

**AHSAP İSKELET YAPIDA TAŞIYICILIK
VE KORUYUCULUK SORUNLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Doret BARDAVİT

21758

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 22 Haziran 1992

Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Temmuz 1992

Tez Danışmanı

: Prof. Dr. İmer Sunguroğlu

Diğer Jüri Üyeleri

: Prof. Dr. Nihat Toydemir

Doç. Dr. Oktay Cansun

TEMMUZ 1992

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

ÖNSÖZ

Ölkemizdeki Ahşap Yapı Uygulamalarına katkıda bulunmak amacıyla hazırlanan bu çalışmanın yürütücüsü Prof.Dr. İmer SUNGUROĞLU'na ve çalışmamın her aşamasıyla yakından ilgilenerek destek ve yardımını esirgemeyen Yüksek Mimar Cem ALTUN'a teşekkür ederim.

Doret Bardavit

20 Haziran 1992



İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi

BÖLÖM 1. GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Amacı.....	1
1.2. Araştırmanın Tanımı	2

BÖLÖM 2. YAPI MALZEMESİ OLARAK AHŞAP

2.1. Ahşabın Nitelikleri.....	4
2.2. Ağacın Rasyonel Biçilme Yöntemleri ve Boyut Standartları.....	8
2.3. Ahşabın Bünyesel Kusurları ve Sınıflandırılması.....	10
2.4. Ahşaba Zarar Veren Etkenler ve Alınacak Önlemler	
2.4.1. Zararlılar ve Yıpratıcı Koşullar....	18
2.4.2. Ahşabın Çalışması.....	22
2.4.3. Önlemler.....	22

BÖLÖM 3. AHŞAP İSKELET YAPININ TAŞIYICILIĞI

3.1. Konstrüksiyona Etkiyen Kuvvetler ve Taşıyıcı Sistem Elemanları.....	34
3.1.1. Çekme Çubukları.....	35
3.1.2. Basınç Çubukları.....	37
3.1.3. Eğilme Çubukları.....	42
3.2. Birleşim Aksesuarları & Birleşim Noktaları.....	46
3.2.1. Çivili Birleşimler.....	47
3.2.2. Bulonlu ve Pim Kamalı Birleşimler....	50
3.2.3. Kamalı Birleşimler.....	52
3.2.4. Ağaç Vidalı Birleşimler.....	60
3.2.5. Tutkallı Birleşimler.....	62
3.2.6. Birleşim Noktaları.....	65
3.3. Ahşap iskelet Taşıyıcı Sistemler.....	73
3.3.1. Tek Tabanlı Sistemler.....	74
3.3.2. Tek Taraflı Çift Tabanlı Sistemler..	79
3.3.3. Çift Aratabanlı Sistemler.....	79
3.3.4. Amerikan sistemi.....	79

BÖLÜM 4. AHŞAP İSKELET YAPININ KORUYUCULUĞU

4.1. Yangın Yalıtımı.....	82
4.2. Ses Yalıtımı.....	90
4.3. Isı ve Nem Tutuculuk.....	91

BÖLÜM 5. SONUÇ.....97

KAYNAKLAR.....100

ÖZGEÇMİŞ.....103



SEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.	Ağacın Kesidi.....	4
Şekil 2.2.a.	Nemin Ahşabın Mukavemetine Etkisi.....	5
Şekil 2.2.b.	Ahşapta Rötire Etkisi.....	6
Şekil 2.3.	Ağaçtan Kesilebilecek En Büyük Direk ve Kiriş.....	8
Şekil 2.4.	Ağaçtan Tahta Biçme Yöntemleri.....	9
Şekil 2.5.	Tomruğun Biçilme Yöntemleri.....	10
Şekil 2.6.	Budak Yerleri.....	12
Şekil 2.7.	Çatlak Yerleri.....	13
Şekil 2.8.	Tek Yönde Büyüme.....	13
Şekil 2.9.	Böceklerin Yaşam Süreci.....	18
Şekil 2.10.	Çamın Oç Doğrultudaki Birim Boy Değişimleri.....	22
Şekil 2.11.	Ağacın Yerine Göre Ahşabın Deformasyonu	23
Şekil 2.12.	Döşeme Tahtalarında Yapıştırma ve Geçme Yöntemleri.....	24
Şekil 2.13.	Dikme Oluşturma Yöntemleri.....	25
Şekil 2.14.	Tablalı, Alttan Kuşaklı, Başlıklı Konstrüksiyon.....	26
Şekil 2.15.	Geçme Türleri.....	26
Şekil 2.16.	Ahşabı Öldürme Yöntemleri.....	27
Şekil 2.17.	Kontraplak.....	28
Şekil 3.1.	Çekme Çubuğu Kesit Şekilleri.....	35
Şekil 3.2.	Çubuk Ekleme.....	36
Şekil 3.3.	Çekme Çubuğu Birleşmesi.....	37
Şekil 3.4.	Basınç Çubuklarının Basınca Dayanıklılığı.....	37

Şekil 3.5.	Cok Parçalı Basınç Çubukları.....	39
Şekil 3.6.	Açı Sıfırda Basınç Çubuğu Eki.....	40
Şekil 3.7.	Açı 90° ise Basınç Çubuğu Eki.....	41
Şekil 3.8.	Açı: $0 < \alpha < 90$ ise Basınç Çubuğu Eki.....	42
Şekil 3.9.	Düz Eğilme Durumu.....	43
Şekil 3.10.	Eğik Eğilme Durumu.....	43
Şekil 3.11.	Kamalı ve Tutkallı Kirişler.....	44
Şekil 3.12.	Çivili Kirişler.....	45
Şekil 3.13.	Tahta Gövdeli Kirişler.....	46
Şekil 3.14.	Çivili Birleşimler.....	47
Şekil 3.15.	Bulonlu ve Pim Kamalı Birleşimlerde Minimum Aralıkları.....	51
Şekil 3.16.	Kama Tipleri.....	53
Şekil 3.17.	Celik Kama Tipleri.....	55
Şekil 3.18.	Ağaç Vidaları Aralıkları Alt Sınır Değerleri.....	62
Şekil 3.19.	Çeşitli Birleşimlerin N/δ Diyagramları.....	64
Şekil 3.20.	Düz ve Eğri Ek.....	65
Şekil 3.21.	Düz ve Eğri Bindirme Ek.....	66
Şekil 3.22.	Düz Kenet Ek.....	66
Şekil 3.23.	Eğri Burunlu Kamalı Kenet Ek.....	67
Şekil 3.24.	Kırlangıç Kuyruğu Göğüslü Ek.....	67
Şekil 3.25.	Kurt Ağız Kamalı Ek.....	68
Şekil 3.26.	Takozlu Ek.....	69
Şekil 3.27.	Ortada Bindirme Taban Geçmesi.....	69
Şekil 3.28.	Köşede Bindirme	70
Şekil 3.29.	Düsey Birleşmeler.....	71
Şekil 3.30.	Eğri Göğüslü Köşe Zıvanası.....	72
Şekil 3.31.	Başlık ve Boyundurukların Dikme ve Payandalarla Birleşmesi.....	72

Şekil 3.32.	Payanda Giymesi ve Giymeli Payanda Zıvanası.....	73
Şekil 3.33.	Tek Tabanlı Ahşap İskelet Konstrüksiyon	74
Şekil 3.34.	Tek ve İki Katlı Düzen.....	75
Şekil 3.35.	"Riegel" Sistem.....	76
Şekil 3.36.	"Zange" Sistem.....	77
Şekil 3.37.	Bölünmüş Dikmeli Konstrüksiyon.....	77
Şekil 3.38.	Tek Taraflı Çift Tabanlı Ahşap İskelet Konstrüksiyon.....	78
Şekil 3.39.	Çift Aratabanlı Ahşap İskelet Konstrüksiyon.....	80
Şekil 3.40.	Amerikan Sistemi.....	81
Şekil 4.1.	Çıplak Kirişlerin Yangın Dayanım Grafikleri.....	83
Şekil 4.2.a.	Bulonlu Birleşimlerde Yangın Korunumu..	88
Şekil 4.2.b.	Pim Kamalı Birleşimlerde Yangın Korunumu.....	88
Şekil 4.2.c.	Çivili Birleşimlerde Yangın Korunumu...	88
Şekil 4.2.d.	Metal Pabuçlarda Yangın Korunumu.....	88
Şekil 4.2.e.	Sert Ağaç Geçmelerde Yangın Korunumu...	88
Şekil 4.3.	Taşıyıcı Sistemin Tümünün Korunumu	89
Şekil 4.4.	Ses Yalıtımında Örnek Detaylar.....	92
Şekil 4.5.	Isı Tutucu ve Buhar Kesici Yerleştirmesi.....	94

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.	Rötre Katsayısı Ortalama Değerleri.....6
Tablo 2.2.	Ahsap İçin Elastisite Modülü Değerleri..7
Tablo 2.3.	Türkiye'deki Mevcut Çam Kereste Boyutları.....11
Tablo 2.4.	Ahsabın Emniyet Gerilmeleri.....14
Tablo 2.5.	Ahsaptaki Budak Oranları.....16
Tablo 2.6.	Lif Eğimleri.....16
Tablo 2.7.	Ahsap Sınıflarına Göre Köşe Pahları....17
Tablo 2.8.	Böcek Türünün Belirlenmesi ve Önlemler.20
Tablo 3.1.	Çivinin Emniyetle Taşıyabileceği Kuvvet48
Tablo 3.2.	Çivi Aralıkları.....49
Tablo 3.3.	Bulon ve Pim Kamalı Birleşimlerin Güvenli Taşıma Hesabında Kullanılan Değerler.....52
Tablo 3.4.	Kamaların Lif Doğrultusunda Ezilme Emniyet Gerilmeleri.....54
Tablo 3.5.	Otururma Çelik Kamalar.....57
Tablo 3.6.	Gömme Çelik Kamalar.....58
Tablo 3.7.	Özel Biçimli Kamalarda En Küçük Aralıklar.....59
Tablo 3.8.	Ağaç Vidaları.....61
Tablo 4.1.	Kaplanmamış Masif Kiriş İçin Minimum Boyutlar.....84
Tablo 4.2.	Kaplanmamış Çok Parçalı Kiriş İçin Minimum Boyutlar.....84
Tablo 4.3.	Kaplanmamış Masif Dikme İçin Minimum Boyutlar.....86

Tablo 4.4.	Kaplanmamış Çok Parçalı Dikme için Minimum Boyutlar.....	86
Tablo 4.5.	Kaplanmış Kirişler.....	89
Tablo 4.6.	Kaplanmış Dikmeler.....	89
Tablo 4.7.	Bazı Malzemelerin Isı İletme ve Buhar Difüzyon Direnci Katsayıları.....	95



Ö Z E T

Ölkemizde I.Derece Tarihi Eserlerin dışında ahşap yapıların tümüyle ahşap olarak onarılma zorunluluğu yoktur. Bunun yanı sıra, ahşap olarak inşa edilen yeni yapılar da yok denecek kadar azdır. Bunun nedenlerinden en önemlisi, ahşabın çabuk bozularak işlev ve estetiğini yitiren, kullanışsız ve pahalı bir yapı malzemesi olduğu şeklindeki genel kanıdır. Bu çalışmada, ahşabın malzeme ve taşıyıcılık özellikleri incelenerek ahşap yapı sisteminin bir bütün olarak korunması ele alınmıştır.

Öncelikle ahşabın doğal bir malzeme olmasından doğan nitelikleri incelenmiş; ağaç halinden yapıda kullanımına dek ahşaba uygulanan işlemler sıralanmıştır. Ağacın rasyonel biçilme yöntemleri, böylece elde edilen standart boyutlar, ahşabın bünyesel kusurları ve buna dayanarak yapılan kalite sınıflandırılması açıklanmıştır. Ayrıca, böcek, mantar, hava koşulları gibi ahşabı yıpratıcı etkenlere değinilerek "ahşabın çalışması" ele alınmış, bunlara karşı alınabilecek önlemler sıralanmıştır.

Daha sonra, ahşabın taşıyıcılık özelliği ele alınarak iskelet konstrüksiyona etkileyen kuvvetler ve iskeleti oluşturan çekme, basınç, eğilme çubuklarının genel özellikleri saptanmıştır. Bununla beraber, iskelet sistemin önemli bir unsur olan düğüm noktaları incelenmiş, böylece oluşan iskelet taşıma sistemleri; tek tabanlı, tek taraflı çift taban, çift aratabanlı ve Amerikan sistemler olmak üzere dört ana başlık altında toplanmıştır.

Böylece, oluşan ahşap yapının bir sistem olarak yangına karşı korunumu, ses yalıtımı ve ısı & nem tutuculuk gereksinimlerinin nasıl karşılanabileceği ele alınmıştır.

STRUCTURAL & PRESERVATIVE PROBLEMS OF TIMBER FRAMEWORK STRUCTURES

SUMMARY

In our country, as a consequence of rapid progress achieved in most sectors including construction, timber constructions have been unable to compete with steel and especially concrete systems. In addition, several prejudices such as; the short service life of timber buildings, their weakness against fire, and lack of qualified timber workmanship minimize the survival chance of timber buildings.

However, if necessary precautions are taken to protect timber from natural conditions which shorten its life, and to maximize its structural endurance during fire, then timber becomes as good a building material and structural element as the others, in some cases even a better one.

The aim of this work is to determine the problems that arise when using timber framework structures and timber as a building material, and to suggest solutions to these problems.

First of all, the properties of wood are examined. Since wood is a natural material consisting of fibres, it shows different mechanical properties in three different directions which makes it a unique material.

Several criteria such as climatic conditions, growth deformations, species of trees ... affect the endurance and strength of timber. As wood is a poor heat conductor, heat doesn't affect its properties very much, whereas humidity is indirectly proportional with the strength of timber. As humidity increases the dimensions of the wood also increase. This is called swelling. Naturally, as a result of a decrease in humidity shrinkage occurs.

Because of its cellular structure, timber is a light material and it is easy to carry;therefor, it can be used in structures which should be constructed in a short period of time. However, the most important disadvantage is that it is affected by physical and biological factors.

Trees are cut and processed in order to obtain timber. 25-30 % of the tree is wasted during this process. Consequently, several types whose dimensions range from 26/50 mm to 200/200 mm, and lengths ranging between 1-5 m are acquired.

Physical deformations which happen during the growth of the tree determine the strength and quality of timber. Eccentric growth, formation of knots, cracks caused by extreme temperature changes or thunders, disoriented growth are all deformations which reduce the mechanical abilities of timber. These factors are used to determine the classification of timber.

Class I timber, whether oak or pine, is timber with highest mechanical capability. Class II is defined as normal, whereas Class III is low quality. While classifying, apart from physical deformations the effect of rots and insects, if any, are also taken into consideration.

In order to fight with rots and insects, the first step to be taken is identifying them. Climate, another destructive agent should also be considered while taking steps to avoid their effects. A special feature of wood which is its ability to swell and shrink causes it to change dimensions in different percentages in three directions. This is a main disadvantage for its use in buildings since it endangers the structural capability of the building.

A variety of precautions are taken to minimize the disadvantages of timber. The natural durability is the primary factor which decreases the effects of the destructive agents. Moreover, there are traditional, semi-industrialized and industrialized methods:

Traditional methods can be summarized as passive precautions such as; designing details which enable timber to move freely without damaging the structure, and active precautions such as the preference of use of plywoods.

Semi-industrialized methods are the use of liquid, gas, smoke or mayonaise paste insecticides, brushing or spraying chemicals to the surface to avoid rots, woodstains or paints to stop the effects of the rain, sun and pollution.

Industrialized methods are dipping chemicals into chemicals, chemical diffusion method and impregnation. Impregnation is an advanced method where certain protective chemicals such as copper-chromium-arsenic (CCA) are forced into the cells of wood with application of pressure by two similar applications named Vacuum & Pressure and Double Vacuum systems.

There are external and internal forces affecting a structure. Earthquake and wind are dynamic, weight and structural loads are static loads which affect a structure externally. Stresses and moments caused in a cross-section of the structure is named as internal forces.

Simple structural elements forming the timber framework are traction, pressure and bending elements.

Traction elements are rods which contain only tractive forces in their sections along their length. They are used as wind or stability connections. The single or multi piece cross section of the rod does not make any difference whatsoever in the bearing capacity.

Traction elements can be joined or extended using adhesives, nails, bolts, screws... one important point is to make sure that the extended part is symmetrical according to the axis of rod and axis of the extension.

Pressure rods are elements which only transfer pressure loads. Pillars are considered of this group. The more a pillar is reinforced by horizontal connections, the more its bearing capacity becomes. Unlike the traction elements, the pressure rods are affected by buckling effect.

In multi piece pressure rods, stress calculations should be done for both xx and yy axes. Multi piece pressure rods are uneconomical in terms of timber wastage. The best form for a pressure element is a circle, square or a rectangular cross section close to a square follows. While joining pressure elements, the angle formed between the direction of the force and the fibre direction of the second piece is important.

Calculations are done according to three situations; the value of the angle being 0, 90, and in between the two.

If the cross-sectional dimensions of a rod is determined by bending moment, the element is then a bending element. They can be used as joists, purlins and cladding. There are simple joists, cantilevered joists and Gerber joists. Bending elements can also be single or multi piece. Usually the height is much greater than the width of the cross section. When single piece section is insufficient, then multi piece solutions formed by adhesives, nails... are used.

In order to join elements transferring forces at the same point joining accessories are used. Their functions are extending the length, forming knot points in structures and forming composite cross sections.

Main joining elements are nails, bolts, keys, screws and adhesives.

Nails are circle cross sectioned elements made of steel which can endure 6-8000 kg/cm² of traction stress. Its diameter, thickness of the wood, pressure endurance of wood and spaces between the nails limit the bearing capacity of the joint.

Cylindrical metal elements which can be tightened and placed perpendicular to the sliding surface between the joined pieces are named as bolts and dowels. It is dangerous to use them in structures where dislocation value of the pieces are large. They should be placed in holes previously drilled. Minimum diameter of bolt should be 12mm, and dowel should at least have a diameter of 8 mm. Minimum 2 bolts or 4 dowels should be placed symmetrical to the joining line.

Keyed joints are formed by rectangular or cylindrical wooden or specially designed steel elements which are kept under pressure or shear stresses. They are either placed in holes previously prepared or buried inside the wood. They should be produced of Class I hardwoods such as oak. As a rule, keyed joints must be reinforced by bolts which can later be tightened.

The screw consists of two different cross sections; cylindrical body and a screw thread. They are made of steel and their minimum diameter is 4 mm. They are placed in holes previously drilled. Distance between two screws must be less than 40 times the diameter

parallel to the fibres and less than 20 times the diameter perpendicular to the fibres.

If two pieces are joined by adhesives the joint should be rigid and it should bear traction. Albumin based adhesives obtained from animals or plants are not durable to water and humidity. Synthetic adhesives which are classified as thermoplastic and heat resistant resins are more durable. Because of simple workmanship thermoplastic resins are widely used. However adhesives formed by formaldehydes and PF, RF, UF are better quality products.

The most rigid joining element is the adhesives. Nailed joints are looser than that. The most loose one is the bolts. Therefore Adhesives and bolts should not be used together.

Another method to extend and join timber elements is to use fittings. Various forms are given to the edges of the elements to be joined and the pieces are then fitted together. With this method, pillar and joists, joist and joist, joist and diagonal support joints can be established.

With the organization of structural elements and joints a timber framework structure is formed. Types of timber framework structures are:

-Single based system which consists of joists placed on pillars in two directions on top of which the floor beams are placed. This is also examined in two classes: Single systems where "Riegel" system formed by the sinking of floor beams into the joists in every direction, single and double story buildings consisting of joists placed parallel to each other in a single direction are available. Multi systems which include the "Zange" system, where pillars are tightened in two directions forming a stable knot point, and divided pillar system where the continuous joist passes through the pillar which is divided into two.

-Systems which are double based in one direction: In this system, in one direction, floor beams are placed on joists which rest on the pillars. In this direction, the pillars of the second story are placed on a second joist which rests on the floor beams. Whereas in the other direction floor beams which are on the edges, rest on pillars directly.

-Double based systems: In this system, edges in both directions are designed as double based; floor beams are placed between two joists which rest on and under the pillars. System is reinforced by short beams placed perpendicular to the floor beams heading the edge.

-American system: Formed by the use of standard dimensions such as 5 x 10 cm. The speciality of this system arises from density of the pillars and beams. The joints are usually obtained with nails and by diagonal cladding stability is ensured.

After the timber framework structure is formed, necessary precautions should be taken to protect the system against undesirable incidents.

Since wood is a burnable material, measures which lengthen the time it can support loads during fire should be taken. The first method to achieve this is to increase the dimensions of the unprotected timber pillars and joists to obtain cross sections which can continue supporting load for 30 or 60 minutes. The second method is to apply chemicals to the surface of timber, by brushing or spraying, which with temperature rise become foams, reducing the burning speed of timber. Chemicals can also be applied by impregnation method. Another method is to cover either the whole system or just the structural elements by asbestos-cement or plasterboards.

To avoid the passing of the undesirable noises from one room to another, either the weight of the partition element should be increased or a sound insulator should be used. The most widely used insulator, mineral wool, is placed between the joists in floors and between pillars in walls.

Heat and humidity effects in timber buildings should be considered together like any other system. Since wood is a poor heat conductor, it is a good insulator. However, the spaces between the pillars and joists still have to be protected. There, PS Boards or mineral wool should be placed. When heat isolator is placed inside or in the middle condensation is probable. To avoid this vapour barrier sheets are placed before the insulator.

With the explained precautions taken, it is likely that timber framework structures will become a more serviceable and enduring system.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı, çeşitli nedenlerle yurdumuzda giderek uygulama alanı azalan ahşap iskelet yapıların malzeme, konstrüksiyon ve sistem olarak özelliklerinin incelenmesi, ortaya çıkan sorunların belirlenmesi ve bunun sonucunda da daha uzun ömürlü ahşap iskelet yapılar için alınması gereken önlemlerin açıklanmasıdır.

Ahşap yapıların inşası sırasında onların hizmet ömrünü uzatacak bir takım önlemlerin alınmaması nedeniyle hava koşulları nedeniyle bir süre sonra ahşabın bünyesindeki nem dengesinin bozulmasıyla ahşabın nitelikleri de bozulur; mantar, çürüme ve böcek istilası gibi zararlı etkenlerin de rolüyle işlevini yerine getiremeyecek duruma gelir. Çabuk bozulmanın yanı sıra, ahşabın yanıcı olması da onu tercih edilmeyen bir yapı malzemesi haline getirmiştir.

Halbuki, yapıda kullanılacak ahşabın kalitesi gerektiği gibi seçilir, malzeme iyi tanınır, ahşabın yapıya zarar vermeden çalışmasına izin verilir ve ahşabı yıpratıcı koşullara karşı önceden önlem alınır ise ahşap kullanma, bir dezavantaj olmaktan çıkar, hatta bazı durumlarda daha avantajlı olur.

Gerekli boyut standartlarına uyulduğu veya ek önlem alındığı sürece ahşap iskelet sistemler, çelik iskelet sistemlere oranla yangına daha uzun süre dayanabilirler. Ahşabın bünyesindeki nem oranını sabit tutucu pasif veya aktif, geleneksel veya endüstrileşmiş önlemler alındığı sürece ahşabın çalışma deformasyonları en aza

indirgenir, böylece ahşabın nitelikleri bozulmaz. Isı ve nem tutuculuğu için de gerekli detaylar, tasarım aşamasında çözüldüğünde ahşap yapının kısa ömürlü ve dayanıksız olduğu doğrultusundaki genel kanı geçersiz kılınabilir.

1.2. ARAŞTIRMANIN TANIMI

Bu çalışmada ahşabın doğal yapısının sonucu olan özellikleri ve bu özelliklerin ahşabın yapıda malzeme ve yapı elemanı olarak kullanımında yarattığı sorunlar belirlendikten sonra olumsuzlukları en aza indirgeyecek önlemler ele alınmıştır.

Bölüm 2'de, ahşabı etkileyen ve aynı anda onu tanımlayan, nem, ısı, rötire ve elastisite etkileri tanıtılır. Ağacın en verimli şekilde biçilerek çeşitli boyutlarda yapı kerestesi haline getirilmesi, ağaçta doğal nedenlerle oluşan budak, çatlak ve tek yönde büyüme gibi bünyesel kusurları ve bunların ağacın kalitesi üzerindeki etkileri incelenerek ahşap kalite sınıflandırması yapılmıştır. Bununla beraber, ağacın kesiminden itibaren ahşabın bozulması veya yıpranmasına neden olan böcek, mantar ve hava koşulları gibi zararlı etkenlerle ahşabın nem oranındaki değişiklikten kaynaklanan ahşabın çalışma özellikleri açıklanarak bunlara karşı alınabilecek çeşitli etkinlikteki önlemler belirlenmiştir.

Bölüm 3'te, ahşap iskelet yapının taşıyıcılığı ele alınarak, sistemi etkileyen genel iç ve dış kuvvetler açıklanmıştır. İskelet yapının başlıca taşıyıcı elemanları olan basınç, eğilme ve çekme çubuklarının statik özellikleri incelenmiş, bu çubuklarla iskeleti oluşturmak için yapılan birleştirme ve düğüm noktalarının farklı detayları üzerinde durulmuştur. Daha dayanıklı düğüm noktası oluşturmak amacıyla kullanılan geçme, tutkal veya çivi, bulon, pim kama, kama, ağaç vidası gibi birleşim aksesuarlarının dayanıklılıkları açıklanmış,

birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Buna dayanarak, yapı elemanlarının düğüm noktaları aracılığıyla birleştirilmeleriyle oluşan geleneksel ve güncelliğini koruyan ahşap iskelet yapı sistemleri belirlenmiştir. Bunlar: tek tabanlı ve tek taraflı çift tabanlı, çift aratabanlı ve Amerikan sistemlerdir.

Bölüm 4'te, artık olduğu kabul edilen ahşap iskelet yapı sisteminin, tüm yapı sistemlerinin karşılaması gereken dış iklim koşullarından, gürültüden ve yangından korunum gibi işlevleri yerine getirebilmesi için sahip olması istenen nitelikler açıklanmıştır. Ahşabın yangında taşıyıcılığını daha uzun süre devam ettirebilmesi için alınacak boyutsal, kimyasal veya kaplama yoluyla korunum önlemleri sıralandıktan sonra döşeme ve duvarlarda farklı düzeylerde ses yalıtımı sağlayacak detaylardan örnekler verilmiştir. Daha sonra, yapının ısı ve nem tutuculuğuyla ilgili basit hesap yöntemleri açıklanmıştır.

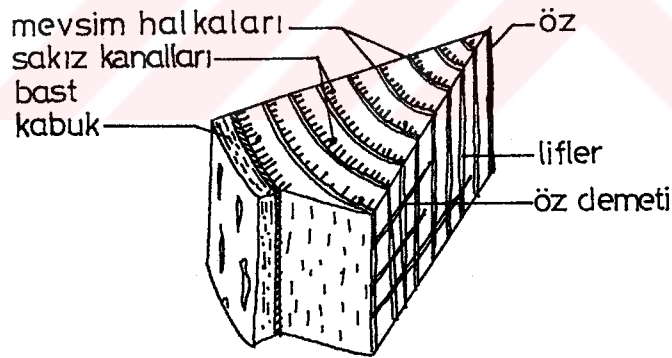
Bu araştırmada, çeşitli nedenlerden dolayı, tutkallanmış ahşapla geniş açıklıklar geçen gelişmiş iskelet sistemler ele alınmamış, daha küçük ölçekte kullanılacak ahşap iskelet taşıyıcı sistemlerle yetinilmiştir. Bu tip sistemlerde kullanılacak tüm malzemenin, ahşapla sıvanın birlikte kullanımının sağlıksız olduğu göz önünde bulundurularak, ahşapla barışık malzemeler olacağı kabul edilmiştir.

BÖLÜM 2. YAPI MALZEMESİ OLARAK AHŞAP

2.1. AHŞABIN NİTELİKLERİ

Ahşap, çok değişik kullanım alanları için istenilen özelliklere sahip doğal bir malzemedir. Kaynağı yenilenebilir tek hammadde olma özelliğiyle günümüzde hala önemini korumaktadır.

Ahşap, en kesidinde birçok lif içeren içiçe halkaların oluşturduğu bir dokuya sahiptir. Kökler aracılığıyla topraktan emilen ham besi suyu ve öz besi suyu bu liflerin iç boşlukları olan kanallardan geçer. Öz odun, ağacın çekirdek kısmıdır. Bu, öz besi suyunu içeren ve bu yüzden daha gözenekli olan diri odun tarafından çevrilmiştir. (Şekil 2.1) Özodun ve diri odunun nitelikleri ve kullanım özellikleri ne tür ağaçtan elde edildiklerine göre değişir. [1,2]



Şekil 2.1. Ağacın Kesidi

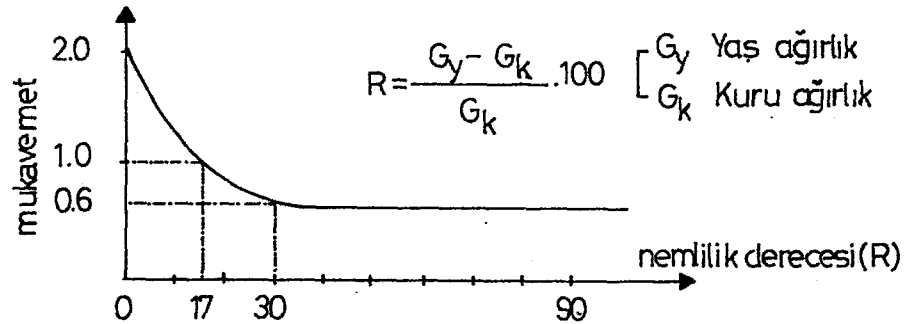
Yumuşak ağaç: Genellikle yapraklarını dökmeyen ağaç türlerinden elde edilen yumuşak odun, genel amaçlı ve taşıyıcı olarak kullanılır. Çabuk büyüyen ağaçlar oldukları için diri odun yüzdeleri yüksektir, bu yüzden zararlılardan kolayca etkilenirler. Sarıçam (Pinus Silvestre), Akçam (Abies Pectinata), Karaçam (Larix Europaea), Köknar (Picea Excelsa), Kızılçam (Pinus Brutia),

Sedir (Sedrus), Ardıç (Juniperus) yapıda en çok kullanılan cinslerdir. Bu cinslerin gövdeleri düzgün olduğundan çok verimlidirler.[1,3]

Sert Ağaç: Yavaş büyüyen, geniş yapraklı ağaçlardan ve tropikal ağaçlardan elde edilen sert odun, daha az korunmaya gereksinim gösterir. Ancak, yenilenmesi güç olduğundan doğal dayanıklılık ve iyi görüntünün şart olduğu yerlerde kullanılır. Meşe (Quercus), Kırmızı Kayın (Fagus Silvatica), Gürgen (Carpinus) Karaağaç (Ulmus), Kestane (Castanea Vesca), Dişbudak (Fraxinus Excelsior) gibi geniş yapraklılarla Mazı (Thuja), Hus (Betula), Tik, Abanoz, Mahun gibi tropikal ağaçlar darbe ve aşınmaya karşı dayanıklıdır.[3]

Ahşabın mukavemeti, iklim, arazi, bünyesel kusurları, kesilme yaşı ve cinsine göre değişir. Bu etkenler, aynı zamanda bir yapı malzemesi olarak ahşabı tarif ederler:

Nem Etkisi: Ahşaptaki nem oranı % 30'u geçerse ahşabın mukavemeti sabit kalır. Nemin % 20'den az olduğu ahşap kuru, % 20-30 arasındaki ahşap yarı kuru, nemin % 30'dan fazla olduğu ahşaplar yaş ahşap olarak sınıflandırılırlar. Nemle mukavemet ters orantılıdır. (Şekil 2.2.a.) [4]

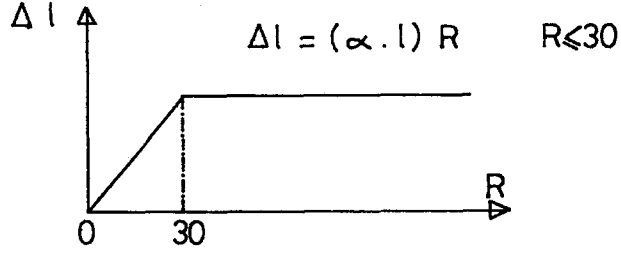


Şekil 2.2.a. Nemin Ahşabın Mukavemetine Etkisi

Isı Etkisi: Ahşapta ısı katsayısı küçük olduğundan, ayrıca ısı ve rötreden ileri gelecek gerilme ve

deformasyonların ters yönde oluşlarıyla dengeleme meydana geleceğinden ısı etkisi önemsizdir.

