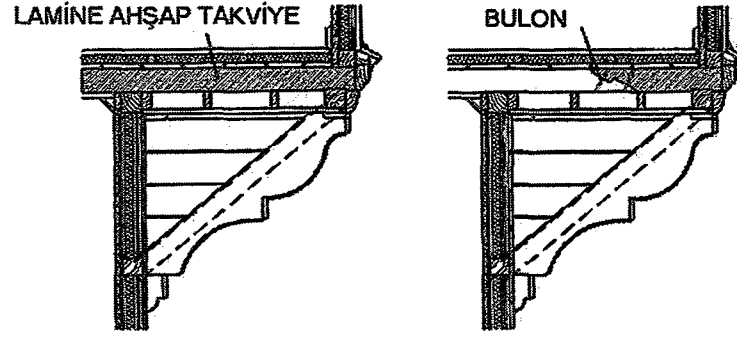
Şekil 5. 3 Geleneksel yapılarımızda döşeme kirişi güçlendirme önerileri (Çobancaoğlu, T.)

Geleneksel yapılarımızda kârgir temel duvarı ile kiriş birleşimleri de kendi cinsinden veya metal takviye ile sağlanabilir (Şekil 5.4).



Şekil 5. 4 Kârgir temel kiriş birleşimlerinde sağlama (Çobancaoğlu, T.)

Geleneksel yapılarımızda çıkma kirişleri de kendi cinsinden veya lamine malzeme ile takviye edilerek güçlendirilmektedir (Şekil 5.5)



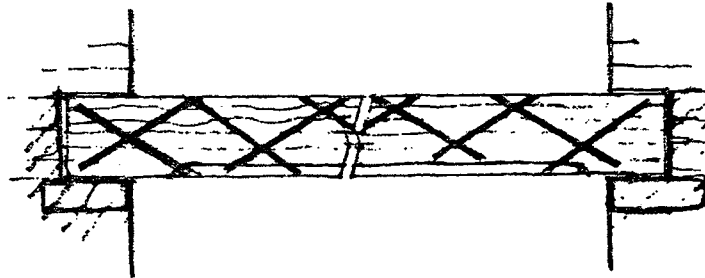
Şekil 5. 5 Geleneksel çıkma kirişlerinin sağlamlaştırılma önerileri (Çobancaoğlu, T.)

#### 5.1.1.1.2. Kirişlerin onarılması

Kendi ağırlığı ve hareketli yüklerden dolayı yorulmuş ve sehim yapmış olan kirişlerde sağlamlaştırma için yine kimyasal ve mekanik yöntemler kullanılır.

##### 5.1.1.1.2.1. Kimyasal onarımlar

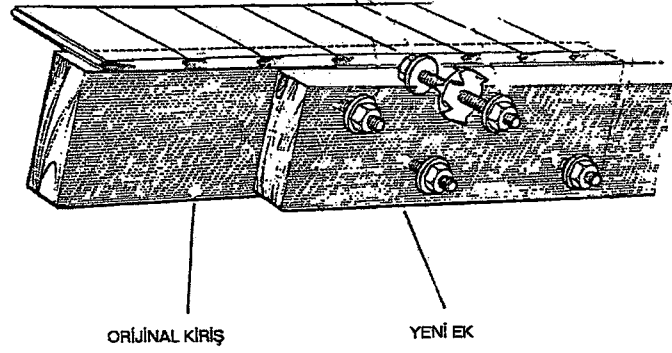
Beta yöntemi kişinin güçlendirilmesinde kullanılır. Çeşitli yerlerinden delinen kirişe cam elyaf çubuklar yerleştirilerek deliklere epoksi reçinesi doldurularak uygulanır. Kiriş çatlaklarının doldurulmasında da aynı malzeme kullanılır (Şekil 5.6).



Şekil 5. 6 Kirişlerin "Beta" yöntemi ile sağlamlaştırılması (Berker, M.)

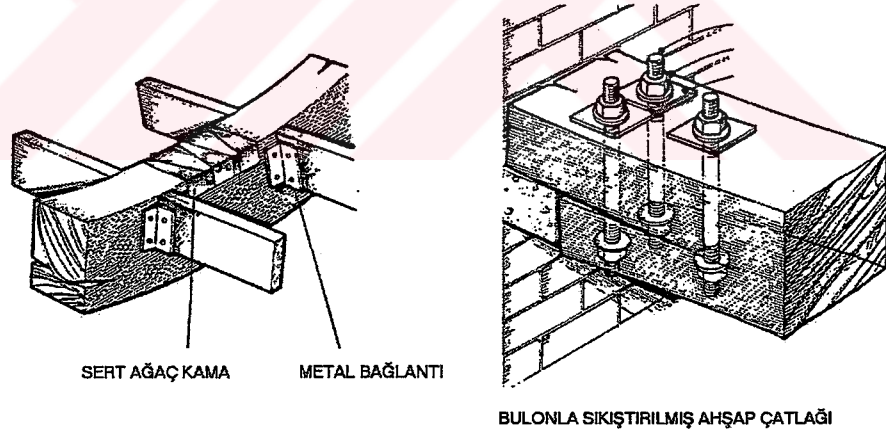
### 5.1.1.1.2.2. Mekanik onarımlar

Sehim yapmış mevcut kirişe eklenen aynı cinsten, lamine kiriş veya metal ek malzemeleri ile kesit artırımı yapılırken bağlayıcı olarak bulon kullanılabilir<sup>179</sup>. (Şekil 5.7).



Şekil 5. 7 Kirişin kendi cinsinden malzeme ile güçlendirilmesi (Çobancaoğlu, T.)

Çatlamış kirişlerde de Şekil 5.8' te verilmiş olan güçlendirme detayları kullanılabilir.

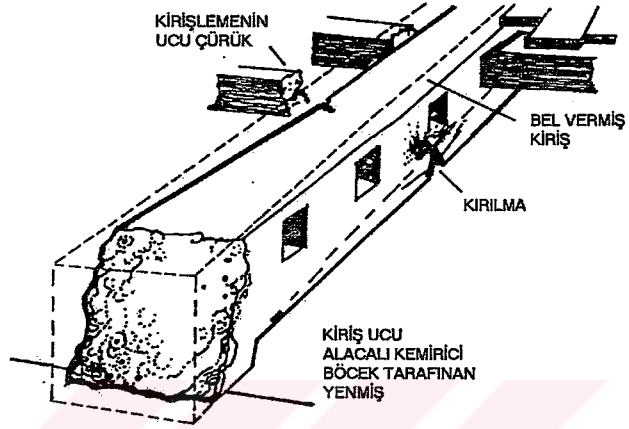


Şekil 5. 8 Çatlamış kirişlerin güçlendirilmesi (Çobancaoğlu, T.)

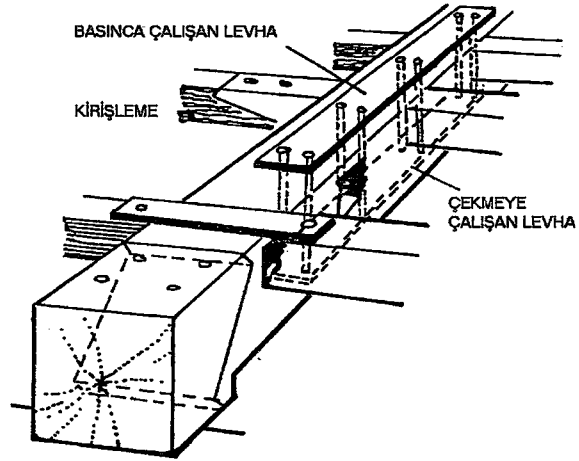
Ahşap kirişlerin çeşitli faktörlerle oluşmuş yıpranma ve tahripleri ve çekmeye çalışan alt kısımlarında doğan sehim problemine (Şekil 5.9) karşı güçlendirmek için kirişin alt ve üst bölgelerine lamalar konulup bunlar bir uçlarında baş diğer uçlarında yiv olan çelik çubuklarla birbirlerine bağlanırlar (Şekil 5.10). Çelik lamanın görülmesinin istenmediği durumlarda, kiriş yerinde

<sup>179</sup> CEYLAN, O., a.g.e. , s. 3.

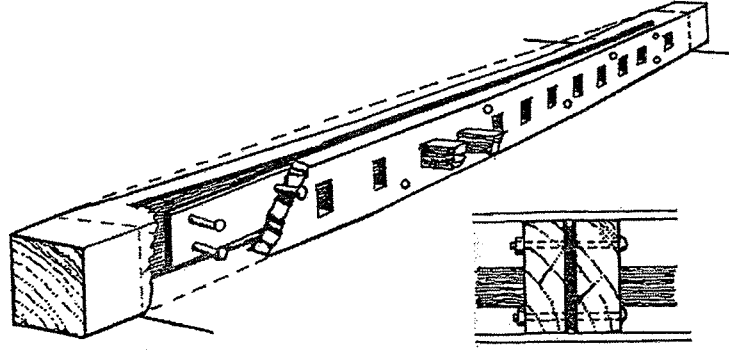
yarılarak lama içersine yerleştirilmekte ve daha sonra diğer parça ile bulonlarla birbirine tutturulurlar (Şekil 5.11).



Şekil 5. 9 Çeşitli etkenlerle tahrip olmuş bir kiriş (Berker, M.)

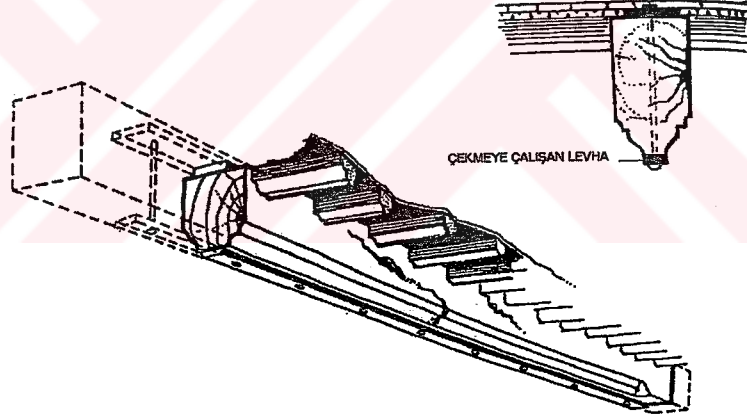


Şekil 5. 10 Kirişin alt ta ve üstte çelik levha ile güçlendirilmesi (Berker, M.)



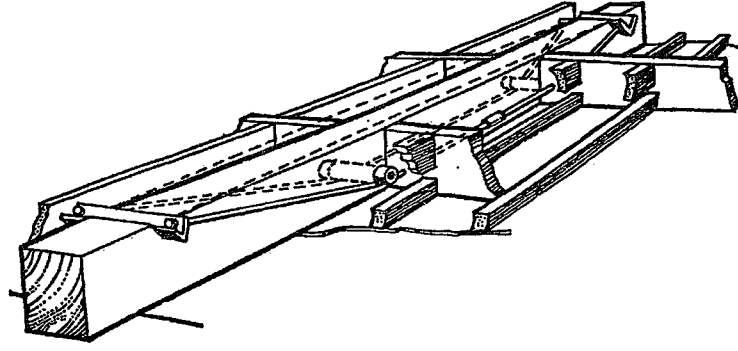
**Şekil 5. 11** Kirişin ortasına konulan lama ile güçlendirilmesi (Berker, M.)

Üzerlerinde oyma bulunan ahşap kirişlerin güçlendirilmesi için, üstte basınca, altta çekmeye çalışacak lamalar birbirlerine çelik çubuk ve civatalarla tespit edilirler (Şekil 5.12).



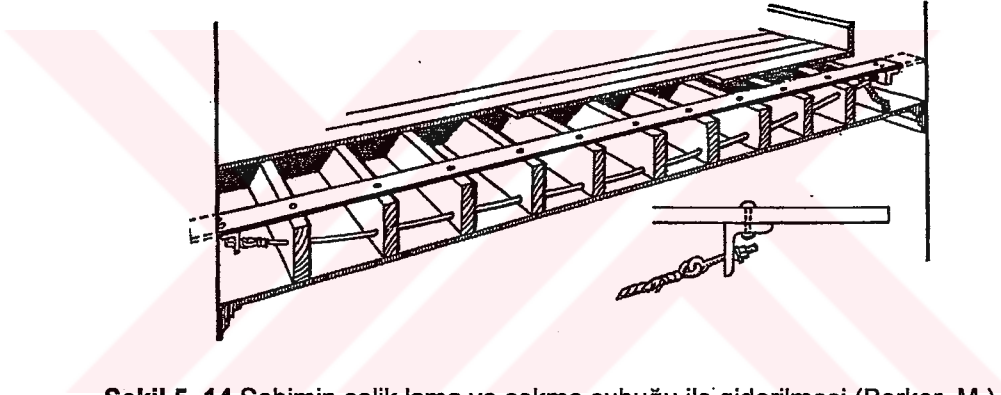
**Şekil 5. 12** Süslemeli kirişlerin sehime karşı güçlendirilmesi (Berker, M.)

Sehim yapmış olan ahşap kirişlerinin, basınç bölgelerine yerleştirilen L profillere bağlanan çelik çekme çubukları yardımıyla sarkmaları giderilebilir (Şekil 5.13).



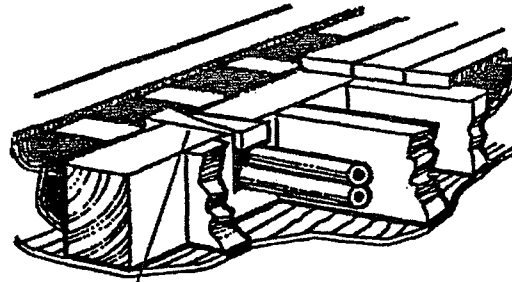
**Şekil 5. 13** Sehimin L profil ve çelik çubukla giderilmesi (Berker, M.)

Ahşap kirişlerdeki sehim, basınca çalışan çelik lamanın kiriş üzerine yerleştirilerek, bu lamaya L profil yardımıyla bağlanan ve çekmeye çalışan çelik telin gerilmesiyle de giderilebilir (Şekil 5.14).



**Şekil 5. 14** Sehimin çelik lama ve çekme çubuğu ile giderilmesi (Berker, M.)

Basınç dayanımlarını kaybetmiş olan kirişlerde basınç bölgesinde açılan yuvalara yerleştirilen kamalar yardımıyla basınç direnimlerinin artırılması sağlanabilir (Şekil 5.15).



**KAMALAR**

**Şekil 5. 15** Kirişlerin basınç dayanımlarının artırılması (Berker, M.)

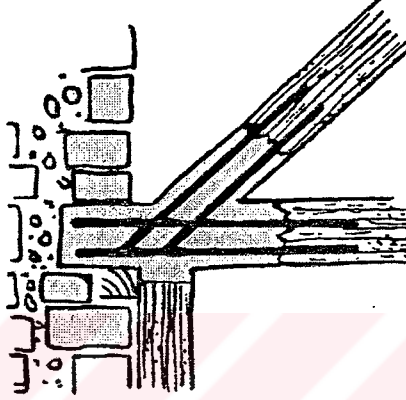


### 5.1.1.1.3. Çatı kirişlerinin onarımı

Kirişlerin güçlendirilmesinde kullanılan yöntemlerin benzerleri çatı kirişlerinin sağlamlaştırılmasında da kullanılabilir.

#### 5.1.1.1.3.1. Kimyasal onarımlar

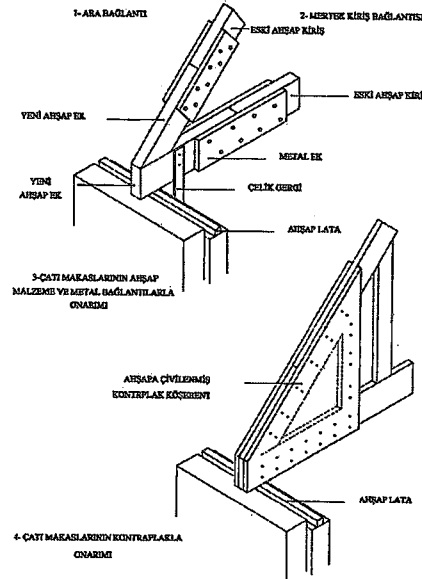
Şekil 5.16' te çatı kiriş ve merteklerinin Beta yöntemi ile güçlendirilmesi görülmektedir.



Şekil 5. 16 Beta yöntemi ile sağlamlaştırılan çatı kirişi ve mertek uçları (Berker, M.)

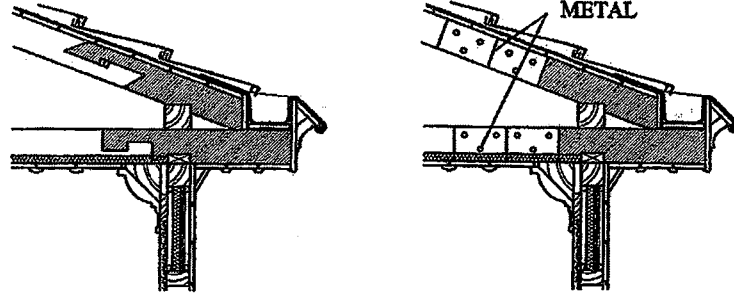
#### 5.1.1.1.3.2. Mekanik onarımlar

Mekanik onarımlar kontrplakla (Şekil 5.17), kendi cinsinden veya metal malzeme ile yapılabilir.



Şekil 5. 17 Çatı kiriş ve merteklerinin kontrplak ve metal malzeme ile güçlendirilmesi (Çobancaoğlu, T.)

Şekil 5.18' te saçak kirişleri ve çatı merteklerinin kendi cinsinden ve metal malzeme ile güçlendirilmesi görülmektedir.



Şekil 5. 18 Çatı saçak kirişleri ve merteklerinin güçlendirilmesi (Çobancaoğlu, T.)

