

Yapı Dünyası

ISSN 1300-977X

AYLIK MESLEKİ BİLİM TEKNİK HABER DERGİSİ ŞUBAT-MART 2012/191-192

www.yapidunyasi.com.tr



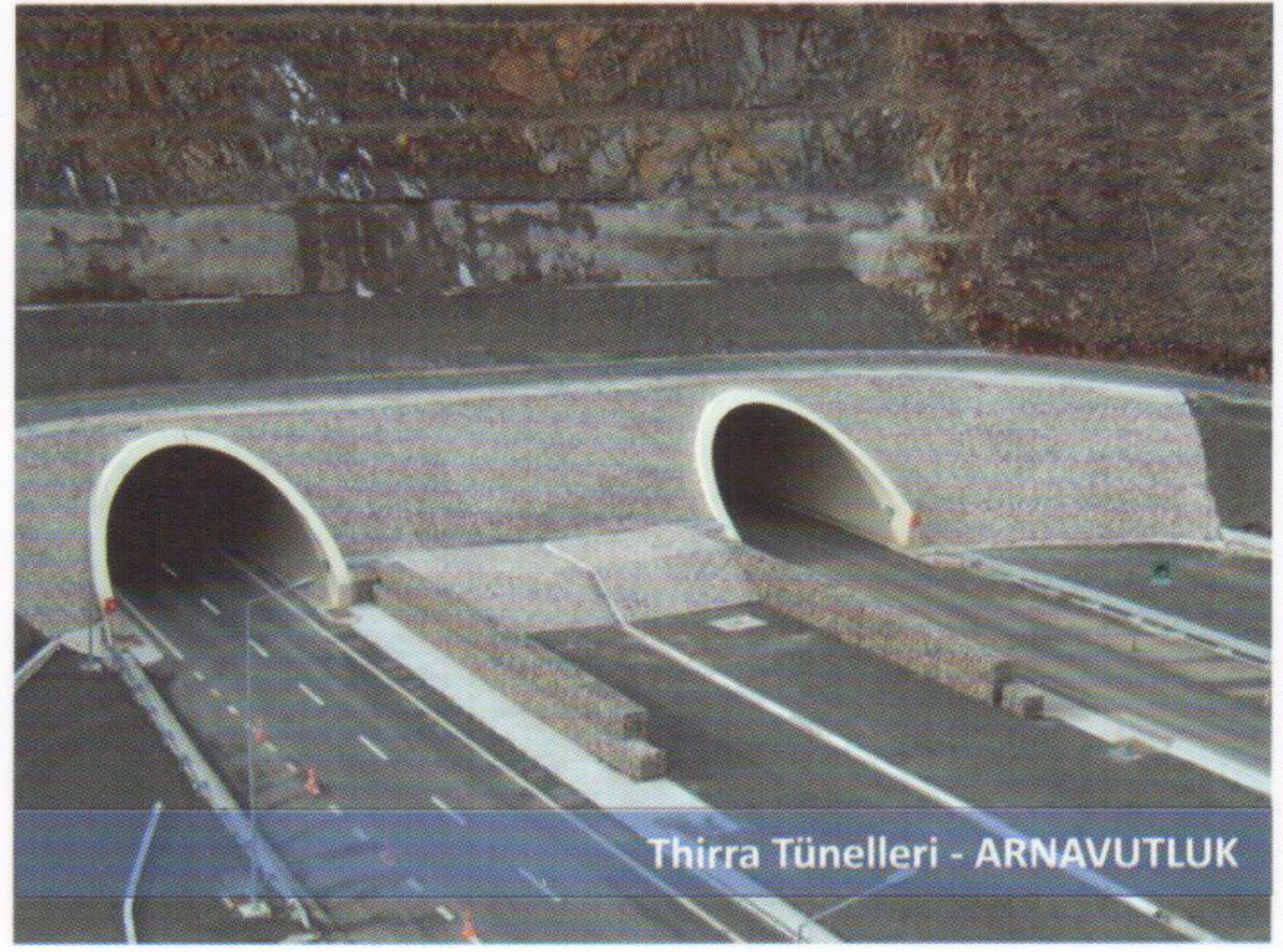
Karşıyaka Tünelleri - İZMİR



Yüksek Hızlı Tren - ANKARA

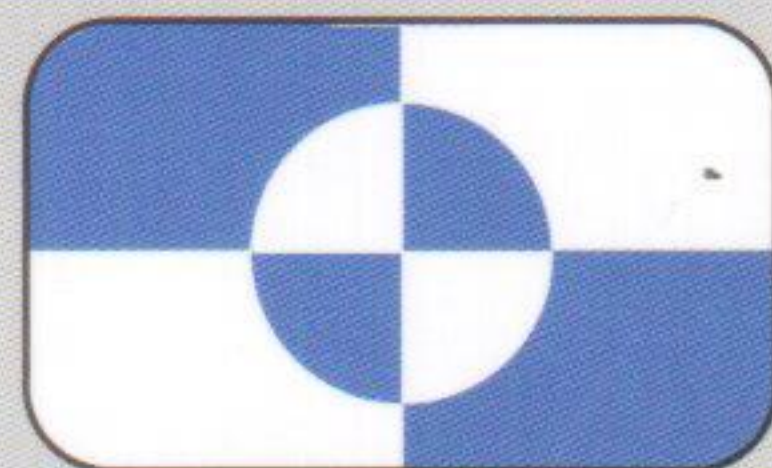


Ertuğrulgazi - Osmangazi Tünelleri - BİLECİK



Thirra Tünelleri - ARNAVUTLUK

*Özgün Fikirlerden,
Güvenli Çözümlere...*



Savronik

www.savronik.com.tr

Yapısal Kullanım Açısından Ahşap Malzemenin Bünyesel Özellikleri

Z. Sevgen PERKER

Dr. Mimar – Kamu Yöneticisi

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

1. Giriş

Ahşap; hafif ve esnek bir malzeme olması, deprem etkileri karşısında insan sağlığı açısından olumlu bir performans sergilemesi, insan gücü ile üretilebilir olması, sökülüp takılabilen nitelikte detaylandırılabilmesi, ekolojik ve enerji dostu bir yapı malzemesi olması, diğer yapı malzemeleriyle uyumlu biçimde kullanılabilmesi, insanın fizyolojik ve psikolojik sağlığı açısından olumlu bir malzeme olması, elemanlara gerekli kesit sağlandığında yangın karşısında insan sağlığını riske atmayacak bir performans sergilemesi vb. gibi pek çok olumlu özelliği nedeniyle yapı alanında kullanılması büyük önem taşıyan bir malzemedir.

Ahşap malzeme, Anadolu yapı geleneğinde kendine özgü ifade yöntemleri bulmuş ve ustalikle pek çok yapıya dâhil edilmiş olmasına rağmen ülkemizde, özellikle de sanayileşme sonrası giderek artan betonarme yapı üretim sürecinde kendisine verilen önemi kaybetmeye başlamıştır. Buna paralel olarak sanayi hamlesini izleyen yıllarda ahşap yapı üretimi yavaş yavaş terk edilmeye başlanmıştır. Bunun yanı sıra ülkemizde mevcut olan ahşap yapılar da içinde bulunan sosyokültürel, ekonomik, yasal ve kurumsal yapının etkisiyle yeterli düzeyde sağlıklılaştırılmamıştır. Bu durumun çeşitli nedenleri vardır. Sözü edilen nedenlerden önemli bir tanesi de ahşap malzemenin yeterince tanınmaması, özelliklerinin bilinmemesi ve araştırılmamasıdır. Son yıllarda ahşap malzemenin tanınmasına ve araştırılmasına ilişkin çalışmalar art-

mış ve sözü edilen çalışmalar ahşap malzemenin yapısal kullanımı açısından gerek sektör açısından gerekse bilim adına değerli katkılarda bulunmuştur. Bu durum sevindirici olmakla birlikte, ahşap yapı geleneğinin sürdürülmesi ve yeni ahşap yapı üretiminin yaygınlaştırılması için konu ile ilgili çok daha fazla çalışma ve araştırma yapılması gerekmektedir.