Rötre Etkisi: Rötre, nemlilik derecesi düşen ahşapta boyutların küçülmesidir. Nemlilik derecesi artarsa boyutlar büyür. Buna da şişme denir. (Şekil 2.2.b) Her iki durumda da nemlilik derecesi % 30'dan az olan ahşapta görülür. [4,5]



Şekil 2.2.b. Ahşapta Rötre Etkisi

En çok rötre veya şişme, liflere dik ve yıllık halkalara teğet doğrultuda olur. Çeşitli doğrultudaki rötre katsayılarının ortalama değerleri Tablo 2.1. 'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Rötre katsayısı ortalama değerleri

AHŞAP ÇEŞİDİ	LİF DOĞRULTUSU α_1	ÇAP DOĞRULTUSU α_2	ÇEVRE DOĞRULTUSU α_3	$\alpha_1: \alpha_2: \alpha_3$
Yumuşak ağaç	0.0001	0.0012	0.0024	1:12:24
Sert ağaç	0.0001	0.0020	0.0040	1:20:40

Elastisite Modülü: Bir cismin üzerindeki yükün kaldırılmasıyla ilk durumuna dönme özelliğine elastisite denir. Elastisite modülü ise gerilmenin şekil değiştirmeye oranıdır. Ahşapta liflere paralel doğrultudaki elastisite modülü daha yüksektir. (Tablo 2.2.) [4,5]

Ahşabın Özellikleri: Ahşaba mikroskop altında bakıldığında, çoğu aynı yöne doğru uzayan, uzun, içi boş ve kapalı hücreler görünür. Bu hücre yapısı sayesinde

ahşap hafiftir, çekme ve eğilmeye dayanıklıdır, anizotropdur, iyi bir ısı yalıtıcısıdır.

Tablo 2.2. Ahşap için Elastisite Modülü (E) değerleri

AHŞAP ÇEŞİDİ	$E_{ }$ (kg/cm ²)	$E_{\perp}$ (kg/cm ²)
Yumuşak ağaç	100000	3000
Sert ağaç	125000	6000

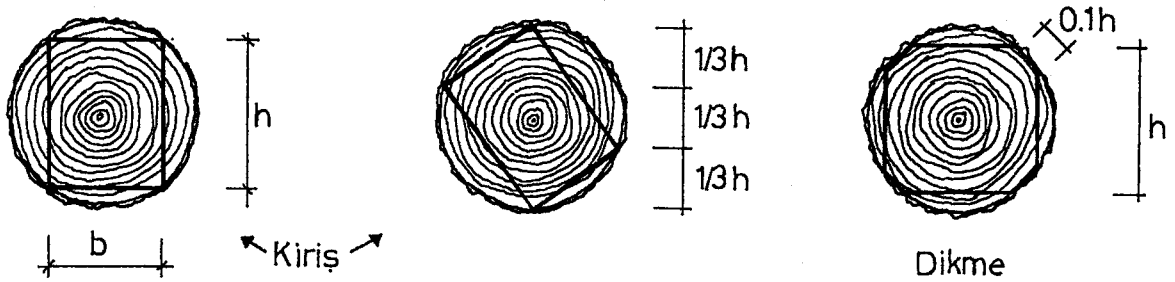
Hafif olması nedeniyle yapı, basit temeller üzerine oturtulabilir ve hızlı inşaata imkan tanır. Hafif olmasına karşın mukavemeti yüksektir: 1 metreküp betonarmenin 2400 kg'lık ağırlığına karşılık 1 metreküp ahşabın ağırlığı 600 kg'dır, buna karşılık her ikisinin de basınç mukavemetleri yaklaşık 80 kg/m²'dir. Ahşabın çekme ve eğilmeye karşı olan dayanıklılığı ani ağırlık yüklendiği zaman da devam eder. Betonarmenin mukavemeti bazı önlemlerle arttırılabilirken, doğal malzeme olması nedeni ile ahşabın mukavemetine etki etme olanağı yoktur. Ahşap kolay işlenir bir malzemedir, söktükten sonra tekrar kullanmak mümkündür, onarım, takviye ve plan değişikliklerine elverişlidir. Pek çok kimyasal maddeden zarar görmez ve paslanmaz, ancak fiziksel ve biyolojik etkenlerden zarar görür. Ahşap çalışan bir malzeme olduğundan, şişme ve rötire sonucu boyut değişiklikleri ve çatlaklar oluşur, anizotrop malzeme olması nedeni ile her doğrultudaki mekanik özellikleri farklılık gösterir. Ayrıca, yanıcı bir malzeme olmakla beraber, ahşap, yangında taşıma yeteneğini yitirmez. Ahşabın belki de en önemli özelliği, kaynağı yenilenebilen bir malzeme olmasıdır. Bu nedenle sakıncalarını en aza indiren önlemler alınmalıdır. Zira ahşap, yapıda iskeletten mobilyaya kadar geniş kullanım alanına sahiptir. [4,6,7]

2.2. AĞACIN RASYONEL BİÇİLME YÖNTEMLERİ VE BOYUT STANDARTLARI

Ağacın kesilebilmesi için en uygun dönem, Kasım ve Aralık aylarıdır. Zira bu zamanda ağacın bünyesindeki %50'lik su oranı %40'a iner. Yapı ahşabı olarak kullanılması için bu oran %20'nin altına inmelidir. Tomruklar yuvarlak kesitli olduklarından, bunlar keskin köşeli yapı ahşabına dönüştürülürken %25-30 zaiyat verilir. Boyut ve şekillerinden yola çıkarak yapı ahşapları şöyle sınıflandırılır: [2,8]

a. Direk: Yuvarlak, köşesi pahlı veya kare kesitlidir. İki boyutunun aynı olması ve ağacın ortasından çıkmış olması nedeniyle flambaja karşı mukavemeti yüksektir, yapıda taşıyıcı dikme olarak kullanılırlar. Boyutları 14/14 ile 24/24 cm arasındadır. (Şekil 2.3.)

b. Kiriş: Dikdörtgen kesitli, b/h oranı 1/3 ile 5/7 arasında değişen yapı ahşabıdır. Dar kenarının en az 8 cm olması şarttır. Boyutları 8/12, 8/20, 10/14, 10/20, 14/18, 16/22, 20/24... gibi olabilir. (Şekil 2.3.)



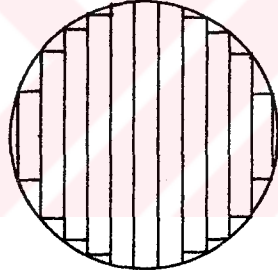
Şekil 2.3. Ağaçtan Kesilebilecek En Büyük Direk ve Kiriş

c. Kadron: Kare kesitlidir. Boyutları 4/4 ile 12/12 cm arasında değişir. Ahşap duvarda dikme, çatı makaslarında dikme veya baba, döşeme kaplaması altında yastık olarak kullanılabilir.

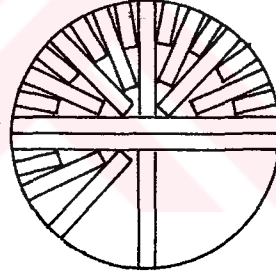
d. Lata: Küçük, dikdörtgen kesitlidir. Kalınlığı 2.5-4 cm, genişliği 5-12 cm arasında değişir. 2.5/6, 2.5/8, 2.5/10, 3/8, 3/10, 4/10, 4/12 gibi çeşitli boyutları vardır. Çatıda mertek ve kuşaklama, ayrıca ızgara olarak da kullanılır.

e. Kalas: Kalınlığı 4-7 cm, genişliği 25-30 cm olan dikdörtgen kesitli kerestedir. Ahsap döşemelerde kiriş olarak kullanılır.

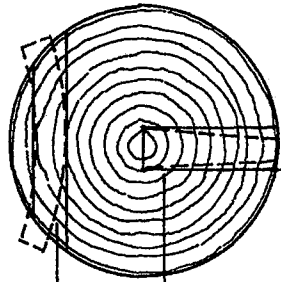
f. Tahta: 1-4 cm kalınlığında, 8-30 cm genişliğinde biçilen en ince kerestedir. Tavan, döşeme, duvar kaplamalarında, kiremit altlarında kullanılır. Tahta biçme yöntemleri Şekil 2.4.'de verilmiştir. Halkalara teğet yönde kesilen tahtalar, devamlı dönmeye maruz kalırlar, bu pek istenilen bir nitelik değildir. En iyi tahta yarıçap yönünde kesim yapılarak elde edilir. Ancak bu yöntemle de çok zayıt verilir.



EN BASİT YÖNTEM

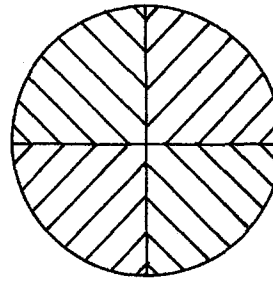


İDEAL YÖNTEM



YARIÇAP DOĞRULTUSUNDA
KESİM

HALKALARA TEĞET KESİM

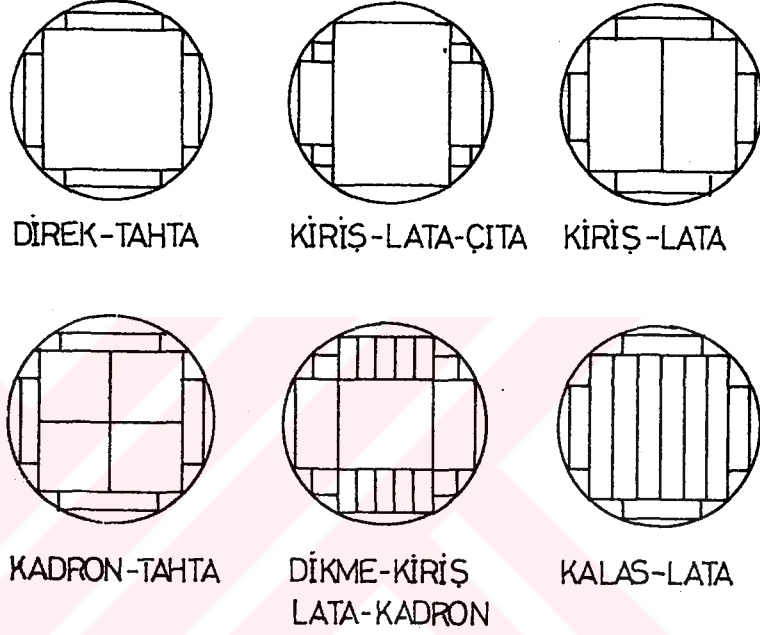


ZAYİYAT ÇOK AZ

Şekil 2.4. Tahta Biçme Yöntemleri

g. Çita: 3/5'den küçük, kare veya dikdörtgen kesitli parçalardır. İkinci derece işlerde kullanılır.

Tomrukların biçilme yöntemleri ve farklı kereste tiplerinin şemaları Şekil 2.5.'de verilmiştir.[2,8,12]



Şekil 2.5. Tomruğun Biçilme Yöntemleri

Türkiye'deki çam kerestesinin boyut standartlarıysa Tablo 2.3.'de belirtildiği gibidir.

2.3. AHŞABIN BÖNYESEL KUSURLARI VE SINIFLANDIRILMASI

Ağacın büyüme şekli, cinsten cinse değişim gösterir. Büyürken ağacın ve liflerinin aldığı şekil onun mukavemetini ve kullanım alanını belirler:

-Dönerek Büyüme: Tek yönden esen rüzgarlarla ağacın yalnız bir yönden güneş görmesi liflerin helezon biçiminde büyümesine neden olur, bu ağaçtan elde edilen ahşabın basınç ve çekme emniyet gerilmeleri azalır.

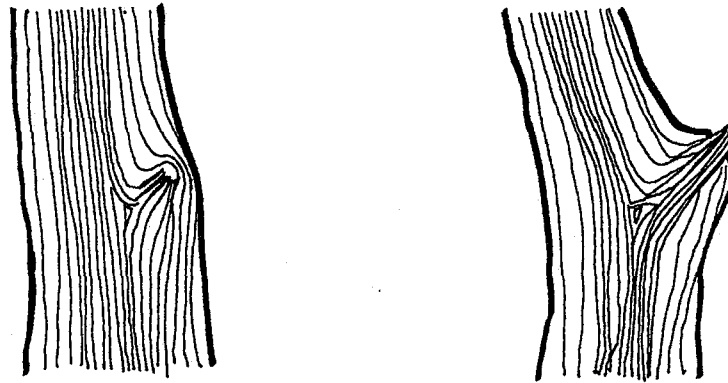
Tablo 2.3. Türkiye'deki Mevcut Çam Kereste Boyutları

BOY (cm)		100	150	200	250	300	350	400	450	500
GENİŞLİK	YÜKSEKLİK									
b	h									
(cm)	(cm)									
2.6	5	*	*	*	*	*	*	*		
2.6	8	*	*	*	*	*	*	*		
5	5	*	*	*	*	*	*	*	*	
5	8	*	*	*	*	*	*	*		
5	10	*	*	*	*	*	*	*	*	
5	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	18	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	20	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	22	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	25	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	28	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	30	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	8			*	*	*	*	*		
10	10			*	*	*	*	*		
15	15					*	*	*		*
18	18					*	*	*		*
18	20					*	*	*		*
20	20					*	*	*		*

-Ağacın Çatallanması: Büyüyen ağacın gövdesinin iki büyük dal halinde çatallanması durumudur. Bu tip ağaçlardan uzun kirişler elde edilemez.

-Çok Sayıda Dal: Büyük dallar, ana gövdenin büyümesine engel olur. Bu yüzden kiriş ve dikme olarak kullanılacak ağaçlarda gövdedeki dalları kesmek gerekir.

Aksi takdirde, ağaçta çok büyük budaklar bulunacağından yapı elemanları basınç ve çekmeye karşı dayanıksız olacaktır. Kesilen dal uçları zamanla ağaç tarafından kapanır, eğer dallar tamamen dipten kesilmezse budak yeri ağaç tarafından kapatılmadan çürümeye başlar; buna çürük budak denir. Ölü veya kuru dalların koparak düşmesiyle gövde üzerinde bıraktıkları kuru, ölü dal çıkıntılarının ağaç gövdesi tarafından örtülerek gövde içine gömülmesi ile oluşan bu budaklara kaynamamış veya düşen budak denir. Bu budaklar, gövde odunuyla kaynamamış olduklarından düşerek ahşapta boşluk bırakırlar. Düşen ve çürük budaklar, ahşabın kalitesini en çok düşüren budaklardır. Yaşayan bir dalın gövde içerisine gömülmesiyle meydana gelen budaklarsa gövde odunuyla kaynaşmış olduklarından kaynaşmış veya sağlam budak olarak adlandırılırlar ve az zararlıdırlar. (Şekil 2.6.)[2,5]



Şekil 2.6. Budak Yerleri

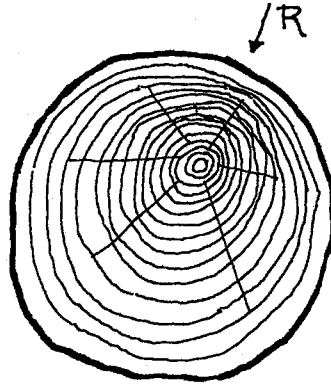
-Çatlaklar: Ağacın kuruması sonucu üç ayrı yönde farklı çalışması nedeniyle, kuvvetli donlar veya şiddetli rüzgarların ağaç gövdesini döndürücü etkisiyle ağaçta

dış veya iç çatlaklar oluşur. Dış çatlaklar, ahşapta lif doğrultusunda, dıştan içeriye doğru uzanan çatlaklardır. İç çatlaklar, ahşabın enine kesidinde özden dışa doğru uzanırlar. Bazı ağaçlarda yıllık halka boyunca uzanan ve halka çatlakları diye adlandırılan çatlaklara raslanır, ısı farklılıkları nedeniyle oluşan ve yarıçap doğrultusunda uzanan don çatlakları ve özellikle uzun boylu ağaçlarda görülen yıldırım çatlakları da vardır. (Şekil 2.7.)[2,5]



Şekil 2.7. Çatlak Yerleri

-Tek Yönden Büyüme (Tazyik Odunu): İğne yapraklı ağaçlarda rüzgarın etki ettiği yönün aksi tarafında daha sert ve ağır olan fazla çalışan koyu renkli bir odun oluşur. Geniş yapraklı ağaçlardaysa tazyik odunu rüzgarın etkidiği yönde oluşmaktadır. (Şekil 2.8.) Bu ağaçların kerestesi homojen olmadığından ancak iki mesnetli basit kirişlerde kullanılabilir.[2,5]



Şekil 2.8. Tek Yönde Büyüme

Biçilip hazırlanarak kullanılır hale getirilen yapı kerestesi, lif, budak, üretim nitelikleri göz önünde bulundurularak üç sınıfa ayrılmıştır. Bunlardan I.Sınıf olanı, taşıma yeteneği en fazla olan, yüksek mukavemetli ahşaptır. II.Sınıf ahşap normal, III.Sınıf ahşapsa düşük mukavemetlidir. (Tablo 2.4.) Her türlü taşıyıcı iskelet için normal olarak II.Sınıf çam kerestesi kullanılır, III.Sınıf ahşap, döşeme altlarında ve kaplamaların ikincil konstrüksiyonlarında kullanılır.[2,4]

Tablo 2.4. Ahşap Elemanlarda Emniyet Gerilmeleri (kgf/cm²)

ÇALIŞMA ŞEKLİ		SINIF III		SINIF II		SINIF I	
		ÇAM	MEŞE	ÇAM	MEŞE	ÇAM	MEŞE
Eğilme	σ _{emn}	70	75	100	110	130	140
Lifler doğrultusu çekme	σ _{em}	0	0	85	100	105	110
Lifler doğrultusu basınç	σ _{em}	60	70	85	100	110	120
Liflere dik basınç	σ _{em⊥}	20	30	20	30	20	30
Liflere dik ezilme	σ _{em⊥}	25	40	25	40	25	40
Lifler doğrultusu makaslama	τ _{em}	9	10	9	10	9	12
Liflere dik makaslama	τ _{em⊥}	27	30	27	30	27	36

Ahşap sınıflandırılırken esas alınan ölçütlerden biri bünye kusurlarıdır. I.Sınıf ahşapta kırmızı ve beyaz çürükler, kahverengi şeritler, ayırık halkalar, yıldırım ve don çatlakları, böcek ve kurt yeniği oyuk veya delikler bulunmamalıdır. Kuruda kullanılacaksa mavilik bulunabilir. II. ve III.Sınıf ahşapta da kahverengi şeritler bulunmamalıdır. Çok büyük olmadıkça don ve yıldırım çatlaklarına izin verilebilir. Kuruda kullanılacaksa izin verilen en büyük budak çapından küçük

olma şartıyla kırmızı veya beyaz çürüklere ve yüzeydeki kurt veya böcek yeniklerine izin verilebilir. III.Sınıf ahşapta tekil böcek oyukları da bulunabilir.

Ahşabın iyi desterelememesi yüzünden yarı kuru ahşabın en kesidinde boyut hatası olması I.Sınıf ahşap için kabul edilmez. II. ve III. Sınıf ahşapta bu hata, ahşabın ancak %10'undaysa izin verilebilir, II.Sınıf ahşap için en çok %3, III.Sınıf ahşap için en çok %5 oranında olabilir.[2,4, 1]

%20 nemli ahşabın yoğunluğunun en az değeri I. sınıf ahşaplarda, çam ve karaçam için, budaklıysa 0.45 kg/dm³, budaksızsa 0.42 kg/dm³ olmalıdır. Köknar ve ladin tipi türler için bu değerler 0.40 ve 0.38 kg/dm³ olur. Diğer sınıflar içinse bir sınır yoktur.

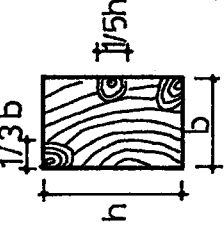
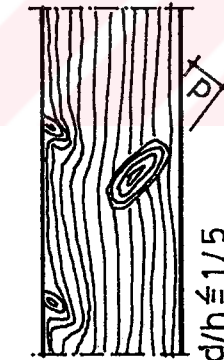
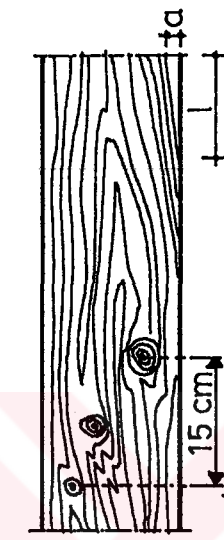
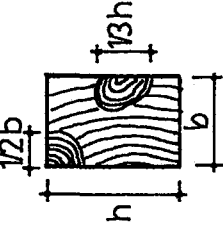
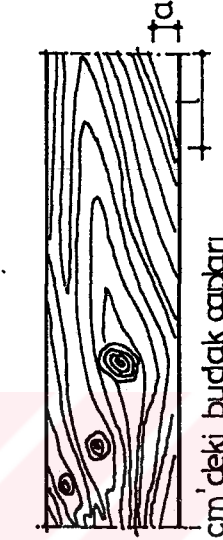
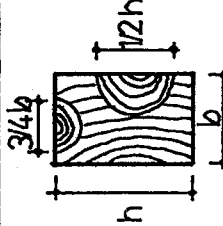
Ahşabın en kesit, boy kesit ve dış görünüşündeki budakların yerleri ve boyları da ahşabın kalitesini etkiler. (Tablo 2.5.) [2, 1]

Cizelge 2.5.'de a/l oranı olarak gösterilen açılar, ahşapta rötire çatlağı olup olmamasına bağlı olarak değer değiştirirler. (Tablo 2.6.)

Tablo 2.6. Lif eğimleri

	I. SINIF	II. SINIF	III. SINIF
Rötire çatlağı varsa çatlakla boyuna kenar arasındaki en büyük açının eğimi, a/l	≤1/10	≤1/5	≤1/3
Rötire çatlağı yoksa lif doğrultusuyla boyuna kenar arasındaki en büyük açı eğimi, a/l	≤1/15	≤1/8	≤1/5

Tablo 2.5. Ahşaptaki Budak Oranları

SINIFI	ENKESİT: eğilme ve basınca çalıştırılan çubuklar- da $h/b=2$ ise	BOY KESİT: Büyük budanın görünüşü en az d/h kesit yüksekliği = d/h	DİŞ YÜZ: Budanın görüldüğü yüzün her 15 cm boyundaki budak çapları toplamı
I. SINIF		 $d/h \leq 1/5$ $d \leq 5 \text{ cm}$	 15 cm'deki budak çapları toplamı $\leq 2/5 h$
II. SINIF		 $d/h \leq 1/3$ $d \leq 7 \text{ cm}$	 15 cm'deki budak çapları toplamı $\leq 2/3 h$
III. SINIF		 $d/h \leq 1/2$ $d \leq 8 \text{ cm}$	 15 cm'deki budak çapları toplamı $\leq 3/4 h$

Ahşabın her 2 metrede yapması kabul edilen en fazla sehîm (f), I.Sınıf için 5 mm, II.Sınıf için 8 mm, III. Sınıf için 15 mm'dir. Basınca çalışan ahşap çubukların toplam boyu (l) için kabul edilebilir en çok flambaj, I. Sınıf için $1/400$, II.Sınıf için $1/250$ iken, III.Sınıf için sınır belirlenmemiştir.[4]

I.Sınıf ahşabın en kesidinde bulunabilecek pahlı köşe sayısı 2'dir. Bu sayı II.Sınıf için 4'tür, III. Sınıf içinse yine sınırlandırma yapılmaz. Pah genişliğinin büyük kenara oranı da en fazla $1/8$ ve $1/3$ olarak kabul edilir. (Tablo 2.7.)

Tablo 2.7. . Ahşap Sınıflarına Göre Köşe Pahları

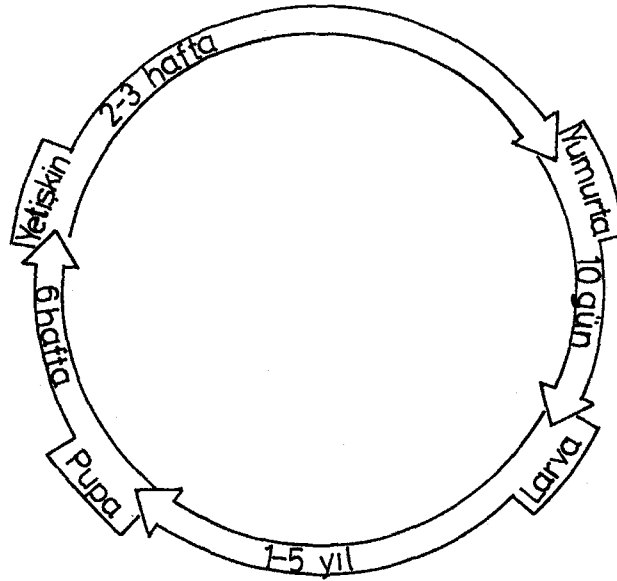
TAM	YARIM	ÇEYREK	SNF
			I
			II III
			II III
			III

2.4. AHSABA ZARAR VEREN ETKENLER VE ALINACAK ÖNLEMLER:

2.4.1. Zararlılar ve Yıpratıcı Koşullar

Ağaç kesildiği andan itibaren, bazen kesilmeden önce de, çeşitli bozulmalara maruz kalır. Bu bozulmalara neden olan temel unsurlar:böcekler, mantarlar ve hava koşullarıdır. İklim ve maruz bırakma koşullarına bağlı olarak bunların bazıları veya hepsi aynı anda etkiyebilir. Ahşabın bu unsurlardan zarar görme olasılığı, tahribat dereceleriyle ters orantılıdır:hava koşullarının etkisi sürekli, yaptığı tahribatsa yavaştır.[7]

Böcekler: Böcek ve kurtların, ahşabı besli kaynağı olarak kullanmaları yapı ahşaplarında ciddi zararlara yol açabilir. Böceklerin hayatlarının larva dönemi, ahşaba en zararlı oldukları dönemdir. Zira ahşabın yüzeyine veya çatlaklara yerlesen yumurtalardan bir süre sonra larvalar çıkar ve ahşabı yiyerek derinlere ulaşırlar, yıllarca burada kalarak bir tünel şebekesi oluşturdktan sonra olgunlaşıp arkalarında çıkış delikleri bırakarak ahşabı terk ederler. (Şekil 2.9) Ahşabı bu zararlılara karşı korumak iki şekilde olabilir:[9]



Şekil 2.9. Böceklerin Yaşam Süreci

-Ahşabı istila eden böcekleri öldürmek

-Ahşabı istilaya karşı korumak

Koruyucu önlem için çevrede en çok raslanan veya ahşabı istila eden böceğin türünün belirlenmesi önem taşır. Bu yapılırken ahşabın türü ve durumu, ahşap yüzeyindeki deliklerin şekli ve boyutları, tozun renk, şekil ve dokusu, tünellerin şekil ve boyutları gibi etkenler belirleyicidir. (Tablo 2.8.)[10] 11

Mantarlar: Çürüme, ahşabın % 20-35'lik nem, 3-38 C'lık sıcaklıkta uzun süre tutulmasıyla oluşur.[12] Yapım hataları nedeniyle yapının çeşitli yerlerinde çürüme olabilir: çatı kiremitlerinin kırık veya eksik olması nedeniyle çatının akması, yetersiz havalandırma sonucu çatıda yoğunlaşma, gözenekli duvar malzemeleri yüzünden nemin ahşaba nüfuz etmesi veya hatalı subasman nedeniyle zemin suyunun yükselerek ahşabı çürütmesi... gibi. Böylece ağaç liflerinin mukavemetleri azalır, ahşapta mantarlar ürer, böcek istilası olur.

Kahverengi Çürüme: Ahşap kahverengi renk alır, yüzeyinde uzunlamasına ve çapraz yarıklar oluşur, kolay ufalanır hale gelir. Buna neden olan mantarlar: serpula lacrymans, coniophora puteana'dır. Çürüyen ahşap, kırmızı kahverengi renk alır.[13]

Beyaz Çürüme: Selülozu ayrıştırarak ahşabın liflere ayrılmasına neden olur. Ahşap, kirli beyaz, gri renk alır.

Yumuşak Çürüme: Toprakla teması bulunan ahşaplarda sık görülür. Yumuşama, yüzeyden ahşabın içine doğru ilerler ve mukavemeti olumsuz etkiler.

Mavi Küf: Başta çam olmak üzere iğne yapraklılarda görülür. Özellikle birleşme noktalarında raslanır ve ahşap, mavi-gri veya siyahımsı renk alır.[1,12,14]

Tablo 2.8. Böcek Türünün Belirlenmesi ve Önlem

ZARARIN TESPİTİ & TANIMLANMASI

BÖCEĞİN TÜRÜ	AHŞABIN TÜRÜ	BÖCEĞİN TONELLER ŞEKLİ&BOYU	TOZ	SÖRE	TEDAVİ & ÖNLEM
ÖNLEM ALINMASI ZORUNLU DURUMLAR					
Tahtakurusu Anobium Punctatum	Yumuşak ağaçların dış odunu & Avrupa sert ağaçları	Dairesel 1 - 2 mm.	Krem rengi ve kırıntı & silin- dirik taneler	Uzun dönem,Genelde taşıyıcılığı etki- lemez.	Böcek öldürücü; organik çözücü,emülsiyon,duman, macun
Ev Teke Böceği Hydrotripes Bajulus	Yumuşak ağaçların dış odunu	oval düzensiz 6-10 mm	krem rengi toz, kırıntı & silin- dirik taneler	dış odun bitene dek süretilir,taşıyıcılı- ğı etkiler.	böcek öldürücü; organik çözücü sıvı, mayonez ma- cun
Lyctus Brunneus	iri gözenekli sert ağaçların dış odu- nu	dairesel 1.5 mm	krem rengi,talka benzer	dış odun bitene dek süretilir,taşıyıcılı- ğı etkiler.	az zarar görürse orga- nik çözücü sıvı,mayonez macun,yoksa ahşabı deşiş- tirme
Xestobium Rufovil- iosum	cürümüş yumuşak ve sert ağaçların dış ve öz odunları	dairesel 3 mm	kahverengi,disk sekinde taneler	uzun dönem,taşıyıcı- lığı etkiler.	organik çözücü sıvı,mayo- nez macun,duman

Böcek Türünün Belirlenmesi ve Önlem

ZARARIN TESPİTİ & TANIMLANMASI

BÖCEĞİN TORO	AHŞABIN TORO	DELİĞİN SEKLİ&BOYU	TONELLER	TOZ	SÖRE	TEDAVİ & ÖNLEM
--------------	--------------	-----------------------	----------	-----	------	-------------------

CÖRÖMEYİ ÖNLEYİCİ ÖNLEM ALINMASI YETERLİ OLAN DURUMLAR

Buğday biti Pentarthrum huttoni Euphryum confine	nemli veya çürük tüm ağaçlar	düzensiz 1 mm	çok,yakın, zaman zaman yüzeyde	kahverengi,limon şeklinde küçük taneler	ahşap kururken ölür- ler.	kurutma & zarar gören kıs- mın yenilenmesi
iskele kurdu Nacerdes melanura	nemli veya çürük tüm ağaçlar	oval 6 mm	çok,yakın, kesişerek iri boşluklar oluştururlar.	koyu kahverengi, çamursu madde	kuruyunca ölürler.	zarar gören kısmın yenilen- mesi

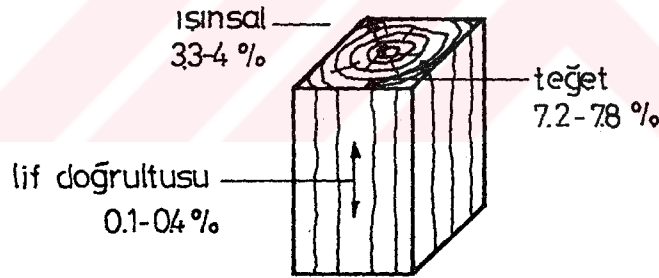
ÖNLEM GEREKTİRMİYEN DURUMLAR

İğne deliği kurdu	tüm tomruklar	dairesel 1-2 mm	koyulmuş renk yok		kuruyunca ölürler.	
Kabuk kurdu	yumuşak ağaçların kabuğu	dairesel 1.5-2 mm	kabukla dış odun arası şe- beke	krem,kahverengi küresel taneler	kabuk bitince ölür- ler.	
Orman teke böceği	tüm ağaçlar	oval 6-10 mm	az,geniş alana kaba,toz yayılmış		kuruyunca ölürler.	