### 5.1.2. Çağdaş Yöntemler

Deprem kuvvetlerinin yapıya erişerek yapı elemanlarını onarımı olmayacak veya çok zor olacak bir biçimde tahrip etmesine engel olunması için bu kuvvetlerin yapıya erişmeden sönmülmesini sağlayan cihazlarla yapılan deprem kontrolü yöntemleridir. Katı veya sıvı sönmülme sistemleri halinde çalışan bu cihazlar köken olarak, plastik çeşitleri, kurşun, paslanmaz çelik Nikel-Titanyum ve çeşitli kimyasallar gibi hammaddelerden üretilmektedirler. Sismik izolasyon cihazları yapıların temellerine veya deprem kuvvet etkisinin problem yaratacağı öngörülen iç noktalarına yerleştirilerek koruma sağlarlar. Genellikle her yapı türüne uygun donanımda üretilen ileri teknoloji ürünleri olan sismik izolasyon sistemleri, yapılarda depreme karşı sağladıkları izolasyon biçimlerine göre:

1. Pasif kontrol sistemleri,
2. Aktif kontrol sistemleri,
3. Karma kontrol sistemleri, olarak adlandırılırlar.

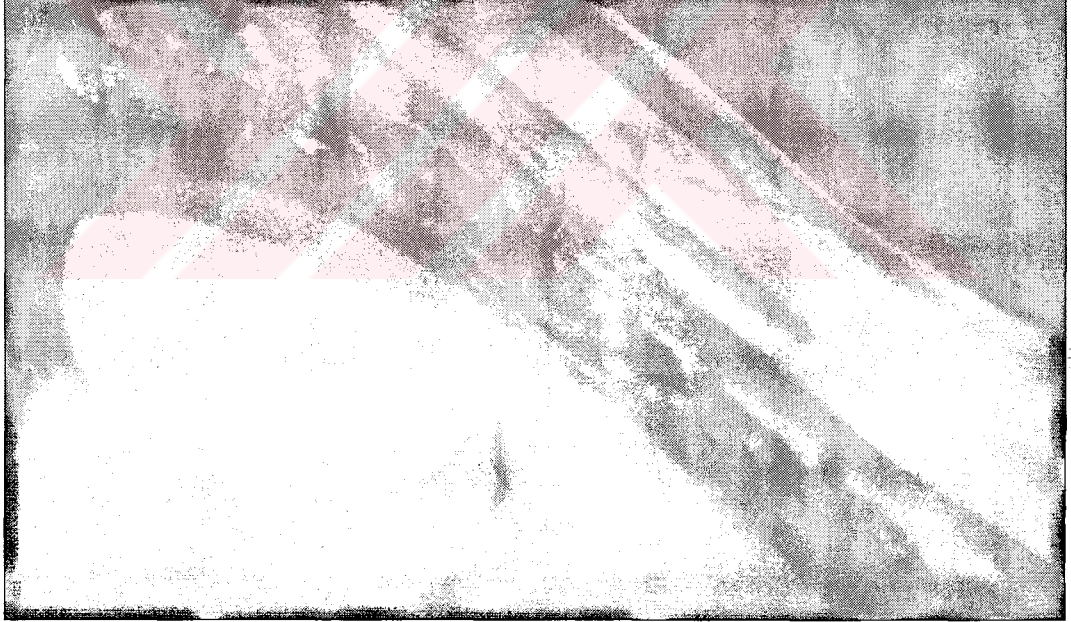
## 5.2. Örnek Bir Yapının 1998 Deprem Şartnamesine Göre Analizi Kesit Tahkikleri ve Güçlendirme Önerileri



**Resim 5. 2** Mimar Sinan Köyü'nde ahşap karkas bir yapı  
(Kaynak: Dimos Kalikratias, Novembrios 2000)

### 5.2.1 Yapının tanımı ve tarihçesi

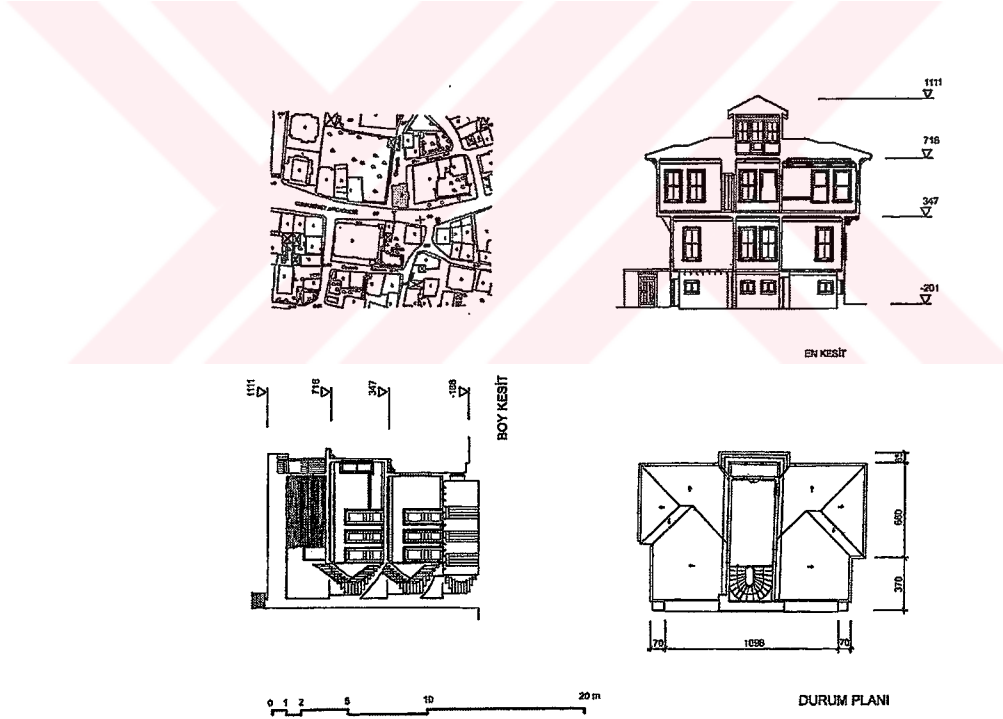
Büyük Çekmece'nin bir kıyı yerleşimi olan Mimar Sinan Kasabası'nda yer alan ahşap ev (Resim 5.2); kârgir bir bodrum kata oturan ahşap bir zemin kat, 1.kat ve çatıda bir cihannümadan oluşmaktadır. Yapı, Cumhuriyet Caddesi ile Dergâh Sokak kesişiminde yer almaktadır(Şekil 5.19, Şekil 5.20). Yapının inşa tarihi giriş merdivenlerinin üzerinde yer alan ahşap kabartmalara göre Ekim 1903'tür (Resim 5.3) ve 1924 mübadelesinde Yunanistan'a giden Thomaidi ailesi tarafından yaptırılmıştır. 19. yüzyıl İstanbul ve Kuzey Marmara (Silivri, Edirne, Çatalca) ahşap mimarisine ait tipik özellikleri taşımaktadır.



**Resim 5. 3** Giriş bölümünde yapının tarihini gösteren kabartma (Dışkaya, H.)



Şekil 5. 19 Yapının 1/5000 durum planı içerisindeki konumu

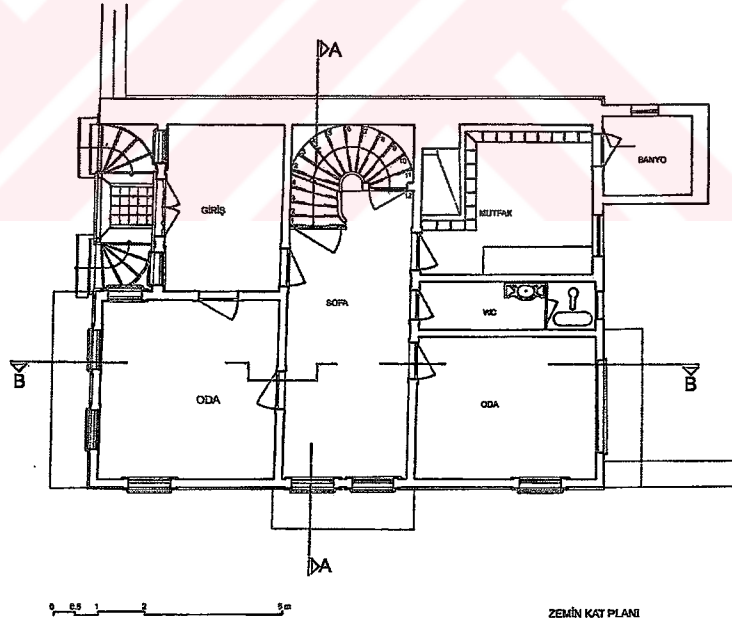


Şekil 5. 20 Yapının 1/1000, 1/200 durum planı (Dışkaya, H.)

## 5.2.2 Yapının Mimârî Özellikleri

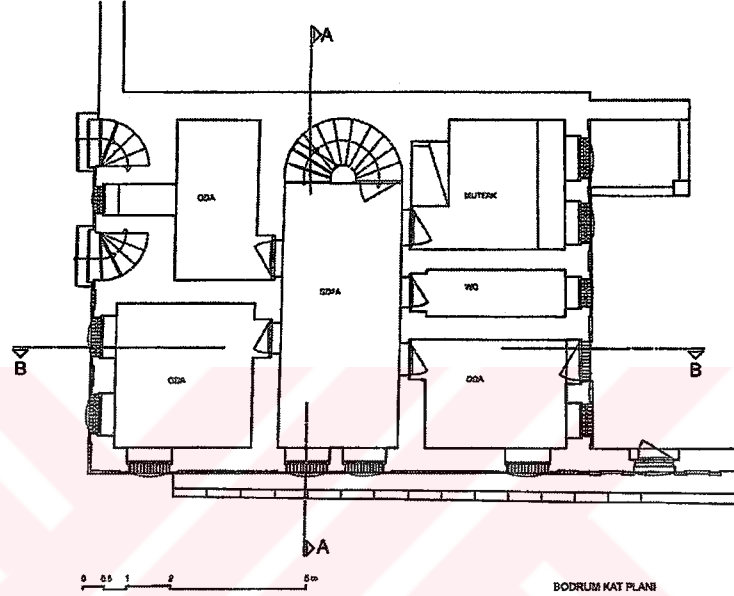
### 5.2.2.1 Plân Özellikleri

Yapının plân şeması Türk evi plân tiplerinden bir yüzlü iç sofalı ev tipine girmektedir. Plân özelliği olarak merdivenler ve odaların açıldığı bir sofa tüm katlarda mevcuttur. Yapıya Cumhuriyet Caddesi cephesinden çift kollu mermer basamaklı bir merdivenle çıkılmaktadır. Zemini çini kaplı giriş bölümü sağ tarafta selamlık odasına açılmakta diğer kapı ile sofaya ulaşılmaktadır. Sofanın sağ tarafından tekrar selamlık odasına bir giriş bulunmakta, sol tarafında Dergâh Sokak cephesine bakan bir oda bir tuvalet ve bahçeye bakan çini döşemeli bir mutfak yer almaktadır. Mutfaktan ise yapılış tarihi bilinmeyen fakat yapıya sonradan eklenmiş, bahçede yer alan bir tuğla ayağa oturtulmuş betonarme bir banyoya geçilmektedir. Sofadan selamlık odasına tekrar bir giriş bulunmaktadır (Şekil 5.21).



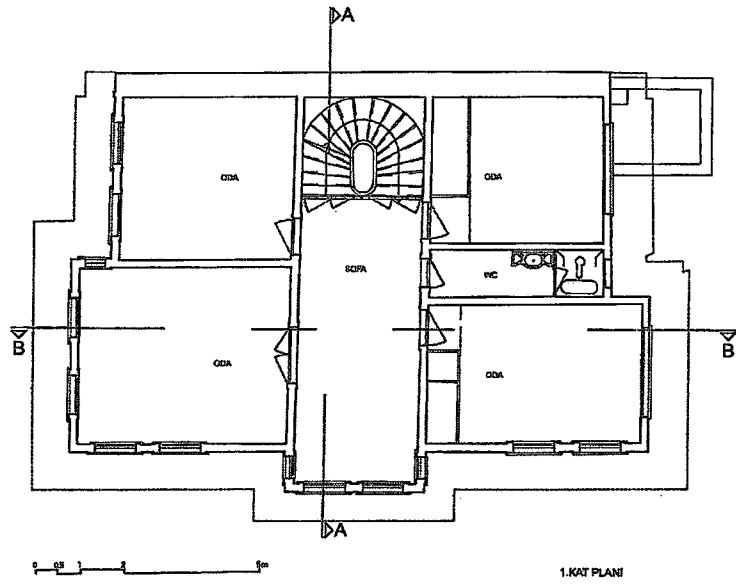
Şekil 5. 21 Zemin kat röleve plânı (Dışkaya, H.)

Sofa merdiveninden inilen bodrum katında merdivenin iniş yönüne göre sağında iki oda yer almakta, sol tarafında ise bir mutfak, bir tuvalet ve arka bahçeye açılan bir oda bulunmaktadır. Zemin kat girişinin altında bulunan oda ve mutfağın tavanları volta döşemelidir (Şekil 5.22).

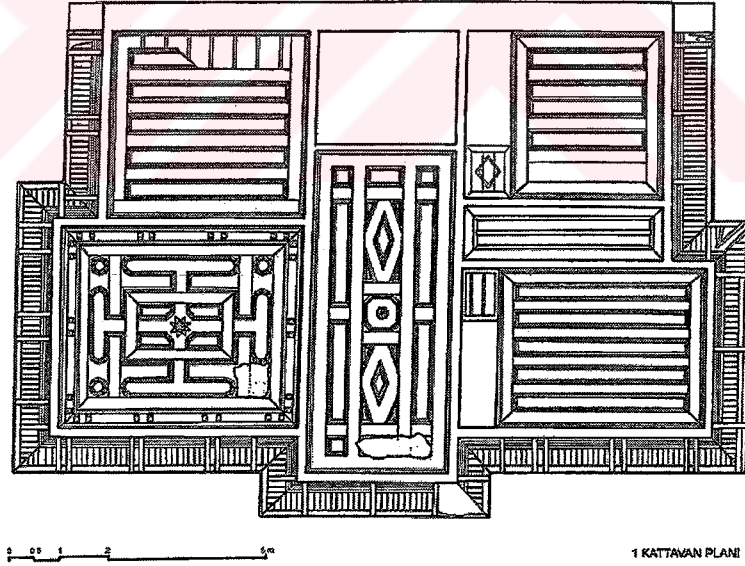


Şekil 5. 22 Bodrum kat rölöve plânı (Dışkaya, H.)

Zemin kat merdiveniyle ulaşılan birinci katta ise, sofanın merdiven çıkışına göre sağında içerilerinde yüklük bulunan iki oda ve aralarında bir tuvalet, solunda ise giriş cephesine bakan iki oda vardır. Kuzey ve güneye bakan köşe odaların ve sofanın birer cumbası bulunmaktadır. (Şekil 5.23). Birinci katta ön cepheye çıkma yapan oda ve sofanın tavanları orijinal geometrik biçimleri (Şekil 5.24) ve renkleriyle günümüze kadar ulaşmışlardır (Resim 5.4, 5.5).



Şekil 5. 23 1. kat rölöve plânı (Dışkaya, H.)



Şekil 5. 24 1. kat tavanı rölöve plânı (Dışkaya,H.)



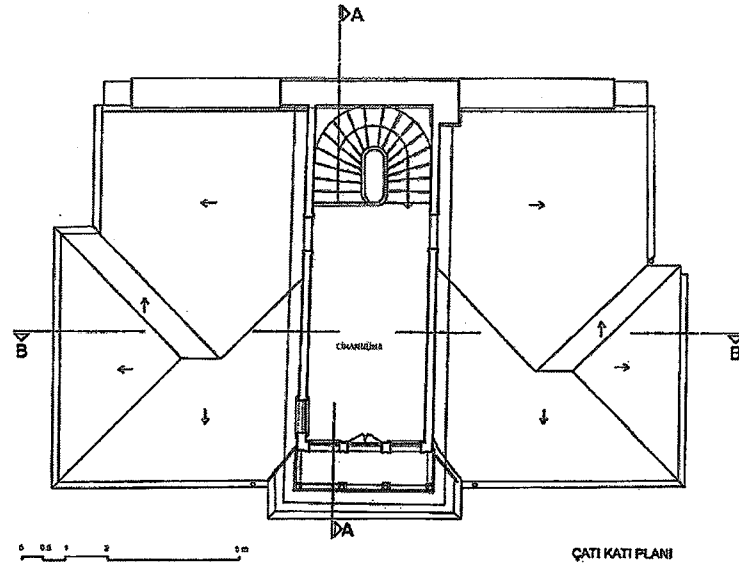


**Resim 5. 4** 1. kat Cumhuriyet caddesine bakan köşe oda tavanı  
(Fotoğraf: Dışkaya,H.)



**Resim 5. 5** 1.kat sofa merdiven kapısı ve tavanı (Fotoğraf: Dışkaya,H.)

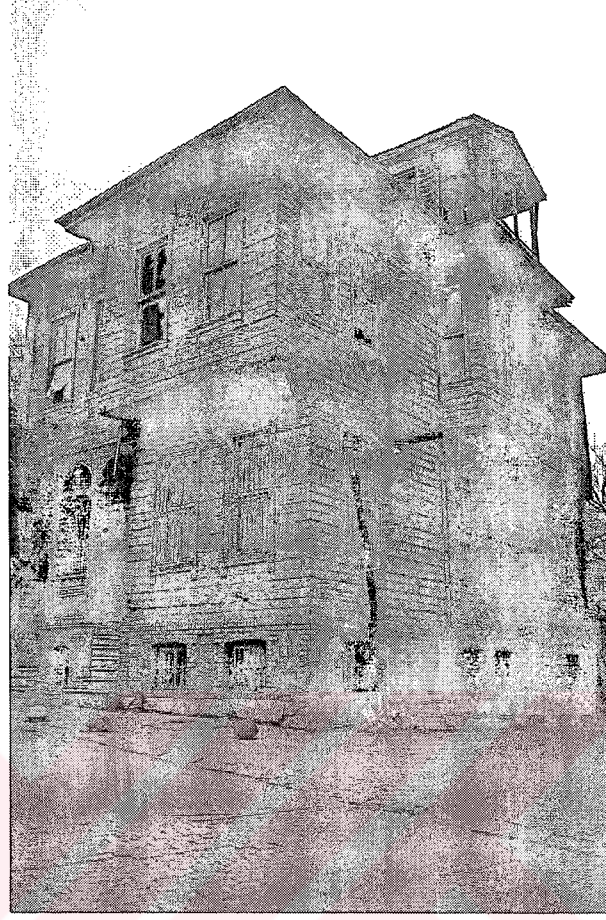
1. kat merdivenleri ile ulaşılan çatı katında ise, önünde çevresindeki ahşap evler yıkılıp yerlerine betonarme apartmanlar yapılmadan önce Marmara denizi ve köyün limanına bakan bir balkon bulunan cihannüma vardır. Bu bölümden sağlı sollu iki kapı ile çatı arasına ulaşılmaktadır (Şekil 5.25).



Şekil 5. 25 Çatı katı plânı (Dışkaya,H.)

### 5.2.2.2 Cephe Özellikleri

Thomaidi Evi 19. Yüzyılın ikinci yarısına dâhil edilebilecek ampir cephe özellikleri taşımaktadır. Günümüzde evin dört tarafı da açıklıktır. Sol yan cephesinde yakın zamanlara kadar var olduğu fotoğraflarda gözlemlenebilen fakat günümüze erişmemiş ahşap bir yapı ile ortak kullanılmış olan şimdi sıva ile kaplanmış bir yangın duvarı bulunmaktadır. Ahşap kaplamalı olan diğer cephelerinde düz hatların hakim olduğu pencere dizileri mimariyi belirgin hale getirmektedir. Eski fotoğraflardan izlendiğine göre, yapının birinci katında köydeki diğer evlerle bir bütünlük sağlayan bir kat silmesi yer almaktadır. Çatı saçaklarının alını silme tahtalarıyla kaplıdır. Çatı saçakları, pencerelerle belirli bir simetri içerisinde furuşlarla taşınmaktadır (Resim 5. 6). Cumbalar ise tahta kaplamalar halinde volütlü konsollar biçimindedir. Pencereler olabildiğince sade özellikte olmakla birlikte 1.kat pencerelerinde üst pervaz ortalarında, geometrik biçimli ahşap levhalar biçiminde süslemeler bulunmaktadır, pencere dış denizliklerinin altında sağlı sollu dekupaj işlemler bulunmaktadır. Günümüze erişmemekle birlikte, dönem fotoğraflarına göre, yağmur olukları, birinci kat silmesine değin inmekte ve süslemeli bitişlerle bir çıkma yaparak cepheden kopmakta, adeta bir konsol yaparak sokağa yönlendirilmektedirler.



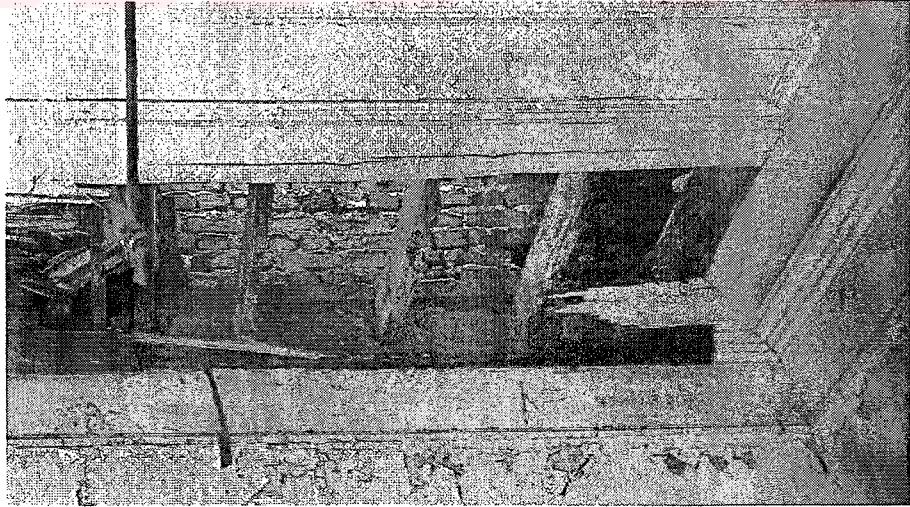
Resim 5. 6 Thomaidi Evi Güney Doğu'dan bakış(Fotoğraf: Dışkaya, N.)