Çağlar boyu insanların dünyanın çeşitli bölgelerinde ürettikleri ahşap yapılar evrensel anlamda, ülkemizde bulunan ve geleneksel sivil mimarimizin en önemli örnekleri olan ahşap yapılar ise ulusal anlamda ahşap yapı geleneğinin ne kadar güçlü olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte uygarlık tarihinin en eski yapı malzemelerinden biri olan ahşap malzemenin çeşitli bünyesel özellikleri nedeniyle bozulmaya uğradığı da bilinen bir gerçektir. Ahşap yapı geleneğinin devamlılığı; gerek insan sağlığı gerekse mimari zenginlik açısından büyük önem taşımaktadır. Günümüz teknolojisi oldukça gelişmiştir. Her geçen gün ahşap yapı malzemesinin bünyesel özelliklerini geliştirecek, bozulmalarını önleyecek yeni teknoloji ve koruyucular üretilmektedir. Bu bağlamda ahşap malzeme üzerine yapılacak araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Ahşap malzeme kullanımının devamlılığını sağlamanın ön koşulu malzemenin zayıf yönlerini ortaya koymaktır. Bu bakış açısından hareketle ele alınan bu çalışmada ahşap malzemenin bünyesel özelliklerinin, bunların neden olduğu bozulmalar ile yapısal kullanıma etkilerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

Ahşap, türleri açısından ele alındığında çok geniş bir yelpaze içinde incelenmesi gereken bir yapı malzemesidir. Her ne kadar tek bir yapı malzemesi olarak ifade edilse de konu ahşap türleri açısından ele alındığında ayrıntıda farklılaşan bünyesel yapılar ve özellikler söz konusu olmaktadır. Ahşap malzemenin türlerinin, türlere göre değişen fiziksel, kimyasal, mekanik, görsel vb. genel özelliklerinin, bünyesel kusurlarının, dış etkiler karşısındaki bozulma ve dayanımlarının bilinmesi ise malzemenin yapı alanındaki kullanımının yaygınlaştırılması açısından önemli bir altyapı olacaktır. Bu bakımdan farklı araştırmalarda her bir tür üzerinde yapılacak çok sayıda inceleme ile ahşap türlerine ilişkin ayrıntılı bilgi elde edilmesi olanaklıdır. Ancak bu çalışmanın amacı; ahşap malzemenin bünyesel bozuma nedenlerinin ve bunların yapısal kullanıma etkilerinin genel olarak incelenmesi, böylelikle malzemenin yapı sektörüne yeniden kazandırılmasına katkıda bulunulmasıdır.

2. Yapısal Kullanım Açısından Bünyesel Özellikler

Ahşap malzemenin bünyesel özellikleri yapısal kullanım açısından ele alındığında anatomik, kimyasal ve fiziksel – mekanik olmak üzere üç başlık altında incelenebilmektedir.