Hava Koşulları: Korunmasız olarak hava koşullarına maruz kalan ahşap, görünüşünü bozan kimyasal ve fiziksel değişimlere uğrar, ağarmış gri renge ve bakımsız görünüşe sahip olur. Daha uzun süre maruz kalırsa ahşabın yüzeyi iyice aşınır, çözülmeler başlar ve yüzeyden lif kaybı, yüzeyde dalgalanmaya neden olur. Bu değişimlerin nedeni, ahşabın yüzeyindeki nem oranının yağmur ve güneş gibi etkilerle hızlı değişimlere uğramasıdır. Bu, şişme ve rötreye yol açar. Bunun sonucunda çatlamalar ve renk kaybı oluşur. Rengin grileşmesineyse ahşabın doğal renklendirme maddelerini yitirmesi ve hava kirliliği nedeniyle kirin yüzeyde birikmesi neden olur.[15]

2.4.2. Ahşabın Çalışması

Yarı kuru veya kuru ahşapta nemlilik derecesinin azalması veya artmasıyla boyutlar değişir. Montajı yapılmış ahşabın, havanın bağıl nemliliğine göre rötreye veya şişme yapmasına ahşabın çalışması denir. (Şekil 2.10) [4,6]



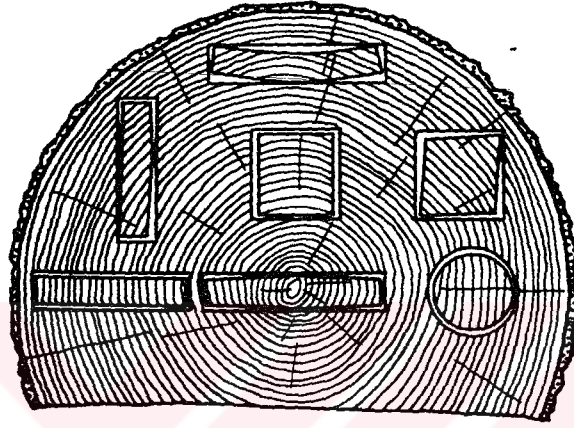
Şekil 2.10. Çamın Üç Doğrultudaki Birim Boy Değişimleri

Ahşap, üç doğrultuda farklı çalışır, oluşan deformasyonda parçanın ağacın neresinden alındığı da önem taşır. (Şekil 2.11) [8]

2.4.3. Önlemler

Ahşap, doğa tarafından yenilenebilen tek yapı hammaddesi olma özelliği nedeniyle uzun zamandır geçerliliğini korumaktadır. Ancak yavaş büyüyen ve emek isteyen bir ürün olması nedeniyle yenilenmesi kolay değildir. Bu

yüzden ağacın ömrünü uzatacak, olumsuz niteliklerini en aza indirecek, mantar ve böcek gibi zararlılardan koruyacak, hava koşullarına karşı dayanıksızlığını azaltacak önlemler alınmalıdır. Bu önlemler, geleneksel olduğu gibi endüstrileşmiş de olabilir. Ancak öncelikle önem taşıyan unsur, ahşabın zararlılara karşı olan doğal dayanıklılığıdır.[16]



Şekil 2.11. Ağacın Yerine Göre Ahşabın Deformasyonu

Doğal dayanıklılığı sağlayan unsur, ağacın öz odununda bulunan ve mantarları zehirliyen öz"dür. Doğal dayanıklılık, bu maddenin cins, miktar ve dağılımına göre değişir. 50 x 50 mm'lik ahşaplarda yapılan araştırmalar sonucu ahşabın doğal dayanıklılığı 5 derece şeklinde gruplanmıştır. Ancak, bu derecelendirme özodun içindir, zira diri odun, zaten çabuk çürüyen veya dayanıksız derecelerdedir. Ahşabın toprakla teması durumunda derecelendirme:

Derece	Ömür	Örnek
Çabuk çürüyen	5 yıldan az	Balza/At kestanesi
Dayanıksız	5-10 yıl	Karaağaç/Çam/Kökner
Orta dayanıklı	10-15 yıl	Türk meşesi/Ceviz
Dayanıklı	15-25 yıl	Maun/Sedir
Çok dayanıklı	25 yıldan çok	Abanoz/Tik

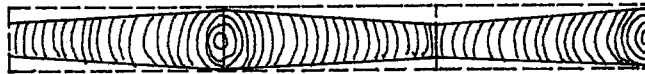
şeklinde yapılır. Doğal dayanıklılık, ahşabın dışarda kullanıldığı durumlarda veya nem ve yoğunlaşma riskinin olduğu iç mekanlarda özellikle önem kazanır.[17]

*** Geleneksel Yöntemler:** Ahşabın üç doğrultudaki çalışmasının farklı olmasından dolayı kolon, kiriş ve kaplamalarda bir takım çarpılma ve dönmelerin olması doğaldır. Ahşabın çalışmasının zararlarını en aza indirmek için:

1. **Pasif Önlemler:** Ahşabın çalışmasını önlemek yerine ahşabın zararsız bir şekilde çalışmasına imkan veren detay çözümleri uygulamak gerekir. Öncelikle düz eksenli, paralel lifli, kuru ağaç kullanmaya dikkat edilir.[18]

Döşeme Kaplama Tahtalarında:

a. **Yapıştırma:** Öz ahşabın yapıştırılması durumunda özün öz, kenarların kenarla yanyana gelmesine dikkat edilmelidir. Kenar ahşabın kullanılması durumunda tüm özler üste, tüm kenarlar alta gelirse ahşabın çalışması sonucu kamburlaşacak yüzün üste gelmesi sağlanmalıdır. (Şekil 2.12) [2,18]



Şekil 2.12. Döşeme Tahtalarında Yapıştırma ve Geçme Yöntemi

b. Geçme: Tüm özlerin aynı yüze, tüm kenarların aynı yüze gelmeleri ve kamburlaşacak yüzün üste gelmesi gereklidir.

Dikmeler:

Eğer ahşap dikmeler tek parça ahşaptan oluşursa ahşap kurudukça çatlaklar oluşur. Bunu önlemek için, ağaç ortadan dörde bölünerek ters olarak yapıştırılır. Deformasyon yapmayacak kısımların köşelere gelmesiyle dikmenin şekli korunur. İki veya üç parçalı dikmeler oluşturulurken özlerin dışa, kenarların içe gelmesine dikkat edilmelidir. (Şekil 2.13) [2,18]

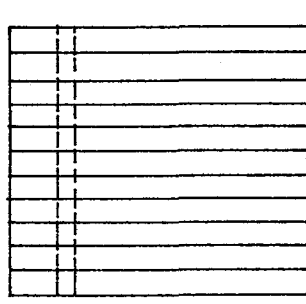


Şekil 2.13. Dikme Oluşturma Yöntemleri

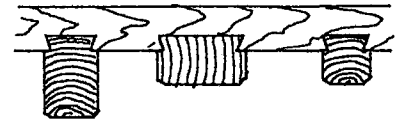
Tabanlar:

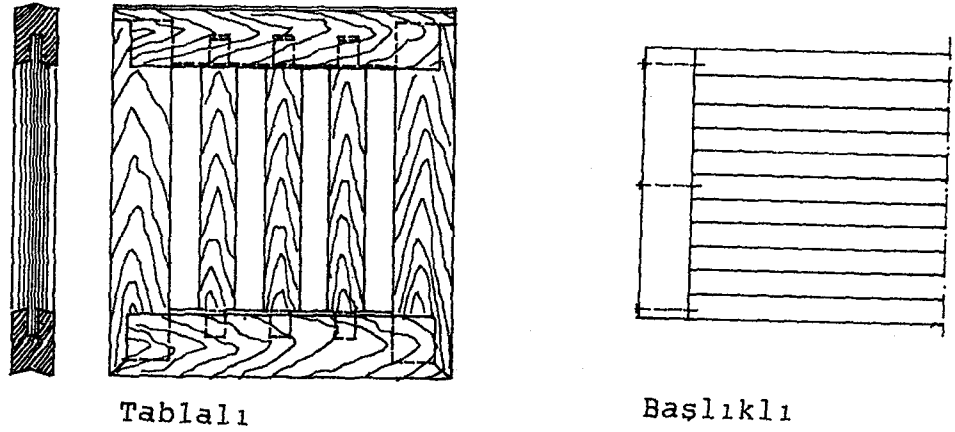
İki taban birleştirilirken birleşme köşesine ağacın özünün değil kenarının gelmesine dikkat edilmelidir.

Masif ağaçtan bir levha yapılacaksa tablalı, alttan kuşaklı, başlıklı... konstrüksiyonlar kullanılarak ahşabın yapacağı zararlı deformasyonlar önlenmeye çalışılır. (Şekil 2.14) [2,8,18]



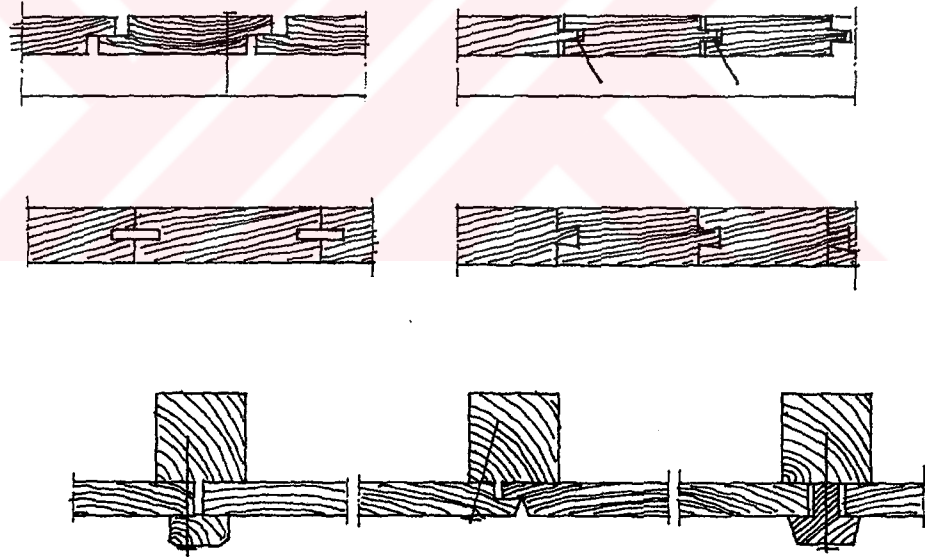
Altan Kuşaklı





Şekil 2.14. Tablalı, Alttan Kuşaklı, Başlıklı Konstrüksiyon

Yanyana gelen ahşapların birleşmesi için kullanılan birleştirme şekilleri de ahşabın çalışmasıyla bozulmayacak şekilde düşünülmelidir. (Şekil 2.15.) [18]



Şekil 2.15. Geçme Türleri

Bir ahşabı birden fazla sıra çiviyle tesbit etmek hatalıdır, ahşabın çatlamasına neden olur. Bir sıra

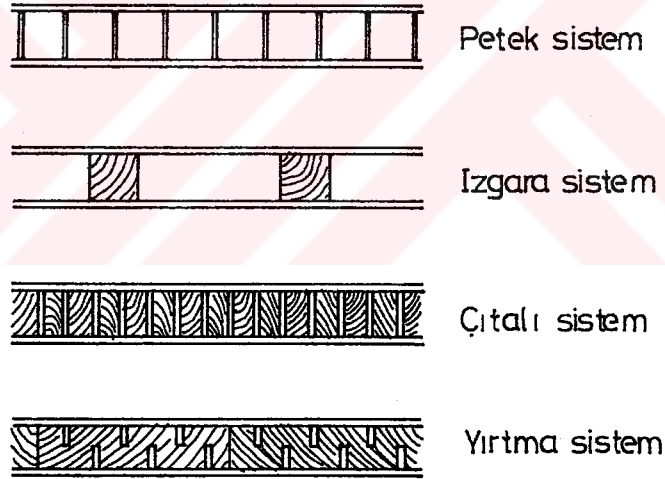
çiviyle tesbit edilince serbest olan uç rahatça çalışır. (Şekil 2.15)

2. Aktif Önlemler: Ağacın çalışmasını önleyici önlemlerdir.

a. Ağacı kurutma: Ağacı kullanılacak boyutlarda kestikten sonra 2-3 yıl havalandırarak bekletmek yöntemidir.

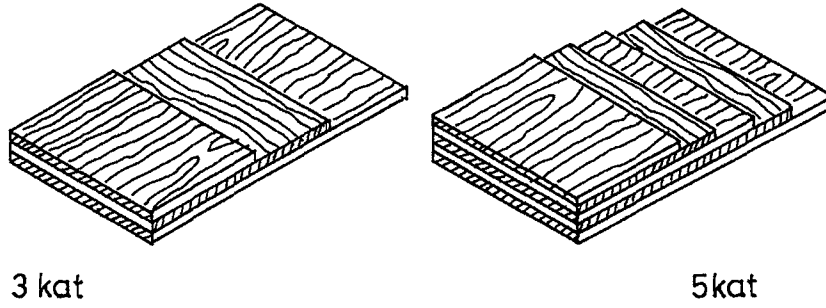
b. Ağacı öldürmek: Ağacı kesip parçalayarak iki kontrplak arasına yerleştirme yöntemidir. Çıtalı veya yırtma konstrüksiyon şeklinde olabilir. (Şekil 2.16)

c. Kontra Konstrüksiyon: Aynı lif doğrultusunda, yanyana yapıştırılmış ahşapların oluşturduğu yüzeyin



Şekil 2.16. Ahşabı öldürme yöntemleri

üstüne lif doğrultusu buna dik ahşapların oluşturduğu bir başka katın yapıştırılmasıyla oluşturulur. En garantisi beş kat olmasıdır. Bu prensibe dayanan kontrplağın eni, boyu değişmez. (Şekil 2.17) Kontrplaklar, kızılçam, gürgen, meşeden 3-10 mm kalınlığında üretilir. En çok kullanılan kalınlıklar, 4, 5, 6 mm olanlardır. [2,8,18]



Şekil 2.17. Kontraplak

Yapı ahşabını böceklerden korumak için, nemin % 22 nin altında tutulması yeterli değildir. Ahşabın toprakla bağlantısı kesilerek yeraltı kurtları gibi zararlıların tahribatı önlenabilir, ancak böcekler hareket halinde olduklarından tasarım özellikleri böceklere karşı korunumda yetersiz kalmakta ve böcek öldürücü kullanımı gerekli olmaktadır.

Ahşabın çürümesini önleyecek en temel önlem, ahşabı kuru tutmaktır. İyi bir tasarım, işçilik ve bakımla nem oranının % 20-22'nin altında kalması sağlanabilir. Böylece, binanın dışında kullanılan ahşap elemanların ıslanma miktarları en aza indirilebilir. Pencereilerin içeri çekilmesi, geniş saçaklar kullanılması gibi önlemlerle pencere, kapı v.b. kısımların ıslanmaları önlenir. Suyun akıp gitmesini sağlayan eğimler ve suyun birleşme yerlerine girmesini önleyecek detay tasarımları bu tip doğal önlemlere örnektir. Ancak, uzun vadede bu önlemlerin yetersiz kaldığı saptanmıştır.[7]

*** Yarı Endüstrileşmiş Yöntemler:** Bunlar, çeşitli kimyasal maddelerin basit yöntemlerle ahşabın yüzeyine uygulanarak bir miktar korumanın sağlandığı, endüstrileşmiş yöntemlere göre daha ucuz olan yöntemlerdir.

Ahşabın 52-55 C'lik sıcaklıkta 30-60 dakika kadar fırınlanması böcekler için öldürücü olabilmektedir. Bunun yanı sıra ahşabın yüzeyine çeşitli yöntemlerle böcek öldürücüler uygulanabilir:

a. Sıvı Uygulamalar: Kalıcı bir böcek öldürücünün taşıyıcı bir sıvı içinde eritilmesiyle oluşurlar. Organik - solvent bazlı sıvılarda böcek öldürücü, ispirto gibi uçucu bir taşıyıcıda eritilir ve metrekaresine 200-300 ml gelecek şekilde püskürtmek veya fırçayla uygulanır, deliklere şırıngalanabilir. Emülsiyon bazlı sıvılarsa böcek öldürücü içeren bir organik solvent ile suyun karışımından (1:10) oluşur. Su miktarının yüksek olması nedeniyle yalnız püskürtme veya fırçayla uygulanır.

b. Mayonez Macun: Yağ-solvent oranı yüksek olan emülsiyonlardır, metrekaresine 600-800 ml gelecek şekilde sürülerek uygulanır. Ahşabın yüzeyine iyi yapışması nedeniyle sıvı uygulamalardan daha etkilidir, ancak ahşabın yüzeyinde mumlu bir kalıntı bırakır.

c. Duman ve Gazlar: Bina içinde böcek öldürücü bu-
lutlar oluşturularak dumana maruz kalan tüm ahşap
yüzeylerindeki böcek, yumurta ve larvaları öldürür, ancak
ahşabın derinlerine etkimez. Metil bromür gazı kulla-
nıldığında, bu gaz ahşabın içine de nüfuz eder, ancak
yeni bir istilaya karşı korunum sağlamaz.[9]

Mantarların ve cürümenin önüne geçebilmek için alı-
nacak birinci önlem, nemi % 20 'nin altında tutmaktır.
Bunun yanı sıra sodyum pentaklorofenoksit, sodyum difenil
fenoksit, cıva klorit gibi kimyasal sıvılar fırça veya
püskürtme yöntemleriyle uygulanabilir.[13]

Ahşabın dışarıda kullanımında uygulanabilecek dört
çeşit malzeme vardır: koruyucular, nefes alan boyalar
(woodstain), boyalar ve vernikler. Bunlardan yalnız ilk
ikisi, ahşabı hava şartlarına karşı korur. Boyalar ve
pigmentsiz boya olan verniklerin nemi geçirme özelliği
olmadığından, bunlar boya tabakasının altında olan nemi
buraya hapseder ve ahşabın cürümesine neden olur, bu

arada kendi de çatlar, dökülür. Nefes alan ahşap boyaları, su buharının içerden dışarı, dışardan içeri geçmesine izin verir, böylece ahşabın nefes alarak fazla nemden kurtulmasını sağlarken sıvı halinde suyorsa ahşaba ulaşmasını engeller. Düşey yüzeylerde kullanıldığında daha iyi sonuç alınır, yüzeye sürülerek uygulanırlar. Daha etkili ve uzun ömürlü önlemlerse endüstrileşmiş olanlardır.[19]

*** Endüstrileşmiş Yöntemler:** Ağacın kesiminden itibaren ahşap bozulmaya başlar. Ahşabın ticari değerini korumak için, kesimden hemen sonra önlem alınmalıdır.

a. Daldırma Metodu: Ahşap, kereste fabrikasındaiken biçildikten sonra mavileşme ve küflenmeye karşı kimyasal madde havuzuna daldırılır. Genellikle sodyum pentakloro fenat kullanılan havuzlara keresteler tek tek veya gruplar halinde daldırılır. Aynı metodla böcek ve mantara karşı da önlem alınabilir. Ancak daha etkili metodlar da mümkündür:

b. Difüzyon Metodu: Biçilmiş ahşap birkaç saniye için konsantre kimyasal çözelti içine daldırılır, sonra birkaç hafta bekletilir. Bu arada ahşabın kuruması önlenir, böylece kimyasal maddeler ahşaba difüze eder. Bu yöntemin dezavantajı, uygulamanın her zaman tutarlı olmaması ve maddelerin ahşaba tesbit (fikse) edilememesidir. Bu basit yöntem, daha karmaşık yöntemlerin çok pahalı olduğu gelişmekte olan ülkelerde çok kullanılmaktadır. Endüstrileşmiş ülkelerse emprenye denilen, kimyasal maddelerin basınçla emdirilmesi yöntemini kullanmaktadır.[16]

c. Emprenye: Ahşabın hücrelerine koruyucu maddelerin emdirilmesi yöntemidir. Bu işlem, büyük basınç silindirleri içinde, 14 kg/cm² 'ye varan basınç uygulanarak gerçekleştirilir. Her türlü şekil verme, kesme, birleştirme ve delme işlemlerinin emprenye öncesi

yapılması önemlidir, bu şekilde koruyucu tabakanın zarar görmesi önlenir. Hangi tür emprenye işlemi yapılacağı kararı verilirken göz önünde bulundurulması gereken iki önemli nokta vardır. Birincisi, emprenyenin bir fabrikasyon işi olduğu, tesis ve kontrol gerektirdiğidir. Bu yüzden, temel yapı üretimiyle birlikte düşünülmeli, sonradan yapılacak bir işlem gözüyle bakılmamalıdır. İkincisiyse malzemenin kullanıldığı şartlardır. [16,7]

1. Vakum-Basınç Yöntemi: Kurutulmuş ve mümkün olduğunca son kullanım boyutlarına getirilmiş ahşap, basınç silindrine yerleştirilir, vakum uygulanarak hücrelerin içindeki hava boşaltılır. Sistem vakum altında tutulurken silindir kimyasal koruyucuyla doldurulur. Yaklaşık 12 atmosferlik hidrolik basınçla kimyasal çözeltinin diri odunun tümüne nüfuz etmesi sağlanır. Silindir boşaltılır ve basınç düşürülür. Sistem atmosfere açıldığında hücrelerin içindeki düşük basınçtan dolayı yüzeydeki çözelti emilir, böylece ahşap yüzeyi kuru kalır. [1,20] Bu işlem için kullanılan koruyucular:

Kreozot (Katran Ruhı): Direk, çit gibi ağır hizmet gören ahşaplarda kullanılır. Kokusu ve yapışkanlığı yüzünden kullanım alanı sınırlıdır.

Pentaklorofenol: Direk ve çitler için sadece Kuzey Amerika'da yaygın olan bir koruyucudur.

Suda Çözünen Tuzlar: En çok kullanılan CCA denilen bakır-krom-arsenik çözeltileridir. Ahşaba iyi nüfuz etme ve tespit olma özelliğinden dolayı en zor koşullarda kullanılacak ahşaplara uygulanır. Ahşabı çürüme, böcek ve termitlere karşı korur, buna karşılık insan, bitki ve hayvanlara zarar vermez. Ağaç türlerinin çoğu emprenyeden sonra açık pastel yeşili renk alır, yüzeyi yağsız ve temizdir, güneş etkisiyle kararmaz. Yeterli kuruma sağlandıktan sonra her türlü yapıştırıcı, boya ve

vernük uygulanabilir. Ahşaba uygulanacak metal bağlantı elemanlarına da paslandırıcı etkisi yoktur. Eğer em-prenye edilmiş ahşaba çentik, delik veya çapraz yarma açılırsa bu alan bir koruyucuyla çift kat örtülmelidir. CCA ile emprenye edilen ahşabın hizmet ömrü 50-60 yıldır.[16,19]

2. Çift Vakum (Vac-Vac) Yöntemi: Bu işlem 60-75 dakika sürer. İşlenmiş ahşap malzeme emprenye kazanına yerleştirilerek ilk vakum uygulamasıyla hücrelerin içindeki hava boşaltılır. Vakum altında organik solvent bazlı kimyasal madde kazana doldurulur ve denetimli bir şekilde atmosfer basıncı veya düşük basınç altında malzemeye emdirilir. Emprenye maddesi boşaltıldığında yüzey ıslaktır. İkinci bir vakum uygulamasıyla yüzeyi kurutulan ahşap, daha sonra dışarı alınır.[1,20]

Organik solvent bazlı koruyucu, ahşabı mantar, böcek ve termitlere karşı koruyan aktif maddeler, ahşabın çalışmasını azaltan hidrofobik maddeler içerir. Subasman düzeyi üstündeki elemanlar için uygundur, zira burada çürüme olasılığı toprakla temas eden ahşaba göre daha azdır. Bu yöntemle emprenye edilen ahşap, doğal rengini emprenye öncesi boyutlarını ve nem derecesini korur. Emprenye maddesinin çabuk kuruması nedeniyle ahşap 48 saat gibi kısa bir süre sonra boyanabilir ve yapıştırılabilir, metal bağlantıların paslanması söz konusu olmaz. Ahşabın emprenyeden sonra kesilmesi veya delinmesi söz konusu olursa bu kısımlar yine bir koruyucu tarafından örtülmelidir.[16,19,21]

Pencere ve kapı doğramaları, döşeme tahtası, pancur ve ahşap kasalar v.b. için mutlaka çift vakum yöntemi kullanılır. Subasman düzeyi üstü taşıyıcılar, çatı kafes sistemleri, cephe kaplaması, saçak, kemer ve balkon kerestesi olarak kullanılacak ahşaplar için birincil olarak çift vakum, ikincil olarak vakum-basınç yöntemi önerilir. Çatı plakaları, kiremit tahtası, sundurma

elemanları hava şartlarına maruz kalacak ahşaplar içinse vakum-basınç yöntemi birincil, çift vakum yöntemi ikincil çözümdür. Subasman düzeyi altındaki taşıyıcılar, temel kazıkları, çit ve direkler içinse mutlaka vakum-basınç yöntemiyle emprenye edilmelidir.

Koruyucu uygulamaların etkinliği, ahşabın emebildiği koruyucu miktarlarına ve nüfuz derinliğine bağlıdır. Difüzyon haric diğer yöntemlerde ahşabın alabileceği koruyucu miktarı onun anatomik yapısıyla ilgilidir., hücrelerin boyut, şekil ve sıvı iletme yeteneği önemlidir. Bu yüzden ağaçta sıvı ileten kısım olan diri odun, öz oduna oranla daha kolay işlenebilir, ayrıca basınçlı yöntemlerin kullanımı nüfuz derinliğini arttırır. Daha dayanıksız olan ahşap türlerine daha kolay işlem yapılır. Ahşabın emebileceği azami koruyucu miktarı ahşabın içindeki boşlukla ilgili, ahşabın yoğunluğuyla ters orantılıdır.[1,20]

Emprenye işlemine karşı ahşabın gösterdiği dirence göre ahşap dörde ayrılır:

Geçirgen: Basınç altında rahatlıkla ve tümüyle emdirilebilen akçaağaç, gürgen gibi ahşaplardır.

Az Dirençli: 2-3 saatlik basınç uygulamasından sonra 6-8 mm derinliğe kadar koruyucu emen karaağaç, çam, selvi gibi ahşaplardır.

Dirençli: İşlenmesi güç, daha uzun zaman gerektiren köknar, sedir, ladin gibi ahşaplardır. 3-6 mm'den derine inmek genellikle mümkün olmaz.

Çok Dirençli: Uzun işlem süresinden sonra bile çok az sıvı emen maun, abanoz, tik gibi ağaçlardır.

Koruyucunun iyi ve derine emilmesinin yanısıra koruyucunun zehirliliği ve kalıcılığı, ahşaptaki dağılımı ve işlenmiş ahşabın maruz kaldığı koşullar da koruyucu uygulamanın etkinliğini belirler. [17]

BÖLÜM 3. AHŞAP İSKELET YAPININ TAŞIYICILIĞI

3.1. TAŞIYICI SİSTEM ELEMANLARI

Yapıların taşıyıcı sistemleri, yığma ve iskelet olarak ayrılır. İskelet sistemde yükler, yatayda kirişler, düşeyde kolonlar tarafından taşınır. Bu sisteme etkiyen etkenler, çeşitli nedenlerden oluşan kuvvetler ve yüklerdir. Bu mekanik etkenler, iç ve dış kuvvetler olmak üzere iki grupta toplanır:

1. Dış Kuvvetler: Taşıyıcı sisteme doğrudan etkiyen yükler ve bu yükler altında oluşan reaksiyonlardır. Bu yükler ikiye ayrılır:

a. Statik yükler: Yapı elemanının ağırlığı, örtü ve konstrüksiyon yükleridir, sabit veya hareketli olabilirler.

b. Dinamik Yükler: Yapılara etkiyen dinamik yükler, bir zaman fonksiyonuna bağlı olarak değişen kuvvetlerdir. Rüzgar, deprem, makinelerin çalışması veya yüksek güçte patlamaların oluşturduğu kuvvetler dinamik yüklerdir. [22]

Rüzgar: Havanın atmosfer koşullarına göre hareket etmesi sırasında yapı yüzeyleri rüzgara maruz kalır. Rüzgar kuvveti, rüzgar hızının ve yönünün değişmesiyle artıp eksilen bir kuvvettir. Genellikle kuvvetin azami değerine göre hesaplanır.

Deprem: Yapıyı etkileyen dinamik kuvvetlerin en karışığıdır. Deprem sırasında zemin titreşimi yapıların temellerinde ötelenme ve dönmelere neden olur. Temeldeki bu hareket, üst yapıda harekete ters doğrultuda atalet kuvvetlerine yolaçar. Yapı elemanları arasındaki iç etkiler yapıyla birlikte titreşim yaparak çeşitli minimum ve maksimumlardan geçerler. Hesaplar, etkilerin maksimum değerlerine göre yapılır.

2. iç Kuvvetler: Taşıyıcı sistemin herhangi bir kesitinde oluşan Normal Kuvvet (N), Kesme Kuvveti (Q), Eğilme (M) ve Burulma (Mb) Momentleri etkileridir.[22]

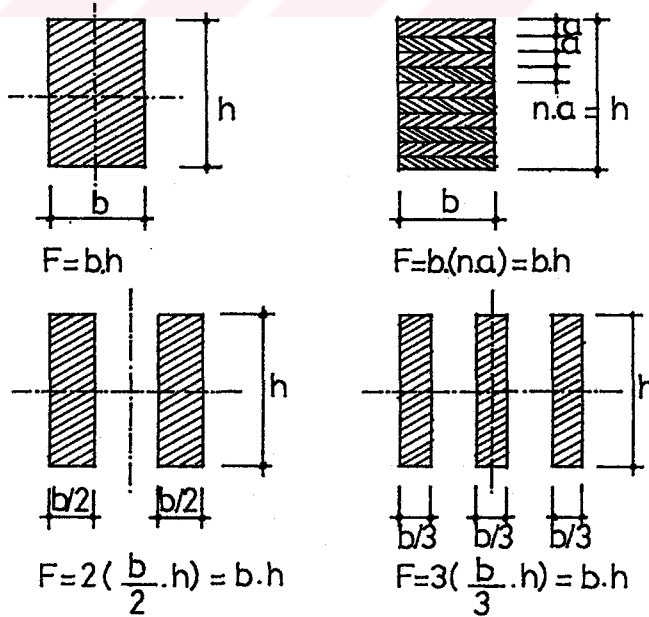
3.1.1.Çekme Çubukları

Uzunlukları boyunca her dik kesitlerinde sadece çekme kuvveti bulunan çubuklardır. Uygulama yerleri; özellikle kafes gövdeli sistemler, rüzgar ve stabilite bağlantıları, gergi ve askılardır.