### 5.2.2.3. Yapısal Özellikler

Thomaidi Evi, kârgir bir bodrum kata oturan ahşap karkas iki normal kat ve çatıda bir cihannümadan meydana gelmiştir. Yapı cephesindeki kaplama çürüklerinden taşıyıcı strüktüre ait pek çok fikir edinilebilmektedir. Yapı kârgir duvarlarının üzerine yerleştirilmiş bir alt tabana oturan dikmeler üzerine kurulmuştur (Resim 5. 7). Strüktürel malzeme olarak çam ağacı kullanılmıştır. Köşe dikmeleri cephelerdeki çivi izlerine göre, iç payandalarla desteklenmektedir. Yapıya ait döşeme kirişleri de yine döşemelerdeki çürümelerden dolayı meydana gelen açıklıklardan izlenebilmektedir. Buna göre, yangın duvarı cephesindeki döşeme kirişleri bu duvara oturmaktadır (Resim 5. 8) . İç duvarlar bağıdâdî sıvalı çini döşeme kaplı zeminlerin oturduğu tavanlar, giriş döşemesi ve zemin kat mutfağının altı volta döşemeli; ahşap kaplamalı tavanlar ise geniş pasalıdır.



**Resim 5. 7** Kârgir duvara oturan ahşap taban ve kõşe dikmesi  
(Fotoğraf: Dışkaya, H.)



**Resim 5. 8** Ahşap dõşeme kirişleri ile yangın duvarı bağlantısı  
(Fotoğraf: Dışkaya, H.)

### 5.2.3. Yapının Onarımı

#### 5.2.3.1 Yapının Geçirmiş Olduğu Müdahalelerin Tanımlanması

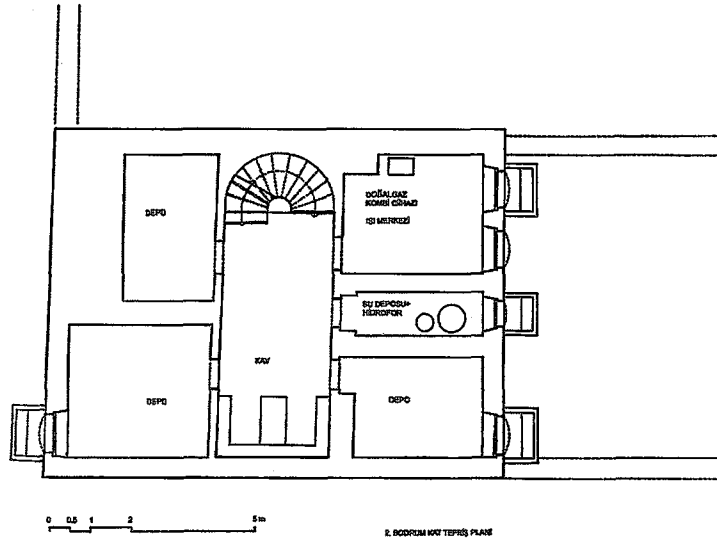
1924 mübadelesinden sonra yeni sahiplerine geçen yapıya, tarihi bilinmeyen dönemlerde çeşitli tamirler ve eklemeler yapılmış olduğu gözlemlenmektedir. Bunlardan mimari hacim eklenmesi bakımından en önemlisi, zemin kat mutfağından geçilerek ulaşılan betonarme banyodur. Buna ek olarak yapının kuzeye bakan arka cephesi zaman içerisindeki muhtemel çürümelere karşı tamamen değiştirilmiş, cephe genel karakteristiğine aykırı olarak ahşap kaplamalardan arındırılmış, kaplama sıva ile değiştirilmiş, giyotin pencerelerin yerini ise asrî pencereler almıştır (Resim 5. 9). Yangın duvarı cephesi de muhtemelen aynı dönemde sıva ile kaplanmıştır. Yapının özgün ahşap kat silmeleri zaman içerisinde yapılan çeşitli onarımlarda sökülmüş, çürüyen kaplamalar farklı boyuttaki ahşap elemanlarla değiştirilmiş, kaplamanın çürümüş olduğu kimi bölgelerde giriş cephesinde olduğu gibi, plastik malzemeler cephe örtücü olarak kullanılmıştır. Yapının yangın duvarı içerisinde iki tane bacasının bulunmasına rağmen, zemin kat ve bodrum kat pencere ve duvarlarında baca delikleri açılmıştır.



**Resim 5. 9** Thomaidi Evi Restitüsyon Öncesi Arka Cephesi (Fotoğraf: Dışkaya, N.)

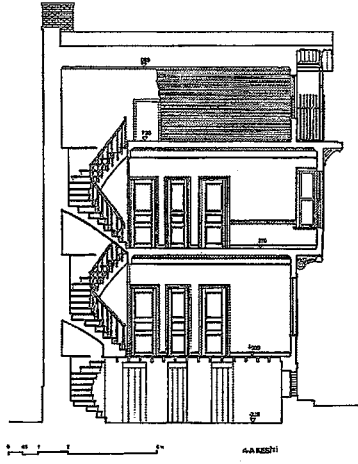
### 5.2.3.2 Yapının Onarım Kararları

Yapının onarımında, temel ilke olarak en az müdahale ile restorasyon fikri benimsense de, mevcut sistemin zaman içerisinde çeşitli yanlış veya eksik uygulamalarla işlemez hale getirilmiş olması; yapım aşamasından çok bireysel tahrip konularına giren: bilinçsiz onarımlardan, bakımsızlık ve terkten, kasıtlı tahripten, toplumsal (sosyal yapı değişimi, rant), ekonomik (kentsel doku değişimi), çevresel (hava kirliliği, trafik) <sup>180</sup>, yasal nedenlere (yerel yönetimlerin koruma konusunda bilinçsizliği ve koruma denetlemesinin yapılamaması) ,uzanan bir zincir nedeniyle; yapı strüktürel açıdan önemli derecede bozulmuştur. Yapının M.S.G.S.Ü master tez çalışması sırasında yapılan rölöve, restitüsyon ve restorasyon proje çalışmaları doğrultusunda verilmiş olan işlev, mübadillerin buluşup kültürel alışverişte bulunabilecekleri, çeşitli sergi, dinleti ve gösterilerin yapılabileceği bir "Kültür Evi " olmuştur. Yapının servis hizmeti verebilmesi için sıhhi tesisat ve yeterli depo alanı bulunmayışı, bir deneme olması bakımından, kendi oturma alanı dışına taşmayan betonarme perdeli bir bodrum kat ilavesi kararının alınmasını sağlamıştır (Şekil 5.26, 5.27, 5.28, 5.29, 5.30). Yapının rölöve ve restorasyon projelerine ait sistem detayları Ek 3' te verilmiştir.



Şekil 5. 26 Yapıya ilave edilen bodrum kat planı (Dışkaya, H.)

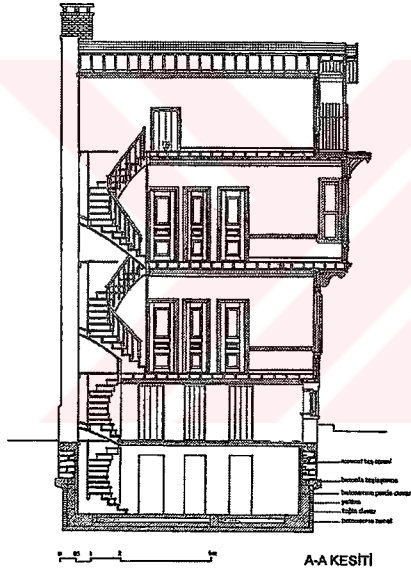
<sup>180</sup> ÇOBANCAOĞLU, T., a.g.e., s. 272, 273.



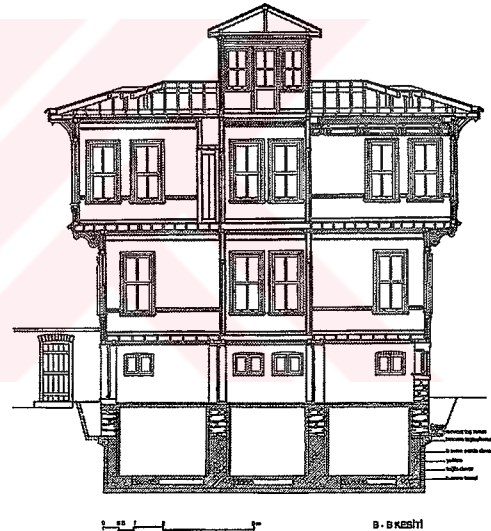
**Şekil 5. 27** Rölöve projesi A-A Kesiti  
(Dışkaya, H.)



**Şekil 5. 28** Rölöve projesi B-B Kesiti  
(Dışkaya, H.)



**Şekil 5. 29** Restorasyon projesi A-A Kesiti  
(Dışkaya, H.)



**Şekil 5. 30** Restorasyon projesi B-B Kesiti  
(Dışkaya, H.)

Yapının onarımında Venedik Tüzüğü (Mayıs 1964) ve 1999 ICOMOS Ahşap Komitesi tarafından kabul edilen "ICOMOS Geleneksel Mimari Miras Tüzüğü" kararları esas olarak kabul edilmiştir. Bu kararlar doğrultusunda yapının yıkılmadan özgün yapı bileşenlerinin korunmasına, yapıda eksik ve özgünlüğünü yitirmiş olduğu belirlenen detayların dönem analizi yapılarak yeniden üretimine karar verilmiştir. Yapının restorasyonu için, öncelikle Çinili

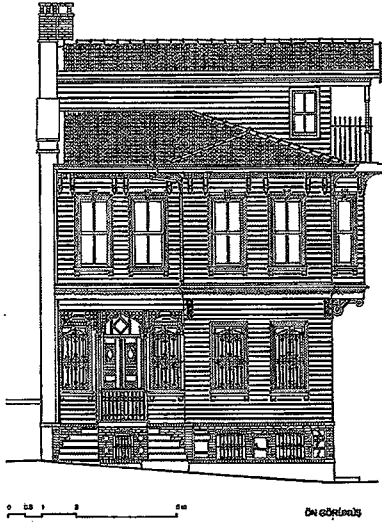
Köşk Onarımı'nda yapılan uygulamalar örnek alınarak<sup>181</sup> yapının askıya alınması ve bir koruma çatısının oluşturulmasına ve yapının özgün mimarisine aykırı ve zaman içerisinde yapılmış eklerin ayıklanmasına karar verilmiştir. Yapının arka cephesindeki ek betonarme hamamın, asri pencerelerin ve ahşap kaplama yerine konulmuş olan sıva kaplamanın ayıklanarak restitüsyon çalışmalarına göre özgün haline dönüştürülmesi de yine restorasyon kararları içerisinde yer almıştır (Şekil 5.31, 5.32, 5.33, 5.34, 5.35).



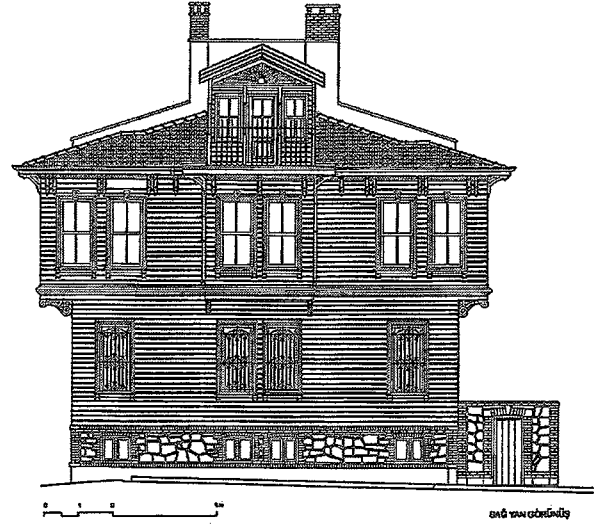
Şekil 5. 31 Arka cephenin restitüsyondan önceki durumu (Dışkaya, H.)

<sup>181</sup> CEYLAN, O.; ÖKTEN, S., İstanbul, 1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, "Çinili Köşk Onarımında Geleneksel Ve Çağdaş Malzeme Birlikteliği", Kongre Bildirileri II, 2002,s.667-678.

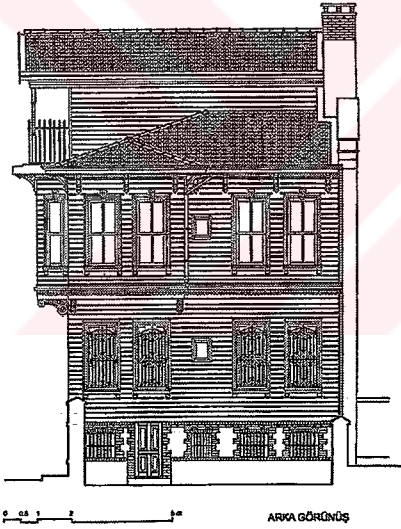




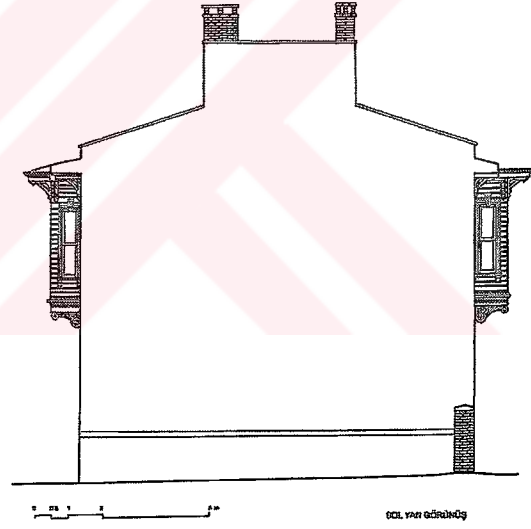
**Şekil 5. 32** Ön cephe restitüsyonu  
(Dışkaya, H.)



**Şekil 5. 33** Sağ yan cephe restitüsyonu  
(Dışkaya, H.)



**Şekil 5. 34** Arka cephe restitüsyonu  
(Dışkaya, H.)



**Şekil 5. 35** Sol yan cephe restitüsyonu  
(Dışkaya, H.)

Yapının restorasyonunda genel ulusal ve uluslararası restorasyon kararlarına uyulmuş yapının statik açısından incelenmesinde ise; orijinal halinde daha önce de belirtilmiş olduğu gibi, bitişik nizamda inşa edilmiş olan yapıya komşu olan diğer ahşap yapı zaman içerisinde yıkıldığı ve bu nedenle evin, kendi ağırlığından fazla bir ağırlığa sahip yangın duvarıyla geride kaldığı görülmüştür. Yapının yangın duvarının getireceği aşırı yük nedeniyle, Kuzey Marmara Fay Hattında yer alması nedeniyle, deprem dayanımı açısından

çeşitli hesap analizlerinin yapılması gerektiği de restorasyon kararları içerisinde yer almıştır.

#### 5.2.4 Yapının Deprem Hesabı

Yapının deprem kuvvetlerinin hesaplanmasında 1998 deprem şartnamesine göre<sup>182</sup> (Tablo 5.1) eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır.

**Tablo 5.1** 1998 deprem şartnamesine göre eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği yapılar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1,2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{ b } \leq 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N \leq 25$ m
1,2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{ b } \leq 2.0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan binalar	$H_N \leq 60$ m
3,4	Tüm binalar	$H_N \leq 75$ m

Binanın tümüne etkiyen deprem yükü (taban kesme kuvveti)' nü veren formül:

$$V_t = W \times A (T_1) / R_a (T_1) \geq 0.10 \times A_0 \times I \times W^{183} \text{ olacaktır. Burada,}$$

W: Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığıdır. Hesabımızda hareketli yük katılım katsayısı ihmal edilmiştir.

Buna göre;

Mevcut yapı yükleri:

a) Yangın duvarı yükü:

$$W_4 = 6.16 \times 1.8 \approx 11 \text{ t}$$

$$W_3 = 0.6 \times 3.18 \times 11 \times 1.8 \approx 38 \text{ t}$$

$$W_2 = 0.6 \times 3.68 \times 11 \times 1.8 \approx 44 \text{ t}$$

$$W_1 = 0.6 \times 2.98 \times 11 \times 1.8 \approx 36 \text{ t}$$

$$\text{Toplam Yangın Duvarı Yükü} = 11+38+44+36 = 129 \text{ t'dur}$$

<sup>182</sup> İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, "Tablo 6.6", İzmir, s.17

<sup>183</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, **a.g.e.**, "Denklem 6.4", İzmir, s.17

b) Kat yükleri hesaplamalarında ölü yük olarak :

$$g_{\text{döşeme}} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$g_{\text{duvar}} = 90 \text{ kg/m}^2$$

hareketli yük olarak :

$$q = 200 \text{ kg/m}^2 \text{ kabul edilmiştir.}$$

± 0.00 kotu yükleri:

$$\text{Döşeme} : 0.250 \times 90 = 22.50 \text{ t}$$

$$\text{Duvar} : 0.090 \times 203.5 \times 0.60 = 10.99 \text{ t} \quad (\text{yaklaşık } 0.40 \text{ duvar}$$

$$W_1 \text{ Toplam} = 33.49 \approx 34 \text{ t} \quad \text{boşluğu kabul edilmiştir. )}$$

+ 3.70 kotu yükleri:

$$\text{Döşeme} : 0.250 \times 98 = 24.50 \text{ t}$$

$$\text{Duvar} : 0.090 \times 223.3 \times 0.60 = 12.05 \text{ t}$$

$$W_2' \text{ Toplam} = 36.55 \approx 37 \text{ t}$$

+ 7.36 kotu yükleri:

$$\text{Döşeme} : 0.200 \times 125 = 25 \text{ t} \quad (\text{döşeme+çatı+kar})$$

$$\text{Duvar} : 0.090 \times 54 \times 0.60 = 2.91 \text{ t}$$

$$W_3' \text{ Toplam} = 27.92 \text{ t} \approx 28 \text{ t}$$

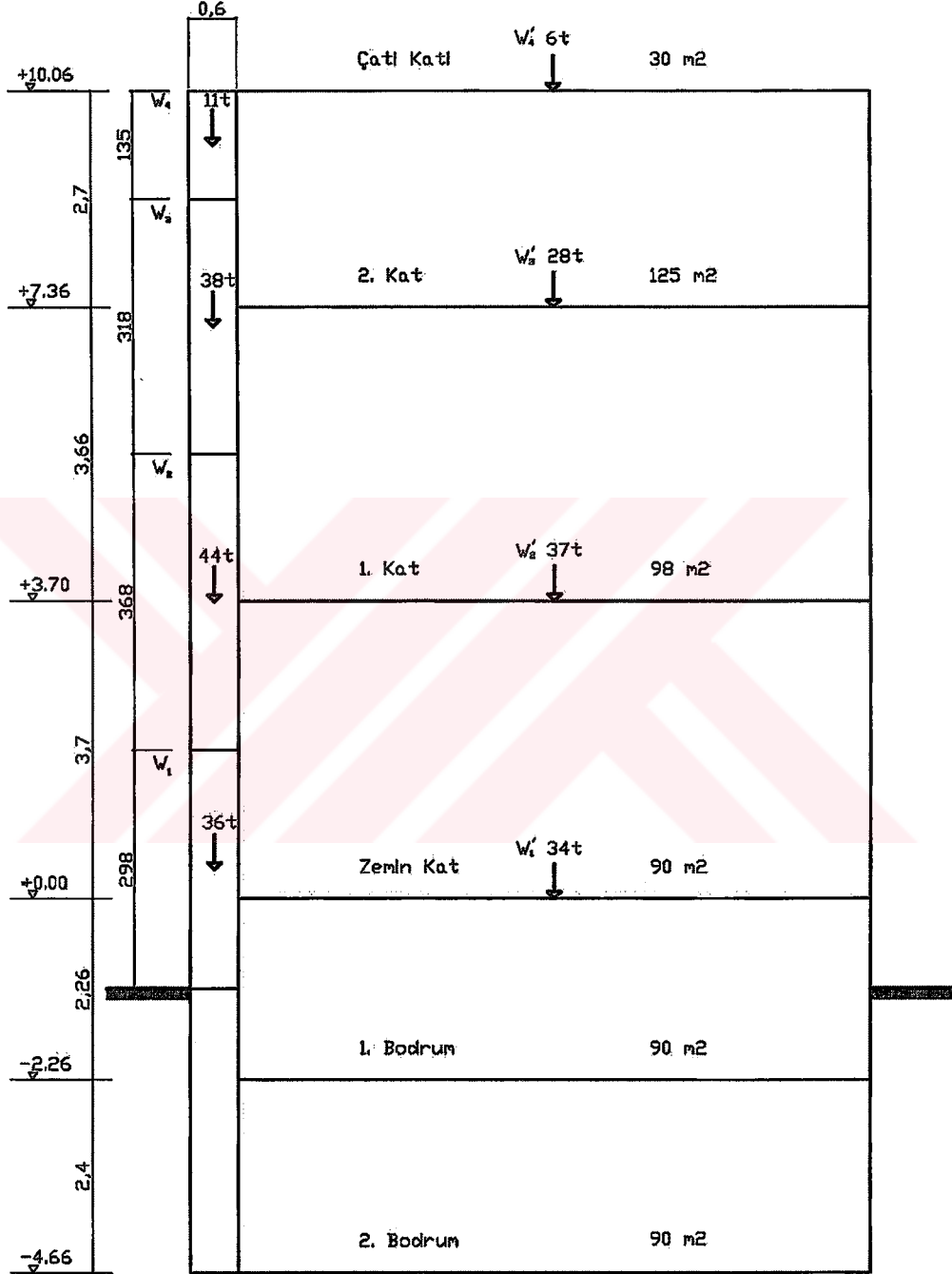
+ 10.06 kotu yükleri:

$$\text{Döşeme} : 0.200 \times 30 = 6 \text{ t} \quad (\text{döşeme+çatı+kar})$$

$$W_4' \text{ Toplam} = 6 \text{ t}$$

Buna Göre Toplam Yapı Yüğü = 34+37+28+6 = 105 t'dur. (Şekil 5.36)

$$\Sigma W = W_{\text{Yangın Duvarı}} + W_{\text{Yapı Yüğü}} = 129 + 105 = 234 \text{ t 'dur.}$$



Şekil 5. 36 Yangın duvar ve yapının kendisinden gelen yükler (Dışkaya, H.)