2.1. Yapısal Kullanım Açısından Anatomik Özellikler

Ağacın büyümesi sırasında, arazi yapısı, kuraklık, güneş azlığı, güçlü hâkim rüzgâr, aşırı soğuklar ve don nedeniyle birtakım anatomik kusurlar oluşmaktadır. Ağacın anatomik yapısında oluşan kusurlar, ağaçtan elde edilen kerestenin kullanılış yeri ile fiziksel ve mekanik özelliklerini; işlenme, kurutulma, emprenye edilebilme yeteneklerini de olumsuz yönde etkilemekte ve kullanım sürecinde ahşap yapı elemanının kolay bozulmasına neden olmaktadır.

Anatomik yapıda oluşan kusurlar gibi, ağaç gövdesinde büyüme sırasında meydana gelen şekil bozuklukları da ahşabın fiziksel özelliklerini etkilemektedir. Sözü edilen kusurlar; kaba dalgalılık ve oluklu gövde oluşumu, gövde enine kesitinde eksantrik gelişme, özün düzensiz gidişi, yıllık halka düzensizlikleri, spiral liflilik, göz ve urlar, reçine keseleri, reaksiyon odunu, ay halkası, yalancı öz odun oluşumu, budaklar, çatlaklar, eğri gövde oluşumu, gövdede çatallanma ve çift özlülük, konik gövde oluşumu ve soğanlanma (yapraklanma) olarak sıralanabilmektedir.

Kaba Dalgalılık ve Oluklu Gövde Oluşumu: Bazı ağaç gövdeleri, gelişimleri sırasında, enine kesitte kaba, girintili-çıkıntılı, gövdede ise oluklu bir şekil almaktadır. Bu durum boyuna kesitte ahşaba dekora-

tif değer vermektedir. Bu nedenle kaba dalgalı veya oluklu gövdeli ağaçlar, ahşap kaplama uygulamalarında tercih edilmektedir. Ancak liflerin düzgün olmayışı, ahşabın düzensiz çalışmasını beraberinde getirmekte, bu da eğrilme ve çatlama ile sonuçlanmaktadır. Bu anatomik kusura sahip olan ahşap malzemenin genel dayanımında da azalma olacağından özellikle taşıyıcı eleman olarak kullanılmaması gerekmektedir.

Gövde Enine Kesitinde Eksantrik Gelişme:

Ağacın öz odununun tam ortada bulunmaması, farklı bir yöne kayması şeklindeki anatomik kusurdur. Elips biçiminde olan gövdenin bir tarafı basık, diğer tarafı şişkin bir durum sergilemektedir. Kerestesi homojen olmayan bu tür ağaçlar kolayca çatlayabileceğinden taşıyıcı eleman olarak kullanılmamaları gerekmektedir.

Özün Düzensiz Gidişi: Ağacın gelişimi sırasında gövde içindeki özün, dalgalı veya zikzak şekilde ilerlemesi şeklindeki anatomik kusurdur. Düzensiz öze sahip olan ağacın genel dayanımı düşük olduğundan yapıda kullanılmaması gerekmektedir.

Yıllık Halka Düzensizlikleri: Tüm ağaç türlerinin yıllık halkalarında genişlik farkları olabilmektedir. Genişlikleri aniden değişen ya da sürekli değişim gösteren yıllık halkaların ise, ahşabın kuruması sırasında farklı çalışmaları ve halka doğrultusunda çatlakların oluşması nedeniyle sözü edilen ahşapların yapıda kullanılmaması gerekmektedir [1, 2].

Spiral Liflilik: Ağacın eksenine paralel büyümesi gereken liflerin, spiral şeklinde, gövde etrafında dolması sonucunda oluşan anatomik kusurdur. Eğiklik, eksenine göre 5° yi geçerse, ahşabın kullanım değeri düşmektedir. Bu tür ahşap, eğilme, basınç ve çekme dirençleri ile elastikiyet modülü önemli ölçüde azaldığından yapıda tercih edilmemesi gerekmektedir [1]. Spiral lifliliğin çeşitli dirençler üzerindeki etkisi Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Ahşaptaki Spiral Lifliliğin Eğilme, Dinamik Eğilme ve Liflere Paralel Basınç Direnci Üzerindeki Etkisi. [3]

Lif Kıvrıklığı %	Eğilme Direnci %	Dinamik Eğilme Direnci %	Liflere Paralel Basınç Direnci %
Düzenli Lif	100	100	100
4	96	95	100
5	93	90	100
7	89	81	100
10	81	62	99
20	55	36	93

Göz ve Urlar: Ur, liflerin olması gereken gidiş düzünü yitirerek kıvrılıp top olmasıyla oluşmuş genellikle sağlam yumru ve yumrular topluluğudur [4]. Kuşgözü

ise kambiyumda oluşan yaradır. Ur ve kuşgözü ağacın dayanıklılığını azaltmakta ve işlenmesini zorlaştırmaktadır. Bu kusurlara sahip olan ağaçların yapı elemanı olarak tercih edilmemesi gerekmektedir.

Reçine Keseleri: Reçine keseleri, yalnızca iğne yapraklı ağaçlarda bulunmaktadır. Ahşap doğramada 5 mm'den dar ve kısa olan reçine keseleri dikkate alınmayabilir. Ancak ısı etkisiyle yağlı boya altında bulunan reçine sızarak boyaya zarar vermektedir. Ayrıca reçineli ahşap daha çabuk yanmaktadır [1, 2]. Reçineli ağaç türlerinden elde edilen ahşap elemanlar, yangına karşı gerekli önlemler alındığı takdirde yapıda kullanılabilir.

Reaksiyon Odunu: Genellikle rüzgâr, kar, güneş gibi dış etkiler nedeniyle, eğilerek büyüyen ağaç gövdelerinin, sözü edilen eğilmeye karşı verdikleri tepki ile oluşmaktadır. Reaksiyon odununa sahip olan ahşabın dokusu ve fiziksel özellikleri değiştiğinden yapıda kullanılmaması gerekmektedir.