Kesit Şekilleri: Çubuk kesidinin tek veya çok parçalı olmasının çubuğun taşıma gücüne etkisi yoktur. Gerilme, yükün kesit alanına bölünmesine eşittir. (Şekil 3.1.)Çubuğun ek veya birleşimlerinde kullanılan birleşim elemanı çivi ağaç vidası veya tutkalsa kalınlık en az 2.4 cm, alansa en az 14 cm² olmalıdır. Bulon veya kama kullanılması durumunda kalınlık en az 5 cm, alan da 50 cm²'dir. Yaptıkları deformasyon sadece uzamadan ibarettir ve

$$P \times l / E \times F$$

formülüyle hesaplanır.[4]



Şekil 3.1. Çekme Çubuğu Kesit Şekilleri

Ek ve Birleşim: Tek parçalı çekme çubuklarının boy uzatmak amacıyla yapılan birleştirmelerinde birleşim elemanı tutkalsa tutkal derzi, aktaracağı kuvvete paralel veya onunla açı oluşturacak şekilde düzenlenerek kendi düzlemine dik doğrultuda çekme kuvvetlerine maruz bırakılmaz. Çekme çubuklarını birleştirirken küt ek kullanılmaz. Şevli bindirme ekse, yapım güçlüğü ve parçaların üst üste binmesinin sebep olduğu ahşap kaybı nedeniyle kalınlığı 2-4 cm olan elemanlar için kullanılır. Kama dişli ekte, ahşap kaybı kalınlıktan bağımsız olarak 7.5 mm'ye indirilmiştir. (Şekil 3.2.) [4]

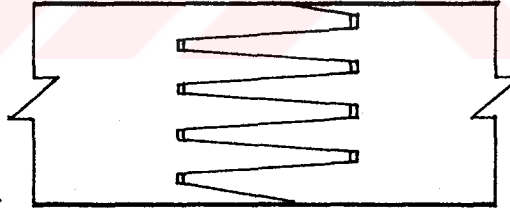
KÜT EK



ŞEVLİ BİNDİRME EK

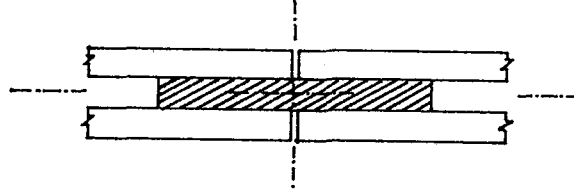


KAMA DİŞLİ EK



Şekil 3.2. Çubuk Ekleme

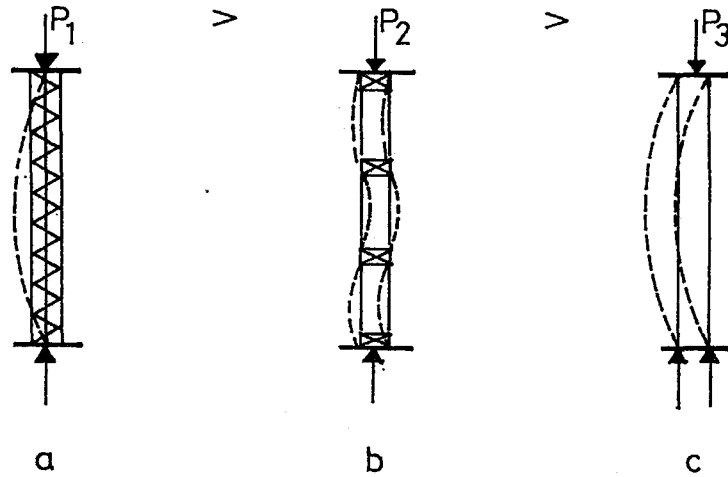
Diğer birleşim elemanları için yapım ilkeleri aynıdır. Ek için çekme çubuğunun yanlarına ahşap veya metal latalar konur ve esas çubukla birleştirilir. Ahşap latalarda ek, ek yerine ve çubuk eksenine göre simetrik olmalıdır, aksi takdirde dış merkez kuvvetten ötürü ek gerilmeler oluşur. Bunu önlemek için, ahşap latalar, %50 arttırılmış kuvvete göre boyutlandırılırlar, metal latalarda bu sorun yoktur.[4]



Şekil 3.3. Çekme Çubuğu Birleşmesi

3.1.2. Basınç Çubukları

Sadece basınç kuvveti aktaran çubuklardır. Kafes gövdeli kirişlerde raslanır, ahşap dikmeler de bu gruba girer. Basınç çubukları, tek ve çok parçalı olarak incelenir. Basınca dayanıklılık, Şekil 3.4.'de görüldüğü gibi enine sürekli bağlantılı tek parçalı basınç çubuklarında (a), enine yeterli bağlantılı çok parçalı basınç çubuklarına (b) oranla daha fazladır. En dayanıksızıysa enine bağlantısı yetersiz, iki tek parçalı basınç çubuğudur. Enine bağlantılar, en azından çubuk uzunluğunun $1/3$ noktalarında ve çubuk uçlarında düzenlenmelidir. Çubuk bu bağlantılarla 3, 5, 7 gibi tek sayıda bölmelere ayrılmalıdır.[4]



Şekil 3.4. Basınç Çubuklarının Basınca Dayanıklılığı

Tek Parçalı Basınç Çubukları: Çekme çubuklarından farklı olarak burkulma etkisi de önem kazanır. Burkulma uzunluğu çubuk boyuyla ilgilidir, ancak her zaman ona

esit değildir; basınç çubuğunun iki ucundaki mesnetlendirme koşulları da bunu etkiler. Böylece gerilme:

$$(\infty \times P / F) + (0.85M/W)$$

formülüyle bulunur.

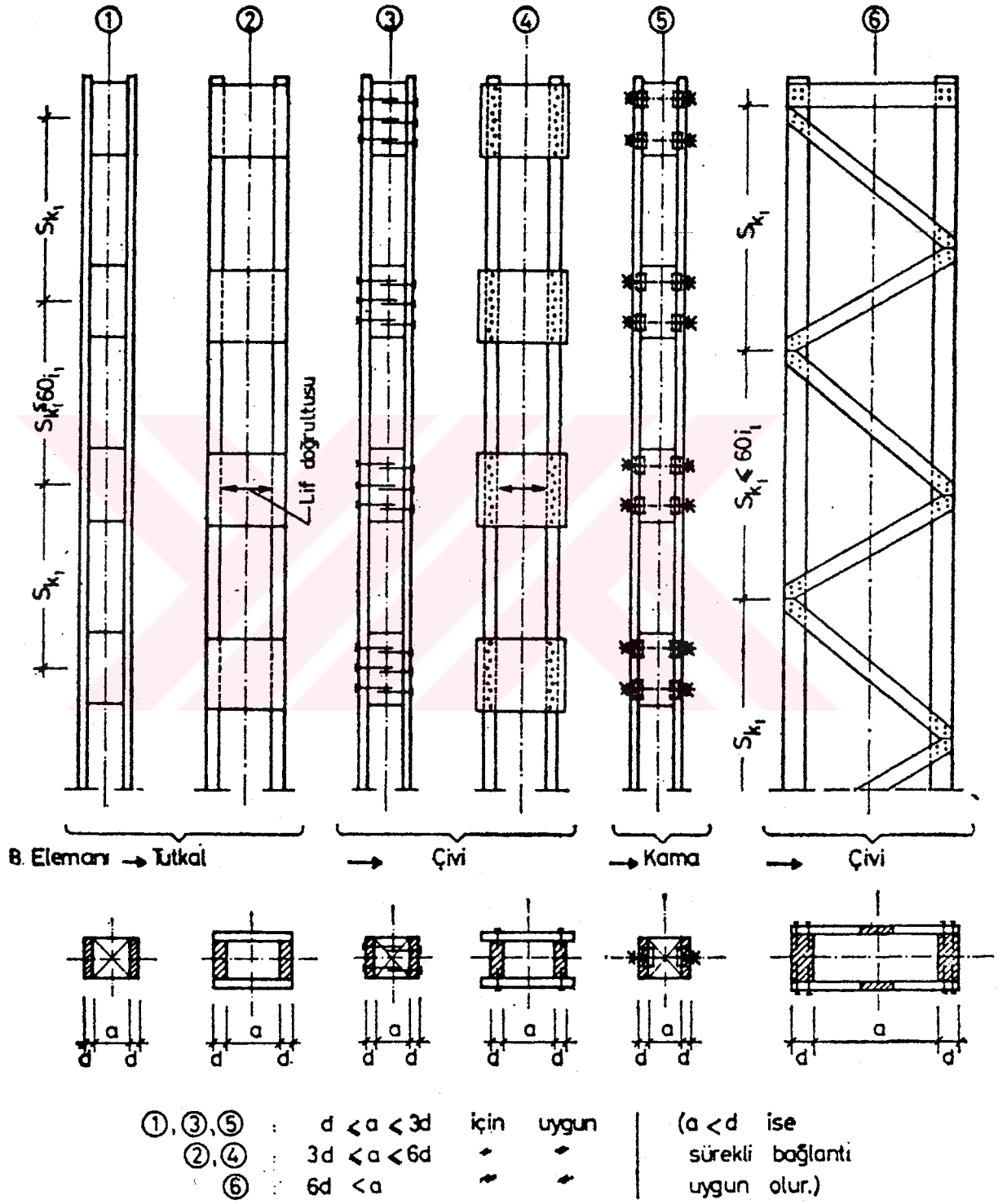
Çok Parçalı Basınç Çubukları: Bu tip çubuklarda gerilme kontrolü, xx ve yy eksenlerine göre ayrı ayrı yapılmalıdır. Malzemeli eksen (xx), kesidi oluşturan parçaların tümünü birden kesen eksendir. Bu eksene göre gerilme kontrolü, tek parçalı basınç çubukları gibi yapılır. Malzemesiz (yy) ekseninde enine bağlantıların varlığı da hesaba katılmalıdır. (Şekil 3.5)

Çok parçalı basınç çubukları, kereste sarfiyatı bakımından ekonomik olmaktan uzaktır. Basınç çubukları için en ideal şekil, biçilmemiş yuvarlak ağaç;tomruktur. Bunun ardından kare veya kareye yakın tek parçalı dikdörtgen kesitler gelir.

Basınç Çubuklarının Ek ve Birleşimleri

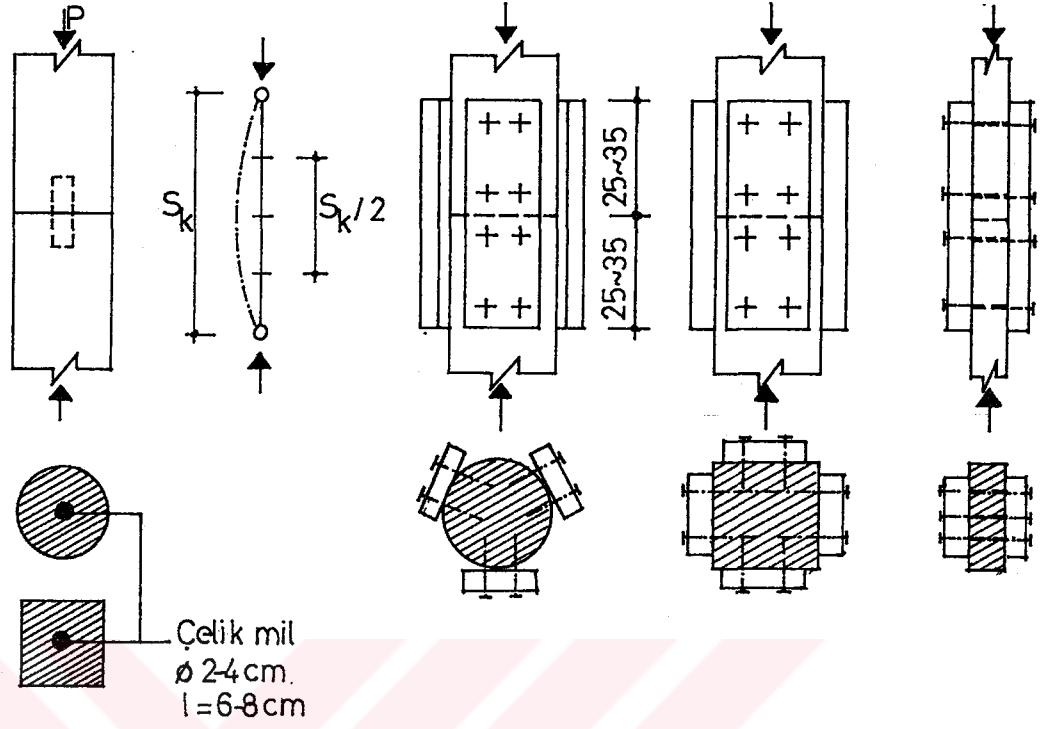
Kuvvet doğrultusuyla kuvvetin aktarılacağı ikinci parçanın lif doğrultusu arasındaki açının değerine göre incelenir:

-Açı sıfırırsa: Mevcut kereste boylarına göre daha uzun olması istenen ahşap kolonalar ve kafes gövdeli sistemlerin basınç kuvveti taşıyan basınç çubuklarında boy uzatmak amacıyla yapılan birleşimlerde açı sıfırdır. Ek yerlerindeki yüzeyler arasında tam bir temas sağlandığı halde kare veya daire kesitli basınç çubuğunun merkezine 2-4 cm çapında, 6-8 cm bir çelik pim yerleştirmek yeterlidir. Bu durum, ek yerinin burkulma uzunluğu dışında olduğu ve momentin olmadığı koşullar için geçerlidir. Yüzeyler arasında tam teması sağlamak için araya nemli toprak kıvamında ince bir tabaka kum çimento harcı konur. Çubuk uçları, çubuk eksenine tam dik olarak, çok düzgün şekilde kesilince iki yüzey arasında kuvvet ak-

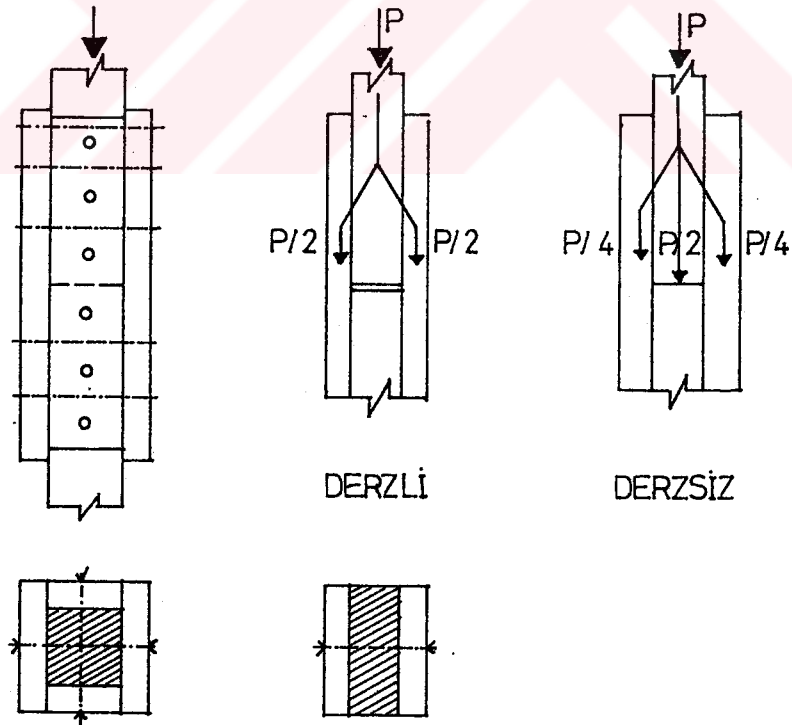


Sekil 3.5. Çok Parçalı Basınc Çubukları

EK YERİ ($S_k/2$) DIŞINDA VE (M) YOKSA :



EK YERİ ($S_k/2$) İÇİNDE VEYA (M) VARSA:

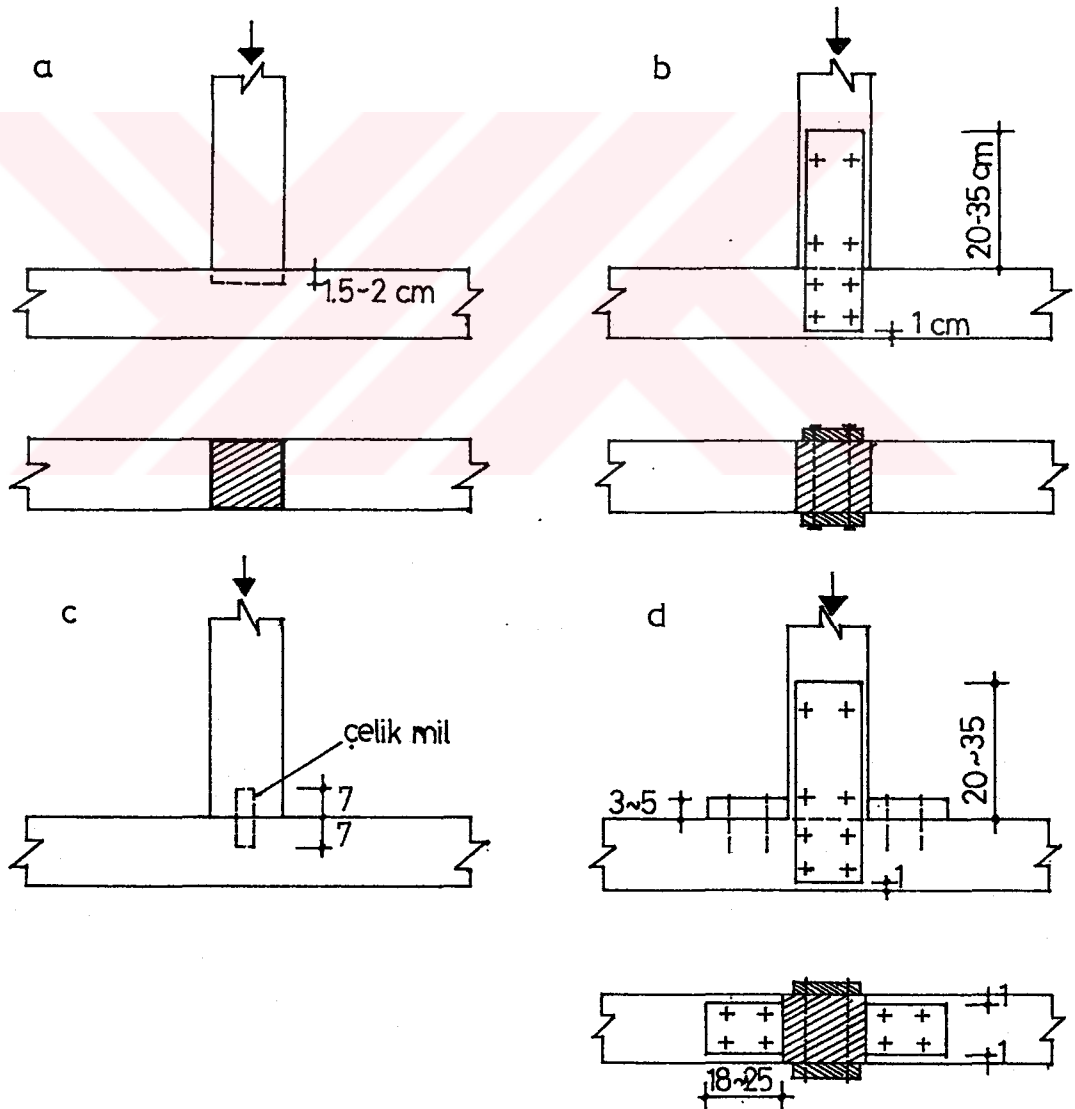


Sekil 3.6.

Açı Sıfırsa Basınç Çubuğu Eki

tarımını engelleyecek boşluk kalmaz. Bu koşulun sağlanamayacağı durumda ek için gerekli birleşim elemanı sayısı arada derz varmış gibi hesaplanır. Ek yerinin burkulma boyu içerisinde olduğu veya moment olan durumda birleşme 2 veya 4 yandan latalar aracılığıyla yapılır. (Şekil 3.6)

-Açı 90 ise: Ahşabın liflere dik yönde basınç gerilmesi, liflere paralel olma oranla çok küçük olduğundan bu tür birleşimlerde çubuk kesit alanından tam olarak yararlanmak doğrudur. Yatay ve düşey konstrüksiyon, sadece düşey latalarla birleştirilebileceği gibi,

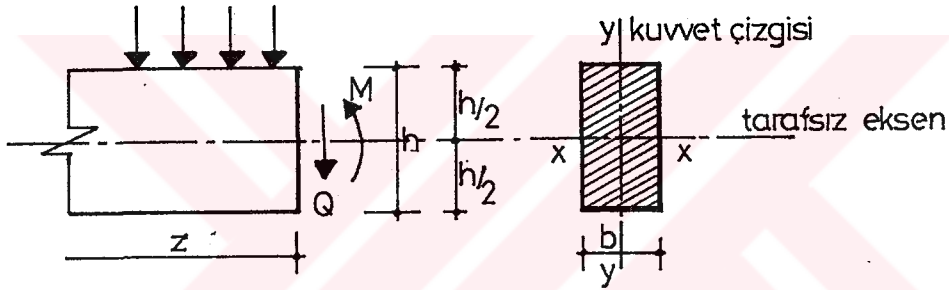


Şekil 3.7. Açı 90° ise Basınç Çubuğu Eki

göre; basit, konsol, konsollu ve Gerber (mafsallı sürekli) kirişler olarak değişirler.[4]

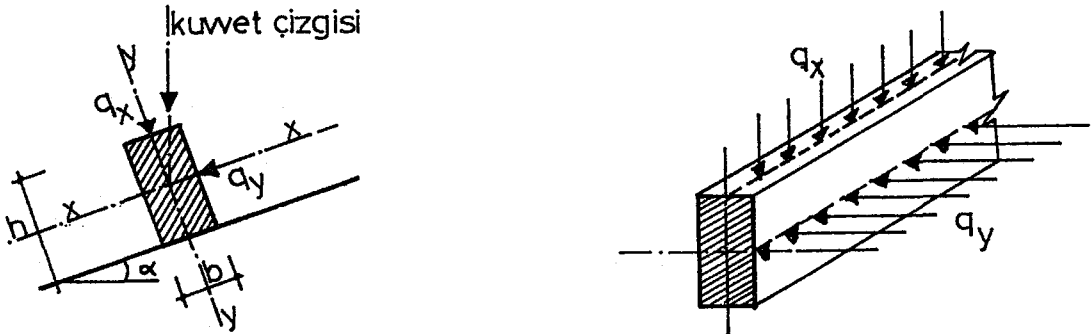
Eğilme çubuklarında gerilme kontrolü yapılırken üç eğilme hali olduğu göz önünde tutulmalıdır:

-Düz Eğilme Hali: Kuvvet çizgisinin keside ait asal eksenlerden biriyle çakışması durumudur. Eğilme çubuklarında momentin yanı sıra kesme kuvveti de etkidiğinden kesitte normal ve kayma gerilmeleri oluşur. Ayrıca sehimler (f) önem kazanır. (f emn) değeri, döşeme kirişi için 1/300, aşıklar ve mertek için 1/200, konsol için 1/150'dir. (Şekil 3.9.)



Şekil 3.9. Düz Eğilme Durumu

-Eğik Eğilme Hali: Kuvvet çizgisinin keside ait asal eksenlerden hiç biriyle çakışmaması halidir. Bu durum, eğimli çatılardaki aşıklarda, düşey yüklerin yanı sıra rüzgar gibi yatay yüklerin de etkidiği çubuklarda (Şekil 3.10) görülür.



Şekil 3.10. Eğik Eğilme Durumu

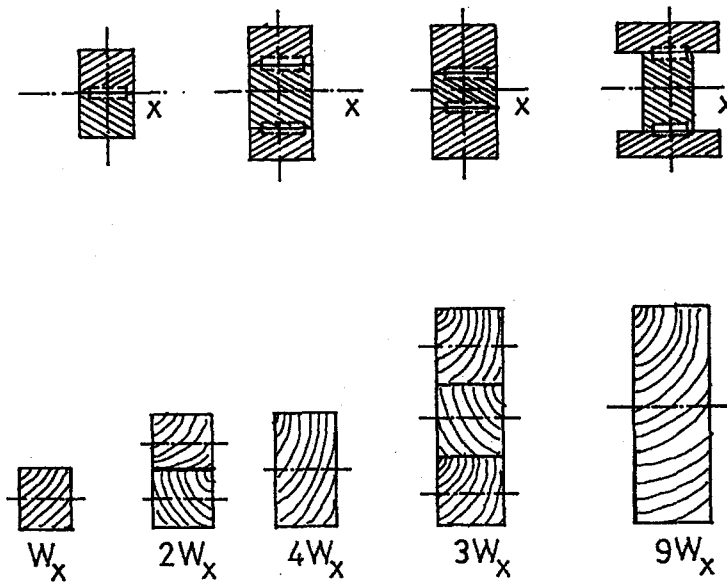
-Bileşik Eğilme Hali: Eğilme momentinin yanı sıra bir de aksenal kuvvet (basınc/çekme) bulunduğu durumdur.

Kirişlerin ahşap kiriş veya kolonlarla birleşimleri bu amaçla hazırlanmış köşebent veya uygun şekilde bükülerek üzengi biçimine getirilmiş çelik levhalarla yapılır, paslanmaya karşı önlem alınır. Boy uzatma amacıyla yapılan ekler için uygun yer, kesit fazlasının en fazla olduğu yerdir. [4]

Cok Parçalı Eğilme Çubukları

Genelde eğilme çubuklarının kesitleri, genişliğe oranla yükseklikleri daha büyük olan bir dikdörtgen şeklindedir. Tek parçalı kesitle çözülemeyecek durumlarda birleşik kesitler kullanılır. Birleştirmek için:

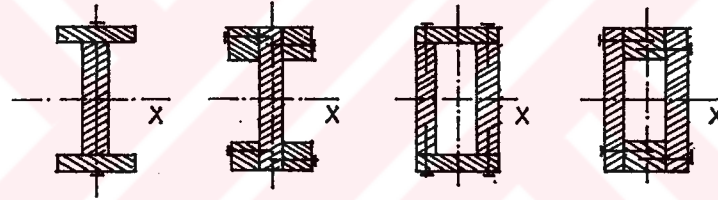
-Tutkallı Kiriş: Hetzer kirişi ahşapların üst üste tutkallanarak birleştirilmesi sonucu elde edilir. Önce-leri tasarruf amacıyla I profil olarak kullanılmış, daha sonra işçiliğinin kolaylığı nedeniyle dikdörtgen keside dönülmüştür. (Şekil 3.11.)



Şekil 3.11. Kamalı ve Tutkallı Kirişler

-Kamalı Kiriş: Kesitler en çok iki veya üç parçalı olarak oluşturulur, üst üste konan parçaların yükler altındaki deformasyonu sırasında birbirleri üzerine kaymaması, birleşik kesit olarak çalışması için araya kamalar yerleştirilir, böylece kesidin yüksekliği 2 veya 3 katına çıkarılmış olur. Kama yerine tutkalla birleştirilmiş olsalardı mukavemetleri 4ve 9 katına çıkardı. Ancak tutkalla oluşturulan dikdörtgen kesitlerde tekil parça kalınlığı en fazla 3-5 cm olduğundan kamalı kirişlerde tutkal kullanılması söz konusu değildir. (Şekil 3.11.)

-Çivili Kirişler: Ahşap parçaların istenilen kesidi oluşturmak üzere çiviyle birleştirilmesiyle oluşturulur. Çivi derzlerindeki oynaklığın mukavemeti azaltacağı göz önünde bulundurulmalıdır. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12. Çivili Kirişler

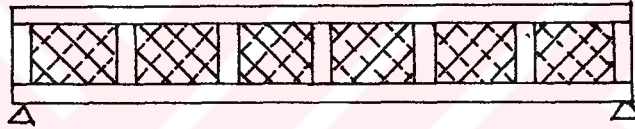
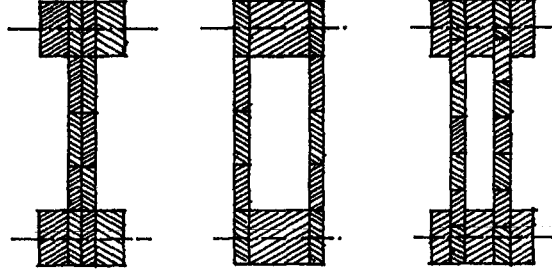
-Tahta Gövdeli Kirişler: Kamalı ve çivili kirişlerle ulaşılabilecek maksimum kesit yüksekliği, kesidi oluşturan tekil parçaların kesit ölçüleriyle sınırlıdır. Tahta gövdeli kirişlerde gövdeyi oluşturan, kiriş eksenine 30-45° eğimle yerleştirilmiş tahtalar olduğundan, bunların uzunluklarının el verdiği ölçüde kiriş yüksekliği arttırılabilir; en ekonomik sınırlar:

$$h = (1/10-1/12)l$$

Gövdeyi oluşturan tahtaların başlıklarla birleştirilmesi çivilerle yapılır. Tahta gövdeli kirişlerin elemanları, başlıklar, gövde tahtaları ve dikmelerdir. Eğilme momentleri başlıklarla, kesme kuvvetleri gövde tahtalarıyla karşılanır. I kesitlerde gövde tahtaları çift katlı yapılmalı ve bunlar kirişin ortalarına göre simetrik

olmak üzere birbirini çapraz kesecek şekilde yerleştirilmelidir. Kesidin bir yüzünde çekme, diğer yüzünde eşit değerde basınç olacağından bunların başlık üzerindeki düşey bileşenleri birbirini dengeler. (Şekil 3.13.)

[4]



Şekil 3.13. Tahta Gövdeli Kirişler

3.2. BİRLEŞİM AKSESUARLARI ve BİRLEŞİM NOKTALARI

Birleşim Aksesuarları:

Birleşim aksesuarları, kuvvet aktarmakla görevli iskelet elemanlarının aynı noktada birleştirilmesi amacı ile kullanılırlar. Başlıca üç işlevleri vardır:

-Boy uzatma: Piyasada boyları sınırlı olan yapı kerestelerini uç uca ekleyerek gerekli uzunlukta taşıyıcı eleman elde etmek.

-Bileşik kesit oluşturma: Statik ve mukavemet hesaplarının gerektirdiği kesitleri piyasada mevcut, sınırlı kesitleri belli bir düzende bir araya getirerek beraber çalışmalarını sağlamak.

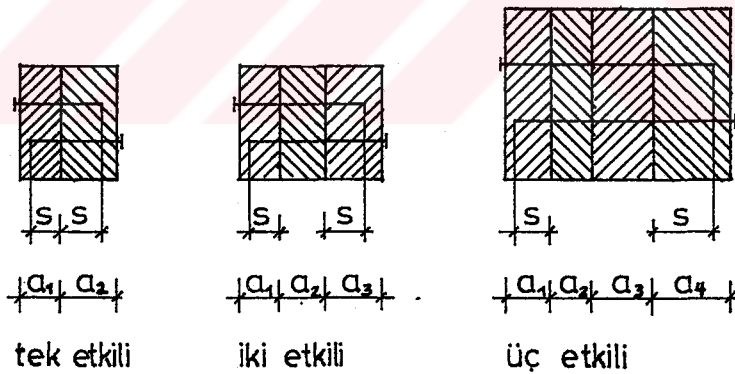
-Kafes gövdeli sistemlerde düğüm noktaları oluşturmak.[4]

kesitleri belli bir düzende bir araya getirerek beraber çalışmalarını sağlamak.

-Kafes gövdeli sistemlerde düğüm noktaları oluşturmak.[4]

Başlıca birleşim aksesuarları çiviler, bulonlar, kamalar, ağaç vidaları ve tutkaldır.

3.2.1. Çivili Birleşimler: Çiviler, çekmede kopma gerilmesi 6000-8000 kg/cm² olan özel bir çelikten yapılmış daire kesitli birleşim elemanlarıdır. Daha değişik kalitede çelikten yapılarak, boylarının bir bölümü nervürlü, çentikli, veya yivli hale getirilerek taşıma güçleri arttırılabilir. Çivili birleşimin taşıma gücünü (N_c) belirleyen etkenler, çivinin çapı (d_c), ahşabın kalınlığı (a), ahşabın basınç mukavemeti ($\sigma_{emn \parallel}$), çivinin çakma boyu (s) ve birleşimdeki çivi sayısı (n), çivilerin tek veya çift etkili çalışması, çiviler arası aralıklar ve kenardan uzaklıktır. (Şekil 3.14.) [4,23]



Şekil 3.14. Çivili Birleşimler

Çivinin güvenli taşıma kapasitesi TS 647'ye göre :

$$N_c = 500 \times d_c^2 / 1+d_c \quad \text{kgf}$$

formülüyle hesaplanır. Ahşap İnşaat Şartnamesi'ne göre bu değer :

$$N_c = 3.5 d_c^2 \quad \text{kg} \quad (\text{tek etkili})$$

$$N_c = 7.0 d_c^2 \quad \text{kg} \quad (\text{çift etkili})$$

şeklinde hesaplanır.

Tablo 3.1. Çivinin Emniyetle Taşıyabileceği Kuvvet (Nc) kgf

Çivi çapı d (mm)	en az absap kalınlığı a (mm)	çivi boyu l (mm)	en küçük çakma derinliği (mm)	Tek etkili için N _c (kgf) TS647	Çok etkili için N _c (kgf) TS647	Türk Ahsap İnşaatı Şartnamesi
	delik açılmış	delik açılmamış	tek çok etkili etkili	delik açılmış delik açılmamış	delik açılmış delik açılmamış	tek çok etkili etkili
31	24	24	38 25	36 45	72 90	33.5 67
34	24	24	41 27	43 54	86 108	40.5 81
38	24	24	46 30	52 65	104 130	50.5 101
42	26	26	51 34	62 77.5	124 155	62 124
46	30	28	56 37	72 90	144 180	74 148
55	40	33	66 44	97.5 122	195 244	106 212
55	40	33	66 44	97.5 122	195 244	106 212
60	46	36	72 48	112 140	224 280	126 252
70	60	42	84 56	144 180	288 360	172 344
75	68	45	90 60	160 200	320 400	197 394
80	75	48	96 64	178 222	356 444	224 448
90	90	54	108 72	213 266	426 532	283.5 467

Ahşabın çatlamaması bakımından en küçük ahşap kalınlığı (a) 24 mm olmalıdır. Önceden çivi deliklerinin açılmadığı hallerde en küçük parça kalınlığı :

$$a = d\phi (3+8d\phi)$$

formülüyle bulunur.

Dolu gövdesi iki çapraz tabakadan oluşan I kesitli kirişlerde, gövdeyi oluşturan parçaların herbirinin genişliği 14 cm'den az olursa, çift etkili civilerin kullanılması şartıyla yukarıdaki formülle elde edilen değerlerin 2/3'ü esas alınabilir. Tek ve çok etkili birleşimlerin taşıyabileceği kuvvet, (m) etki sayısı olmak üzere (Nç x m) şeklinde hesap edilir.