Eşdeğer deprem yükü formülündeki “Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik Tasarım İvme Spektrumu’nun yer çekimi ivmesi g’ye bölünmesine karşı gelen Spektral İvme Katsayısı, A (T) <sup>184</sup>,

$A(T) = A_0 \times I \times S(T)$ <sup>185</sup> formülüne göre hesaplanacaktır. Burada:

A<sub>0</sub>: Etkin yer ivmesi katsayısı, deprem bölge katsayısına bağlı olarak 1998 deprem şartnamesine<sup>186</sup> (Tablo 5.2) göre 0.40 alınmıştır.

**Tablo 5. 2** 1998 deprem şartnamesine göre etkin yer ivmesi katsayısı

Deprem Bölgesi	A <sub>0</sub>
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

I: Bina önem katsayısı, 1998 deprem şartnamesine göre<sup>187</sup> (Tablo 5.3) 1.0 olarak alınmıştır.

**Tablo 5. 3** 1998 deprem şartnamesine göre bina önem katsayısı

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
<b><u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u></b> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağılım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5

<sup>184</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., İzmir, s.11

<sup>185</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., “Denklemler 6.1”, İzmir, s.11

<sup>186</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., “Tablo 6.2”, İzmir, s.11

<sup>187</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., “Tablo 6.3”, İzmir, s.12

<b>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</b> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<b>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</b> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<b>4. Diğer binalar</b> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

Eşitlikte Yer alan  $S(T)$  : Spektrum Katsayısı yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu olan  $T$  'ye bağlı olarak<sup>188</sup> hesaplanacaktır. Formüldeki seçenekleri belirleyen Spektrum Karakteristik Periyotları,  $T_A$  ve  $T_B$  şartnamedeki<sup>189</sup> (Tablo 5.4) 'de yer alan "Yerel Zemin Sınıflarına" göre belirlenir.

$$S(T) = 1 + 1.5 T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B)$$

$$S(T) = 2.5 (T_B / T) \quad (T > T_B)$$

**Tablo 5. 4** 1998 deprem şartnamesine göre spektrum karakteristik periyotları

Tablo 12.2'ye göre Yerel Zemin Sınıfı	$T_A$ (saniye)	$T_B$ (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

<sup>188</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., "Denklemler 6.2", İzmir, s.12

<sup>189</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., "Tablo 6.4", İzmir, s.12

Spektrum katsayısının belirlenmesinde kullanılan binanın doğal titreşim periyodu (T)' nun hesabında, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde  $H_N \leq 25m$  koşulunu sağlayan:

$$T = C_t \times H_N^{3/4}$$

formülü kullanılacaktır,  $C_t$  katsayısı bina taşıyıcı sistemine göre belirlenen bir katsayı olup yapımız için şartnameye göre  $C_t^{190} = 0.05$  alınacaktır. Buna göre binanın birinci doğal periyodu:

$$T = 0.05 \times 12.32^{3/4} = 0.329 \text{ s olacaktır.}$$

Yerel zemin sınıfı Z3 olarak belirlenen yapımızın bu durumda T değeri  $0.15 < 0.329 \leq 0.60$  olduğu için S(T) değeri de  $S(T) = 2.5$  olacaktır.

Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması için kullanılacak olan  $R_a$  katsayısı Taşıyıcı Sistem Katsayısı olan R ve doğal titreşim periyodu T'ye bağlı olarak deprem şartnamesindeki 6.3<sup>191</sup> eşitliklerine bağlı olarak belirlenecektir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R-1.5) T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A)$$

1998 deprem şartnamesine göre ahşap yapılar ve geleneksel ahşap yapılarla ilgili herhangi bir "Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı" bulunmadığı fakat sistemin güçlendirilmesi için çelik diyagonaller kullanıldığı için şartnamedeki taşıyıcı sistem davranış katsayısı tablosu doğrultusunda,

R = 7 kabul edilmiştir.

T değeri olan  $0.329 \text{ s} > T_A = 0.15 \text{ s}$  olduğu için deprem yüğü azaltma katsayısı  $R_a(T) = R = 7$  olacaktır.

Buna göre de Eşdeğer Deprem Yüğü olan  $V_t$  hesaplanacak olursa,

<sup>190</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., "Denklem 6.7.4.2 / b", İzmir, s.21

<sup>191</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., "Denklem 6.7.4.2 / b", İzmir, s.21

$$V_t = W \times A (T_1) / R_a (T_1)$$

$$V_t = 234 \times 0.40 \times 1.0 \times 2.5 / 7$$

$V_t \approx 33$  t değeri bulunur.

Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri' nin hesaplanmasında

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \text{ formülü}^{192} \text{ kullanılacaktır.}$$

Binanın N' inci katına etkiyen deprem yükü şartnameye göre<sup>193</sup>,  
 $H_N \leq 25$  m için  $\Delta F_N = 0$  olarak alınacaktır.

Toplam eşdeğer deprem yükünün katlara dağıtımı için

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i \times H_i}{\sum_{j=1}^N w_j \times H_j} \text{ eşitliği kullanılacaktır}^{194}. \text{ (Şekil 5.37)}$$

$$\sum_{j=1}^N w_j \times H_j = (11+6) \times 12.32 + (38 + 28) \times 9.62 + (44 + 37) \times 5.96 + \\ (36 + 34) \times 2.26 = 1485.32 \text{ tm} \approx 1486 \text{ tm}$$

$$F_4 = 33 \times (11+6) \times 12.32 / 1486 \approx 5 \text{ t}$$

$$F_3 = 33 \times (38 + 28) \times 9.62 / 1486 \approx 14 \text{ t}$$

$$F_2 = 33 \times (44 + 37) \times 5.96 / 1486 \approx 11 \text{ t}$$

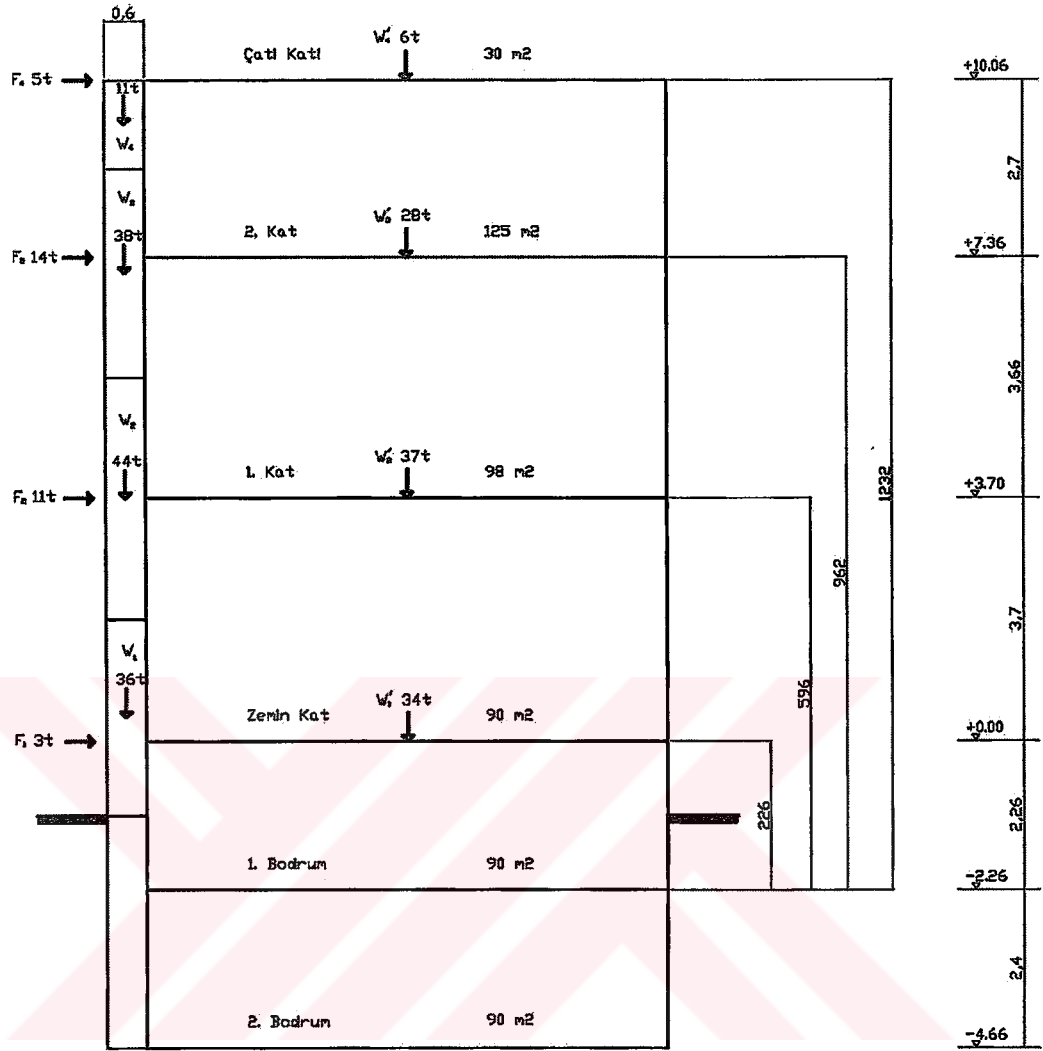
$$F_1 = 33 \times (36 + 34) \times 2.26 / 1486 \approx 3 \text{ t}$$

<sup>192</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., "Denklem 6.7 ", İzmir, s.18

<sup>193</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., "Denklem 6.7.2.2 ", İzmir, s.18

<sup>194</sup> IMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, a.g.e., "Denklem 6.9 ", İzmir, s.18

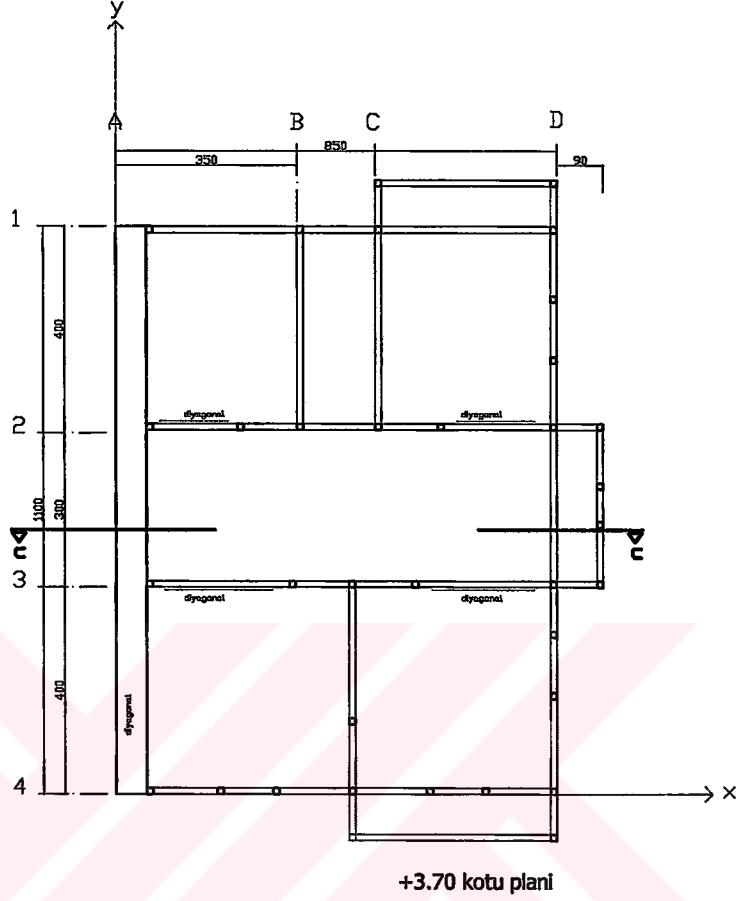




Şekil 5. 37 Eşdeğer deprem yükünün katlara dağıtımı (Dışkaya, H.)

#### 5.2.4.1 Diyagonal Çubuklara Gelen Deprem Kuvvetleri

Yangın duvarı ve yapının kendisi ve hareketli yüklerinden kaynaklanan yatay deprem kuvvetinin merdiven boşluğu yanında yer alan 2 ve 3 aksları tarafından karşılanacağı kabulüyle yapılacak kesit tahkiki (Şekil 5.38) :



**Şekil 5. 38** 2 ve 3 akslarında çelik diagonal yerleşimleri (Dışkaya, H.)

**a) 10.36-7.36 kotu arası :**

10.06 kotuna gelen deprem yükü  $F = 5$  t olduğundan, aks başına gelen yük:

$$F = \frac{5}{2} = 2.5t \text{ olarak diyagonale gelen } S \text{ kuvveti } S = \frac{F}{\text{Cos}\alpha} \text{ 'dan}$$

$$S = \frac{2.5}{0.679} = 3.68t \text{ olacak ; } 12/12 \text{ ahşap diyagonal kesiti için } i = 3.46$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i_{\min}} = \frac{368}{3.46} \approx 106 \text{ Tablo 5.5}^{195} \text{ 'e göre } \omega = 3.43 \text{ olarak bulunacak ;}$$

<sup>195</sup> DUMAN, N.; ÖKTEN, S., a.g.e., s.161

$$\sigma = \frac{\omega \times P}{F} \leq \sigma_{em} \parallel 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ formülüne göre}^{196},$$

$$\sigma = \frac{3.43 \times 3680}{144} = 87.65 > 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ olduğu görülecektir.}$$

Buna göre:

**b) 7.36 – 3.70 kotu arasında**

$$F = \frac{19}{2} = 9.5 \text{ t}; \alpha = 51^{\circ}.6 \Rightarrow S = 15.29 \text{ t} \quad \lambda = \frac{471}{3.46} = 136 \Rightarrow \omega = 6.08$$

$$\sigma = \frac{6.08 \times 15290}{144} = 645 \text{ kg /cm}^2 \gg 85 \text{ kg/cm}^2;$$

**a) 3.70 – 0.00 kotu arasında**

$$F = \frac{30}{2} = 15 \text{ t}; \alpha = 51^{\circ}.9 \Rightarrow S = 24.31 \text{ t} \quad \lambda = \frac{470}{3.46} = 136 \Rightarrow \omega = 6.08$$

$$\sigma = \frac{6.08 \times 24310}{144} = 1026.422 \text{ kg/cm}^2 \gg 85 \text{ kg/cm}^2;$$

olduğu için mevcut diyagonal kesitlerinin yangın duvarının yapıdan daha ağır olması nedeniyle deprem kuvvetine dayanıklı olmadığı görülmüştür. Buna bağlı olarak 2 ve 3 akslarının 10.06 kotu ile -2.26 kotları arasında dış merkezli çelik diyagonal çubuklarla güçlendirilmesine karar verilmiştir. Bu güçlendirme için iki yöntem önerilmiştir:

<sup>196</sup> TÜRK STANDARTLARI, 1979, Ahşap yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, TS 647, Ankara, s.13