Ay Halkası: Öz odun içinde üst üste duran çok sayıda yıllık halkanın öz odun renginde olması şeklindeki anatomik kusurdur. Sözü edilen halkalar öz oduna oranla daha fazla çalıştılarından, dayanıklılıkları oldukça azdır. Bu anatomik kusura sahip olan ahşabın yapıda kullanılmaması gerekmektedir.

Yalancı Öz Odun Oluşumu: Önceden ağaç gövdesine girmiş olan mantarlara karşı, ağacın gösterdiği bir tepki sonucu oluşmakta, ahşaba koruyucu madde emdirilmesini zorlaştırmaktadır.

Budaklar: Budak, dalın gövde içindeki oluşumu olarak tanımlanabilmektedir. Ancak kullanım esnasında birtakım sakıncaları bulunmaktadır. Ağaç dokusundan farklı bir dokuya sahip olan budaklar, ağaç liflerinin yönlerini bozduklarından ahşabın işlenmesini zorlaştırmakta, direncini azaltmaktadır. Ahşabın mekanik özellikleri üzerinde doğrudan etkili olan budak, daha yoğun ve reçineli olup, çevresindeki odundan daha fazla daralma özelliğine sahiptir. Budaklı kereste basınç karşısında çabuk kırılmakta ve çekmeye de direnememektedir. Ahşap yapı elemanının kullanım amacına göre, malzeme yüzeyinde bulunması kabul edilebilir budak sayısı ve çapı önceden belirlenmektedir. Ancak örneğin eğilmeye maruz kalan kirişlerde çekme gerilmesinin bulunduğu alt kısımda ve ortada budak bulunmaması gerekmektedir [1, 2, 5, 6].

Çatlaklar: Çatlaklar, ağacın kesimi veya kurutulması sırasında meydana gelen anatomik kusurlardır. Çoğunlukla yumuşak ağaçlarda meydana gelen çat-

laklar; çevre çatlağı, yıllık halka çatlağı, öz çatlağı, don çatlağı, basınç çatlağı gibi türlere ayrılmaktadır. Bunlardan ağır kar yükü ve kuvvetli rüzgâr nedeniyle oluşan basınç çatlaklarına, gövde orta bölümünde rastlanmaktadır. Gövde ortasının gevrek olması nedeniyle ağacın çekme, eğilme ve dinamik eğilme dirençleri önemli miktarda azalmaktadır. Bu kusura sahip olan ahşabın özellikle merdivenlerde basamak elemanı olarak kullanılmaması gerekmektedir [3].

Eğri Gövde Oluşumu: Eğri gövde oluşumu ağaç türüne bağlı olmakla birlikte, hâkim rüzgâr, toprak kaymaları, kar basıncı, ışık yönü ve arazi yapısı gibi dış faktörlere de bağlıdır. Eğri gövdeli bir ağaçtan elde edilecek ahşabın, ancak payanda vb. gibi eğri bir yapı elemanında kullanılması uygun olmaktadır [2].

Gövdede Çatallanma ve Çift Özlülük: Daha çok çam türlerinde görülen bu kusur genetik olabileceği gibi, atmosfer koşulları, mekanik darbeler ve zararlı canlılar etkisiyle de meydana gelebilmektedir. Gövdenin çatala ayrıldığı bölüm her türlü dış etkiye ve bozulmaya açıktır. Çift özlülük ise, birbirine çok yakın iki dalın kaynaşmasıyla oluşan anatomik bir kusurdur. Sözü edilen kusurlara sahip olan ahşabın genel dayanımı azaldığından yapıda özellikle taşıyıcı eleman olarak kullanılmaması gerekmektedir.