Önceden delinmiş deliklere yerleştirilen civilerin kullanılması durumunda delik çapları $0.85d\phi$ olmalıdır. Civilerin emniyetle taşıyabileceği kuvvetin %25 fazlası kabul edilir. Ahşap yapıda kullanılan masif ahşap, meşe veya kayın cinsindeyse birleşimler önceden açılmış deliklere çivi yerleştirilerek yapılmalıdır. Bu durumda Nç iğne yapraklıların 1.5 katı şeklinde hesaplanır.

(Tablo 3.1.) [4]

Tablo 3.2. Çivi Aralıkları

		Kuvvet Doğrultusunda Minimum Çivi Aralıkları	
		Delik açılmış	Delik Açılmamış
Aynı sıradaki civilerin aralıkları	liflere	10dç 12dç*	5dç
	liflere ⊥	5dç	5dç
Etkilenen ahşap kenarından uzaklık	liflere	15dç	10dç
	liflere ⊥	7dç 10dç*	5dç
Etkilenmeyen ahşap kenarından uzaklık	liflere	7dç 10dç*	5dç
	liflere ⊥	5dç	3dç

* dç>42 mm ise

Çelik levhaların kullanıldığı ahşap birleşimlerde ahşapta ve çelik levhada çivi delikleri önceden delinerek açılır. Çelik levhanın kalınlığı en az 2 mm olmalıdır, kalınlık 5 mm'den azsa korozyona karşı önlem alınmalıdır. En ince tahta parçalarında kuvvet doğrultusundaki minimum çivi aralıkları Tablo 3.2. 'de gösterildiği gibidir.

Kuvvet doğrultusuna dik yöndeki çivi aralıkları birbirlerinden ve kenardan uzaklıkları , delikleri önceden açılanlarda en az 3dç, açılmayanlardaysa en az 5dç olmalıdır. Aralıklar ve kenara uzaklıkların liflere paralel doğrultuda 40dç, liflere dik doğrultuda 20dç'yi geçmemesine dikkat edilmelidir. [4,23]

Civili birleşimler için bazı kurallar:

-Kuvvet ne kadar az olursa olsun, tek etkili en az 4 veya çift etkili en az 2 çivi çakılmış olmalıdır.

-Çekme çubukları eklerinde kuvvet doğrultusundaki civilerin sıra sayısı 10'u geçerse Nç emniyette %10 azaltma yapılır.

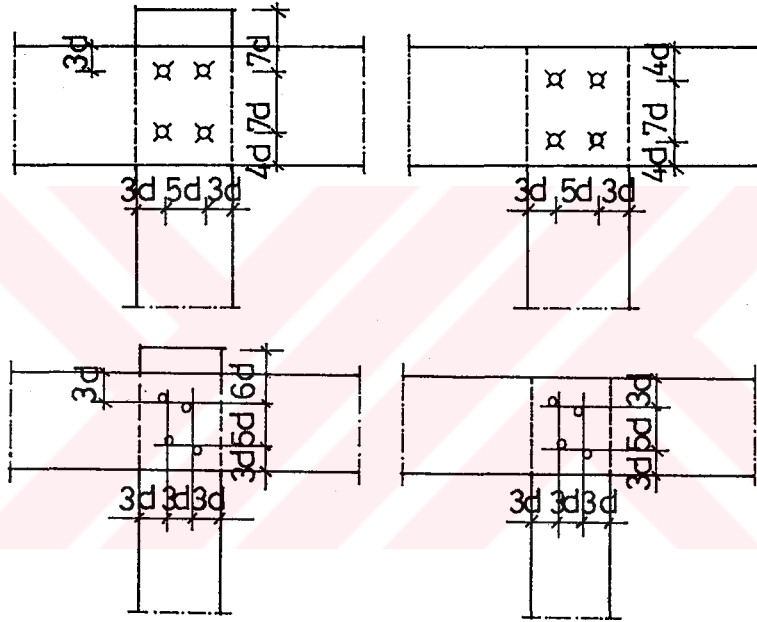
-Dikdörtgen kesitle daire kesit birleştirilirken Nç emniyet, $\frac{2}{3}$ Nç emniyet olarak kabul edilir.

-İki daire kesitli eleman çiviyle birleştirilemez.

-Çivi yerine öyle çakılmalı ki baş kısmı elle yoklanınca ancak hissedilebilir olmalıdır.

3.2.2. Bulonlu ve Pim Kamalı Birleşimler: Birleştirilen parçalar arasındaki kayma yüzeyine dik doğrultuda konmuş daha çok eğilmeye çalışan, gövdesi silindirik, içi boş veya dolu, uçlarına dış açılmış ve yerinde sıkılabilen metal elemanlarla yapılan tüm birleşimler bu gruba girer. Parçaların birbirine göre yer değiştirmesi (δ) büyük olduğundan fazla deformasyonların sakıncalı olduğu durumda kullanılmaz. [4]

Bulonlar, ahşapta önceden açılmış, çaplarına uygun veya en çok 1 mm kadar büyük boyutlu deliklere yerleştirilirler. Pim kamaların yerleştirileceği deliklerse kama çapından 0.2-0.5 mm kadar küçük olmalı ve kamanın deliğe sıkıca yerleşmesi sağlanmalıdır. Bulonların çapı en az 12 mm, pim kamaların çapıysa en az 8 mm olmalı, bunlar Fe37 çeliğinden yapılmış olmalıdır. Bulonlu birleşimlerde en az 2, pim kamalıdaysa en az 4 pim kama bulunması ve bunların simetrik olarak yerleştirilmesi sağlanmalıdır. (Şekil 3.15)



Şekil 3.15. Bulon & Pim Kamalı Birleşimlerde Minimum Aralıklar

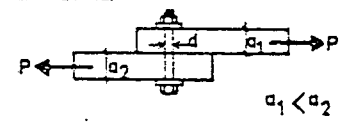
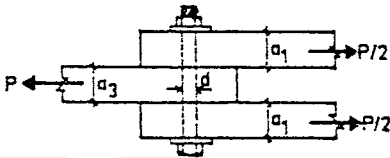
Bulonlu veya pim kamalı birleşimler, tek, çift veya daha çok etkili olarak yapılabilir. Zorunlu olmadıkça tek etkili olarak kullanılmamalıdır. Bu birleşimlerde bir bulonun veya pim kamanın güvenli çalışma kapasitesi, lif doğrultusundaki kuvvetler için:

$$N = \sigma_{emn} \times a \times d \quad (\text{kgf})$$

$$N = A \times d^2 \quad (\text{kgf})$$

olmalıdır. Burada (N); güvenli taşıma kapasitesi, (σ_{emn}) ezilme emniyet gerilmesi (kgf/cm^2), (a); en küçük ahşap kalınlığı (cm), (d); bulon veya pim kamanın çapı (cm), (A) ise Tablo 3.3'de gösterilen değerdir (kgf/cm^2).

Tablo 3.3. Bulonlu ve Pim Kamalı Birleşimlerde Güvenli Taşıma Hesabında Kullanılan Değerler

	AHŞAP CİNSİ	BULON		PİM KAMA	
		σ _{emn} kgf/cm ²	A	σ _{emn} kgf/cm ²	A
TEK ETKİLİ 	iğne yapraklı	40	170	40	230
	meşe & kayın	50	200	50	270
ORTA AHŞAP					
ÇİFT ETKİLİ 	iğne yapraklı	85	380	85	510
	meşe & kayın	100	450	100	600
KENAR AHŞAP					
	iğne yapraklı	55	260	55	330
	meşe & kayın	65	300	65	390

Kuvvetin liflere dik etki etmesi halinde N değeri 0.75N olarak alınır. Kuvvet liflere eğik etkiyorsa N için lineer enterpolasyon yapmak gerekir:

$$N = (1 - \alpha/360) \times N_{\parallel} \quad 0 < \alpha < 90$$

Kenar ahşaplar yerine metal parçaların kullanıldığı durumda orta ahşaba ait N değeri, %25 arttırılarak hesaba konur. Metalde oluşacak gerilmelerin metalin ezilme emniyet gerilmesini aşmamasına dikkat edilir.[23]

Birleşimlerinde bulon kullanılan ahşap yapı elemanı kesitleri için kullanılabilecek en küçük ölçüler:

TS647'ye göre küçük kenar = 5 cm, alan = 50 cm²

DIN1052'ye göre küçük kenar = 4 cm, alan = 40 cm²

3.2.3. Kamalı Birleşimler: Kamalı birleşimlerde çoklukla basınç, kesme gerilmeleri altında kalarak çalışan dikdörtgenler prizması biçiminde veya dilim, halka, tırnaklı halka, levha biçimli kamalar kullanılır. Genellikle ahşapta kendileri için açılmış özel yuvalara yerleştirilerek veya ahşaba gömülerek kullanılabileceği

gibi, bu iki metodun birlikte kullanılmasıyla da yerlerine yerleştirilebilir.

Kamalar genellikle birinci sınıf meşe ve benzeri sert ağaçlardan yapılır. Kamalı birleşimde kullanılacak kereste de birinci veya ikinci sınıf olmalıdır. En çok kullanılan kama, boylama kama'dır. Enleme kamalar, liflerine dik yönde yüklendiklerinden ve rötire nedeniyle birleşimde gevşeme olabileceğinden kuvvet taşıyan birleşimlerde kullanılmamalıdır. Dış kamalarsa ağır yüklü kirişlerin, kesme kuvvetinin çok olduğu mesnetlere yakın bölgelerinde kullanılır. (Şekil 3.16) [4,23,24]



Şekil 3.16. Kama Tipleri

Kamalı birleşimlerde kural olarak, daima sonradan sıkılabilir bulonlar kullanılmalı ve her kama bulonla güven altına alınmış olmalıdır. Kenar uzunluğu veya çapı 120 mm'den fazla olan kamalar kullanıldığında yan parçaların uçlarına da ek sıkıştırma bulonları konulmalıdır.

Dikdörtgenler prizması şeklindeki ahşap kamaların lif doğrultuları, birleştirdikleri ahşapların lif doğrultusuna paralel olmalıdır. Bir birleşim yerinde aynı sırada ardı ardına en çok dört kama düzenlenebilir. Kamanın yuvasında oluşturduğu ezilme etkisi için izin verilebilecek gerilmeler Tablo 3.4'de verilmiştir.

Dikdörtgenler prizması şeklinde kamalar, ahşabın yanı sıra çelikten de olabilir. Bunlar, ek parçaları

çelik lama olan çekme çubuğu eklerinde veya tek parçalı büyük kesitli kolon ve benzeri basınç çubukları eklerinde de kullanılır. [4]

Tablo 3.4. Lif doğrultusundaki Ezilme Emniyet Gerilmeleri (kgf/cm²)

Sıra no.	Kama boyunun gömülme derinliğine oranı D/t	Kuvvet doğrultusunda ardı ardına sıralanmış kama sayısı	
		1-2	3-4
1	≥5	85	75
2	<5	40	35

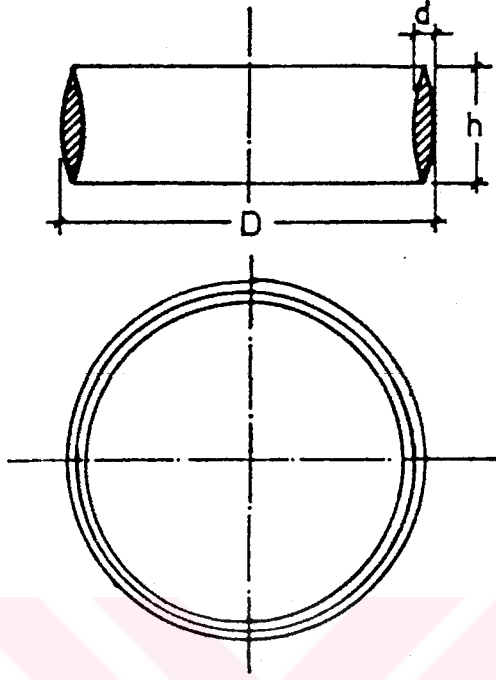
Büyük kuvvetlerin aktarılması söz konusu olan yerlerde daha az alana gerek duyan özel biçimli çelik kamalar kullanılır. Bunlarla birleştirilecek ahşaplar, en azından ikinci sınıf olmalıdır.

Özel biçimli çelik kamalar, yerlerine yerleştirilmeleri bakımından iki ana gruba ayrılırlar: önceden matkap veya frezeyle açılmış yuvalara oturtulanlara oturtma kamalar denir; meşe ve kayın kerestesinden yapılan birleştirmeler yalnızca bu metodla yapılır, yerlerine basınçla yerleştirilenlere de çakma veya gömme kamalar denir.

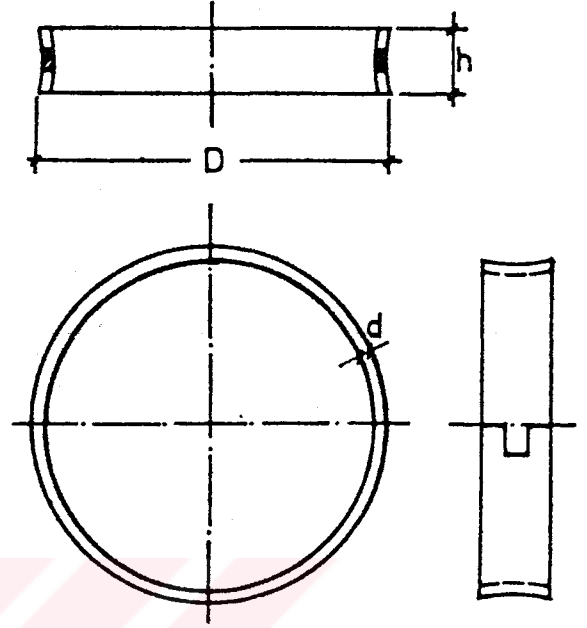
Tüm kama türlerinde olduğu gibi kamanın devrilmesini önlemek için bulon kullanılır. Ahşabın rötresi nedeniyle zamanla meydana gelebilecek gevşemeyi ortadan kaldırmak için bulon somunlarını zaman zaman sıkmak gereklidir. [4]

Çeşitli kama tipleri, Şekil 3.17'de verilmiştir. Kamaların kullanılabilecekleri ahşabın en küçük kesit ölçüleri, bulon çapları, rondelaların boyutları, en küçük kama aralıkları gibi nitelikler Tablo 3.5. ve 3.6 da verilmiştir.

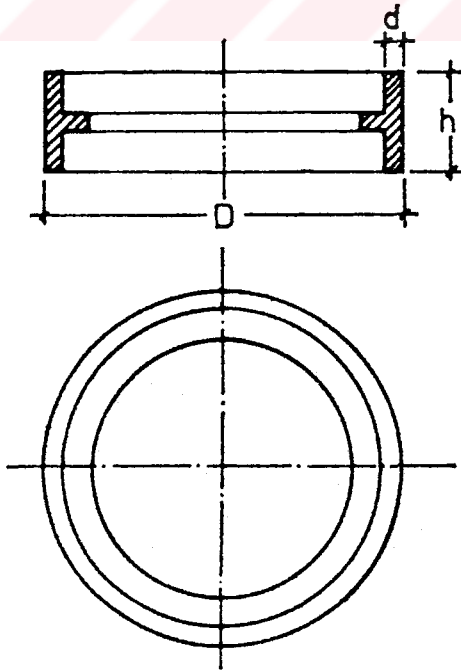
① Appel.I



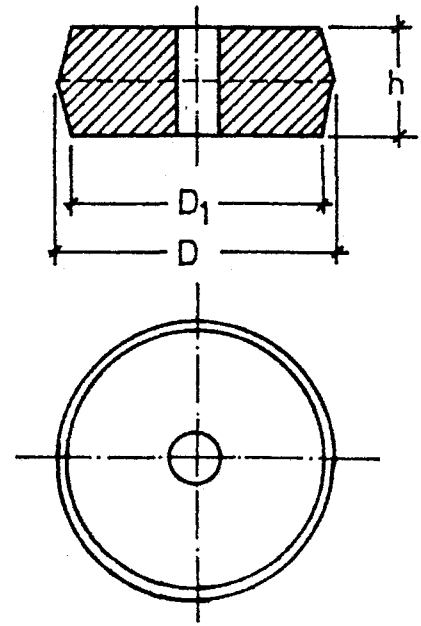
② Beier



③ Christoph & Unmack

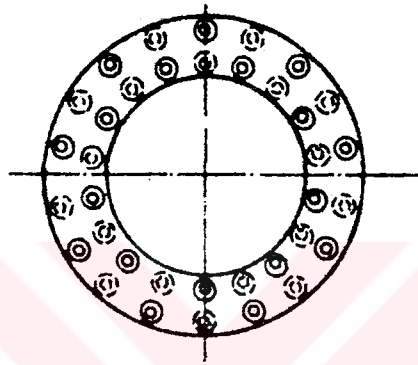
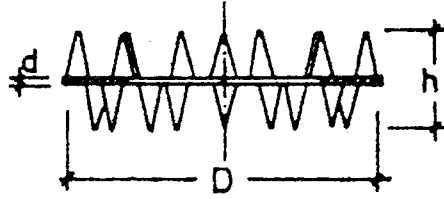


④ Kübler

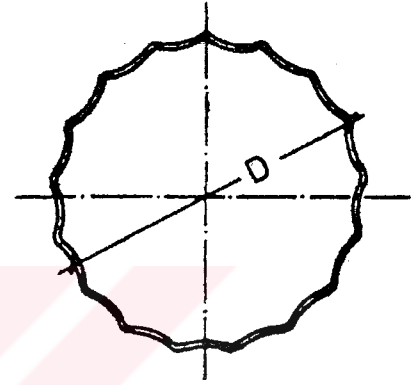
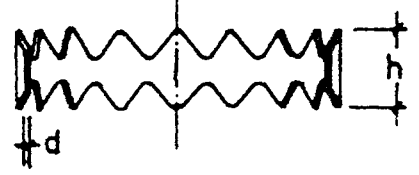


Şekil 3.17. Çelik Kama Tipleri

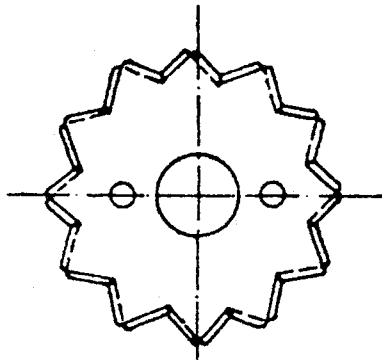
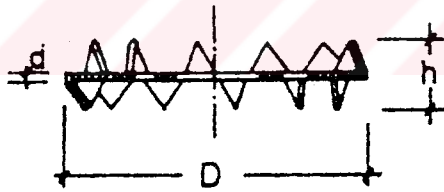
⑤ Geka



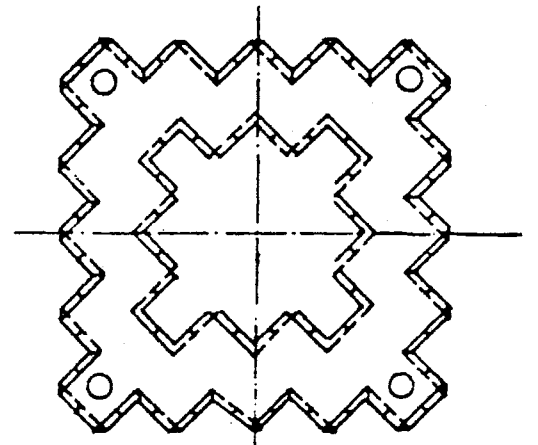
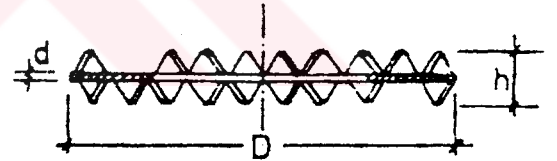
⑥ Alligator



⑦ Bulldog. I



⑧ Bulldog. II



Şekil 3.17. Çelik Kama Tipleri

Tablo 3.5. Oturma Kama Örnekleri Verileri

KAMANIN BOYUTLARI (mm)										KULLANILACAKI AHŞABIN MINİMUM BOYUTLARI (cm)				TEK KAMANIN ENNİYETLE TAŞIYABİLECEĞİ YÖK			
kama no	çap D	çap 2	yk. h	kl. d	kl. 4	dis adedi	bulon 6	pul çapı, kalınlığı	7	8	9	10	e	0≤a≤30	30<a≤60	60<a≤90	
Kİ AÇI α İSE																	
TEK SIRA KAMA KULLANIL- DIĞINA VE KUVVET DOĞRUL- TUSUYLA LİFLER ARASINDA-																	
1	65	30	5	-	-	-	M12	58/6	10/6	11/6	14	1150	1050	900	1000	900	
1	80	30	6	-	-	-	M12	58/6	11/6	13/6	18	1400	1250	1100	1250	1100	
	95	30	6	-	-	-	M12	58/6	12/6	15/6	22	1700	1550	1350	1450	1250	
	126	30	6	-	-	-	M12	58/6	16/6	20/6	25	2000	1800	1600	1700	1400	
	128	45	8	-	-	-	M12	58/6	16/6	20/6	30	2800	2500	2250	2350	1900	
2	108	20	4	-	-	-	M16	68/6	15/8	18/8	22	1700	1550	1350	1500	1350	
	130	26	5	-	-	-	M16	68/6	17/8	20/10	24	2200	2000	1750	1900	1550	
	153	29	6.5	-	-	-	M16	68/6	19/8	23/10	30	3000	2700	2400	2550	2150	
	173	32	6.5	-	-	-	M16	68/6	21/10	25/10	36	4000	3600	3200	3350	2700	
3	196	36	8	-	-	-	M20	80/8	24/10	29/10	38	4600	4100	3700	3700	2950	
	80	25	5	-	-	-	M12	58/6	11/6	13/6	21	1600	1450	1300	1400	1250	
	100	30	5	-	-	-	M12	58/6	13/6	16/6	24	2000	1800	1600	1750	1500	
	120	35	5	-	-	-	M12	58/6	16/6	19/6	27	2300	2050	1850	2000	1650	
3	140	40	5.5	-	-	-	M12	58/6	18/6	22/6	33	3100	2800	2450	2600	2100	
	160	45	6	-	-	-	M16	68/6	20/10	24/10	37	3600	3250	2850	3000	2350	
4	66	32	-	-	-	-	M12	58/6	9/6	10/6	13	1100	1000	900	900	900	
	100	40	-	-	-	-	M12	58/6	13/6	16/6	20	1800	1600	1450	1550	1350	

Tablo 3.6. Gömme Kama Örnekleri Verileri

KAMANIN BOYUTLARI (mm)										KULLANILACAKI AÜŞABIN MINİMUM BOYUTLARI (cm)										TEK KAMANIN ENİYETLE TAŞIYABİLECEĞİ YOK									
kama no	çap D	çap h	çap d	çap 4	çap 5	çap 6	çap 7	çap 8	çap 9	çap 10	çap 11	çap 12	çap 13	çap 14	çap 15	çap 16	çap 17	çap 18	çap 19	çap 20	çap 21	çap 22	çap 23	çap 24	çap 25	çap 26	çap 27	çap 28	çap 29
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
5	50	27	3	8	M12	58/6	8/6	10/6	12	800	700	650	750	700	700	800	700	650	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
6	70	19	1.45	11	M16	68/6	9/6	11/6	14	1150	1000	900	1100	1000	1000	1150	1000	900	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
7	95	24	1.5	17	M20	80/8	11/6	13/6	17	1700	1500	1350	1600	1450	1450	1700	1500	1350	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
8	115	24	1.5	20	M22	92/8	12/6	14/6	20	2100	1900	1700	1950	1750	1750	2100	1900	1700	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450
	125	29	1.65	18	M24	105/8	14/6	17/6	23	2700	2400	2150	2450	2150	2150	2700	2400	2150	1800	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
	55	19	1.45	11	M12	58/6	8/6	10/6	12	600	550	500	550	550	550	600	550	500	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
	70	19	1.45	15	M16	68/6	10/6	12/6	14	800	700	650	750	700	700	800	700	650	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
	95	24	1.5	17	M20	80/8	12/6	14/6	17	1200	1100	950	1100	1000	1000	1200	1100	950	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
	115	24	1.5	20	M22	92/8	15/8	18/8	20	1600	1450	1300	1450	1300	1300	1600	1450	1300	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	125	29	1.65	18	M24	105/8	16/8	19/8	23	1800	1600	1450	1550	1450	1450	1800	1600	1450	1200	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	50	10	1.3	12	M12	58/6	8/6	10/6	12	500	450	400	450	450	450	500	450	400	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
	62	17	1.3	12	M12	58/6	9/6	11/6	12	700	650	550	650	600	600	700	650	550	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
	75	19	1.3	12	M16	68/6	10/6	12/6	14	900	800	700	800	700	700	900	800	700	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	95	25	1.3	12	M16	68/6	12/6	14/6	14	1200	1100	950	1100	1050	1050	1200	1100	950	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
	117	30	1.5	12	M20	80/8	15/8	18/8	17	1600	1450	1300	1500	1400	1400	1600	1450	1300	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	140	31	1.5	16	M22	92/8	17/8	20/10	20	2200	2000	1750	2000	1850	1850	2200	2000	1750	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
	100	15	1.4	28	M20	80/8	13/6	16/6	17	1700	1500	1350	1550	1450	1450	1700	1500	1350	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	130	18	1.5	28	M22	92/8	16/6	19/8	20	2300	2050	1850	2100	1900	1900	2300	2050	1850	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600

Tablo 3.7. Özel Biçimli Kamalarda En Küçük Aralıklar

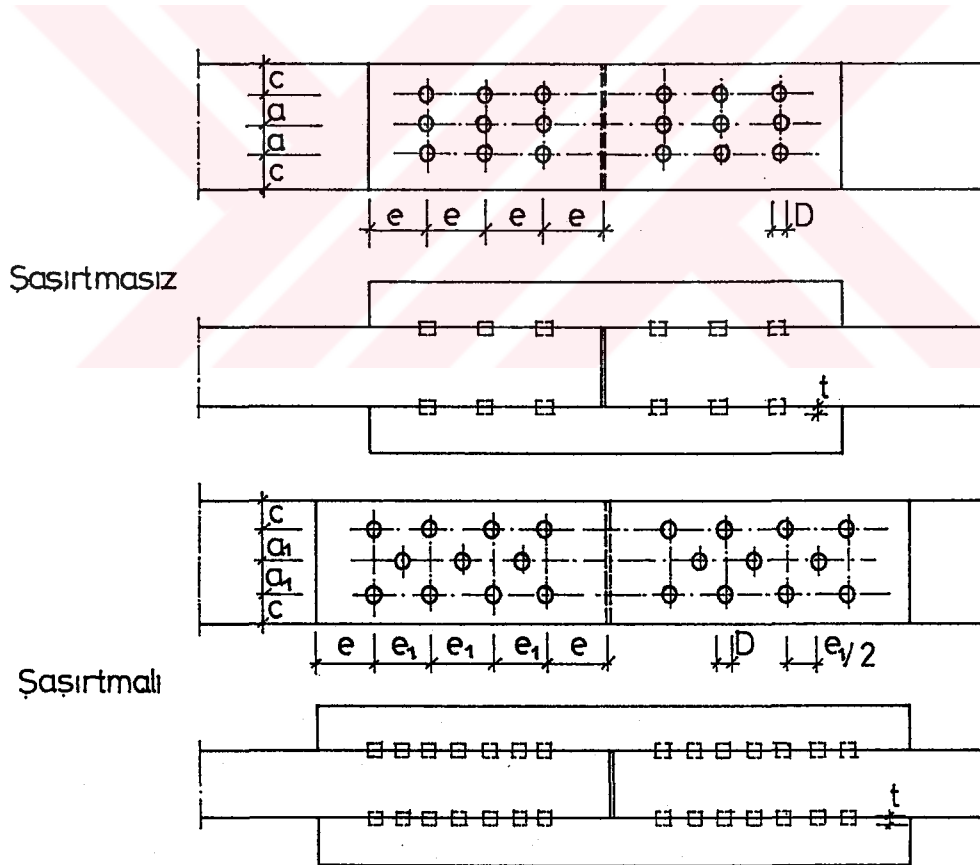
KAMALARIN YERLEŞTİRİLMESİ	İZİN VERİLEN EN KÜÇÜK ARALIK LİFLERE 1 İKİ KAMA SIRASI ARASINDA	LİFLER DOĞRULTUSUNDA	DIŞ KAMA SIRASININ AHŞAP KENARINA UZAKLIĞI
Şaşırtmasız	$a \geq D+t$	e	$c \geq b/2$
Şaşırtmalı	$a_1 \geq D+t$ $a_1 \geq D$ $a_1 \geq 3/4 D$ $a_1 \geq (D+t)/2$	$e_1 \geq e$ $e_1 \geq 1.1e$ $e_1 \geq 1.5e$ $e_1 \geq 1.8e$	$c \geq b/2$

D: Birleşimde kullanılan kamaların en büyüğünün çapı

t: kamanın gömülme derinliği

e: lifler doğrultusunda minimum kama aralığı ve ön ahşap uzunluğu

b: D kama çapı için izin verilen en küçük ahşap genişliği



Birden fazla kama sırasının bulunduğu çok sıralı birleşimlerde izin verilen en küçük aralıklar Tablo 3.7.'de gösterilmiştir.

3.2.4.Ağaç Vidaları: Tipleri ve ölçüleri Tablo 3.8.'de belirtilen ağaç vidalarının malzemesi çelik, çapları da en az 4 mm olmalıdır. Taşıyıcı ahşap birleşimlerde vida çapı (dv) 10 mm'den küçükse en az 4, 10 mm 'den büyükse en az 2 vida bulunmalıdır. Vidalar genellikle tek etkilidir.

-Eğer etki eden kuvvet vida eksenine dik ve lif doğrultusunda ise vida güvenli taşıma kapasitesi (Nv):

$$N_{v\parallel} = a \times dv = 170dv^2 \quad (\text{kgf})$$

-Kuvvet liflere dik doğrultuda ise

$$N_{v\perp} = 0.75N_{v\parallel} \quad (\text{kgf})$$

-Eğik kuvvet durumunda ise

$$N_v \alpha = (1 - \alpha/360) N_{v\parallel} \quad (\text{kgf})$$

lineer interpolasyon yapılır.

Vidanın ikinci parçaya girmiş olan kısmının uzunluğu (s); en az 8dv kadar olmalıdır. (s) değeri 4dv'den azsa vida kuvvet aktaramaz. Metal levha veya parçaların ahşaba vidalanmaları durumunda (s) değeri 8dv'ye eşit veya daha fazlaysa taşıma gücü

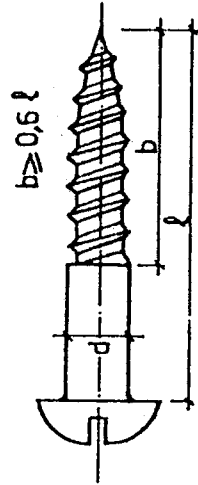
$$N_v = 1.25 \times 170d^2 \quad (\text{kgf})$$

olarak hesaplanır.[23]

Ahşapta vidalı birleşimlerde, vidanın dişsiz kısmı için dv çapında, dişli kısmı içinse 0.7dv çapında delikler önceden delinir, vidalar bu deliklere yerleştirilir. Ağaç vidaları aralıklarına ve kenar uzunluklarına ait alt sınır değerleri önceden açılmış deliklere çakılan civilerinkiyle aynıdır. (Şekil 3.18)

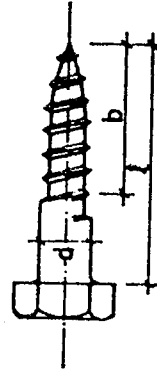
Tablo 3.8. Ağaç Vidası Boyutları (mm)

TORU



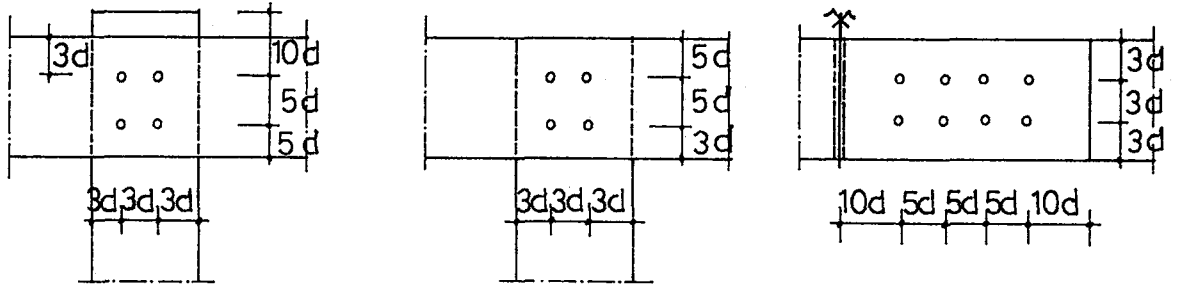
YUVARLAK BAŞLI
DOZ YARIKLI
AĞAÇ VIDASI

ALTI KÖŞE
BAŞLI AĞAÇ
VIDASI



1≤60 mm için boylar 5'er mm,
1>60 mm için 10'ar mm olarak basamaklandırılırlar.