**Tablo 5. 5 Ahşap Yapılar İçin Burkulma Katsayıları ( $\omega$ ) Tablosu**

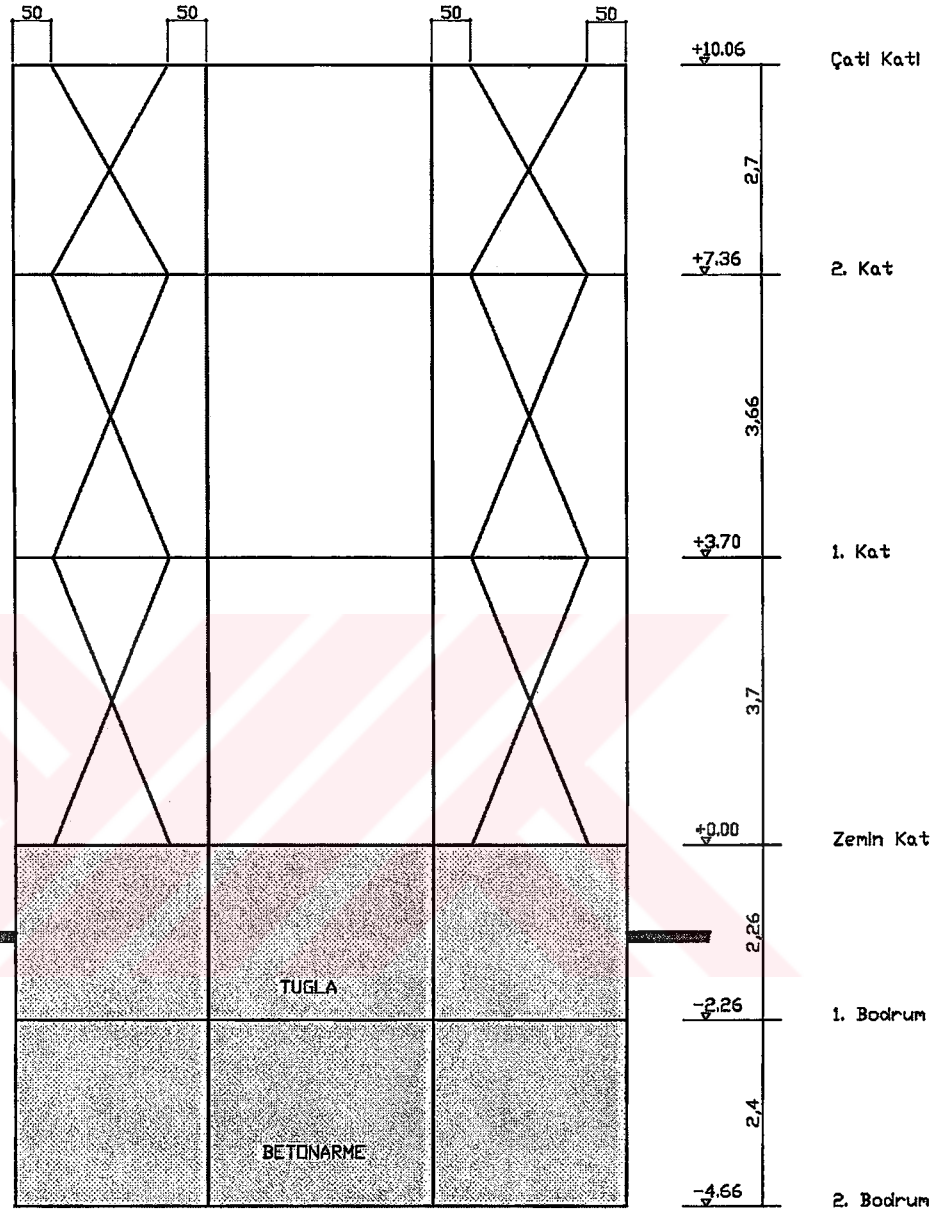
$\lambda$	$\lambda_+$										$\lambda$
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.05	1.06	1.06	0
10	1.07	1.08	1.09	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	10
20	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	1.23	1.23	1.24	20
30	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	1.32	1.33	1.34	1.35	30
40	1.36	1.38	1.39	1.40	1.42	1.43	1.44	1.46	1.47	1.49	40
50	1.50	1.52	1.53	1.55	1.56	1.58	1.60	1.61	1.63	1.65	50
60	1.67	1.69	1.70	1.72	1.74	1.76	1.79	1.81	1.83	1.85	60
70	1.87	1.90	1.92	1.95	1.97	2.00	2.03	2.05	2.08	2.11	70
80	2.14	2.17	2.21	2.24	2.27	2.31	2.34	2.38	2.42	2.46	80
90	2.50	2.54	2.58	2.63	2.68	2.73	2.78	2.83	2.88	2.94	90
100	3.00	3.07	3.14	3.21	3.28	3.35	3.43	3.50	3.57	3.65	100
110	3.73	3.81	3.89	3.97	4.5	4.13	4.21	4.29	4.38	4.46	110
120	4.55	4.64	4.73	4.82	4.91	5.00	5.09	5.19	5.28	5.38	120
130	5.48	5.57	5.67	5.77	5.88	5.98	6.08	6.19	6.29	6.40	130
140	6.51	6.62	6.73	6.84	6.95	7.07	7.18	7.30	7.41	7.53	140
150	7.65	7.77	7.90	8.02	8.14	8.27	8.39	8.52	8.65	8.78	150
160	8.91	9.04	9.18	9.31	9.45	9.58	9.72	9.86	10.00	10.15	160
170	10.29	10.43	10.58	10.73	10.88	11.03	11.18	11.33	11.48	11.54	170
180	11.80	11.95	12.11	12.27	12.44	12.60	12.76	12.93	13.09	13.26	180
190	13.43	13.61	13.78	13.95	14.12	14.30	14.48	14.66	14.84	15.03	190
200	15.20	15.38	15.57	15.76	15.95	16.14	16.33	16.52	16.71	16.91	200
210	17.11	17.31	17.51	17.71	17.92	18.12	18.33	18.53	18.74	18.95	210
220	19.17	19.38	19.60	19.81	20.03	20.25	20.47	20.69	20.92	21.14	220
230	21.37	21.60	21.83	22.06	22.30	22.53	22.77	23.01	23.25	23.49	230
240	23.73	23.98	24.22	24.47	24.72	24.97	25.22	25.48	25.73	25.99	240
250	26.25										250

NOT: 150 DEN BÜYÜK ( $\lambda$ ) LAR İÇİN GÖSTERİLEN ( $\omega$ ) LAR YALNIZ PORTATİF YAPILARDA KULLANILMAK İÇİNDİR.

## 5.2.5 Çağdaş Malzeme Kullanımı ile Güçlendirme

### 5.2.5.1. Çelik diyagonallerle güçlendirme

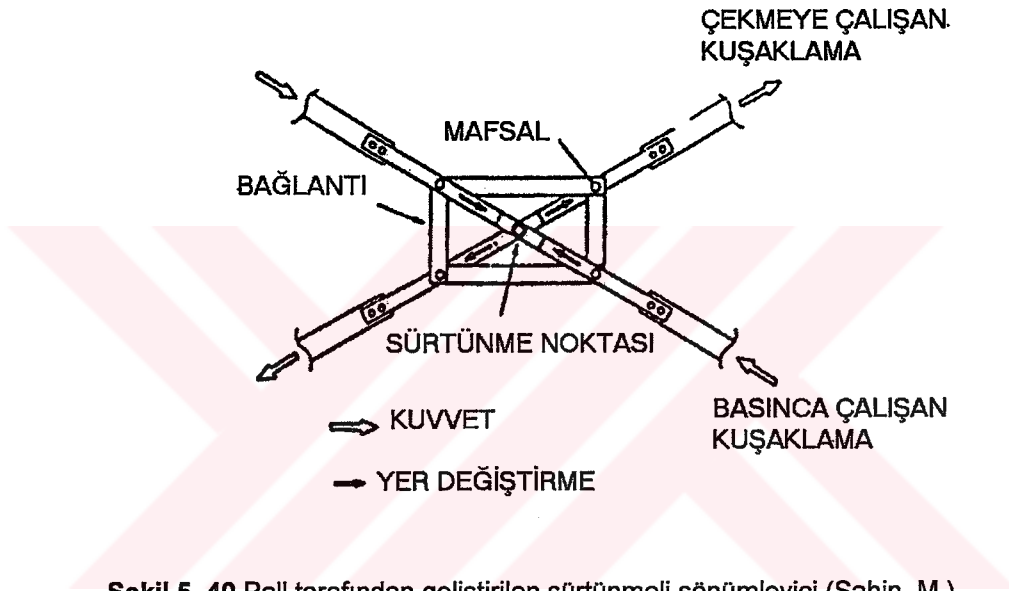
Bu yöntemde, yapıya gelen deprem kuvvetlerinin 2 ve 3 Aksları doğrultusunda L/5 mesafelerinden başlayan dış merkezli çelik diyagonallerle karşılanması düşünülerek, bu akslara yerleştirilen sistem -4.66 kotuna, yapının betonarme temeline ankraj civataları ile bağlanmıştır. (Şekil 5.39);



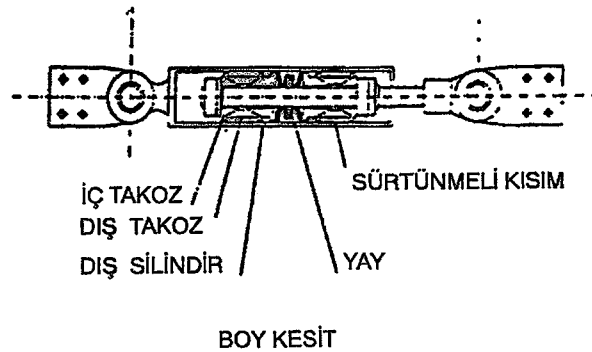
Şekil 5. 39 2 ve 3 akslarına çelik diagonal yerleşim kesiti (Dışkaya, H.)

### 5.2.5.2. Çelik diyagonallerin sismik izolatörlerle güçlendirilmesi

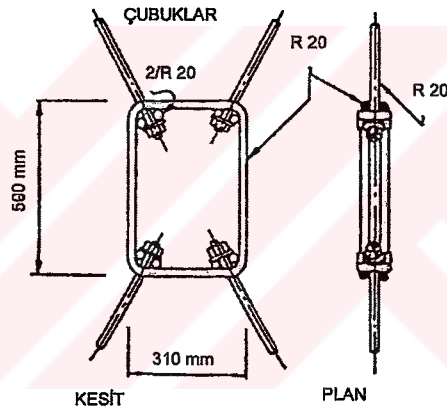
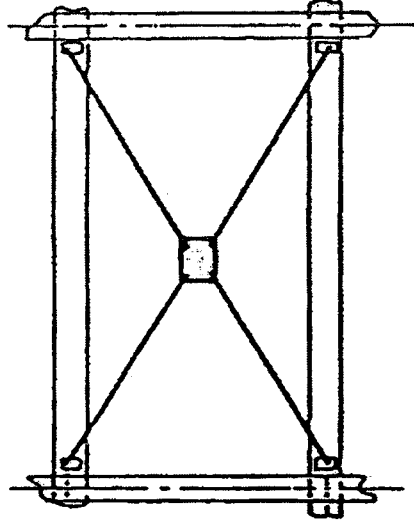
Bu sistemde de a) bölümünde önerilen çelik diyagonal sistem içerisine yerleştirilecek izolatörlerle deprem kuvvetinin sönmülmesi yoluna gidilmesi önerilmektedir (Şekil 5.43). Bu sistemin pek çok ürün sunulmakla birlikte nasıl işlediğinin anlaşılması bakımından Şekil 5.40, 5.41ve 5.42' deki sönmüleyiciler örnek olarak kullanılmıştır.



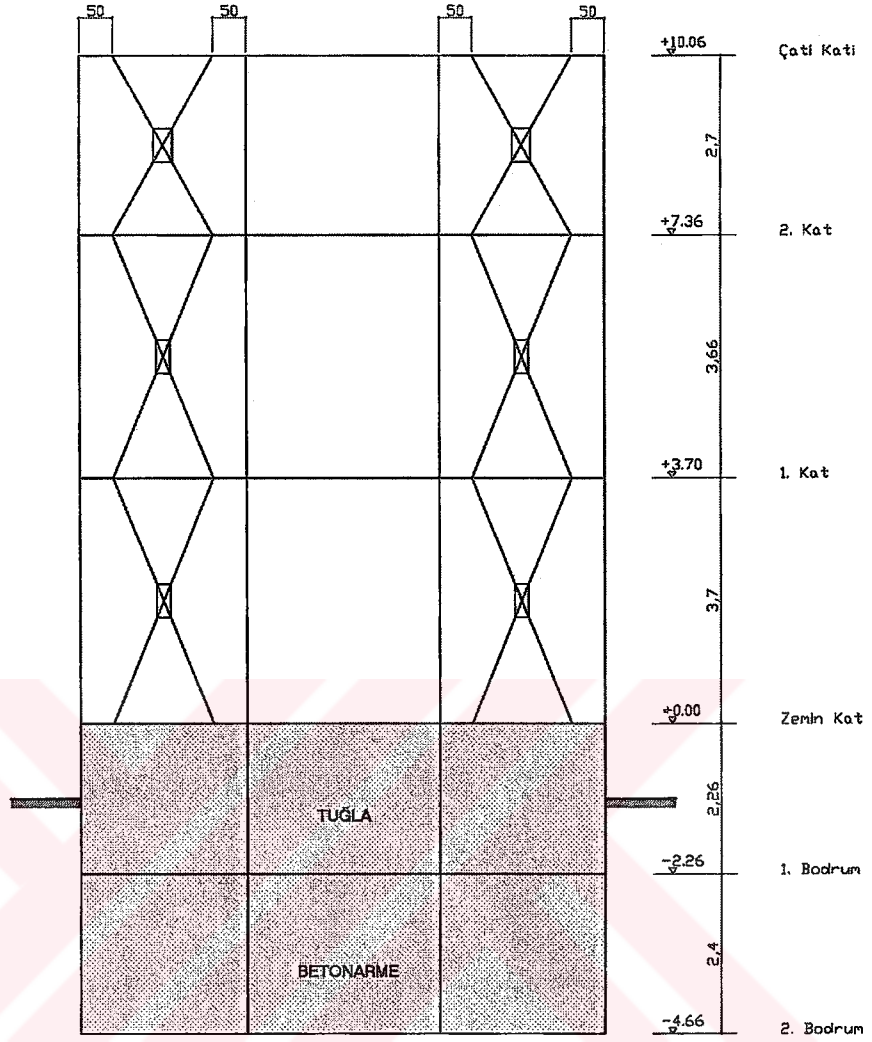
Şekil 5. 40 Pall tarafından geliştirilen sürtülmeli sönmüleyici (Şahin, M.)



Şekil 5. 41 Aiken tarafından geliştirilen sürtülmeli sönmüleyici (Şahin, M.)



Şekil 5. 42 Tyler tarafından geliştirilen sürtünmeli sönümleyici (Şahin, M.)



Şekil 5. 43 Sismik izolatörlerle güçlendirilmiş kesit (Dışkaya, H.)

### 5.3. Bölüm Sonucu

Bu bölümde depreme karşı güçlendirme yöntemlerine değinilmiş, Kuzey Marmara Bölgesine ait bir 19. yüzyıl ahşap kaplamalı yapısı örnek olarak seçilerek bir fikir projesi olarak yüksek lisans çalışması içerisinde yapılmış olan rölöve, restitüsyon ve restorasyon projeleri anlatılmıştır. 1998 deprem şartnamesinin ahşap yapılar için deprem hesabı yapılması gerekliliğine dair bir yaklaşımı olmamasına karşın yapının deprem yükleri hesaplanmış; mevcut diyagonallerin, yapının kendisi ve yangın duvarından gelen yük toplamlarını depremde taşıyamayacakları görülünce çağdaş yöntemlerle güçlendirme ve sismik izolasyon yöntemlerinden bazıları önerilmiştir.



## 6. SONUÇ

Bu tez 19. yüzyıla ait ahşap kaplamalı geleneksel Kuzey Marmara Evlerinin depreme karşı dayanım durumlarının belirlenebilmesine dair bir yaklaşım geliştirmek amacıyla yapılmıştır.

1998 deprem şartnamesinde genel olarak betonarme ve çelik yapı deprem hesaplarına ait oldukça detaylı bilgiler bulunmakla birlikte, ulusal ve uluslararası kültür mirasımıza ait mevcut ahşap yapıların deprem hesaplarına dair bir bulguya rastlanmamış yalnızca bazı ahşap yapı birleşim detayları görülmüştür.

Tezin kurgusu bu doğrultuda oluşturulmuş 1. bölümde konunun amacı ve yöntemine değinilmiştir. 2. bölümde geleneksel ahşap yapılarımızı oluşturan hammadde olan ağaç, ağacın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı, ağaçtan kereste elde edilme yöntemleri, ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri, korunma yöntemleri, yapılarda kullanım boyutları, diğer yapı malzemeleri ile kıyaslamasına yer verilmiş, kullanımındaki fayda ve sakıncalara değinilmiştir. 3. bölümde kavramsal olarak deprem hakkında genel bilgiler verilmiş, Marmara bölgesinde tarih boyunca olmuş depremler ve bu bölgedeki deprem kuşağı anlatılmış, depremin geleneksel ahşap yapılar üzerindeki etkisi irdelenmiştir. 4. bölümde ahşap ve ahşap yapı detaylarına geçmişten günümüze yönelik bir bakış oluşturmak istenmiştir. Bu bölümde geleneksel ahşap yapı detaylarının yanı sıra çağdaş ahşap yapı detaylarına da yer verilmiştir. 5. Bölüm yapılarda depreme karşı güçlendirme yöntemlerinin anlatıldığı bölümdür. Bu bölümde tezin araştırma ve inceleme bölümünü oluşturan Kuzey Marmara Bölgesi'ndeki ahşap karkas yapıların deprem karşısında güçlendirilmeye gereksinim duyup duymadıklarına dair bir yaklaşım geliştirilmek istenmiş ve bu bölgeye ait bir yapı seçilerek yapının plan, cephe ve yapısal özelliklerine değinilmiş, yapının geçmişteki onarımlarına bağlı olarak restitüsyon ve restorasyon kararları anlatılmış ve genel deprem hesabı kuralları doğrultusunda yapının gerçek yükleri ile deprem hesabı yapılmıştır. Bu deprem hesabında yapının taşıyıcı sisteminin 100 yıllık olması ve strüktürdeki eskilik göz önüne alınmamış olmasına

rağmen yapının deprem yüklerini karşılayamadığı görülmüştür. Bu doğrultuda da yapının ICOMOS 1999 kararları doğrultusunda :

"Tarihi Ahşap Yapıların Korunması İçin İlkeler"<sup>197</sup> Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler kısmında belirtilmiş olduğu üzere:

*"13. Epoksi reçineler gibi çağdaş malzemeler ve çelikle strüktürel destekleme gibi yeni müdahale tekniklerinin dayanımları ve strüktürel davranışları yeterli bir süre denenerek kanıtlandıktan sonra çok dikkatle seçilmeli ve kullanılmalıdır. Isıtma, yangın uyarı ve önleme sistemleri gibi tesisat, yapının veya sitin tarihi önemi gözetilerek yerleştirilmelidir.*

*14. Kimyasal koruyucuların kullanımı dikkatle denetlenmeli ve izlenmeli, mutlak yarar beklendiği, kamu ve çevresel güvenliğin etkilenmediği ve uzun vadede başarı olasılığının önemli olduğu durumlarda kullanılmalıdır."*

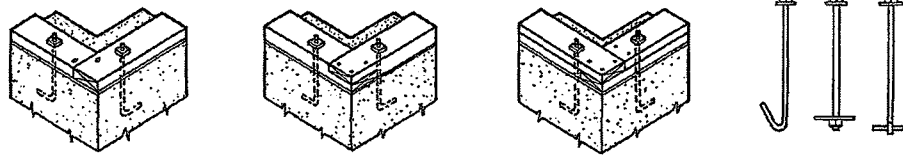
İlkeleri doğrultusunda, yapının Çinili Köşk Restorasyonu uygulamasında<sup>198</sup> izlendiği üzere askıya ve bir koruma çatısı altına alınmasına karar verilmiştir. Buna bağlı olarak üzerindeki yük alınmış olan yapıda sıhhi tesisat ve depo için eklenmesi öngörülmüş olan 2. bodrum kat için metrede bir temel hafriyatı yapılarak perde betonu ile yapı çevrelenmesine, bırakılan deliklerden püskürtülen betonla mevcut taş temellerin boşta kalan kısımlarının altı beton pabuçlarla desteklenmesine karar verilmiştir. Aynı karar iç duvarların altında yer alan taş temellerin altında da perde oluşturulması için sürdürülmüş, mevcut taş temeller ve betonarme perdelerin iç yüzeylerinde uygulanan hasır çeliklerin taş duvar içine yerleştirilen çelik çubuklara kaynatılması ile 10 cm' lik bir ortak duvar örtücü perde yapılmasına karar verilmiştir. Buna bağlı olarak da yapıya sonradan eklenmiş olan bölümlerin kaldırılması, Bölüm 5.1' de bahsedilen yöntemlerle mevcut yapı taşıyıcısının güçlendirilmesi kararları alınmıştır. Mevcut yangın duvarı yapı ile birlikte çalışacağı için geleneksel detayların bozulmaması isteğiyle, deprem tehlikesine karşı yapının merdiven kovasının iki yanında bulunan duvarları içerisine, mevcut sistem ve

<sup>197</sup> AHUNBAY,Z., 2004, **Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon**, "Ek 9 (Ekim1999'da Meksika'da yapılan 12. ICOMOS Genel Kurulu'nda Kabul Edilmiştir.)", Yapı Yayın, İstanbul, s.175, 176.

<sup>198</sup> CEYLAN, O.; ÖKTEN, S., a.g.e., İstanbul, s. 672.

görünümü bozmayacak şekilde dış merkezli çelik çaprazlar yerleştirilmesine karar verilmiş, buna ek olarak da gerekirse çağdaş sismik izolasyon cihazlarının bu çelik sisteme eklemenebileceği dikkate alınmıştır. Yapıya gelen zemin suyunun drenaj kanalları ile toplanarak uzaklaştırılması da onarım kararları içerisinde yer almıştır.