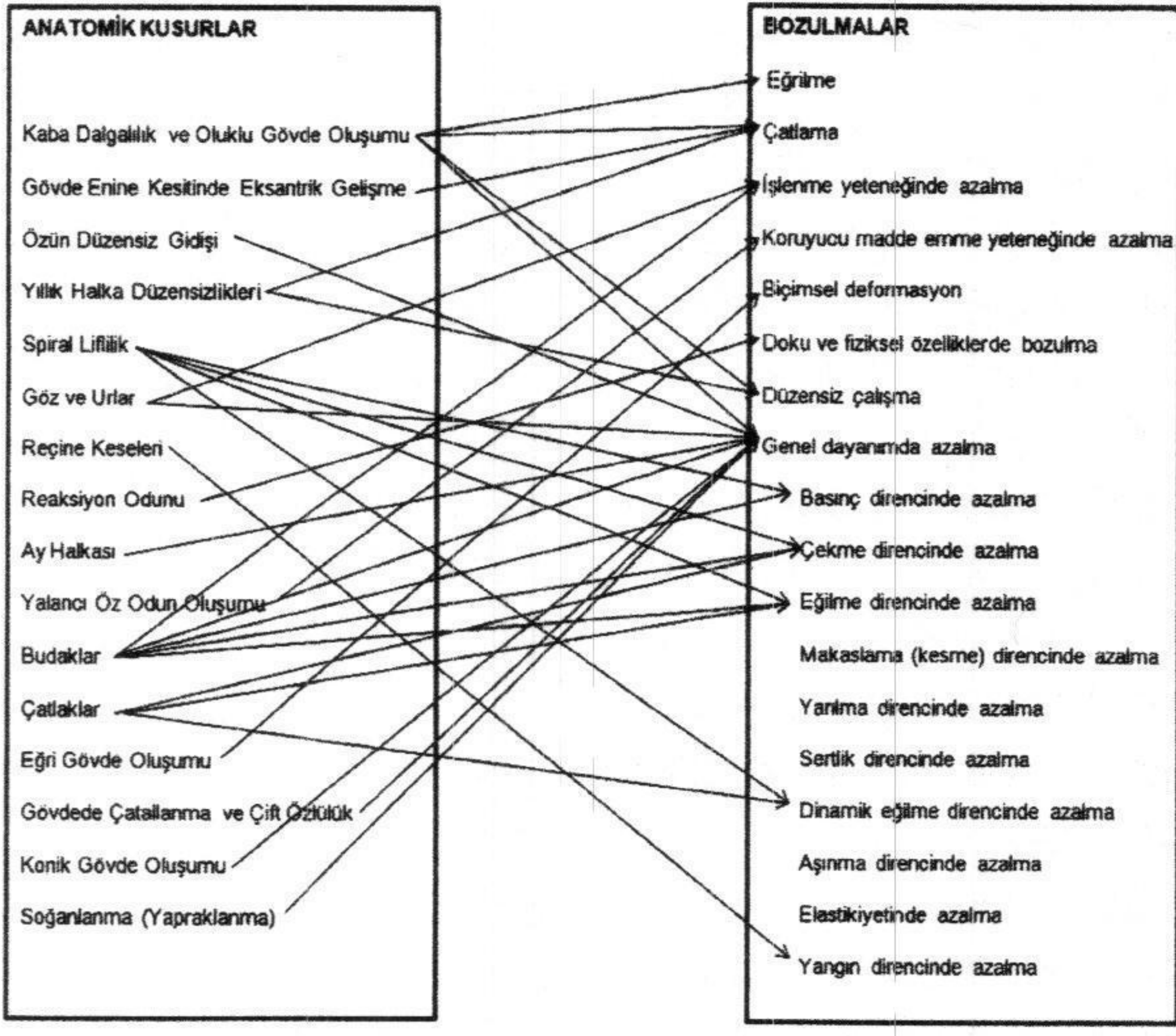
Konik Gövde Oluşumu: Ağaç gövdesinin, aşağıdan yukarıya doğru çıkıldıkça normal ortalamadan daha fazla bir çap düşüşü göstermesi şeklindeki anatomik kusurdur. Yaklaşık olarak her metrede 1 cm' den fazla çap düşüşü görülen gövdelerden elde edilecek ahşabın genel dayanımı azaldığından yapıda kullanılmaması gerekmektedir.

Soğanlanma (Yapraklanma): Yıllık halkaların birbirlerinden soğan katları gibi ayrılması şeklindeki anatomik kusurdur. Soğanlanmaya çoğunlukla güneş durumundaki ani değişiklikler ile özel bir mantar türü neden olmaktadır. Soğanlanmaya maruz kalmış ahşabın genel dayanımı azaldığından yapıda kullanılmaması gerekmektedir [2, 5].

Ahşap malzemenin anatomik özellik ve kusurlarının neden olduğu bozulmalar Şekil 1'de görülmektedir.

2.2. Yapısal Kullanım Açısından Kimyasal Özellikler

Bünyelerinde yer alan kimyasal maddeler bakımından ahşap türleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Ahşap yapısındaki başlıca organik bileşikler karbon, hidrojen ve oksijen atomları oluşturmaktadır. Ahşap malzemenin bünyesinde %45-60 oranında selüloz, %20-28 oranında lignin ve %10-20 oranında



Şekil 1. Ahşap Malzemenin Anatomik Özellik ve Kusurlarının Neden Olduğu Bozulmalar

pektin bulunmakta ve sayılan maddelerin ahşabın ana bileşikleri olduğu kabul edilmektedir. Selülozun varlığı, ahşabın eğilme ve çekmeye karşı, ligninin varlığı ise ahşabın basınca karşı dirençli olmasını sağlamaktadır. Ancak gıda maddesi istekleri nedeni ile ahşap malzemeyi tercih eden böceklerin özellikle selüloz ile beslendikleri, bu nedenle selülozun varlığının ahşabın biyolojik açıdan bozulmaya uğramasında önemli payı olduğu bilinmektedir. Önemli ahşap bileşiklerinden olan pektinin varlığı, ahşabın çalışmasına neden olmaktadır [2, 6, 7, 8].

2.3. Yapısal Kullanım Açısından Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Ahşap malzemenin nem miktarı, çalışması, sertliği ve ağırlığı gibi fiziksel özellikleri direnci üzerinde etkili olmaktadır. Ağaç kesildiğinde içinde bir bünye suyu bulunmaktadır. Ancak yapıda kullanılacak ahşap malzemenin nem miktarının % 20'nin altında olması ve bu nedenle de yapıda kullanılacak ahşap malzemenin kurutulması gerekmektedir. Kurutulmayan ahşabın yapı yerinde çalışması ile şekil deformasyonu fazla olmakta, malzemenin direnci olumsuz yönde etkilenmekte ve malzeme biyolojik zararlıların etkisine karşı daha hassas bir hale gelmektedir.

Ahşabın bünyesinde hacim genişlemesi ve daralması gösteren şekil değişikliği "ahşabın çalışması" olarak nitelendirilmektedir. Sert ahşaplar (kayın, gürgen gibi) yumuşak ahşaplara (ladın, köknar, kavak gibi) oranla daha fazla çalışma özelliği göstermektedir. Genellikle şekil deformasyonu, nem alış veriş sonucunda ahşabın bulunduğu ortamın nem derecesine uyması ile bünyesinde bir hacim değişikliği olması şeklinde gerçekleşmektedir. Bulduğu ortama göre kuru ahşapta bir genişleme, yaş ahşapta ise bir daralma görülmektedir [9]. Ahşap malzemenin çalışması her

yönde aynı olmayıp liflere paralel yönde en az (% 0.1), yıllık halkalara dik yönde orta derecede (% 3.5), yıllık halkalara teğet yönde ise en fazla (% 6- 10) dır [1]. Çalışma sonucunda ahşap malzemede direnç düşmekte, şekil değişiklikleri ve çatlaklar oluşmaktadır.