ÇAP (mm)	4	5	6	8	10	12	16	20
1 (mm) TS 431/3	12-60	16-80	18-130	25-130	30-150	-	-	-
1 (mm) DIN 96	10-80	13-100	20-130	30-130	40-150	-	-	-
1 (mm) TS 431/8	20-60	20-60	20-60	30-150	30-150	40-200	60-200	80-200
1 (mm) DIN 571	-	-	20-60	25-100	30-140	40-200	60-200	80-200



Şekil 3.18. Ağaç Vidaları Aralıkları Alt Sınır Değerleri

Taşıyıcı vidalar arasındaki uzaklıklar lif doğrultusunda $40dv$ 'den, liflere dik doğrultudaysa $20dv$ 'den çok olmamalıdır. Bir vidanın eksenı doğrultusunda emniyetle taşıyabileceği sökölme yükü (s) değeri, $4dv$ 'ye eşit veya büyük olmak üzere

$$N_v \text{ sök} = 30 \times s \times dv \leq 210dv^2 \quad (\text{kgf})$$

kadardır.[4,23]

3.2.5. Tutkallı Birleşimler: Tutkal iki ayrı ahşabı kuvvet aktarabilecek şekilde birbirine yapıştıran bir birleştiricidir. İyi bir birleşimde birleşim yeri rijit olur, çekme ve makaslamaya karşı iyi çalışır. Başarılı bir birleşim için kullanılacak tutkal cinsi de önem taşır:

Hayvansal kaynaklı tutkallar, deri sanayi ve mezbahe artıklarından elde edilir. Esas maddenin "Albümin" olduğu bu tutkallar, suya ve neme dayanıksız olduklarından taşıyıcı kısımlarda pek kullanılmazlar. Esası bitkisel albümin olan soya ve nişasta tutkalları da neme dayanıksızdırlar. Neme dayanımı güçlü olan sentetik tutkallarsa: [4]

-Termoplastik Yapay Reçine Tutkalları: Polivinil Asetat (PVAC) bazlı bu yapıştırıcı, sürüldüğü yerde suyunun ahşap tarafından emilmesiyle sertleşir. Sıcakta işlenirse neme dayanır, ancak fazla sıcaklıkta plastik kıvama gelerek mukavemetini kaybeder ve akar.

Bu nedenle nem oranının %18'i aşmayacağı, ısıtılıp havalandırılan binaların içinde veya güneş ve yağmurdan kesin korunmuş dış mekanlarda fazla yük taşınmayacak

durumlarda kullanılır. İşçiliğinin kolaylığı nedeniyle en çok kullanılan yapıştırıcılardan biridir.

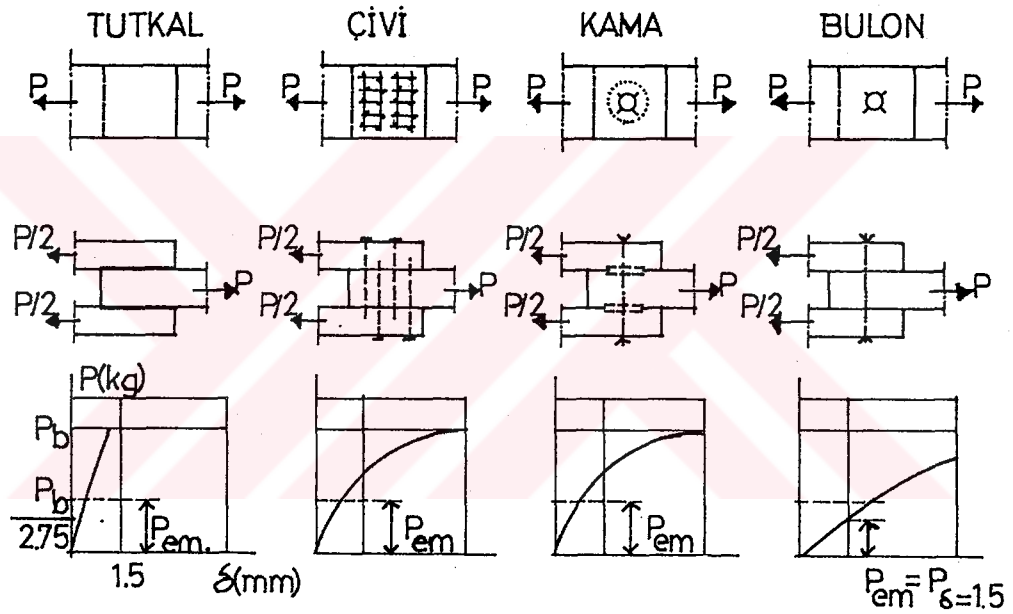
-Sıcağa Dayanıklı Yapay Recine Tutkalları: Tutkallı ahşap yapılarda kullanılan en iyi kalite tutkallardır. Bir reçine ve bir sertleştiricinin karıştırılmasıyla oluşturulur. Bu iki bileşenin biri sıvı, biri toz veya ikisi de sıvı olabilir. Hepsinin ana maddesi Formaldehit'tir. Bu, Fenol (PF), Rezorsin (RF), Melamin (MF), Ore (UF) gibi maddelerle karıştırılarak taşıyıcı ahşapların birleştirilmesinde güvenle kullanılır. Bu birleşimlerde sertleşme kimyasal reaksiyon sonucu olur, yani yeni bir madde oluşur. Bu nedenle nem, sıcak ve soğuğa karşı dayanıklı birleşimler yapılabilir. [24,25]

Tutkallanacak ahşabın neminin derecesi %12'den az olmalı, ahşap I. veya II. sınıf olmalıdır. Tutkal sürülecek yüzeyler temiz ve düzgün olmalıdır. Tutkal tabakası ince olacaksa yüzey rendelenmeli ve tabaka 0.1-0.15 mm olmalı, kalın olacaksa 0.8 mm olmalı, dolgu malzemesi olarak bakalit tozu kullanılmalıdır. Mekan sıcaklığının 15°C'den yüksek olması sağlanmalıdır. [2,4]

Yüzeylerine tutkal sürülmüş parçalar bir araya getirilmeden önce tutkal tabakası kurumaya başlamış olmalıdır. Daha sonra birleştirilen ahşaba 6-20 saat basınç uygulanır. Tutkal derzleri yüksek frekanslı akımla ısıtılarak bu süre 1-2 dakikaya indirilebilir. Bu süre sonunda elemanlar kullanılmadan önce 3 gün dinlendirilir. [4]

Birleşim elemanlarının emniyetle taşıyabileceği yükleri karşılaştırmak için yapılan deneyde (Şekil 3.19) (Nb);kırılma yükü, (δ);yer değiştirme miktarı, $\delta=1.5$ mm olduğunda kuvvetle (N) Nb/2.75 değerinden hangisi daha küçükse o, birleşimin emniyetle taşıyabileceği yük (N emn) olarak adlandırılır.

Bu deney sonucunda tutkallı birleşimlerin çok rijit olduğu anlaşılır. Çivili birleşimlerse daha oynaktır, en oynak olansa bulonlu birleşimlerdir. N/δ diyagramları karşılaştırılarak hangi tür elemanların birlikte kullanılabileceği anlaşılabilir. Tutkalla bulon asla beraber kullanılamaz, çünkü tutkal derzinde kopma olmadan bulona ihtiyaç duyulmayacaktır, kuvvetin tamamı tutkala yüklendiğindeyse tutkal çatlayarak yük taşıyamayacak duruma gelerek tüm yükün bulonlara binmesine neden olacak, bulonlar da taşımada yetersiz kalacaktır.[4]



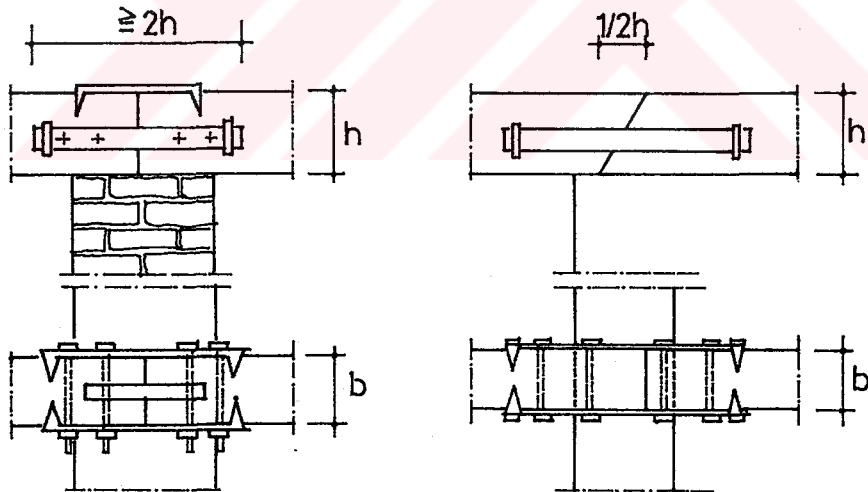
Şekil 3.19. Çeşitli Birleşimlerin N/δ Diyagramları

3.2.6. BİRLEŞİM NOKTALARI

a. Kiriş ve Çekme Çubuklarının Boy Doğrultusunda Uzatılması

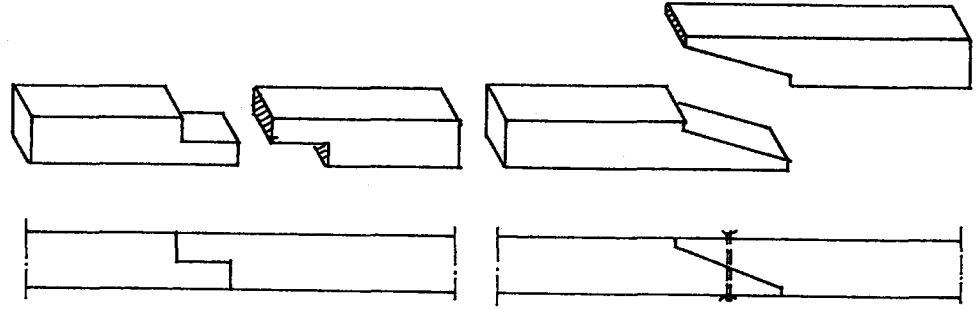
-Düz Ek: Döşeme kirişlerinin bir mesnet üzerinde en basit şekilde birleştirilme şeklidir. Uç uca yanastırılan iki kiriş, iki yandan ve üstten yassı kancalarla bağlanır. Kancalar 20-25 mm genişliğinde, 8-10 mm kalınlığındaki lama demirlerinden yapılır, uzunlukları kiriş yüksekliğinin iki katıdır. Eğer mesnet genişliği darsa kiriş uçları 60°C'lik açı yapacak şekilde birleştirilir. (Şekil 3.20) [2,26]

-Düz Bindirme Ek: Bir mesnet üzerinde birleşen döşeme kirişlerinde sıkça uygulanır. Kiriş uçları, kiriş yüksekliğinin iki katı uzunluğunda olacak şekilde birinin üst, diğerininse alt yarısı çıkarılarak üst üste bindirilir. [2,26]



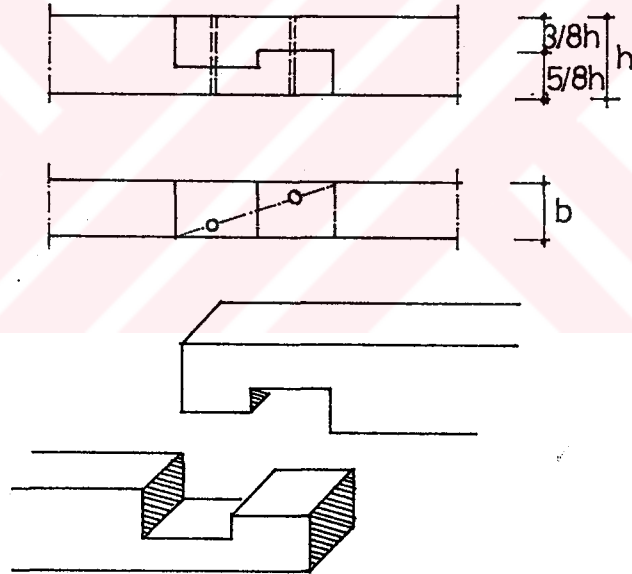
Şekil 3.20. Düz ve Eğri Ek

Üst üste binen parçaların köşegeni üzerinde olmak üzere açılan deliklere kavela geçirilerek kayma önlenir. Kiriş uçları 60° C'lik açıyla da bindirilebilir. (Şekil 3.21)



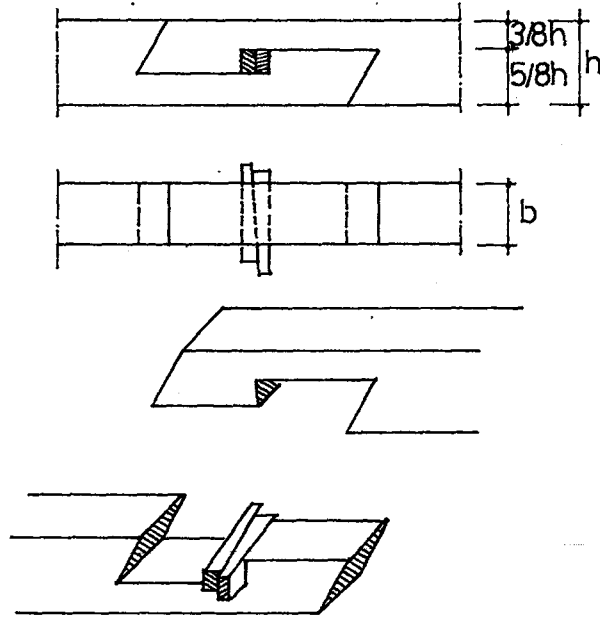
Sekil 3.21. Düz ve Eğri Bindirme Ek

-Düz Kenet Ek: Mesnet üzerinde birleşen ve çekmeye çalışan çubukların eklenmesinde kullanılır. Kenet, bükme yükü olmayan çekme kuvvetlerini karşılar. (Şekil 3.22)



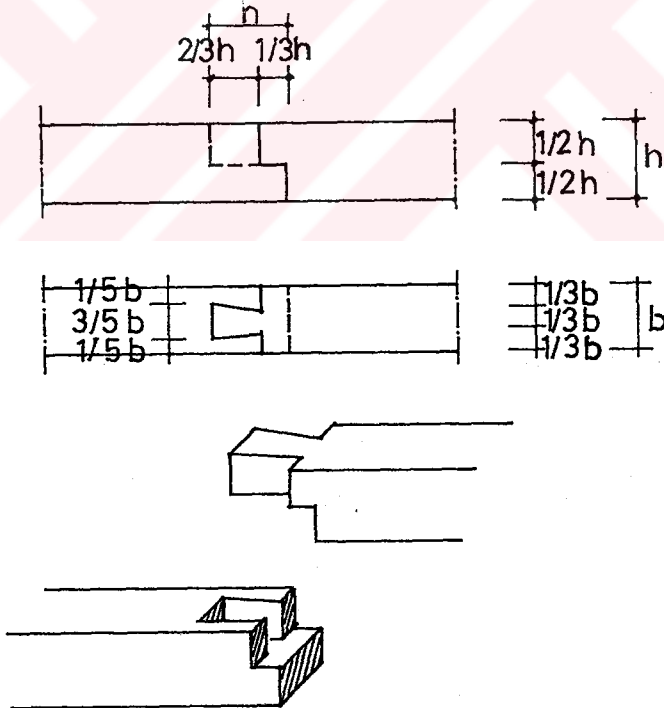
Sekil 3.22. Düz Kenet Ek

-Eğri Burunlu Kamalı Kenet Ek: Mesnet üzerinde birleşen kirişlerin yanı sıra tavan kirişlerinde açıklıkta da kullanılabilir. Kirişlerin birbirine temas eden burun kısımları 60 C'lik açıyla birleşir. Sıkıca birleşmesini sağlamak için kenette çift kama kullanılır. (Şekil 3.23) [2,27]



Şekil 3.23. Eğri Burunlu Kamalı Kenet Ek

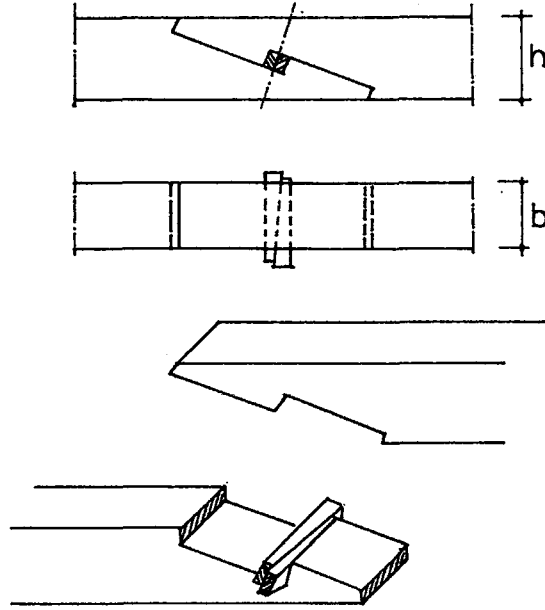
-Kırlangıç Kuyruğu Göğüslü Ek: Çok kullanılan bir ek şeklİdir. Kırlangıç kuyruğu şeklinde olan üst geçme diğer kirişin üzerine bindirilir. (Şekil 3.24)[2]



Şekil 3.24. Kırlangıç Kuyruğu Göğüslü Ek

-Kurtağzı Kamalı Ek: Özellikle çatı makaslamasında gerğı kirişleri ve çekme çubuklarının uzatılmasında kullanılır. Kirişlerin açılmamaları için yan yüzlere lama-

lar tespit edilerek bulonla sıkıştırılır. Sert ağaç kamalarla yüzlerin iyice sıkışması sağlanır. (Şekil 3.25)



Şekil 3.25. Kurt Ağızı Kamalı Ek

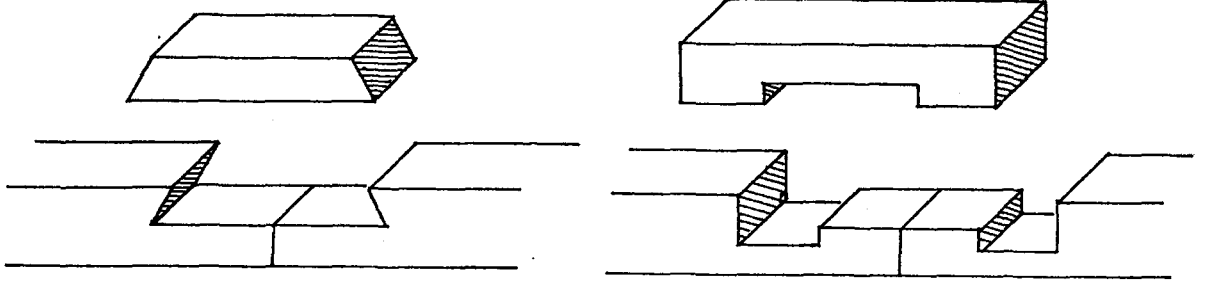
-Takozlu Ek: Takozlu düz ek, daha çok duvar üzerinde birleşen döşeme kirişlerinde kullanılır, çekmeye çalışan kısımlarda kullanılmaz. Bulon veya kavelayla takviye edilmesi gerekir.

Takozlu ek, kenet şeklinde yapılırsa bir miktar çekme kuvvetini karşılayabilir. Ek uzunluğu, yüksekliğin dört katı kadar olur. Takozlu ekin eğri burunlu, kamalı yapılması durumunda birleşimin yapılması daha kolaydır. (Şekil 3.26) [2,27]

b. Ahşap İskelet Yapıda Kullanılan Dikme, Başlık ve Tabanların Birleşme Noktaları Detayları

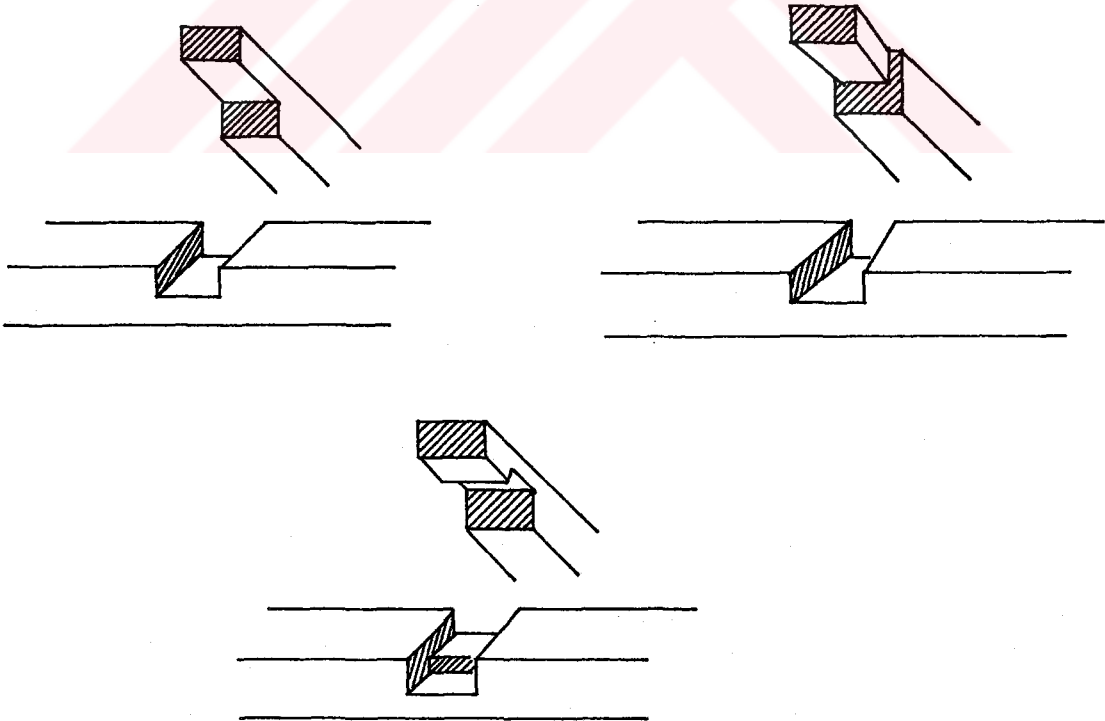
Yatay Birleşmeler

-Ortada Bindirme Taban Geçmesi: Bölme duvarı altındaki tabanın kenar tabanıyla birleşiminin en basit



Şekil 3.26. Takozlu Ek

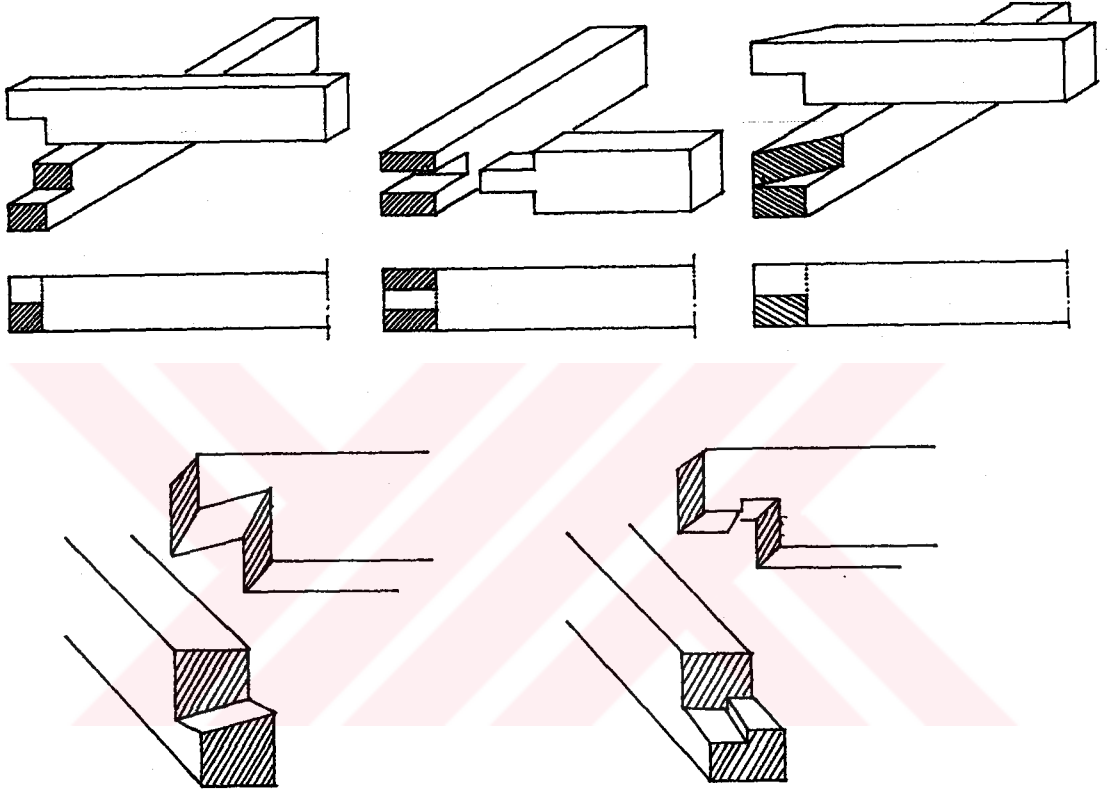
yöntemidir. Bölme duvarının altındaki tabanın ucu, yüksekliğinin yarısına kadar alttan kesilerek boşaltılır, karşı tabanda açılan yuvaya yerleştirilir. Buna düz bindirme denir. Taban içinde açılan yatak, kırılancık kuyruğu şeklinde veya kenetli olabilir. (Şekil 3.27) [2]



Şekil 3.27. Ortada Bindirme Taban Geçmesi

-Köşede Bindirme: Köşede birleşen iki duvar tabanını birleştirme yöntemidir. En basit şekli, iki tabanın birbirine bakan karşılıklı yarı parçaları çıkarılarak

tabanların birbiri üzerine bindirilmesiyle oluşan düz bindirmedir. Bu tür geçmenin çekme ve kaymaya karşı mukavemeti yoktur. Eğri bindirmenin uygulandığı durumlarda bu mukavemet biraz artar. En iyi köşe bindirmesi yarım kırlangıç kuyruğu şeklindeki kenet bindirmedir. (Şekil 3.28) [2,26]



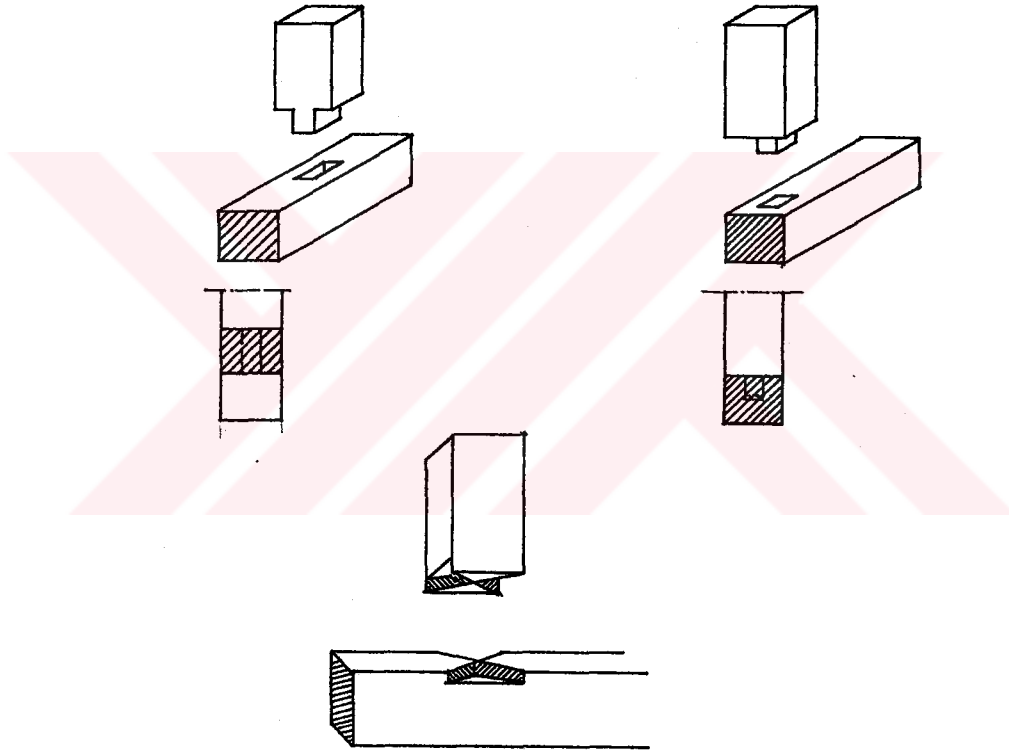
Şekil 3.28. Köşede Bindirme

Düsey Birleşmeler: Ahşap iskeletin taşıyıcı ve ikincil dikmelerinin alt ve üst tabanlarla orta ve köşede yaptığı birleşmelerdir:

-Ortada Düz Zivana: Taban üzerinde dikme genişliğince ve dikme kalınlığının $1/3$ 'ü kalınlığında açılan yuvaya dikmenin aynı boyutta bir zivanayla oturma şeklidir. Yuva derinliği $1/2h$ değerinde ve en az 6 cm olmalıdır. (Şekil 3.28) [26,27]

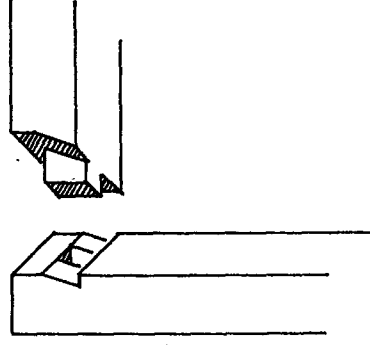
-Ortada Çapraz Direk Tarağı Birleşmesi: Taban üzerine çekilen 45 C'lik çapraz testere izlerinin arasında kalan ön ve arka parçalar 2cm derinliğinde oyularak dikme tabanında yapılan ters zıvananın buraya oturtulması yoluyla elde edilen birleşme şeklidir. (Şekil 3.28)

-Köşede Düz Zıvana: Ortada düz zıvanayla aynı prensiptedir. Farklı olarak, zıvana köşeye kadar çıkarılmayıp köşeden $1/3b$ içeride kesilir. (Şekil 3.28)



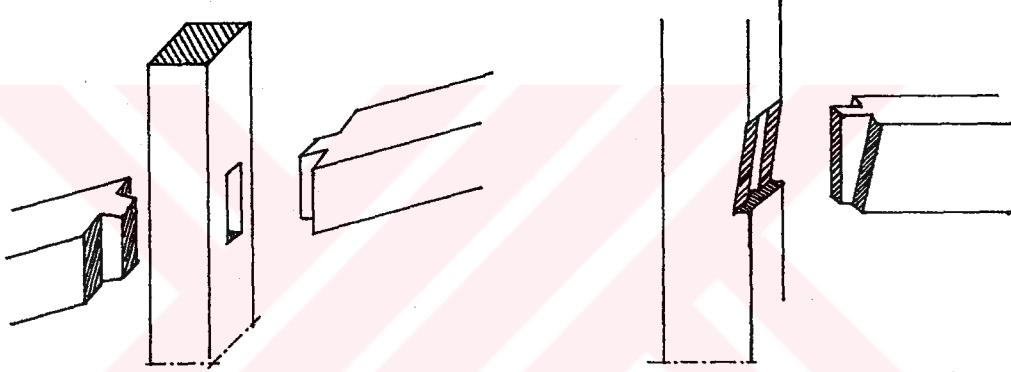
Şekil 3.29. Düşey Birleşmeler

-Eğri Göğüslü Köşe Zıvanası: Genişliğinin $1/3$ 'ü düz ve zıvanasızdır. Geriye kalan $2/3$ 'ü zıvanalı ve birbiri ile temas eden yüzler içeriye doğru eğimlidir. Tabana girme $h/5-h/6$ kadardır. (Şekil 3.30)[2,27]



Şekil 3.30. Eğri Göğüslü Köşe Zıvanası

Başlık ve Boyundurukların Dikme ve Payandalarla Birleşmesi: Ahşap iskeletin üst ve alt başlıkları ve iskelet dolgusu için ara bölme görevi gören boyundurukların dikme ve payandalarla birleşim noktaları giymeli düz ve eğri zıvanalarla oluşturulur. (Şekil 3.31)