Tezde elde edilen bulgulardan bir diğeri de geleneksel ahşap yapılarımızın depreme karşı güçlendirilebilmeleri için öncelikle yıpranmış, tahrip olmuş ve bozulmuş strüktürel durumlarının düzeltilmesi gereğidir. Yapının depreme karşı genel olarak strüktürel güçlendirilmesi için Bölüm 5.1’ deki güçlendirme yöntemlerinin kullanılması, özgün yapının yıkılmaması ve özgün yapı bileşenlerinin olabildiğince korunması öngörülmüştür. Depreme karşı güçlendirme yapılırken mevcut karkas sistemin güçlendirilmesinde Bölüm 4.4.1’de anlatılan doğrudan ve yardımcı elemanlarla yapılan birleşme ve geçme detayları kullanılırken, güçlendirilmiş yapının da Bölüm 4.4.2’de anlatılan ana kiriş temel birleşim detaylarında görülen ankrajlarla kârgir ve betonarme sisteme bağlanması gereği vurgulanmıştır (Şekil 6.1).



ANA KIRIŞ TEMEL BİRLEŞİM DETAYLARI

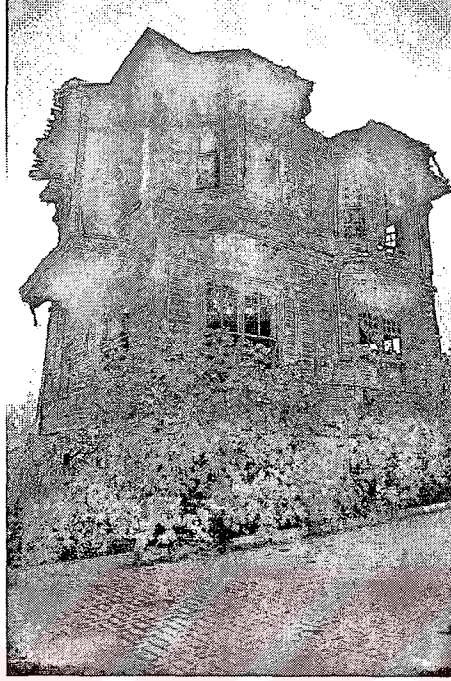
**Şekil 6. 1** Kârgir yapı ve ahşap karkasın birleştirilmesi için öneri

Tezin bir diğeri bulgusu, sismik güçlendirme yapılırken kullanılan çağdaş sistemlerin oldukça pahalı cihazlar olmaları bakımından, geleneksel ahşap yapı birleşim detaylarının çağın gereksinimleri doğrultusunda ve sismik güçlendirilmeye yönelik olarak yenilenmeleri gereğidir. Rijit bağlantılar için kullanılan kılıç detayları veya ankraj çubuğu bağlantılarının deprem kuvvetlerini sönmüleyici özellikte yorumlanıp üretilebilmelerinin geleneksel

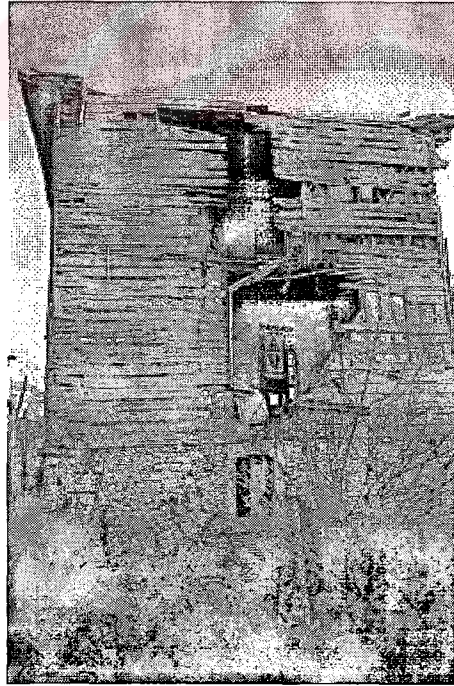
ahşap yapılarımızın korunması ve gelecekteki ahşap yapılarımızın üretilmesinde önemli etkenler olacakları düşünülmektedir.

Bu çalışma, geleneksel ahşap yapılarda deprem etkisi konusunda şartnamelerin yeterli olup olmadığı ve bu yapıların deprem hesabına gereksinimlerinin olup olmadığına yönelik bir çalışma olmuştur. Gözlemlenen bu yapıların strüktürel analize ihtiyaçlarının olmasıdır. Yapıya deprem yükleri açısından genel bir bakış doğrultusunda, döşeme kirişleri, dikmeleri, taban kirişleri ve baca yüklerinin analizi bu çalışmada yapılamamıştır. Daha ileriki çalışmalarda bu yapıların laboratuvar bulguları doğrultusunda, gerçek elastisite değerleriyle SAP2000 gibi gelişkin programlarla analizlerinin yapılması sonucunda elde edilecek bulguların, güçlendirilmeleri ve kültür tarihindeki yerlerini koruyabilmeleri bakımından önemli bir adım olacağı düşünülmektedir.

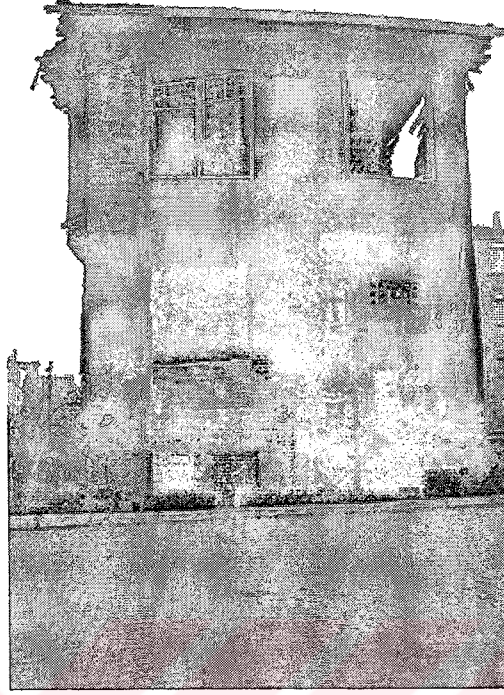
## EK 1: GELENEKSEL STRÜKTÜRDEKİ BOZULMALAR



**Fotoğraf 1** Cephe kaplaması, doğrama ve saçaklarda bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, N., Celaliye)



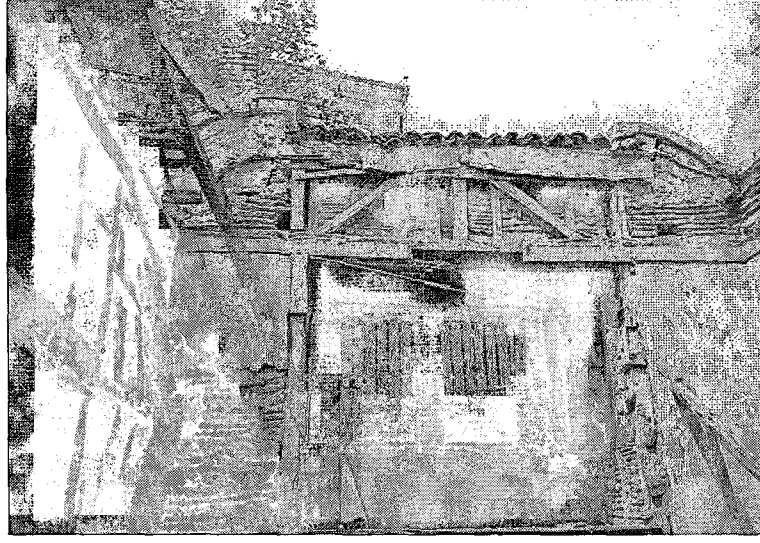
**Fotoğraf 2** Cephe kaplamasında bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, N., Celaliye)



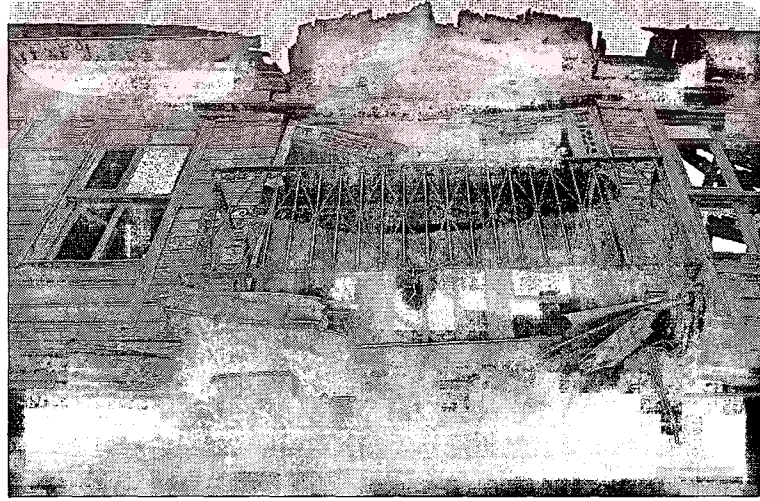
**Fotoğraf 3** Cephe kaplamasında bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, N., Celaliye)



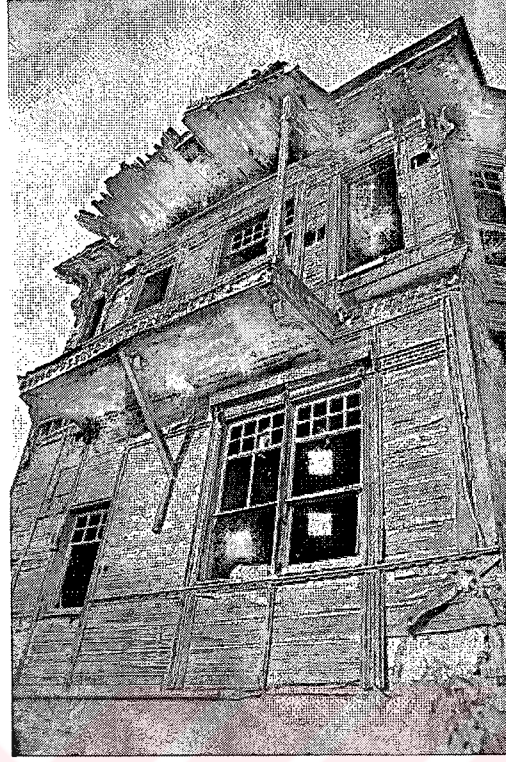
**Fotoğraf 4** Çatı ve cephe kaplamasında bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, N., Celaliye)



**Fotoğraf 5** Çatı ve cephe kaplamasında bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Kırklareli)



**Fotoğraf 6** Çıkmalarda ve çatıda taşıyıcı bozulmaları  
(Fotoğraf: Dışkaya, N., Celaliye)

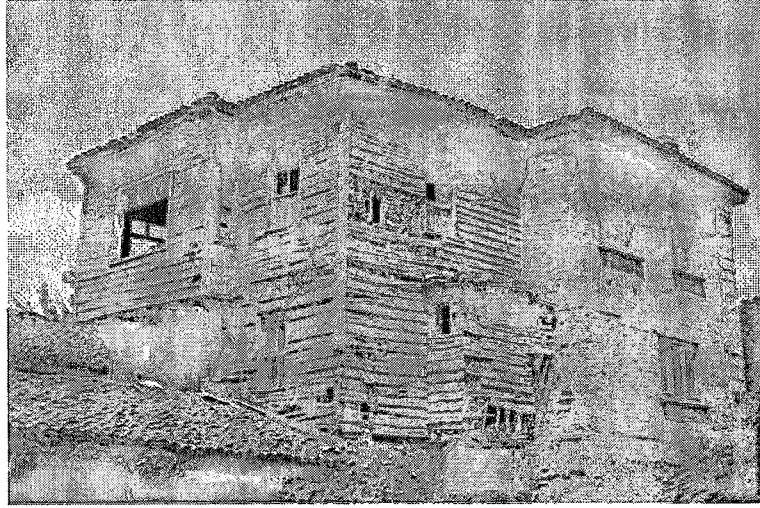


**Fotoğraf 7** Cephe kaplamaları ve saçaklarda bozulmalar  
(Fotoğraf: Dışkaya, N., Celaliye)

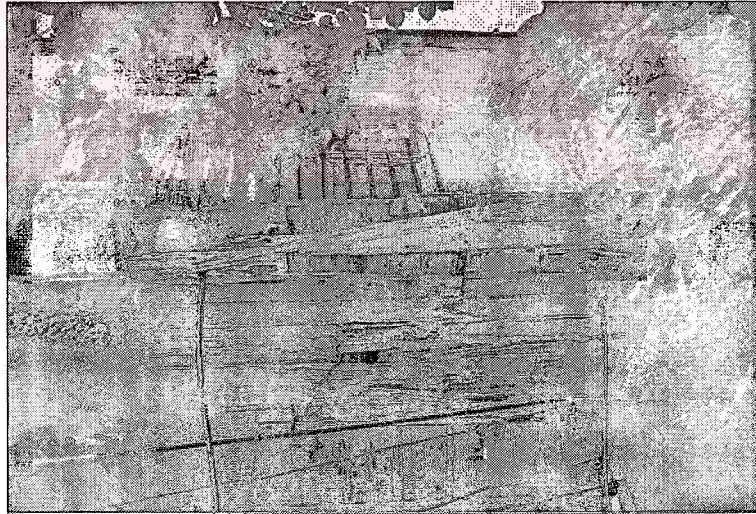


**Fotoğraf 8** Cephe kaplamalarında bozulmalar (Fotoğraf: Dışkaya, H., Kıyıköy)

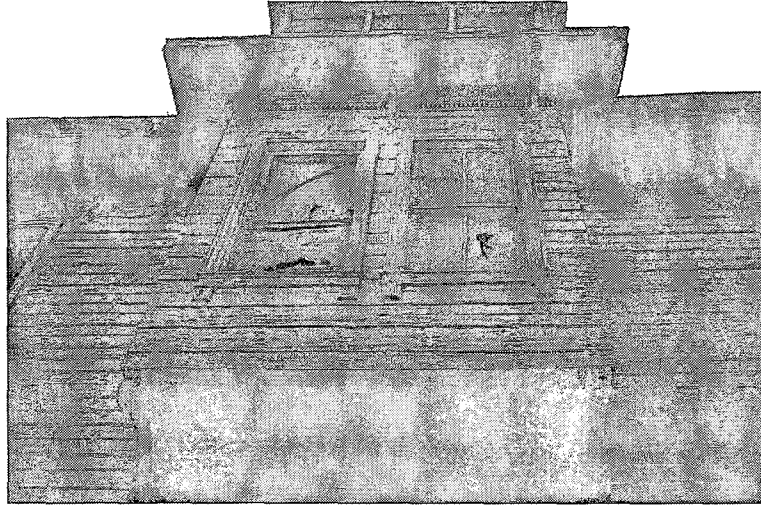




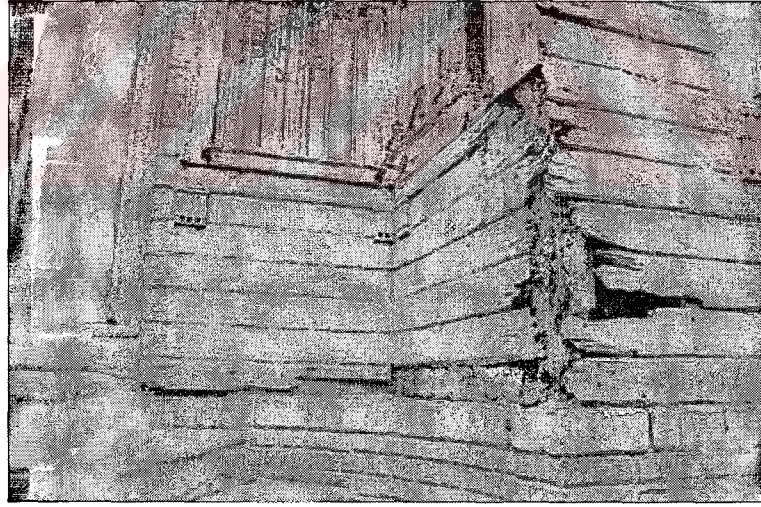
**Fotoğraf 9** Cephe kaplamalarında bozulmalar (Fotoğraf: Dışkaya, H., Kıyıköy)



**Fotoğraf 10** Çıkmalarda taşıyıcı bozulması (Fotoğraf: Dışkaya, H., Kırklareli)



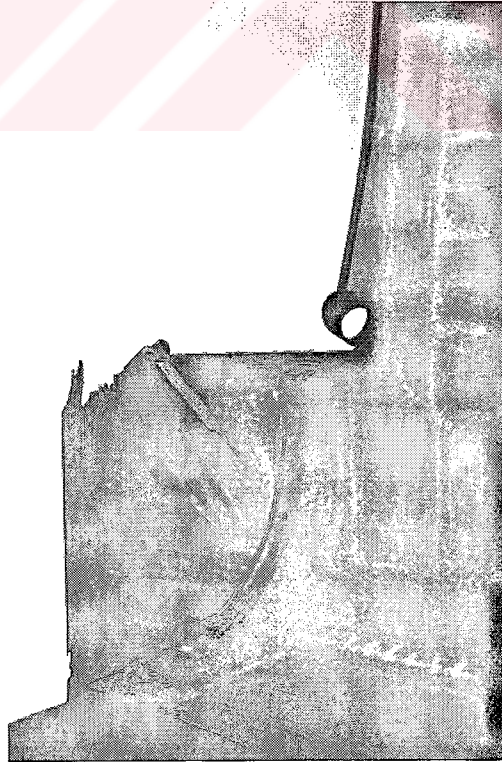
**Fotoğraf 11** Cephe kaplamaları ve doğramalarda bozulmalar  
(Fotoğraf: Dışkaya, N., Mimar Sinan)



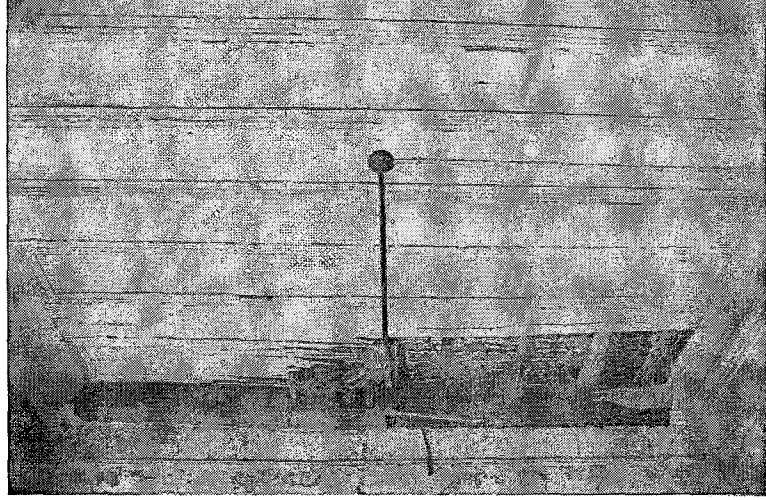
**Fotoğraf 12** Kârgir yapıya oturan kısımda görülen bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Mimar Sinan)