Ahşap malzemenin yoğunluğu, direnci hakkında bilgi veren diğer bir fiziksel özelliktir. Hafif ahşap türlerinin ağır ahşap türlerine oranla dirençleri, esneklikleri ve sertlikleri daha azdır. Hafif ahşap türlerinin ağır ahşap türlerine oranla aşındırıcı etkiler karşısında daha dayanıksız oldukları bilinmektedir. Ancak hafif ahşap türlerinin yumuşak oldukları, kolay işlendikleri ve az çalıştıkları görülmektedir [10]. Ahşap malzemenin mekanik direncini; birim ağırlık, ısı ve rutubet derecesi, lif açısı, budaklar, yıllık halkaların yön ve genişlikleri gibi faktörlerin yanı sıra, ağacın yetimle yerindeki iklim, toprak ve su özellikleri gibi faktörler belirlemektedir. Ağacın direnci türüne göre değişmektedir. Ahşap elemanda oluşan en önemli direnç kaybı uzun süre yük altında kalması sonucu oluşmakta, örneğin 50 yıl boyunca yük altında direnç gösteren ahşap, ani ve aşırı bir yükleme sonucunda kırılabilmektedir [11]. Ahşabın mekanik özellikleri basınç direnci, çekme direnci, eğilme direnci, makaslama direnci, yanılma direnci, sertlik direnci, dinamik eğilme direnci, aşınma direnci ve elastisite modülü olmak üzere dokuz ana başlık altında incelenebilmektedir.

Basınç Direnci: Ahşabın, liflerine paralel veya dik yönde, malzemeyi ezmeye ya da sıkıştırmaya çalışan kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir [12]. Ahşabın basınç direncini, ahşap bünyesindeki nem oranı, lif yönü, özgül ağırlık, hücre zarı yapısı, sertlik ve budak durumu, böcek saldırısı etkilemektedir. Sert ahşap türlerinin basınç direnci yumuşak ahşap türlerine oranla daha fazladır. Liflere dik yönde düşük olan basınç direnci, liflere paralel yönde oldukça yüksektir. Liflere eğik yönde gelen yüklemelerde ise basınç direnci en düşük halini almaktadır [5, 6, 10, 13].

Çekme Direnci: Ahşabın liflerine paralel olmak üzere ters yönde etki eden ve ahşabı koparmaya, ayırmaya çalışan iki kuvvete karşı gösterdiği dirençtir [12]. Ahşapta bulunan çatlak, yarık, budak gibi bünyesel kusurlar çekme direncini düşürebilmektedir. Ahşaptaki budak durumunun çekme direncine etkisi Çizelge 2'de görülmektedir. Ayrıca ahşap malzemenin yoğunluğu arttıkça çekme direncinin de arttığı bilinmekte, yoğunluk; en çok çekme direncini, sonra sırası ile eğilme, makaslama ve basınç direncini etkilemektedir [10].

Çizelge 2. Budakların Çekme Direncine Etkisi. [13]

Çekme Direnci Kg/cm ²	Budaksız	Az Budaklı	Çok Budaklı
	780	384	119

Eğilme Direnci: Bir veya iki yönden mesnet üzerine tespit edilen ahşabın, liflere dik yönde etki eden ve malzemeyi eğmeye çalışan kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir [12]. Ahşapta bulunan budak, çatlak ve lif kıvrıklığının eğilme direncini azalttığı bilinmektedir. Eğilme direnci, ahşap elemanın biçimine ve kesit ölçülerinin büyüklüğüne bağlı olarak değişmekte, eleman boyu ve dayanma noktaları arasındaki mesafe arttıkça eğilme direnci azalmaktadır. Ahşap kirişler eğilme etkisine maruz kaldıklarından, kiriş olacak ahşap elemanın eğilme direncinin yüksek olması gerekmektedir [5, 6, 10, 13].

Makaslama (Kesme) Direnci: Ahşap malzemenin iki bitişik kesitini bir düzlem üzerinde birbirinden ters yönde ayırmaya çalışan kuvvetlere karşı, ahşabın gösterdiği dirençtir [12]. Ahşap liflerinin kayarak kopması özellikle birleşimlerde özenle ele alınması gereken bir konudur. Yanlış düzenlenmiş geçmelerden oluşan birleşimler ahşap liflerinin kopmasına neden olmaktadır. Ahşap malzemede yoğunluk arttıkça makaslama direnci artmaktadır. Makaslama kuvvetinin etki yönü ile ahşabın lif yönü arasındaki açının 0°-90° ler arasında artmasıyla da makaslama direncinin azaldığı bilinmektedir [10]. Akçaağaç, dişbudak, akasya, gürgen, karaağaç ve akgürgen makaslama direnci en yüksek olan ağaçlar arasında yer almaktadır [13].

Yarılma Direnci: Ahşap malzemeye kama biçiminde girerek malzemeyi yarmaya zorlayan kuvvetlere karşı, ahşabın gösterdiği dirençtir [12]. Ahşap malzemede yoğunluğun artmasıyla yarılma direnci de artmakta, ahşabın nem oranı %12-17 arasında iken yarılma direnci en yüksek değerini almaktadır [10]. Bazı ağaç türlerinin yarılma özellikleri ise Çizelge 3'te görülmektedir.