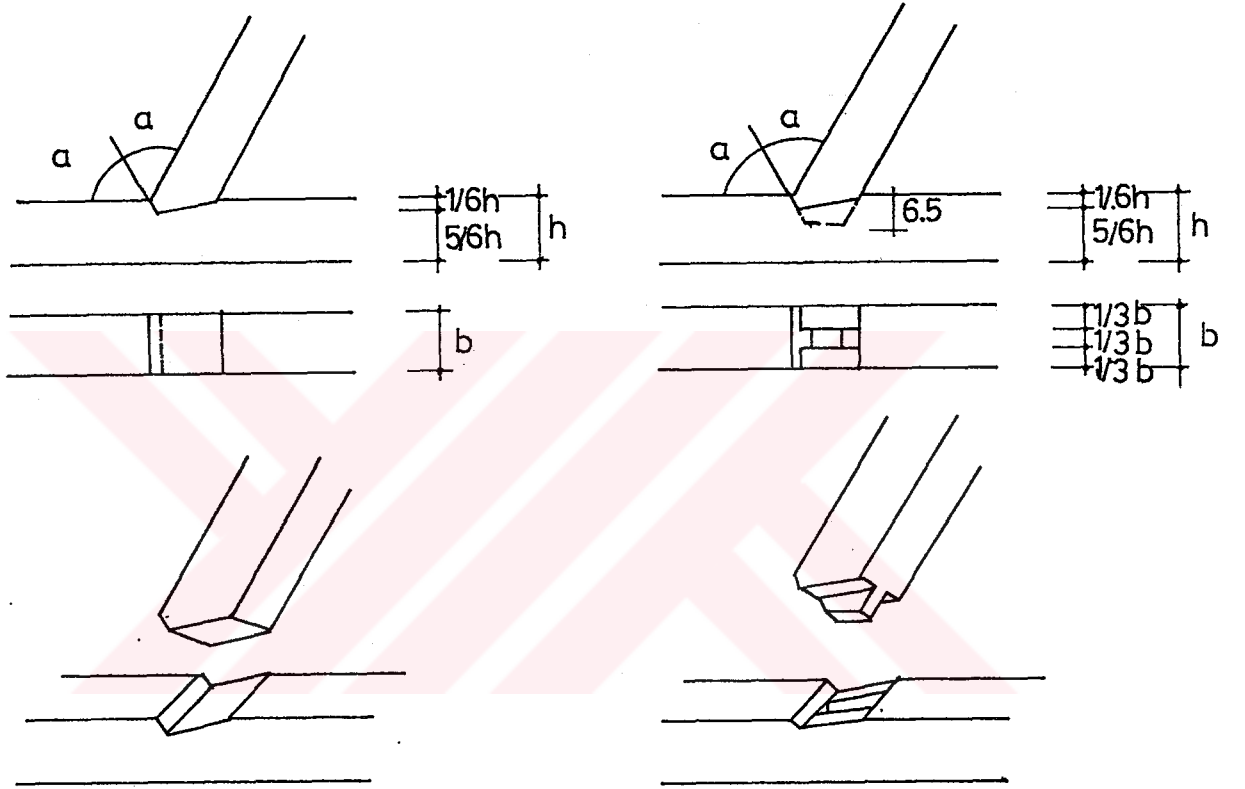


Şekil 3.31. Başlık ve Boyundurukların Dikme ve Payandalarla Birleşmesi

Payandaların Taban ve Dikmelerle Birleşimleri: Ahşap iskelet yapıda payandaların alt ve üst tabanlarla birleştiği yerlerde, çatılarda merteklerin bırakma kirişiyle, göğüslemelerin aşık ve babayla, payanda ve yanlamaların dikmeyle birleştiği yerlerde giymeli geçmeler kullanılır. Giymeler bir, iki veya üç dişli olarak yapılabilir. Uygulamada iki türlü birleşme vardır:

-Payanda Giymesi: Giyme burnu, alt tabanla payanda'nın oluşturduğu açının açıortayı doğrultusunda yapılır. Giyme, taban kirişi yüksekliğinin 1/6'sı kadar derinlikte yapılır. Bu şekilde payandanın sağa sola oynama olasılığı vardır. (Şekil 3.32) [2,26]

-Giymeli Payanda Zıvanası: Payandanın sağa sola oynamasını önlemek için yapılır. Zıvana yüksekliğini yine 6.5 cm veya $1/2h$ kadardır. Zıvananın payanda kalınlığının $1/3$ 'ü kadar olmasına dikkat edilmelidir. [2,27]



Sekil 3.32. Payanda Giymesi ve Giymeli Payanda Zıvanası

3.3. AHSAP İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLER

Ahşap yapılar inşa sistemlerine göre ikiye ayrılırlar: Yığma ve iskelet sistemler. Yığma ahşap yapılar, işlenmiş veya işlenmemiş ağaçla yapılabilir. Ahşap iskelet yapılar ise tek tabanlı, tek taraflı çift tabanlı, çift aratabanlı ve Amerikan sistemler olarak incelenir.

Ahşap iskelet yapı, taşıyıcı ahşap iskelet ile bu iskelet arasındaki boşlukları dolduran dolgu veya kapla-

ma malzemesinden oluşur. İskelet kısmı, yatay ve düşey kuvvetleri karşılayarak binanın ayakta kalmasını ve şekil değiştirmemesini, dolgu kısmıysa dış etkilerin iskelete zarar vermesini önleyerek odaları ısı, nem ve sese karşı izole eder. Yapının iskeleti şu bileşenlerden oluşur: [8,12]

- a. Yatay bileşenler: Kiriş (taban), başlık, bağlan-tılar
- b. Düşey bileşenler: Taşıyıcı ve ara dikmeler
- c. Çapraz bileşenler: Payandalar ve yanlamalar

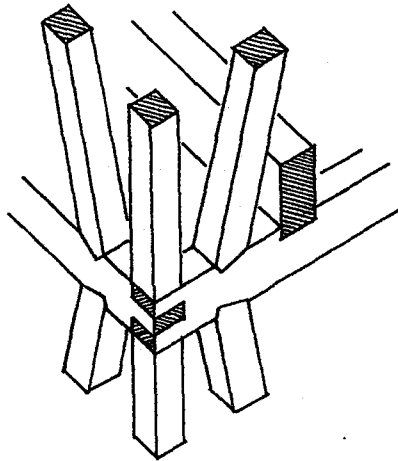
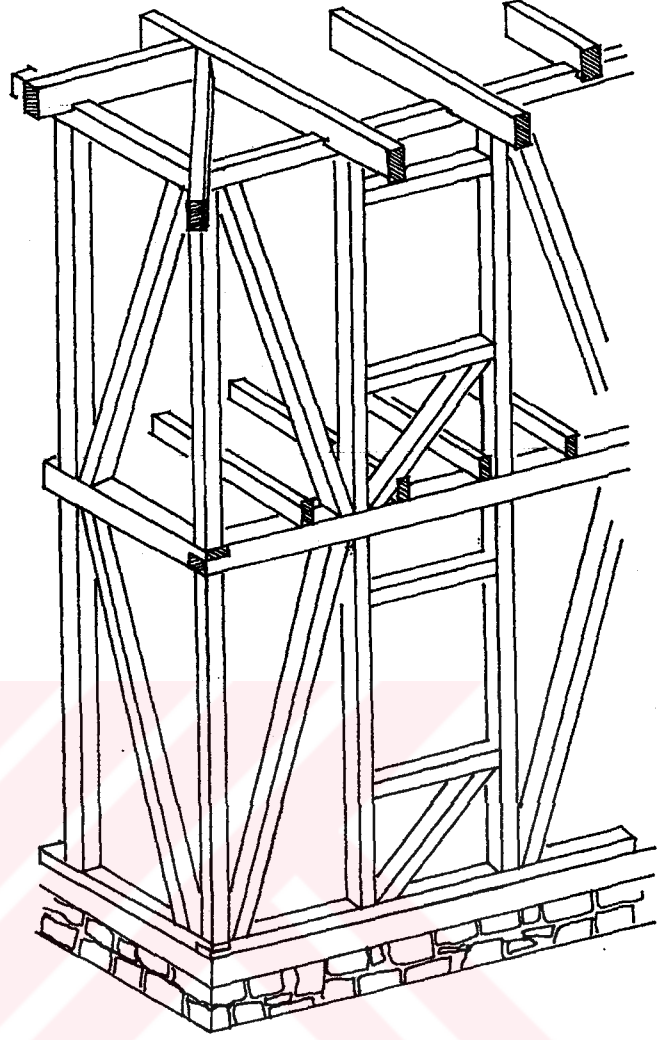
Temel, topraktan yükselttilip üzeri çimento şap veya betonarme hatılla düzeltilerek iskelet yapının zemini hazırlanır. Taban kirişi, düzeltilmiş zemin üzerine o-turtularak 1-2 metrede bir zemine bağlanır. Taban kirişinin altına izolasyon yapmak ve tüm iskeleti neme karşı izole etmek çok önemlidir.[2]

3.3.1. Tek Tabanlı Sistemler

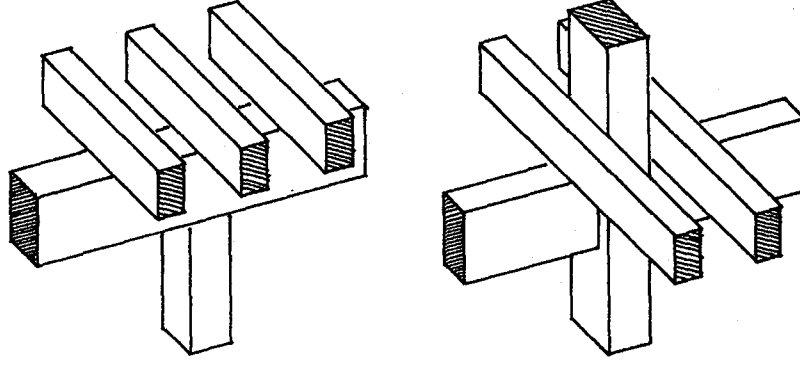
Dikme ve döşeme kirişlerinin her iki yönde de tek bir tabana oturduğu konstrüksiyon türüdür. (Şekil 3.33) Bu sistem, tekli ve çoklu düzen şeklinde incelenebilir. [8]

a. Tekli Düzen

-Tek Katlı: Bu düzen, üzerinde tek yönde tabanlar bulunan dikmelerden oluşur. Tabanların üzerine, onlara dik yönde döşeme kirişleri yerleştirilir. Tabanlar dikmelerin üzerine yerleştirilirken liflerin birbirlerine dik gelmesine dikkat ederek gerilmelerin homojen dağıl-ması sağlanır. (Şekil 3.34.)[2,12]



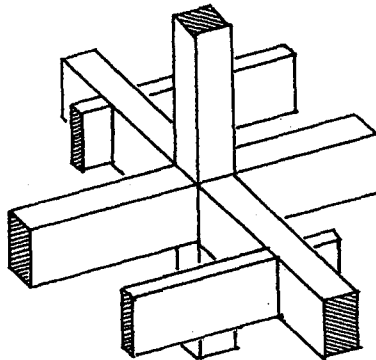
Şekil 3.33. Tek Tabanlı Ahşap İskelet Konstrüksiyon



Şekil 3.34. Tek ve İki Katlı Düzen

-İki Katlı: Bir önceki düzen gibi üzerinde tek yönde tabanlar bulunan dikmelerle oluşur. Ancak iki katlı olduğundan tabanlar, dikmeler üzerine geçmeli olarak oturtulurlar. Öst dikmeden alt dikmeye yük aktarımı çelik veya ahşap kama aracılığıyla sağlanır. Yatay yönde yük aktarımıysa tabanların üzerine onlara dik doğrultuda yerleştirilen döşeme kirişleriyle sağlanır. Bu arada döşeme kirişlerinin dikmeleri iki yönden kısıtılarak dikmenin hareketini önlemesine dikkat edilir. (Şekil 3.34)

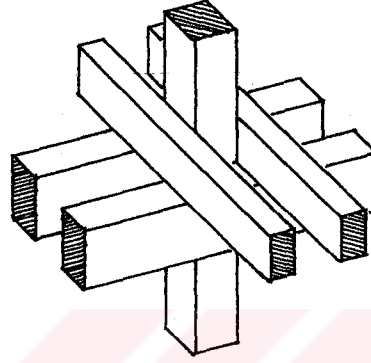
- Riegel : Tabanların dikmelere dört yönde saplandıkları bir düzendir. Döşeme kirişleri de tabanın üzerine oturmak yerine tabanlara saplanırlar, böylece tüm iç ve dış duvarlarda birleşme yüksekliğinin aynı olması sağlanır. Düşüm noktasının oluşturulması diğerlerine oranla daha masraflı olmakla birlikte birimsel yapı yüksekliğinde kolaylık sağladığından endüstrileşmiş yapı sistemleri için tercih edilirler. (Şekil 3.35)[12]



Şekil 3.35. "Riegel" Sistem

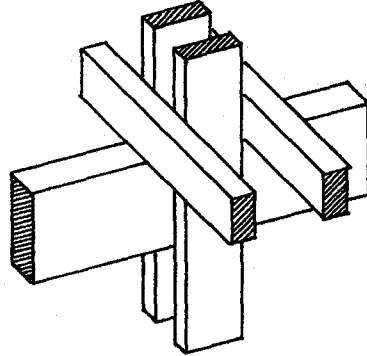
b. Çoklu Düzen

-Zange : Yatay taşıyıcılar, dikmeleri iki yönden kısıtlayarak stabil bir düğüm noktası oluştururlar. Önce tabanlar dikmenin iki yanından geçecek şekilde yerleştirilir, bunun üzerine buna dik yönde, yine dikmeyi iki yanından sıkıştıran döşeme kirişleri oturtulur. Bunlar her iki yönde de dikmeye bulonla bağlanır. (Şekil 3.36) [12]

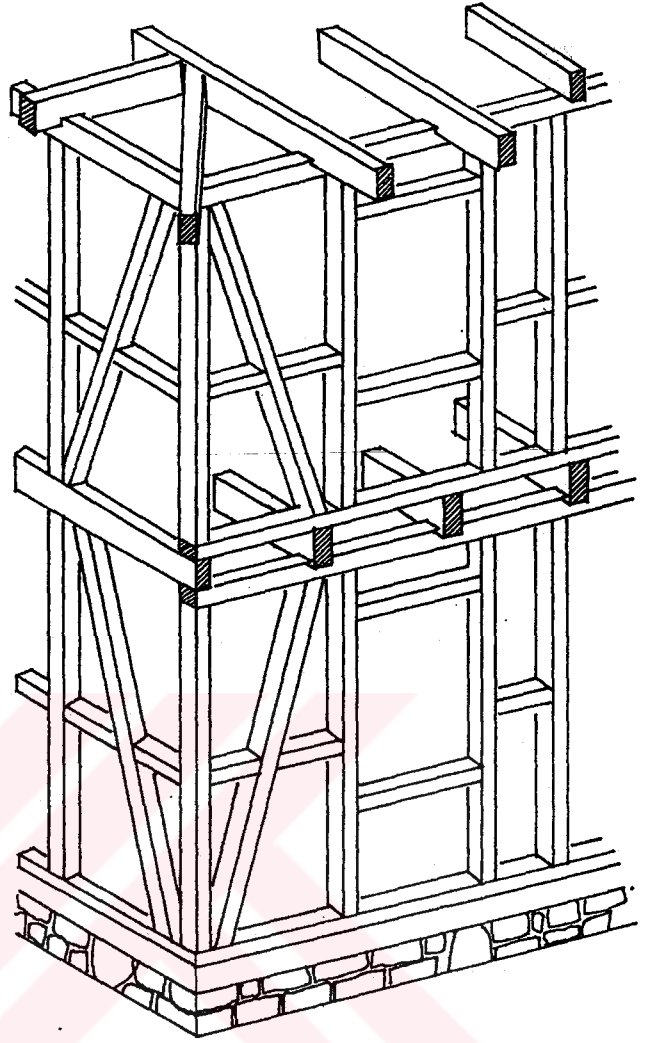


Şekil 3.36. "Zange" Sistem

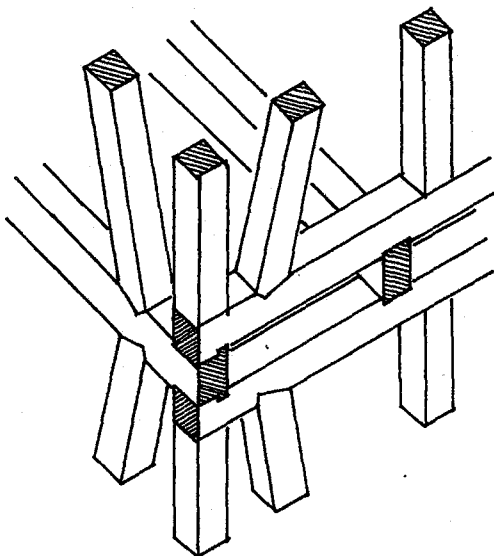
-Bölünmüş Düşey Taşıyıcılı Düzen: Sürekli giden taban, ikiye bölünmüş dikmenin arasından geçer, buna dik yönde üstüne oturan döşeme kirişleri, bölünmüş dikmenin iki yanına yerleştirilerek diğer yönde stabiliteyi sağlar. Düğüm noktası bulonlarla sağlamlaştırılır. Düşey taşıyıcıların yangın korunumu açısından belli boyutların



Şekil 3.37. Bölünmüş Dikmeli Konstrüksiyon
Üzerinde kalınlığa sahip olmaları gerektiğinden bu düzenin kullanım alanı sınırlıdır, ancak büyük açıklıklar geçmek için elverişlidir. (Şekil 3.37)[12]



Şekil 3.38. Tek Taraflı Çift Tabanlı Ahşap İskelet Konstrüksiyon



3.3.2. Tek Taraflı Çift Taban Sistemler

Bu sistemde döşeme kirişleri dikmeler üzerine atılan başlıklara oturur. Bir üst katın dikmeleri de döşeme kirişleri üzerine yerleştirilen taban üzerine oturtulduğundan bu tip konstrüksiyonlarda kirişlerin dik geldiği duvar üzerinde çift taban, diğer yüzdeyse tek taban bulunur. (Şekil 3.38) [2,8]

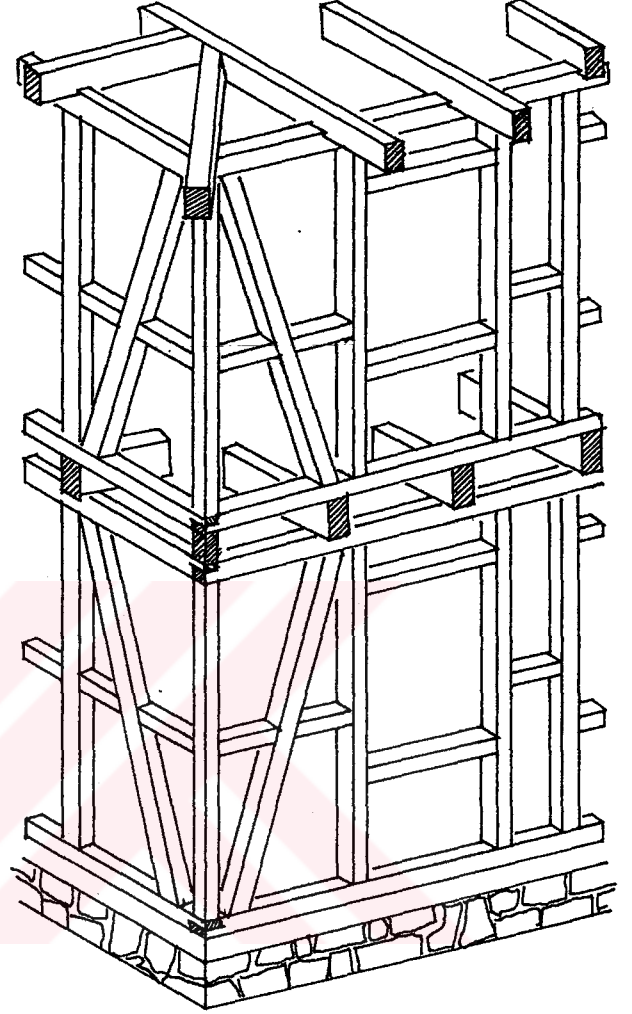
3.3.3. Çift Aratabanlı Sistemler

Tek doğrultuda çift tabanlı olan bir konstrüksiyonun, diğer doğrultuda da aynı prensiple şekillendirilmesiyle oluşturulan bir sistemdir. Böylece döşeme kirişleri ve onları yan duvara bağlayan bindirme kirişleri, alt kata ait dikmenin üstüne oturtulan tabanla üst kata ait dikmenin oturduğu tabanın arasında yer alır. (Şekil 3.39) [2,28]

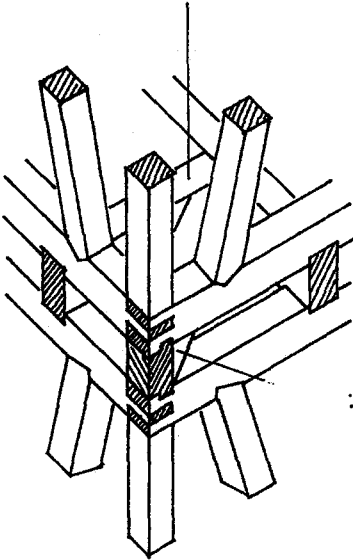
Tek, tek taraflı çift, çift ara tabanlı iskelet yapıların bir sakıncası, taşıyıcı dikmeler altında kalan taban, başlık ve kirişlerin, ahşabın liflerine dik yönde çalışmasının fazla olması nedeniyle yapı yüksekliğinde önemli miktar kısalmaya neden olmasıdır. Yaklaşık 3.5 cm olan bu kısalma, binada oturmaya ve kaplamalarda çatlamaya neden olur. Liflerin doğrultusunda çalışma daha az olduğundan, bu doğrultudaki küçülmeler daha az olur. Taşıyıcı unsurların lif doğrultusunda düzenlendiği bir sistem, Amerikan sistemdir. [2]

3.2.4. Amerikan (Kaburga) Sistemler :

Bu yapı türü daha ziyade Kuzey Amerika'da konut yapımında kullanılırdı. İskeletin taşıyıcı bölümleri, ana ölçüsü 2 x 4 inç, yaklaşık 5 x 10 cm olan normlaştırılmış ahşaptan oluşur. Konstrüksiyonun özelliği, duvar iskeleti ve döşeme kirişlerinin sık olmasıdır. Düşey ve yatay taşıyıcıların bağlantısı civillerle sağlanır. (Şekil 3.40) [8,12]

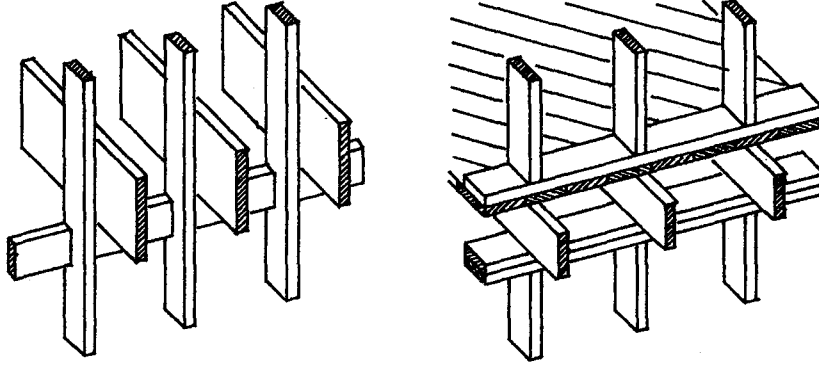


SAPLAMA YAN KIRIŞ



Şekil 3.39.

Çift Aratabanlı Ahşap İskelet
Konstrüksiyon



Şekil 3.40. Amerikan Sistem

Dikmeler iki kat yüksekliğince devam etmeli, köşelerde çift dikme olmalıdır. Dikme aralıkları 40-50 cm tutularak taşıyıcı sistem bina içinde yaygın hale getirilir. Döşeme kirişleri dikmelerin yanına getirilerek dikmeye yandan çakılır. Dikmeler arasına parçalı payanda veya dikmelerin arkasına kertme usulüyle oturan bir payanda yerleştirilir. Stabilite, çapraz doğrultuda yapılan kaplamayla sağlanır.[12]

BÖLÜM 4. AHŞAP İSKELET YAPININ KORUYUCULUĞU

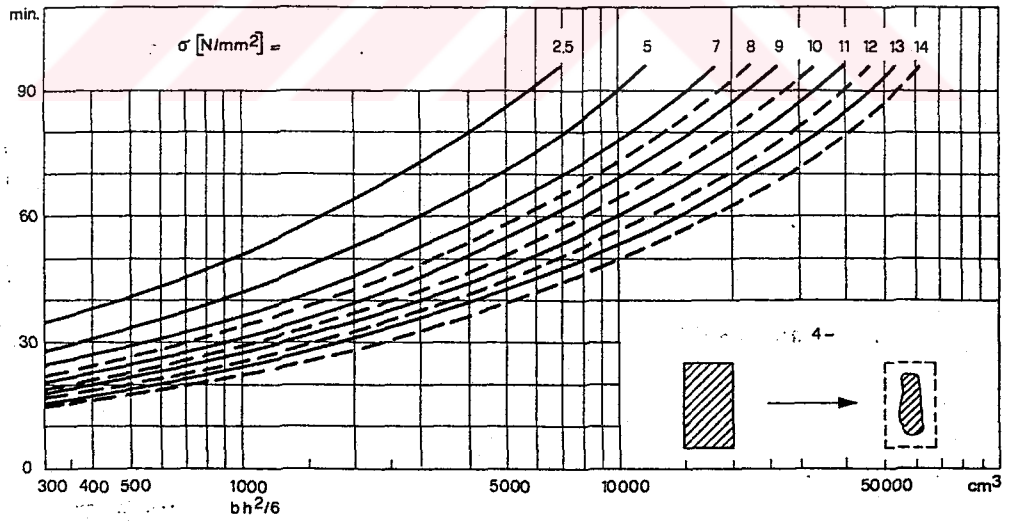
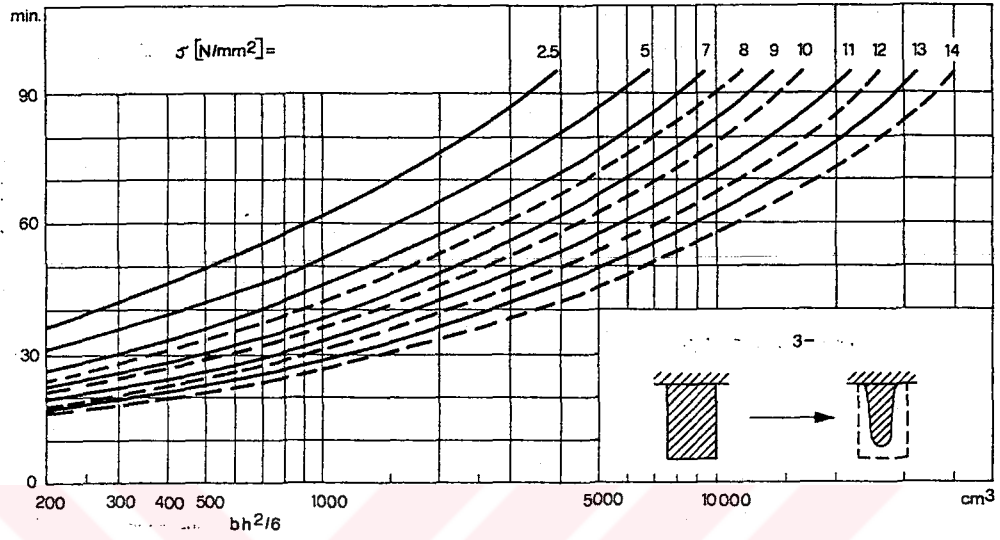
4.1. YANGIN YALITIMI

Ahşabın Yangın Karşısında Davranışı

Masif, korunmasız ahşap, sıcaklığın yeterince yüksek olduğu ortamda aleve gerek duymadan kendi kendine yanmaya başlar. Sıcaklık 300° C'ye ulaştığında ahşabın yanmasıyla oluşan ısı enerjisi, yangının sürmesi için yeterlidir. Ayrıca, ahşabın yanmasıyla ortaya çıkan yanıcı gazlar da sıcaklığı arttırarak yangının artmasına neden olur. Ahşabın yanmasıyla ortaya çıkan gaz ve ziftin yanı sıra ahşabın yüzeyinde kömürleşmiş bir tabaka oluşur. Bu tabaka, ahşaptan daha yavaş yandığı gibi, aynı anda kötü bir ısı iletkenidir. Böylece ahşabın içi korunmuş olur, taşıma gücünü ve özelliklerini koruyarak yapının ayakta kalmasını sağlar.[29]

Yangının ileri safhalarında sıcaklık 1100°C'ye ulaştığında kömürleşmiş kısmın izolasyonuna karşın yangının etkisi içerilere doğru ilerler. Karbonlaşmanın içeriye doğru ilerleme hızı, ahşabın nemi ve yoğunluğuyla ilgilidir; iğne yapraklılarda 0.6-0.8 mm/dak iken meşe ve diğerlerinde 0.4 mm/dak 'dır. Liflere paralel doğrultuda bu değer iki katına ulaşır.[12]

Ahşap konstrüksiyonun yangın sırasında taşıma gücünü uzun süre kaybetmemesi onu çelik konstrüksiyona oranla daha üstün kılar. Southwest Research Institute'un yaptığı bir deneye göre, aynı açıklığı geçen ve aynı yükleri taşıyan biri ahşap, diğeri çelik iki çatı sistemi aynı yanma koşullarına maruz bırakıldıkları 13 dakikanın sonunda çelik konstrüksiyonun 4. dakikada başlayıp hızla artan deformasyon sonucu yıkıldığı, korunmasız ahşap konstrüksiyonunsa % 80'inin hala yük taşıyabildiği belirlenmiştir. Böylece korunmasız ahşabın, korunmasız çeliğe oranla daha avantajlı olduğu anlaşılmıştır.[30]



Şekil 4.1.

Cıplak Kirişlerin Yangın Dayanım Grafikleri

Tablo 4.1. Kaplanmamış Masif Ahşap Kiriş İçin Minimum Boyutlar

EĞİLME GERİLMESİ σ N/mm ²	MINIMUM b/h DEĞERLERİ (mm/mm)			
	DIŞ ETKİYE AÇIK KENAR SAYISI			
	3	4	3	4
≥13	150/260	160/300	300/520	320/600
=10	120/200	130/240	240/400	260/480
=7	100/160	110/200	200/320	220/400
≤3	80/160	90/180	180/240	200/320

Tablo 4.2. Kaplanmamış Çok Parçalı Kiriş İçin Minimum Boyutlar

DİŞ ETKİYE AÇIK KENAR SAYISI	EĞİLME GERİLMESİ σ N/mm ²	MİNİMUM b DEĞERİ (mm)							
		YANGIN DAYANIM SÖRESİ:							
		30 DAK.				60 DAK.			
		h/b ORANI ≥							
		1	2	4	6	1	2	4	6
	≥14	180	140	130	120	360	280	260	220
	=11	140	110	105	100	280	220	210	190
	= 7	100	90	85	80	200	170	165	160
	≤ 3	80	80	80	80	150	140	140	140
	≥14	240	150	135	120	480	300	270	230
	=11	200	120	110	100	400	240	220	200
	= 7	150	90	90	90	300	180	175	170
	≤ 3	110	80	80	80	220	160	150	140

Cıplak ahşabın yangın dayanımını arttırmak için yatayda ve düşeyde taşıma gücünü kaybetmeyecek şekilde boyutlandırılır. Ahşabın yüzey alanı arttıkça yangın dayanımı azalır. Bu nedenle çok parçalı taşıyıcılar, masif taşıyıcılara oranla daha uzun süre dayanırlar. Boyutların arttırılmasının yanı sıra ahşap elemanların yangın dayanımı, kimyasal veya yanmaz bir tabakayla kaplama yoluyla da arttırılabilir.

Korunmasız Ahşap Yapı Elemanlarının Yangın Dayanımı:

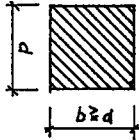
Korunmasız ahşap yapı elemanlarının yangın dayanımını sağlamak, onların kesidini kalınlaştırarak yangın sırasında ayakta kalmasını sağlayarak olur.