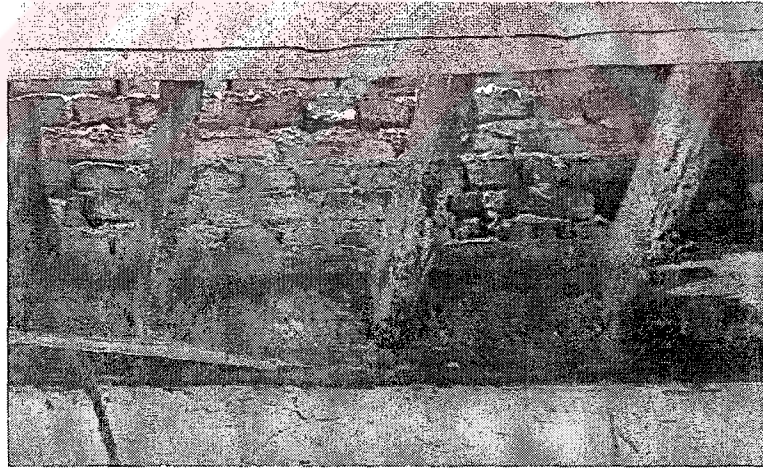
**Fotoğraf 13** Kârgir duvarda nem probleminden kaynaklanan bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Kırklareli)



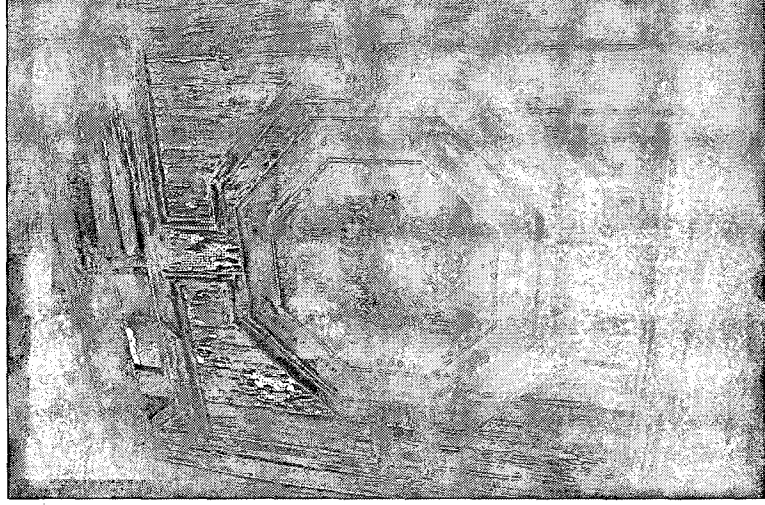
**Fotoğraf 14** Çatı saçaklarında bozulmalar (Fotoğraf: Dışkaya, H., Mimar Sinan)



**Fotoğraf 15** Ahşap döşeme kirişleri ve duvar birleşimleriyle tavan kaplamalarında bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Mimar Sinan)



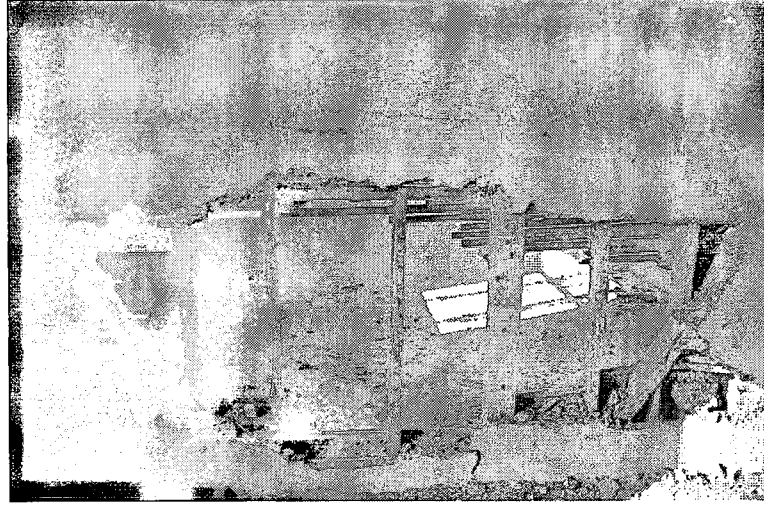
**Fotoğraf 16** Ahşap döşeme kirişi ve kârgir duvar birleşiminde bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Mimar Sinan)



**Fotoğraf 17** Ahşap tavan kaplamalarında bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Celaliye)



**Fotoğraf 18** Bağdâdî duvarda bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Celaliye)



**Fotoğraf 19** Bağdâdî duvar bozulmaları  
(Fotoğraf. Dışkaya, H., Celaliye)



**Fotoğraf 20** Doğrama bozulmalarının yapıdaki yansımaları  
(Fotoğraf. Dışkaya, H., Celaliye)



**Fotoğraf 21** Ahşap karkasın oturduğu kârgir duvarda bozulmalar  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Celaliye)



**Fotoğraf 22** Kârgir duvar, cephe kaplaması ve merdivenlerde bozulmalar  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Celaliye)



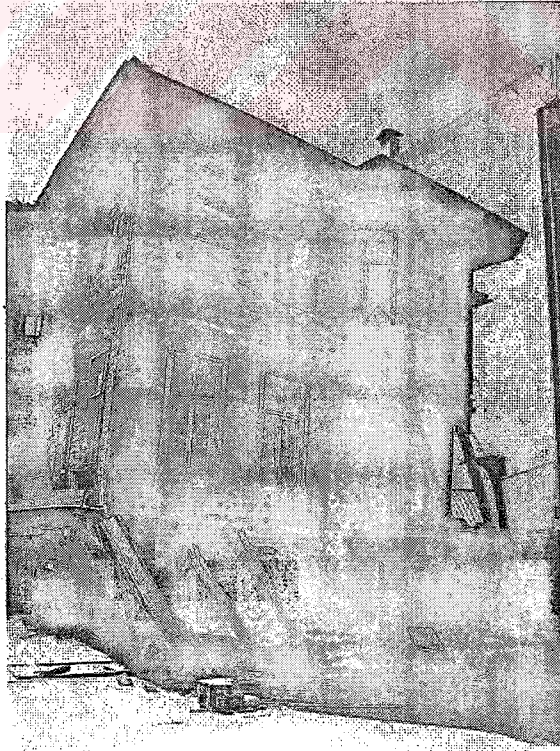
**Fotoğraf 23** Cephe ve döşeme taşıyıcılarında bozulma  
(Fotoğraf: Dışkaya, H., Kırklareli)



## EK 2: DEPREM FOTOĞRAFLARI



**Fotoğraf 24** 12 Kasım depreminde hasar görmüş ahşap yığma bir yapı  
(Kaynak: Halük Sezgin)



**Fotoğraf 25** 17 Ağustos depreminden zarar görmüş bir ahşap yapı  
(Kaynak: Nejat Bayülke)



**Fotoğraf 26** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş hımiş sistem bir yapı  
(Kaynak: Halûk Sezgin)



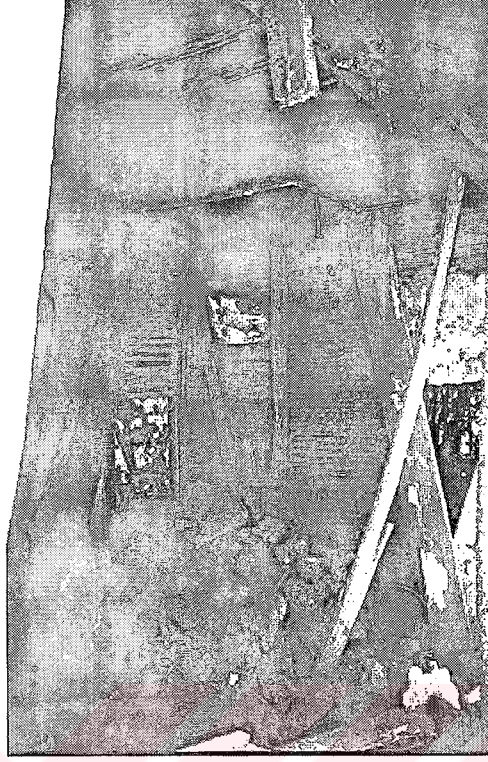
**Fotoğraf 27** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş hımiş sistem bir yapı  
(Kaynak: Halûk Sezgin)



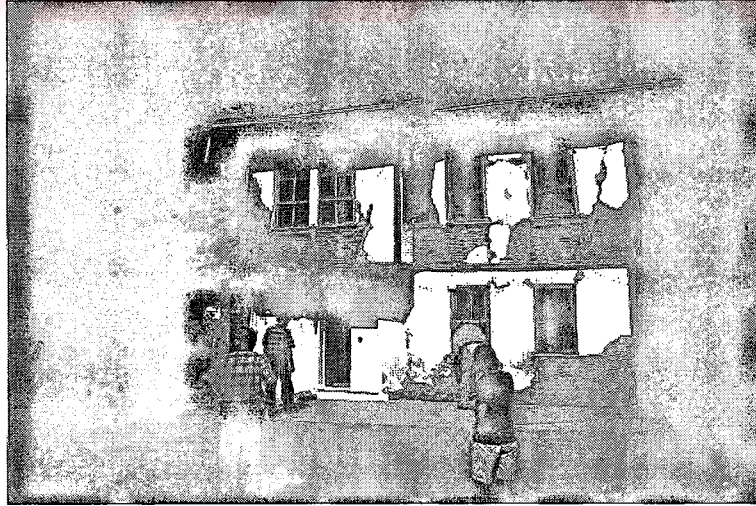
**Fotoğraf 28** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş hımiş sistem bir yapıdan detay  
(Kaynak: İlgı Yüce Aşkun)



**Fotoğraf 29** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş hımiş sistem bir yapıdan detay  
(Kaynak: İlgı Yüce Aşkun)



**Fotoğraf 30** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş hımiş sistem bir yapıdan detay  
(Kaynak: İlgı Yüce Aşkun)



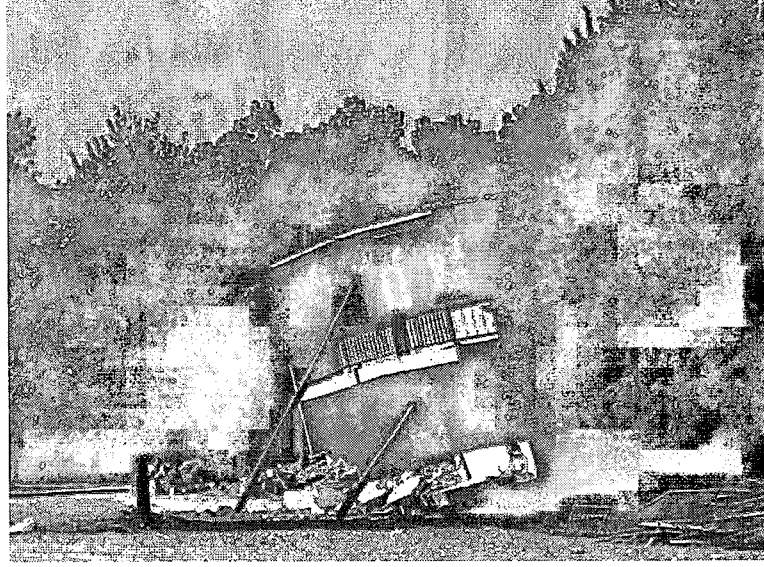
**Fotoğraf 31** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş hımiş sistem bir yapı  
(Kaynak: İlgı Yüce Aşkun)



**Fotoğraf 32** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş hımiş sistem bir yapı  
(Kaynak: İlgı Yüce Aşkun)



**Fotoğraf 33** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş hımiş sistem bir yapı  
(Kaynak: İlgı Yüce Aşkun)



**Fotoğraf 34** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş betonarme sistem bir yapı  
(Kaynak: İgi Yüce Aşkun)



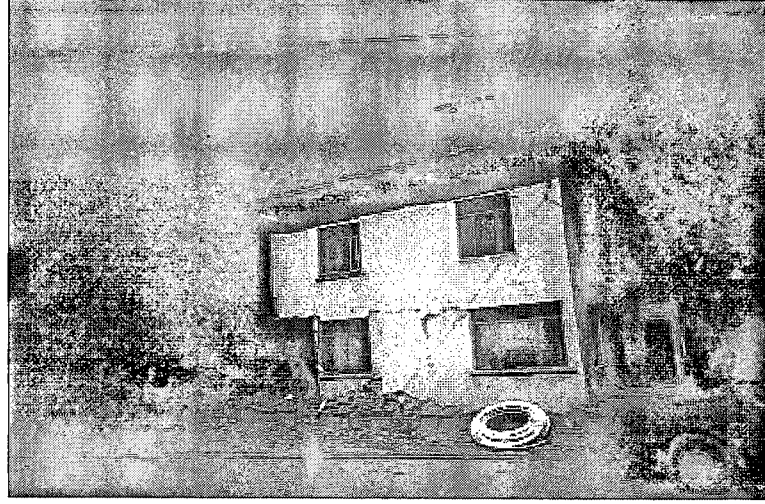
**Fotoğraf 35** Düzce'de 12 Kasım depreminde zarar görmüş betonarme sistem bir yapı  
(Kaynak: Halûk Sezgin)



**Fotoğraf 36** 12 Kasım depreminde yıkılmış betonarme bir yapı  
(Kaynak: İlgı Yüce Aşkun)



**Fotoğraf 37** 12 Kasım depreminde yıkılmış betonarme bir yapı  
(Kaynak: İlgı Yüce Aşkun)



**Fotoğraf 38** 12 Kasım Düzce depreminde köşesi yıkılmış betonarme bir yapı  
(Kaynak: İlgı Yüce Aşkun,)

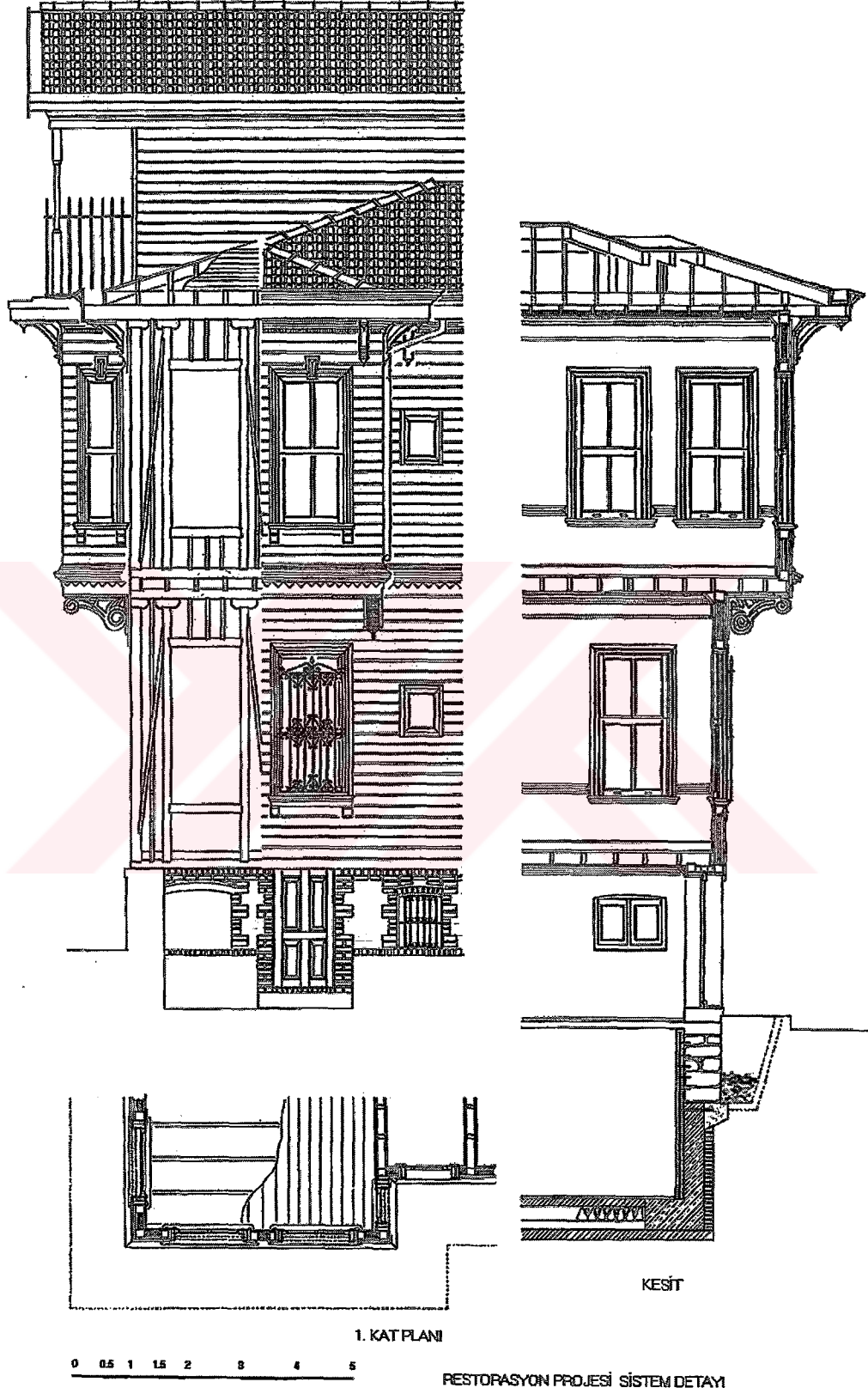




### EK 3: YAPININ RÖLÖVE VE RESTORASYON PROLELERİNE AİT SİSTEM DETAYLARI



Şekil 1 Rölöve projesi sistem detayı (Dişkaya, H.)



Şekil 2 Restorasyon projesi sistem detayı (Dışkaya, H.)

## KAYNAKLAR

Ahunbay, Z., 2004, **Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon**, "Ek 9 (Ekim1999'da Meksika'da yapılan 12. ICOMOS Genel Kurulu'nda Kabul Edilmiştir.)", Yapı Yayın, İstanbul, s.175, 176.

Berker, M., 1982, **Ahşap Mimari Anıtlarda Koruma Uygulamaları İle Bir Yöntem Önerisi**, M.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul, s.125

Castellano, M. Gabriella, 2003, "**FIP Depreme Karşı Güçlendirmede İtalyan Teknolojisi Konferansı**", M.S.G.S.Ü. Konferans Salonu, İstanbul.

Celep, Z., Kumbasar, N., 2004, **Deprem Mühendisliğine Giriş**, Beta Dağıtım, İstanbul, s.1

Ceylan, O., "**Ahşap Döşeme Kirişlerinin Onarımı**", Derleme, İstanbul, s.1.

Ceylan, O., 2003, **Korunması Gerekli Taşınmaz Kültür Varlıklarında Edilgen Yangın Korunumu**, M.S.Ü. Restorasyon Ana Bilim Dalı, III Araştırmalar, Profesörlük Çalışması, İstanbul, s. 18.

Ceylan, O.; Ökten, S., İstanbul, 1. **Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi**, "Çinili Köşk Onarımında Geleneksel Ve Çağdaş Malzeme Birlikteliği", Kongre Bildirileri II, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi Yayını, 2002,s.667-678.

Çamlıbel, N., 1990, **İstanbul'daki Tarihi Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığının Atırılmasına İlişkin Bir Sistem Araştırması**, Yıldız Üniversitesi-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü- Yapı Ana Bilim Dalı Yayını, İstanbul, s. 1.

Çobancaoğlu, T.,1998, **Türkiye'de Ahşap Ev'in Bölgelere Göre Yapısal Olarak İncelenmesi ve Restorasyonlarında Yöntem Önerileri**, M.S.Ü. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul, s. 202, 206.

Department of Earthquake Engineering, 2003, **Earthquake Risk Assesment for the İstanbul Metropolitan Area**, Boğaziçi University Press, İstanbul, s. 83.

Dowrick, D. J., 1987, **Earthquake Resistant Design For Engineers and Architects, Great Britain**, John Wiley & Sons-Interscience Publication, s. 78.

Duman, N.; Ökten, S., 1988, **Ahşap Yapı Dersleri I**,YEM Yayın, İstanbul, s 23-24

Eldem, S. H., 1984, **Türk Evi Osmanlı Dönemi – Turkish Houses Ottoman Period I**, T.A.Ç. Vakfı Yayını, İstanbul, s. 83.

Eldem, S. H., 1987, **Türk Evi Osmanlı Dönemi-Turkish Houses Otoman Period III**, T.A.Ç. Vakfı Yayını, İstanbul, s.172.