Çizelge 3. Bazı Ağaç Türlerinin Yarılma Özellikleri. [10]

YARILMA ÖZELLİĞİ	AĞAÇ TÜRÜ
Çok Kolay Yarılan	Ladin, Köknar, Veymut Çamı
Kolay Yarılan	Kestane, Ceviz, Meşe (saplı, sapsız, kırmızı), Söğüt, Ihlamur, At Kestanesi, Çam
Güç Yarılan	Elma, Armut, Erik, Akçaağaç, Dişbudak, Çınar, Beyaz Meşe
Çok Güç Yarılan	Karaağaç, Şimşir, Gürgen, Akasya, Karaçam, Huş
Yarılmayan	Üvez, Abanoz

Sertlik Direnci: Ahşap malzeme içine basarak girmek isteyen kuvvetlere karşı, ahşabın gösterdiği dirençtir [12]. Ahşabın sertlik direnci hücre zarının kalınlığına, lif yönüne ve dokusuna bağlı olarak değişmektedir. Sertlik, farklı ağaç türlerinde hatta aynı ağacın farklı bölümlerinde bile değişiklik göstermektedir.

Dinamik Eğilme Direnci: Ahşap malzemenin, ani biçiminde ortaya çıkan etkilere karşı gösterdiği dirençtir [12]. Üzerine yük aldığı anda eğrilen, ancak yük kalktığında önceki şeklini alan ahşap "esnek" olarak nitelendirilmektedir. Esnek ahşap ani bir dinamik kuvvet etkisiyle kolay bükülebilmekte ve kırılmadan şekil değiştirebilmektedir. Esneklik, ağacın yaşına, hücre

uzunluğuna ve bünyesindeki nem oranına göre değişiklik göstermektedir. Genç ahşapta esneklik fazla iken nem oranı düşük olan ahşapta esneklik azalmaktadır. Ancak ahşap bünyesindeki nem oranının dinamik eğilme direncine etkisi ahşap türlerinde farklılık göstermektedir [10, 13].

Aşınma Direnci: Ahşabı aşındırmaya çalışan kuvvetlere karşı, ahşabın gösterdiği dirençtir [12]. Aşınmada en önemli faktörün sürtünme olduğu bilinmektedir. Ancak şok şeklindeki kuvvetler de etkili olmaktadır. Aşındırıcı cismin sert oluşu, sürtünmenin hızlı olması, birim alana uygulanan basınç kuvvetinin fazla oluşu, toz, kir ve benzeri yabancı maddelerin varlığı, nem oranının fazla olması ve sıcaklık artışı aşınmayı arttırmaktadır. Ahşap malzemenin yoğunluğunun artmasıyla aşınmaya karşı direnci artmaktadır [10]. Ancak ahşap malzeme bünyesinde bulunan eterik yağlar ve reçine, aşınmayı önemli ölçüde etkilerken, aynı maddeler sertlik üzerinde etkili olmamaktadır [5, 6].

Elastisite Modülü: Elastisite sınırı içinde gerilmeyle biçim değiştirme arasındaki orana elastisite modülü denmektedir. Ahşabın yoğunluğu arttıkça elastisite modülü de artmakta, sıcaklığın artması ise elastisite modülünün azalmasına neden olmaktadır. Ancak tam elastik bir yapı malzemesi olarak nitelendirilen ahşabın elastisite modülü çekme ve basınç anında birbirine eşit bir hal almaktadır [10, 12, 14].

Yukarıda sayılan tüm dirençler birbirleriyle karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır:

- Ahşap malzemenin liflere paralel yönde basınç, çekme ve sertlik dirençleri liflere dik yönde basınç, çekme ve sertlik dirençlerinden daha fazladır. Liflere dik yarılma, makaslama dirençleri ise liflere paralel makaslama direnç değerlerinden daha büyüktür. Ağacın budakları kesiti küçülttüğünden, basınç direncinde %22, çekme direncinde ise %85 oranında düşmeye neden olmaktadır.

- Ahşabın lif açısının değişmesi, en çok dinamik eğilme ve çekme, sonra eğilme ve en az da basınç direncini etkilemektedir. Ahşap liflerinin düzensiz ve kaba oluşu ise yarılma ve sertlik direncinin yükselmesini sağlamaktadır.

- Ahşabın basınç direnci, çekme direncinin yaklaşık yarısı kadardır. Ahşap malzeme çekme kuvvetleri altında çok fazla şekil değiştirmemektedir. Ahşabın yoğunluğu, çekme ve eğilme dirençlerini arttırırken, liflerine dik makaslama direnci, liflerine paralel makaslama direncinden 3-4 kat daha fazladır.

- Havada kurutulmuş ahşap, buhar ve basınçla kurutulmuş ahşaba oranla daha küçük bir dirence sahiptir ve kuruma anında oldukça büyük deformasyonlar görülür. Ayrıca ahşabın direnci ısı ile ters orantılıdır. Sıcak iken direnci düşük olan ahşap malzemenin, normal sıcaklıklarda direnci yükselmektedir.

- Ahşapta direnç yükün devamlılığı ile ilişkilidir.

Yavaş olarak veya birkaç yıl yük altında kalmış bir kirişin eğilme direnci, birkaç dakika yük altında kalmış kirişe oranla oldukça azdır [5, 6, 14].