Yatay Elemanlar: Yangına 30 dakika dayanması istenen durumlarda kirişin oturduğu mesnet derinliği en az 40 mm, 60 dakika dayanması içinse en az 80 mm olmalıdır. Cıplak kirişin boyutlarına göre yangın dayanım süresi, Şekil 4.1.'deki grafiklerden tahmin edilebilir. Kirişlerin yangına dayanabilmeleri için öngörülen minimum kesit boyutları, ahşabın tek veya çok parçalı olmasına, çekme gerilmelerine ve ahşabın 3 veya 4 kenarının açıkta olmasına bağlıdır. (Tablo 4.1.. ve 4.2.)

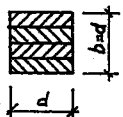
Düşey Elemanlar: Uzunluğu 4 metreye kadar olan basınç çubuklarının tek veya çok parçalı olmaları, basınç gerilmeleri, boyları ve burkulma boylarına göre Tablo 4.3.. ve 4.4.'de öngörülen minimum boyutlar, dikmelerin taşıyıcılık özelliklerini 30 dakika boyunca korumalarını sağlar. 4 metreden uzun veya 60 dakika dayanması istenen dikmelerinse kaplanması şarttır.[12]

Birleşim Noktaları: Metal birleştirme aksesuarlarının seçim ve detay düzenlemelerinin ahşap konstrüksiyon üzerinde stabiliteyi sağlamak açısından önemi

Tablo 4.3. Kaplanmamış Masif Ahşap Dikmelerde 30 Dakika Yangın Dayanımı İçin Gerekli Minimum Boyutlar

KESİT	BASINÇ GERİLMESİ $\sigma_{\parallel}$ N/mm ²	MINIMUM d KALINLIĞI (mm)		
		DİKME UZUNLUĞU s ≤		
		2	3	4
	≥ 11	240	260	280
	= 8.5	200	220	240
	= 5	160	180	200
	≤ 2	120	140	160

Tablo 4.4. Kaplanmamış Çok Parçalı Dikmelerde 30 Dakika Yangın Dayanımı İçin Minimum Boyutlar

KESİT	BASINÇ GERİLMESİ $\sigma_{\parallel}$ N/mm ²	BURKULMA BOYU s_k DEĞERİNE MINIMUM d DEĞERİ (mm)							
		1.0 $s \leq s_k \leq 2.0s$				0.5 $s \leq s_k \leq 0.7s$			
		ÇUBUK UZUNLUĞU $s \leq$ (m)							
		2	3	5	7	2	3	5	7
	≥11	160	168	184	200	150	154	162	170
	= 8.5	145	151	163	175	140	143	149	155
	≤ 5	120	124	132	140	120	122	126	130
	≥11	140	148	164	180	140	144	152	160
	= 8.5	130	136	148	160	130	133	139	145
	≤5	120	122	126	130	115	116	118	120

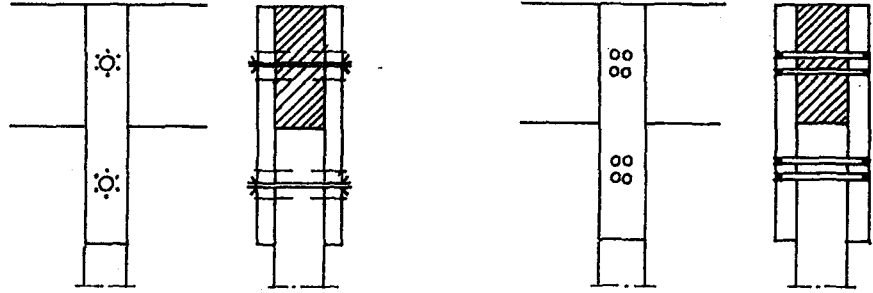
büyüktür. Bu yüzden, aksesuarları takviye etmek ve ahşabın içine gömmek gibi önlemler almak gerekir:

Bulonlu birleşimlerde bulonların etrafına ek olarak 6'şar ağaç vidası yerleştirilerek düğüm noktası sağlamlaştırılır. (Şekil 4.2.a.) Ahşabın içine gömülen pim kama veya bulonlarla yapılan birleşimlerde boşluklar, derinliği en az 2 cm olan ahşap başlıklarla örtülür. (Şekil 4.2.b.) Çivili birleşimlerde ahşap veya ahşap kökenli levha kullanılarak birleştirme yapılırken ikinci bir levhanın daha çivilenmesi yöntemiyle birleşim korunur. (Şekil 4.2.c.) Dikmenin kirişle birleştirilmesinde, T profili ahşap kirişe gömülmüş bir metal pabucun dikmeye bulonla tesbit edilmesi yöntemi kullanılırsa kalan boşluklar ahşap başlıklarla örtülür. (Şekil 4.2.d.) Sert ağaç kamayla sağlamlaştırılmış bir ahşap geçme, sert ağaç levha veya kontrplağın çiviyle sabitleştirilmesi sonucu oluşturulan köşeler de dayanımı arttırılmış örneklerdir. (Şekil 4.2.e.)[12]

Kimyasal Yangın Korunumu

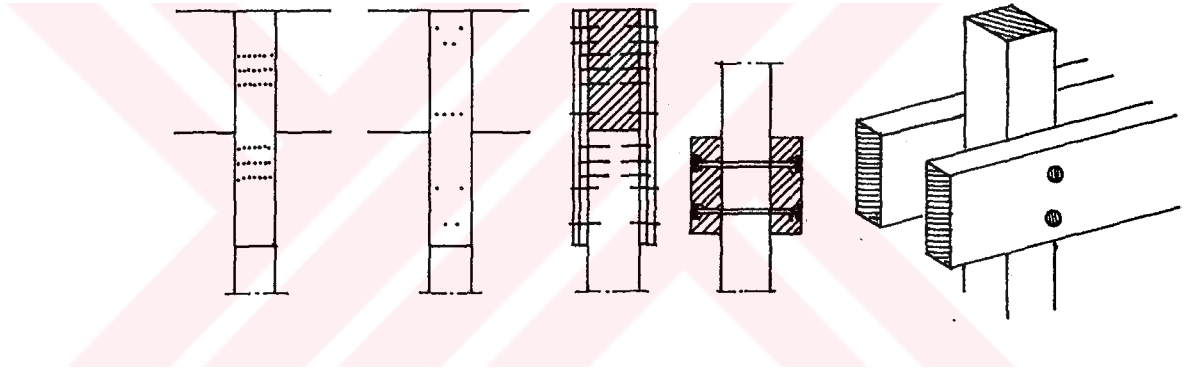
Kimyasal yangın korunumu, ahşap yapı elemanlarının alev almalarını ve yangının yayılmasını geciktirerek tahribatın azalmasını sağlar. İki tür olabilir:

Köpük yüzeyi oluşturan koruyucu: Köpükler, ısı yalıtım özellikleriyle ahşabın termik bozulmasını geciktirir. Film tabakası şeklinde boya veya vernik gibi ahşaba sürülen bu malzeme sıcaklığın artmasıyla hacimsel büyümeye uğrar ve köpük haline gelerek ısı yalıtıcı etki yapar. Köpüklü boyalar, şeffaf veya renkli pigment içeren malzemelerdir. Genel kanının aksine zamanla etkinliğini kaybetmez, ancak altındaki tabakalarla farklı esnekliğe sahip olması sonucu zarar görebilir, dış yüzeyde kullanılamaz.[12]

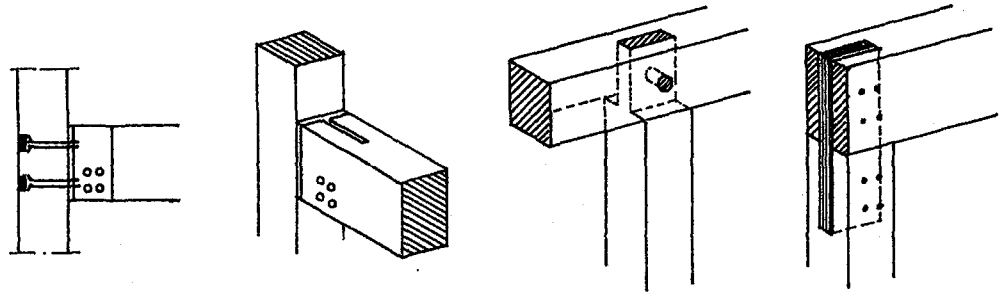


Şekil 4.2.a. Bulonlu Birleşimlerde Yangın Korunumu

Şekil 4.2.b. Pim Kamalı Birleşimlerde Yangın Korunumu



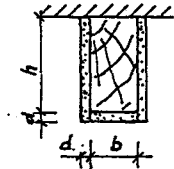
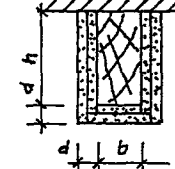
Şekil 4.2.c. Çivili Birleşimlerde Yangın Korunumu



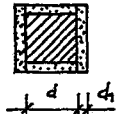
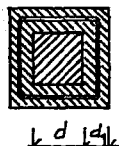
Şekil 4.2.d. Metal Pabuçlarda Yangın Korunumu

Şekil 4.2.e. Sert Ağaç Geçmelerde Yangın Korunumu

Tablo 4.5. Kaplanmış Kirişler İçin Minimum Boyut Değerleri

TEK KAT KAPLAMA	ÇİFT KAT KAPLAMA	YANGIN DAYANIM SÜRESİ dak.	
		30	60
AĞSAP KESİDİN MINIMUM b/h ÖLÇÖLERİ (mm)		80/110	160/220
KAPLAMANIN MINIMUM KALINLIĞI (mm)		15	2 X 12.5

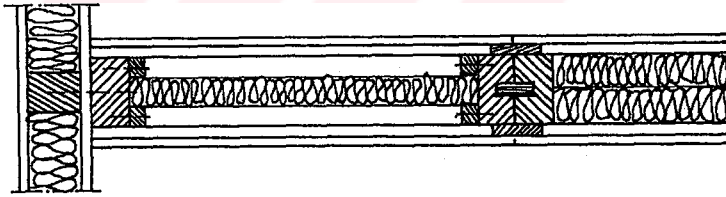
Tablo 4.6. Kaplanmış Dikmeler İçin Minimum Boyut Değerleri

KESİT BOYUT ORANI $b \geq d$	MINIMUM KALINLIK (mm)		YANGIN DAYANIM SÜRESİ dak.
	dikme d	kaplama d1	
	80	15	30
	160	2 x 12.5	60
	80	50	60

Yangından koruyucu kimyasal tuzlar, ahşaptan daha düşük sıcaklıkta ayrışarak alevlenmeyi önleyen gazlar çıkarırlar ve ayrışma sırasında ısı yutarlar. Bunun yanı sıra, ahşabın yüzeyinde bir tabaka oluşturarak oksijen ve ısıнын ahşaba ulaşma miktarını azaltır, ahşaptan yanıcı gazların çıkmasını engeller. Yöntemin etkili olması için basınç yöntemiyle ahşaba emdirilmesi gereklidir. Emprenye yoluyla ahşaba emdirilen fosfat tuzu, ahşabın doğal yangın koruyucusu olan kömür tabakasının oluşmasını hızlandırarak ahşap konstrüksiyonun yangından fazla zarar görmesini önler. [12]

Ahşap Elemanların Kaplama Yoluyla Yangın Korunumu:

Kaplama yoluyla korumada taşıyıcı sistemin tümü alçı veya asbestli çimento gibi yangına dayanıklı levhalarla kaplanabileceği gibi (Şekil 4.3.), yapı elemanlarının da tek tek kaplanması mümkündür. Tablo 4.5. ve 4.6.'da istenen yangın dayanım süresine ve kesit ölçülerine göre kullanılacak kaplama kalınlıkları verilmiştir.



Şekil 4.3. Taşıyıcı Sistemin Tümünün Yangın Korunumu

4.2. SES YALITIMI

Sesin duyulabilirliği, sesin frekansına ve ses basınç düzeyine (SPL) bağlıdır. Titresen bir sistemin saniyede tamamladığı devir miktarına frekans denir, "Hertz" ile ölçülür. İnsan kulağı, 20-20000 Hz arasındaki sesleri duyabilir. En az duyulabilir sesin SPL

değeri 0.00002 N/m² veya Pa, en çok dayanılabilen düzeyse 20 Pa'dır. [31]

Sesin oluşturduğu iki türlü gürültü vardır. Mekan-
da bulunan müzik ve konuşma gibi genel seslere ortam,
döşeme ve duvarlarda yürüme, çakma gibi eylemlerin oluş-
turduğu sese ise darbe sesi denir. Sesin duvar veya dö-
şemeden geçmesini azaltmak için malzemenin ağırlığını
arttırmak veya ses emici, yalıtıcı malzemeler kullanmak
gerekir.

Bir malzemenin ses emiciliği, onun ses emicilik
katsayısıyla ölçülür; ses emicilik katsayısı (α),
malzemenin yüzeyinden yansıtılmayan enerji oranıdır. Bu
değer arttıkça malzemenin ses emiciliği de artar. Ge-
nellikle sesi hapseden gözenekli bir yapıya sahiptirler.
[32]

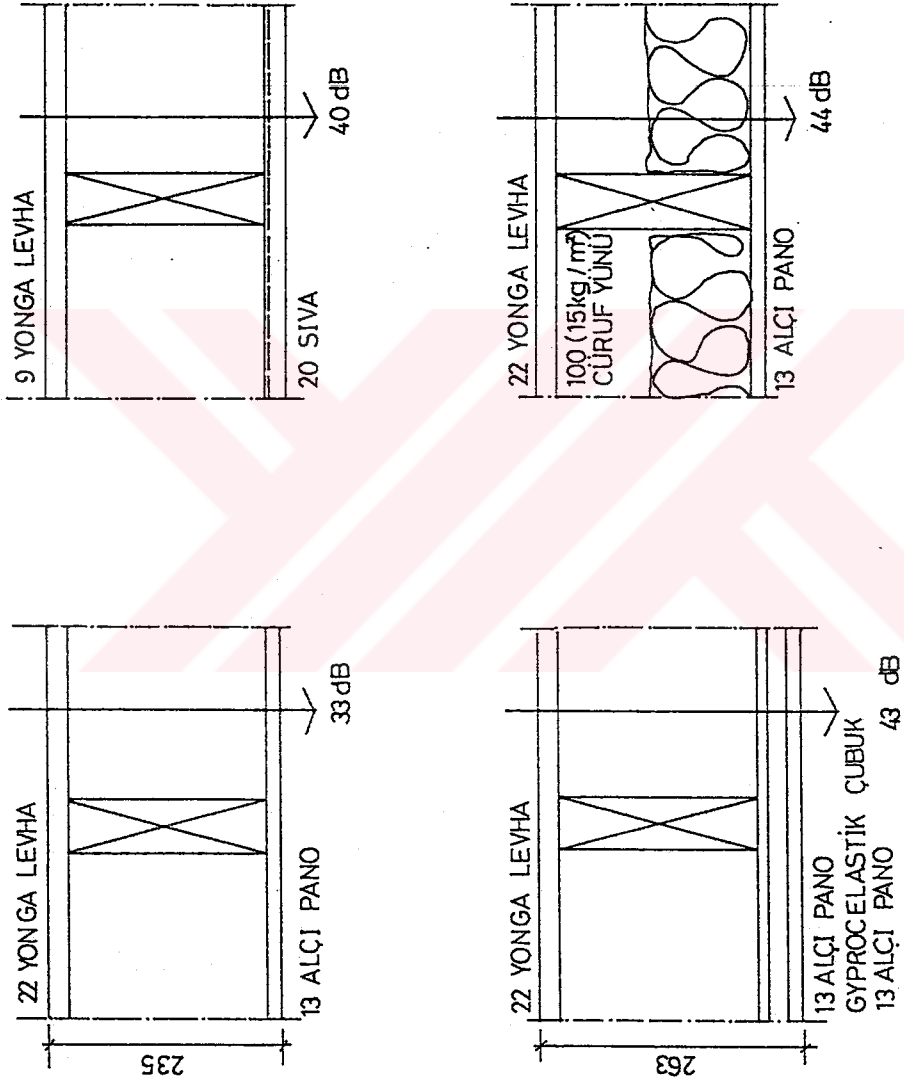
Ancak, ahşap yapılarda daha ziyade döşeme kirişle-
rinin ve duvarlarda dikmelerin arasına yerleştirilen cam
yünü ve polistiren köpük gibi aynı anda ısı yalıtıcı ö-
zelliği de bulunan ses yalıtıcı malzemeler yerleştirile-
rek ses izolasyonu sağlanır. Döşeme kirişlerinin ayırıcı
duvarlara paralel yerleştirilmesi, boşlukların 60-70
kg/m³ yoğunluğundaki bir ses yalıtıcı malzemeyle doldu-
rulması, ek yerlerinin mümkün olduğunca az tutulması ses
izolasyonunu arttıracak önlemlerdir. Ayrıca kaplama se-
cimleri de izolasyon düzeyini etkileyen bir faktördür.
Şekil 4.4.'te belli miktarlarda ses izolasyonu sağlamak
için önerilen bazı detaylar verilmiştir.

4.3. ISI VE NEM YALITIMI

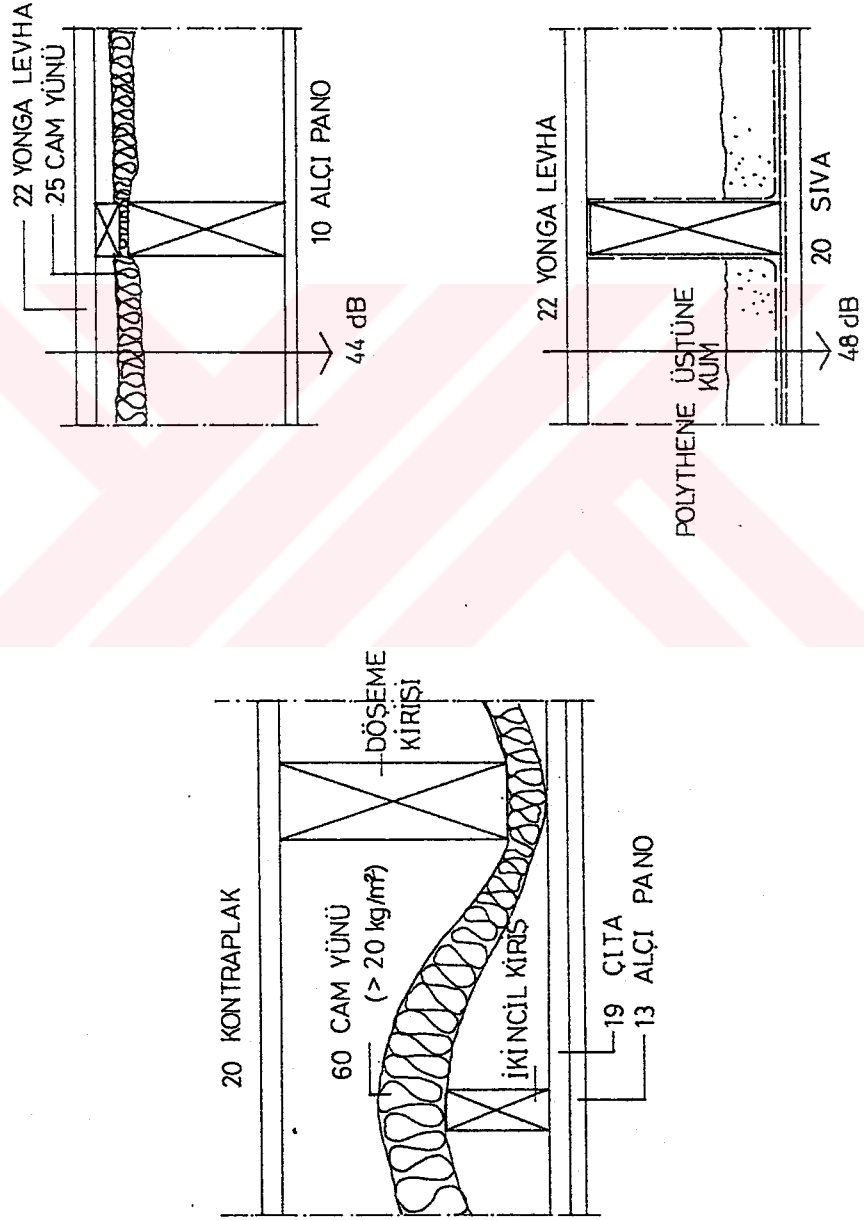
Isı, yüksek enerji düzeyinden düşük enerji düzeyine
taşınım veya iletim yoluyla geçer. Geçen ısı miktarı, Q ,
ısı geçiş katsayısı, k , ve sıcaklık farkıyla ilgilidir:

$$Q = k(t_2 - t_1) \quad (W/m^2)$$

Yüzeysel ısı iletim katsayısı, α , kabuğun dış ve iç yü-
zeylerindeki ısı iletimini verir. (W/m^2 °C). $1/\alpha$ ise



Şekil 4.4. Ses Yalıtımında Örnek Detaylar



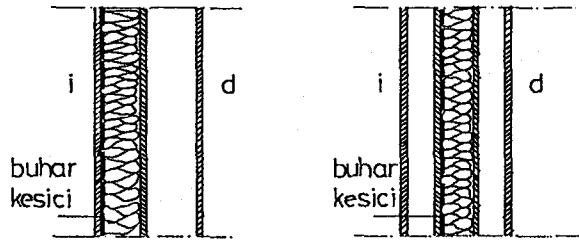
Sekil 4.4. Ses Yalıtımında Örnek Detaylar

yüzeysel ısı iletim direncidir. Katı cismin ısı iletkenlik katsayısı(Tablo 4.7.), , (W/m°C), malzemenin kalınlığına bölünerek (d/λ) malzemenin ısı iletkenlik direncini verir. Böylece bir veya daha çok malzemeden oluşan bir kabuğun ısı geçiş katsayısı, k , hesaplanabilir:

$$k = \frac{1}{1/\alpha_1 + \Sigma (d/\lambda) + 1/\alpha_2} \quad \text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Isı geçiş katsayısı hesaplandıktan sonra ısı geçiş miktarı kolayca hesaplanabilir. k değerinin TS825'in belirlediği değerlerin üstünde olmasına dikkat edilmelidir.

Tüm yapı sistemlerinde olduğu gibi ahşap yapılarda da ısı ve nem izolasyonu birlikte düşünülmelidir. Isı izolasyon malzemesinin içte ve ortada olduğu durumlarda düzlemsel yoğuşmayı önlemek için mutlaka buhar kesici malzeme kullanılmalıdır. Normalde yoğuşma ısı tutucunun bittiği yerde olur. (Şekil 4.5.) Tek tabakadan oluşan yapı elemanlarında içle dış arasındaki yüksek ısı farkından dolayı bölgesel yoğuşma olur.



Şekil 4.5. Isı Tutucu ve Buhar Kesicinin Yerleştirilmesi

Buhar difüzyonu da ısı geçişiyle aynı prensiple hesaplanır:

$$G = k_b (P_i - P_d) \quad \text{gr/m}^2\text{h}$$

Buhar geçiş katsayısı, k_b ise:

$$k_b = \frac{1}{1/\beta_1 + d/\mu + 1/\beta_2}$$

Tablo 4.7. Bazı Malzemelerin Isı İletme ve Buhar Difüzyon Direnç katsayıları

MALZEME	YOĞUNLUK	ISI İLETME KATSAYISI		BUHAR DİFOZYON DİRENCİ
		Kcal/mh°C	W/mK	
DOLU AHŞAP				
iğne yapraklı ahşap	600	0.11	0.13	40
meşe, kayın vb.	800	0.17	0.20	40
kontrplak	800	0.13	0.15	50-400
yonga levha				
yatık	700	0.11	0.13	50-100
dik	700	0.15	0.17	20
odun lifi levha				
sert	600-1000	0.11-15	0.13-17	70
hafif	200	0.04	0.045	5
	300	0.05	0.056	5
asbestli çimento plakalar	1800	0.30	0.35	3
presli	2100	0.35	0.41	5
buharda sertleşmiş	2100	0.39	0.45	5
DÖŞEME KAPLAMASI				
cam parke	520	0.12	0.14	70
ceviz parke	700	0.18	0.21	60
tik kaplama	670	0.17	0.20	60
ahşap lifli levha	900	0.16	0.19	70
KAPLAMA MALZEMESİ				
gürgen, dişbudak vb.	800	0.15	0.17	60
meşe	750	0.18	0.21	60
tik	650	0.15	0.17	60
iğne yapraklı	520	0.12	0.14	70
ISI TUTUCU				
ahşap talaş levha				
15mm	550	0.12	0.14	11
25mm	450	0.08	0.09	7
35mm	420	0.08	0.09	6
50mm	400	0.07	0.08	5
ahşap yonga betonu plak				
450		0.09	0.10	4
550		0.11	0.13	5
650		0.13	0.15	6
mantar plak				
120		0.035	0.04	10
200		0.04	0.05	30
400		0.08	0.09	35
PS	15-40	0.035	0.04	25-250
PU	30-40	0.03	0.035	40-50
PVC	50	0.035	0.04	200
SU VE BUHAR KESİCİ				
bitümlü karton	1100	0.16	0.19	2000
cam tülü ve b.k.	1200	0.16	0.19	14000

şeklinde hesaplanabilir. Ancak buhar difüzyon dirençleri ($1/\beta$) ihmal edilebileceğinden buhar geçiş miktarı:

$$G = \frac{P_i - P_d}{\sum d\mu N} \quad W/m^2$$

şeklinde hesaplanır. μ değeri Çizelge 4.7.'den alınır. N ise yaklaşık değeri 1569.5 Nt.h /gr.m olan sabit bir sayıdır. [33]

BÖLÜM 5. SONUÇ

Tezde incelenen konulardan elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

Sağlıklı bir yapı malzemesi elde etmek için kesilen ağacın tezde açıklanan bünyesel kusurlara sahip olmaması ve kesim anından itibaren böcek ve mantar istilasına karşı önlem alınması şarttır. İyice temizlenen ağaç, fırınlanarak kurutulduktan sonra çeşitli yöntemlerle biçilerek inşaat kerestesi haline getirilir. Kullanım boyutlarına getirilen ahşap, hava koşullarından, böcek ve mantarlardan ve ahşabın çalışma özelliğinden en az zarar görmesi için emprenye edilmelidir.

Basıncı ve çekme çubukları, statik ve dinamik çalışma özelliklerine bağlı olarak tezde belirtilen standart boyutlara sahip olmalıdır. Çekme çubuklarının kesitlerinin tek veya çok parça olması onların taşıyıcılık niteliğini etkilemez. Basıncı çubukları için ideal kesit daire veya karedir. ve çubuğun basıncı dayanımı enine bağlantıların miktarıyla doğru orantılıdır. Eğilme çubuklarının ideal kesidi ise genişliğe oranla yüksekliği fazla olan tek veya çok parçalı dikdörtgendir.

Ahşap birleşimleri tezde açıklandığı gibi yapılmalıdır. Elemanlar tutkalla yapıştırılmalı veya ahşap , çelik kamalarla birleştirilmelidir.

Ahşap iskelet yapı sistemi tek tabanlı veya çift tabanlı olabildiği gibi bir yönde çift tabanlı da olabilir. Buna tek taraflı çift tabanlı sistem denir. bu üç sistemin stabilitesi alt ve üst tabanı çapraz bağlayan

payandalarla sağlanır. Bir diğer sistem ise Amerikan sistemdir. Pek stabil gözükmeyen bu sistem ise çapraz olarak çivilenen kaplama sayesinde stabil hale gelir.

Ahşap yapı, yangına karşı mutlaka korunmalıdır. Korunmasız ahşap kiris ve dikmelerin yanma sınırını 30 dakika koruyabilmeleri için sahip olmaları gereken en küçük boyutlar tezde verilmiştir. Bu boyutlar, elemanın karşılaması gereken gerilme miktarıyla da doğru orantılıdır. Etkin bir korunum için elemanların tek tek veya bütünüyle yangına dayanıklı hale gelmesi şarttır. Bunun için asbestli  imento veya alçı levhalarla kaplamak gerekir. Bunun yanı sıra, korunmasız ah apta yangının etkileri kimyasal yöntemle de geciktirilebilir.

Hafif bir malzeme olma özelliğine bağlı olarak ahşap konstrüksiyon sesi geçirir. Bunu önlemek için duvar veya döşemenin ağırlığını arttıran önlemler veya ses yalıtım malzemelerinin kullanımı tezde açıklanmıştır.

Ahşap iskelet yapının diğer yapı sistemleri ısı ve nem geçişine karşı izole edilmesi gerekir. Bunun için kullanılan hesap yöntemleri daha önce açıklanmıştır. Isı geçişine karşı kullanılan yalıtım malzemeleri ve buhar kesici malzemelerin kullanımı gereklidir.

Yukarıda belirtilen önlemler, tasarım ve yapım aşamasında uygulandığı takdirde sağlıklı bir ahşap iskelet yapının hizmet ömrü de uzayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] ANONİM, "Wood Preservation"
Hickson's Specifier's Guide , UK, 1990
- [2] GÜNGÖR H. , "Ahşap"
Celtüt Matbaası, İstanbul, 1961
- [3] TÖRKMEN A. , "Ahşap Yapılar Cilt I, II"
İstanbul, 1948
- [4] DUMAN N. , "Ahşap Yapı Dersleri"
YEM Teknik Yayınları, İstanbul, 1988
- [5] ÖZTUNALI İ. , "Yapı Ahşabı ve Yapılarda Kullanma Esasları"
Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri
Reisliği Araştırma Dairesi Yayınları,
1956
- [6] ANONİM, "21. Yüzyılın Yapı Malzemesi"
Hemel Broşürü, 1990
- [7] HALL G. S. , "Ahşabın Yapıda Doğru Kullanımı ve Korunması"
TRADA, UK, 1987
- [8] BİNAN M. , "Yapı Elemanları"
İTÖ Vakfı Yayınları 9, 1986
- [9] ANONİM, "Insecticidal Treatments Against Wood Boring Insects"
British Research & Establishment (BRE)
Digest 327, UK, 1987
- [10] ANONİM, "Identifying Damage by Wood Boring Insects"
BRE 307, UK, 1986
- [11] RICHARDSON B. A. , "Remedial Treatment of Buildings"
UK, 1980
- [12] GÖTZ K.H. , HOOR D. , MÖHLER K. , NATTERER J. ,
"Holzbau Atlas" ,
Institut für Internationale Architektur-
Documentation GmbH, München, 1980
- [13] ANONİM "Dry Rot: Its Recognition & Control"
BRE 299, 1985

- [14] ANONİM, "Ahşap Koruma - Terimler ve Tanımlar " TS343 , Ankara, 1977
- [15] ANONİM, "External Timber Cladding" TRADA Sc 1, Sh 20, UK, 1982
- [16] ANONİM, "Wood Preservation-A Review of Current Practice & Research" TRADA , UK, 1984
- [17] ANONİM, "Timbers: Their Natural Durability & Resistance to Preservative Treatment" BRE 296, UK, 1985
- [18] SUNGURUOĞLU İ. , Ders Notları (Yayınlanmamış)
- [19] ANONİM, "Finishes for Exterior Timber" TRADA Sc 2/3 Sh 1, UK, 1984
- [20] ANONİM, "Hangi Ahşaba Hangi Emprenye Maddesi, Hangi Emprenye Yöntemi?" Hemel Broşürü, 1990
- [21] ANONİM, "Ahşap Emprenye Maddelerinin Etkilerinin Muayene Metodları" TS345, Ankara, 1974
- [22] SUNGURUOĞLU İ. , "Mekanik Etkenler, Yapım Sistemleri Strüktürel Form ve Yapım Şekilleri" İstanbul, 1988
- [23] ANONİM, "Ahşap Yapıların Hesap & Yapım Kuralları" TS647, Ankara, 1979
- [24] ERŞEN N. , "Ahşap Yapılar Problem ve Çözümleri" IDMMMA Yayınları, İstanbul, 1980
- [25] ANONİM, "Choosing Wood Adhesives" BRE 340, UK, 1989
- [26] SCHMITT H. , "Hochbau Konstruktion" Bertelman Fachverlag, Dusseldorf, 1974
- [27] HALLMAN, ROHN, LINGNAU, "Bauen mit Holz in Park und Garten" Callwey, Germany, 1984
- [28] DEL FABRO O. , "Holzbau Konstruktion und Statik" St. Gallen, 1947
- [29] ANONİM, "Hickson's Fire Retardants" UK, 1988
- [30] ANONİM, "Comparative Fire Test on Wood & Steel Joists" Southern Forest Products, UK, 1988

ÖZGEÇMİŞ

Doret Bardavit, 1968 yılında İstanbul'da doğdu. Orta öğrenimini İstanbul Özel Amerikan Robert Lisesi'nde 1986'da tamamladı. 1990 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nden mezun oldu. İngilizce bilir. 1988 ve 1989 yıllarında Ord. Prof. Emin Onat , Dr. Ing. E.h. Ödülü'nü kazanmıştır.