Eldem, S. H., YAPI, İstanbul, s. 124.

Ercan, A. 2001, **Marmara' da Deprem**, Yeraltı Aramacılık Ltd. Bilimsel Araştırma Kurumu Yayını, İstanbul, s. 137.

Erenman, Ö., **Ahşap Yapı Ders Notları**, M.S.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayını, İstanbul, 1988, s.64.

Eriç, M., 1994, **Yapı Fiziği ve Malzemesi**, Literatür Yayıncılık, İstanbul, s. 301

Erşen, N., 2000, **Ahşap Yapılar Problem ve Çözümleri**, Birsen Yayınevi, İstanbul, s. 1

Eruzun, C., 1990, Process: Architecture, "**Turkey: Pilgrimage to cities**", Process Architecture Publisng Co., Ltd.,Tokyo, Japan, s. 59.

Günay, R., 2002, Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları, Birsen Yayınevi, İstanbul, s.9

Güngör, İ. Hulusi, 1969, **Ahşap Yapı Bilgisi**, İ.T.Ü. Teknik Okulları Yayınları, İstanbul, s. 59.

Günsoy, O., 1967, **Yapı, Cilt II, Ahşap İnşaat**, Arı Kitabevi Matbaası İstanbul, s. 11.

Hafızoğlu, H., 2001, **Ahşap Kültürü Anadolu'nun Ahşap Evleri**, "Ahşap Malzemenin Kimyasal Malzemelerle Korunma Teknikleri", T.C. Kültür Bakanlığı Özel Dizi, Ankara, s. 20-21.

İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, "Tablo 6.6", İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayın No: 25, İzmir, s.17.

Kuban, D., 1995, **Türk Hayatlı Evi**, Eren Yayıncılık, İstanbul, s.245.

Ramsey/Sleeper, 1992, **Construction Details from Architectural Graphic Standarts**, A.B.D., The American Institute of Architects, John Wiley & Sons, Inc. Yayını, s. 112, 116,133, 134.

Şahin, M., 1996, **Deprem Etkilerine Karşı Kullanılan Pasif Ve Aktif Kontrol Sistemleri**, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s. 1.

Talât, Ali, (H.1341-M.1923) Mühendis Mektebi Kütüphanesi, **Ahşap İnşaat**, İstanbul, s.4-5

Talât, A., (H.1341-M.1923) Mühendis Mektebi Kütüphanesi, **Ahşap İnşaat Şekilleri**, İstanbul, s. 86.

Taymaz, T., 1999, Cogito Deprem Özel Sayısı, **Deprem ve Bilim**, "Deprem", İstanbul, Yapı Kredi Yayını, sayı: 20, s. 72.

Türk Standartları, 1979, **Ahşap yapıların Hesap ve Yapım Kuralları**, TS 647, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, s.13

Türker, S.; Sezen, F., 1990, "Ahşap", **Yapı Malzemeleri**, Y.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Elemanları Ana Bilim Dalı, İstanbul, s. 255

Üşümezsoy, Ş. Pınar, A., 2001, Marmara'da Deprem Riski, **Cisim Dalgaları ve Faylanma Mekanizması**, İstanbul, İnkılap Kitabevi, s. 256.

Ünay, A.İhsan, 2002, **Tarihi Yapıların Depreme Dayanımı**, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayını, Ankara, s. 59.

www.atcouncil.org, 2004, ATC(Applied Technology Council)/SEAOC(The Structural Engineers Assosiation of California) Joint Venture, Seismic Response of Wood-Frame Construction, Briefing Paper 3, California, s.1

www.deprem.gov.tr/deprem.htm

Yonat, F. Rengin, 1986, **Gelişim Süreci İçinde XIX: Yüzyıl Ahşap İstanbul Evleri ve Günümüz Koşullarına Uyarlanması**, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s. 33.

Zwerger, K.,1997, **Wood and Wood Joints, Building Traditions of Europe and Japan**, Birkhäuser, Basel, Berlin, Boston, Leipzig, s. 116.

İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, "Tablo 6.6", İzmir, s.17

## **ŞEKİL KAYNAKLARI**

### **Şekil 2. 13**

Eriç, M., 1994, **Yapı Fiziği ve Malzemesi**, Literatür Yayıncılık, İstanbul, s. 301

### **Şekil 2. 14**

Türker, S.; Sezen, F., 1990, **“Ahşap”, Yapı Malzemeleri**, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayını, İstanbul, s. 264

### **Şekil 2. 15**

Türker, S.; Sezen, F., **a.g.e.**, s. 264.

### **Şekil 2. 16**

Türker, S.; Sezen, F., **a.g.e.**, s.265.

### **Şekil 2. 17**

Türker, S.; Sezen, F., **a.g.e.**, s.265.

### **Şekil 2. 18**

Türker, S.; Sezen, F., **a.g.e.**, s.266.

### **Şekil 2. 19**

Türker, S.; Sezen, F., **a.g.e.**, s.266.

### **Şekil 2. 20**

Eriç, M., **a.g.e.** , s. 316.

### **Şekil 2. 21**

Eriç, M., **a.g.e.**, s. 316

### **Şekil 2. 22**

Eriç, M., **a.g.e.**, s. 31.

### **Şekil 2. 23**

Eriç, M., **a.g.e.**, s. 34.

### **Şekil 2. 24**

Eriç, M., **a.g.e.**, s. 34

### **Şekil 3. 14**

Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara, Türkiye

### **Şekil 3. 15**

Üşümezsoy, Ş; Pınar, A., 2001, **17 Ağustos Sonrası Marmara' da Deprem Riski**, İstanbul, İnkîlâp Yayınevi, s.256

### **Şekil 3. 3**

Üşümezsoy, Ş; Pınar, A., **a.g.e.**, s.257

**Şekil 3. 16**

Taymaz, T., 1999, Cogito Deprem Özel Sayısı “ Deprem “, İstanbul, Yapı Kredi Yayını, S. 79.

**Şekil 3. 17**

Celep, Z., Kumbasar, N., 2004, **Deprem Mühendisliğine Giriş**, Beta Dağıtım, İstanbul, s.24

**Şekil 3. 18**

<http://www.deprem.gov.tr/deprem.htm>

**Şekil 3. 19**

Celep, Z., Kumbasar, N., **a.g.e.**, s. 4

**Şekil 3. 20**

Celep, Z., Kumbasar, N., **a.g.e.**, s. 4

**Şekil 3. 21**

Dowrick, D. J., 1987, **Earthquake Resistant Design For Engineers And Architects**, Great Britain, John Wiley & Sons-Interscience Publication, s. 78.

**Şekil 3. 22**

Ercan, A. 2001, **Marmara’ da Deprem**, Yeraltı Aramacılık Ltd. Bilimsel Araştırma Kurumu Yayını, İstanbul, s. 137.

**Şekil 3. 23**

Department of Earthquake Engineering, 2003, **Earthquake Risk Assesment for the Istanbul Metropolitan Area**, Boğaziçi University Press, İstanbul, s. 139.

**Şekil 3. 24**

[www.atcouncil.org](http://www.atcouncil.org), 2004, ATC(Applied Technology Council)/SEAOC(The Structural Engineers Assosiation of California) Joint Venture,**Seismic Response of Wood-Frame Construction**, Briefing Paper 3, California, s.1

**Şekil 3. 25**

Çamlıbel, Nafiz, 1990, **İstanbul’daki Tarihi Yapıların Depreme Karşı Dayanırlılığının Atırılmasına İlişkin Bir Sistem Araştırması**, Yıldız Üniversitesi-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü- Yapı Ana Bilim Dalı Yayını, İstanbul, S. 4.

**Şekil 4. 71**

Berker, M., 1982, **Ahşap Mimari Anıtlarda Koruma Uygulamaları İle İlgili Bir Yöntem Önerisi**, M.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul, S. 92.

**Şekil 4. 72**

Berker, M., **a.g.e.**, s. 92.

**Şekil 4. 73**

Berker, M., a.g.e., s. 92.

**Şekil 4. 74**

Berker, M., a.g.e., s. 91.

**Şekil 4. 75**

Berker, M., a.g.e., s. 91.

**Şekil 4. 76**

Güngör, İ. Hulusi, 1969, **Ahşap Yapı Bilgisi**, İstanbul Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul, S. 59.

**Şekil 4. 77**

Güngör, İ. Hulusi, a.g.e., s. 59.

**Şekil 4. 78**

Güngör, İ. Hulusi, a.g.e., s. 60.

**Şekil 4. 79**

Güngör, İ. Hulusi, a.g.e., s. 60.

**Şekil 4. 80**

Çobancaoğlu,T, Arşiv

**Şekil 4. 81**

Günay, R., 2002, **Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları**, Birsen Yayınevi, İstanbul, s.156.

**Şekil 4. 82**

Günay, R., a.g.e. ,s.146.

**Şekil 4. 83**

Berker, M., a.g.e., s. 98.

**Şekil 4. 84**

Berker, M., a.g.e., s. 98.

**Şekil 4. 85**

Yonat, F. Rengin, 1986, **Gelişim Süreci İçinde XIX: Yüzyıl Ahşap İstanbul Evleri ve Günümüz Koşullarına Uyarlanması**, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s. 33.

**Şekil 4. 86**

Güngör, İ. Hulusi, a.g.e. s. 66.

**Şekil 4. 87**

Güngör, İ. Hulusi, a.g.e. s. 69.



**Şekil 4. 88**

Günay, R., a.g.e. s.129.

**Şekil 4. 89**

Günay, R., a.g.e., s.128.

**Şekil 4. 90**

Günay, R., a.g.e. ,s.128, 129.

**Şekil 4. 91**

Günay, R., a.g.e. s.130.

**Şekil 4. 92**

Talât, Ali, (H.1341-M.1923) Mühendis Mektebi Kütüphanesi "Ahşap İnşaat Şekilleri", İstanbul, s. 86.

**Şekil 4. 93**

Yonat, F. Rengin, a.g.e. , s. 78.

**Şekil 4. 94**

Eldem, S. H.,1987, "Türk Evi Osmanlı Dönemi III", T.A.Ç. Vakfı Yayını, İstanbul, s.172.

**Şekil 4. 95**

Günay, R., a.g.e. s.111.

**Şekil 4. 96**

Eruzun, C., 1990, Process: Architecture, "Turkey: Pilgrimage to Cities",Process Architecture Publishing Co., Ltd.,Tokyo, Japan, s. 59.

**Şekil 4. 97**

Çobancaoğlu, Tülay,1998, "Türkiye'de Ahşap Ev'in Bölgelere Göre Yapısal Olarak İncelenmesi ve Restorasyonlarında Yöntem Önerileri", MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul, s. 195.

**Şekil 4. 98**

Zwerger, K.,1997, "Wood and Wood Joists", Building Traditions of Europe and Japan, Birkhäuser, Basel, Berlin, Boston, Leipzig, s. 116.

**Şekil 4. 99**

Talât, Ali, a.g.e., s. 7.

**Şekil 4. 100**

Zwerger, K., a.g.e. , s. 88.

**Şekil 4. 101**

Zwerger, K., a.g.e. , s. 89; Pfeifer-Liebers-Reiners, Der Neue Holzbau, Callwey, s. 28, 29.

**Şekil 4. 102**

Zwerger, K., a.g.e. , s. 89.

**Şekil 4. 103**

Zwerger, K., a.g.e. , s. 90.

**Şekil 4. 104**

Kaynak: Restorasyon A.B.D.; Fotoğraf: Dışkaya, H.

**Şekil 4. 105**

Fotoğraf: Dışkaya, H.; Duman, N.; Ökten, S., 1988, a.g.e., s 23-24; Erenman, Ö., 1988, **Ahşap Yapı Ders Notları** , M.S.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayını, İstanbul, s. 64.

**Şekil 4. 106**

Erenman, Ö., a.g.e., s. 64.

**Şekil 4. 107**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s.60.

**Şekil 4. 108**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 61.

**Şekil 4. 109**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 69.

**Şekil 4. 110**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 71.

**Şekil 4. 111**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 74.

**Şekil 4. 112**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 70.

**Şekil 4. 113**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 92.

**Şekil 4. 114**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 95.

**Şekil 4. 115**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 95.

**Şekil 4. 116**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 96.

**Şekil 4. 117**

Duman, N.; Ökten, S., a.g.e., s. 101.

**Şekil 4. 118**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 102.

**Şekil 4. 119**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 117.

**Şekil 4. 120**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 146, 147.

**Şekil 4. 121**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 150.

**Şekil 4. 122**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 158.

**Şekil 4. 123**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 159.

**Şekil 4. 124**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 187.

**Şekil 4. 125**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 193, 194.

**Şekil 4. 126**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 195, 188.

**Şekil 4. 127**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 201, 204.

**Şekil 4. 128**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 211.

**Şekil 4. 129**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 227.

**Şekil 4. 130**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 228.

**Şekil 4. 131**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, s. 227.

**Şekil 4. 132**

Dikme giriş birleşimleri (Erenman, Ö.)  
ERENMAN, Ö., **a.g.e.**, s. 79.

**Şekil 4. 133**

Çobancaoğlu, T., **a.g.e.**, s. 323.

**Şekil 4. 134**

Talât, A, **a.g.e.**, s.54,55.

**Şekil 4. 135**

Talât, A, **a.g.e.**, s. 70.

**Şekil 4. 136**

a) Talât, A., **a.g.e.** , s.35. b) Güngör, İ. H., **a.g.e.** s. 68.

**Şekil 4. 137**

Güngör, İ. H., **a.g.e.** s. 70.

**Şekil 4. 138**

Çobancaoğlu, T., **a.g.e.**, s. 319.

**Şekil 4. 139**

Güngör, İ. H., **a.g.e.** s. 68.

**Şekil 4. 140**

Ramsey/Sleeper, 1992, **Construction Details from Architectural Graphic Standards**, A.B.D., The American Institute of Architects, John Wiley & Sons, Inc. Yayını, s. 112, 116,133, 134.

**Şekil 5. 44**

Berker, M., **a.g.e.** , s. 365.

**Şekil 5. 45**

Berker, M., **a.g.e.** , s. 374.

**Şekil 5. 46**

Çobancaoğlu, T., **a.g.e.**, s. 322..

**Şekil 5. 47**

Çobancaoğlu, T., **a.g.e.**, s. 323.

**Şekil 5. 48**

Çobancaoğlu, T., **a.g.e.**, s. 327.

**Şekil 5. 49**

Berker, M., **a.g.e.** , s. 366.

**Şekil 5. 50**

Çobancaoğlu, T., **a.g.e.**, s. 322.

**Şekil 5. 51**

Çobancaoğlu, T., **a.g.e.**, s. 322.

**Şekil 5. 52**

Berker, M., a.g.e. , s. 368.

**Şekil 5. 53**

Berker, M., a.g.e. , s. 368.

**Şekil 5. 54**

Berker, M., a.g.e. , s. 369.

**Şekil 5. 55**

Berker, M., a.g.e. , s. 370.

**Şekil 5. 56**

Berker, M., a.g.e. , s. 373.

**Şekil 5. 57**

Berker, M., a.g.e. , s. 373.

**Şekil 5. 58**

Berker, M., a.g.e. , s. 373.

**Şekil 5. 59**

Berker, M., a.g.e. , s. 366.

**Şekil 5. 60**

Çobancaoğlu, T., a.g.e., s. 313.

**Şekil 5. 61**

Çobancaoğlu, T., a.g.e., s. 319.

**Şekil 5. 62**

Şahin, M., 1996, **Deprem Etkilerine Karşı Geliştirilen Pasif ve Aktif Kontrol Sistemleri**, İ.T.Ü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s. 31.

**Şekil 5. 63**

Şahin, M., a.g.e., s. 32.

**Şekil 5. 64**

Şahin, M., a.g.e., s. 32.

## **TABLO KAYNAKLARI**

### **Tablo 2.1**

Duman, N.; Ökten, S., 1988, **Ahşap Yapı Dersleri I**, YEM Yayın, İstanbul, s. 23-24

### **Tablo 2.2**

Duman, N.; Ökten, S., , **a.g.e.**, s. 14

### **Tablo 2.3**

Eriç, M., 1994, **Yapı Fiziği ve Malzemesi**, Literatür Yayıncılık, İstanbul, s. 33

### **Tablo 2.4**

Eriç, M., 1994, **a.g.e.**, s. 321

### **Tablo 3. 5**

Taymaz, T., 1999, Cogito Deprem Özel Sayısı “ **Deprem** “, İstanbul, Yapı Kredi Yayını, s. 75

### **Tablo 3. 6**

Taymaz, T., **a.g.e.**, s. 75.

### **Tablo 3. 7**

[www.deprem.gov.tr](http://www.deprem.gov.tr)

### **Tablo 3. 8**

Çamlıbel, Nafiz, 1990, **İstanbul'daki Tarihi Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığının Atırılmasına İlişkin Bir Sistem Araştırması**, Yıldız Üniversitesi-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü- Yapı Ana Bilim Dalı Yayını, İstanbul, s. 14.

### **Tablo 4. 2**

Günay, R., **a.g.e.** s.109.

### **Tablo 5.1**

İMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, 1998, **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, “Tablo 6.6”, İzmir, s.17.

### **Tablo 5.2**

İMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, **a.g.e.** s.11.

### **Tablo 5.3**

İMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, **a.g.e.** s.12.

### **Tablo 5.4**

İMO İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, **a.g.e.** s.12.

### **Tablo 5.5**

Duman, N.; Ökten, S., **a.g.e.**, İstanbul, s. 161.

## **RESİM KAYNAKLARI**

### **Resim 2. 4**

Duman, N.; Ökten, S., 1988, **Ahşap Yapı Dersleri I**, YEM Yayın, İstanbul, s. 10.

### **Resim 3. 5**

Taymaz, T., 1999, Cogito Deprem Özel Sayısı, Deprem ve Bilim "**Deprem**", İstanbul, sayı: 20, Yapı Kredi Yayını, s. 72.

### **Resim 3. 6**

1999, Cogito Deprem Özel Sayısı "**Deprem** ", İstanbul, Yapı Kredi Yayını, s. 58.

### **Resim 3. 7**

Sezgin, H., Arşiv

### **Resim 4.1**

Eldem, S. H., 1984, Türk Evi Osmanlı Dönemi, T.A.Ç. Vakfı Yayını, İstanbul, c.I, s. 83.

### **Resim 4. 2**

Çobancaoğlu, T. Arşiv

### **Resim 5. 10**

Dimos Kallikratias, 2000, Kallikratia Apo Tin Propontida Sti Halkidiki, s. 163.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1964 İstanbul doğumludur.

1987 yılında Y.Ü. Mühendislik Fakültesi İnşaat bölümünden inşaat mühendisi olarak mezun oldu.

1984–1988 yılları arasında Mimar Cengiz Bektaş' ın ofisinde rölöve ve restorasyon proje ve uygulamaları konusunda çalıştı.

1988–1991 yılları arasında İnşaat Mühendisi Eral Soner'in ofisinde çeşitli mühendislik projelerinde çalıştı.

1992–1995 yılları arasında kendi ofisini kurarak çeşitli mühendislik projeleri ve restorasyon uygulamaları konusunda çalıştı.

1997 yılında M.S.Ü. M.Y.O. Mimârî Restorasyon Bölümü' nü birincilikle,

2000 yılında M.S.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü' nü ikincilikle bitirdi.

2000 yılında Forbo Krommenie M.S.Ü. Kütüphanesi Döşeme Kaplama Yarışmasında üçüncülük;

2001 yılında diploma projesi ile T.A.Ç. VAKFI başarı ödülleri aldı.

2004 yılında M.S.G.S.Ü. Mimarlık Fakültesi Restorasyon Anabilim Dalı Yenileme Koruma Bölümü' nde yüksek lisans eğitimini tamamladı.

Halen 2002 yılında girmiş olduğu M.S.G.S.Ü. M.Y.O. Mimârî Restorasyon Bölümü' nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.