3. Sonuç ve Öneriler

İnsanın barınma gereksinimini karşılamakta kullandığı en eski yapı malzemelerinden biri ahşaptır. Ahşap malzemenin; hafifliği, işlenmesinin kolaylığı, esnekliği, dayanıklılığı, ısı ve ses yalıtımı açısından sağladığı konfor, ekolojik oluşu gibi nedenlerle geçmişten günümüze, özellikle de dünyanın orman bakımından zengin olan bölgelerinde sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Ancak her yapı malzemesi gibi ahşabın da birtakım zayıf yönleri bulunmakta, bu değerli malzemenin zaman içinde çeşitli nedenlerle kaybettiği önemi geri kazanması için sözü edilen yönlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Günümüz bilim ve teknolojisinin buna olanak tanıdığı ve tanıyacağı aşikârdır. Ancak bunun için ahşap malzeme ile ilgili sorun alanlarının ayrıntılarıyla tanımlanması ve her sorun alanı üzerinde, yapı alanında kullanıma uygun ahşap türleri için derinlemesine araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında ele alınan bünyesel özelliklerin tanınması sonucunda yapısal kullanıma uygun ahşabın seçilmesi ve yine bu çalışma kapsamında ele alınan bünyesel bozulmalara karşı gerekli olan önlemlerin alınması halinde ahşap malzemedeki yapısal anlamda olumlu bir performans beklemek olanaklıdır. Bu bakımdan bu bölümde konu ile ilgili bazı önerilere yer verilmiştir. Ancak her bozulma için ayrıntılı öneri geliştirilmesi ahşap türleri üzerinde daha derinlemesine araştırmalar yapılmasını gerektirdiğinden burada verilen öneriler genel ifadeler ile sınırlı tutulmuştur. Ahşabın bünyesel özelliklerinden kaynaklanan bozulmaların yapıya etkilerinin azaltılabilmesi için geliştirilen öneriler aşağıda yer almaktadır.

- Anatomik kusurlara sahip olan ağaçtan elde edilmiş ahşap, yapı malzemesi olarak kullanılmamalıdır.
- Ahşap malzemedeki üretilmiş olan yapı elemanının yapıda maruz kalacağı etkiler düşünülerek ahşap türü seçimi yapılmalıdır.
- Ahşap türlerine göre malzemenin yoğunluğunun artması dayanımını da arttırdığından özellikle yapıya taşıyıcı eleman olarak dahil edilecek olan ahşap elemanların sert ağaç türlerinden seçilmesine özen gösterilmelidir.
- Aşınma etkilerine yoğun olarak maruz kalacak olan ahşap elemanların sert ağaç türlerinden seçilmesine özen gösterilmelidir.
- Kimyasal yapı bakımından içerdiği selüloz nedeniyle biyolojik etkenlere sıklıkla maruz kalma özelliğine sahip olduğundan yapıda kullanılacak ahşap malzeme kullanım öncesinde biyolojik etkilere dayanıklı hale getirilmek üzere uygun koruma işlemlerinden geçirilmelidir.
- Ahşap malzemenin bünyesindeki nem miktarı ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde de

etkili olduğundan malzemenin yapı yerinde uzun ömürlü bir performans sergilemesi için çalışmasının en aza indirilmesi gerekmektedir. Ahşabın yapı yerinde çalışmasını en aza indirmek ise malzemenin uygun yöntemler ile kurutulmasını ve yapı içi / yapı dışı nem dengesinin iyi kurulmasını gerektirmektedir.

- Ahşap lifli bir yapıya sahip olduğundan ve liflerine paralel etkiler ile liflerine dik etkiler karşısında farklı dayanım özellikleri gösterdiğinden, yapı elemanı olarak kullanılacak ahşap maruz kalacağı etkilere göre lif yönü dikkate alınarak kullanılmalı ve detaylandırılmalıdır.

- Ahşap malzeme, özellikle de bünyesinde tutuşma özelliğine sahip reçine bulunan ağaç türlerinden elde edilmişse yapı yerinde maruz kalabileceği yangın riskine karşı uygun koruma işlemlerinden geçirildikten sonra yapıya dâhil edilmelidir.

4. Kaynaklar

- [1] Doğan, D. 1997. Ahşap Yapı Malzemesinin Dış Atmosfer Koşullarındaki Davranışı sonucu Meydana Gelen Sorunlar ve Koruma Yöntemleri. Y. L. Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [2] Günay, R. 2002. Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [3] Bozkurt, Y. 1992. Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 415, İstanbul.
- [4] Anonim. 1977. TS 343. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. 112, Ankara.
- [5] Perker, Z.S. 2004. Geleneksel Ahşap Yapılarımızda Kullanım Sürecinde Oluşan Yapı Elemanlı Bozulmalarının Cumalıkızık Örneğinde İncelenmesi. Y. L. Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- [6] Perker, Z.S. 2010. Geleneksel Anadolu Konutunun Güne Uyarlanması Yapısal Bir Model, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- [7] Aksoy, O. 1987. Tabii ve Yapay Ahşabın Optimizasyonu. Y. L. Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- [8] Alemdaroğlu, T. 1998. Ağaç Kimyası. Gazi Büro Kitabevi, Ankara.
- [9] Koçtaş, M. 1987. Yapılarda Ahşap Malzemenin Rasyonel Kullanılma Olanaklarının Araştırılması. Y. L. Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [10] Örs, Y. ve Keskin, H. 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi. Atlas Yayın Dağıtım, Ankara.
- [11] Desch, H.E. ve Dinwoodie, J.M. 1996. Timber: Structure, Properties, Conversation and Use. Macmillan Press, London.
- [12] Avlar, E. 1995. Türkiye'deki Konut Açığının Giderilebilmesinde Ön Yapımlı Ahşap Konut Üretiminin Uygulanabilirliği Yönünde Bir Model Araştırması (Bursa Örneği). Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [13] Karabulut, C. 2000. Ahşap Birleşim Detayları. Y. L. Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [14] Işık, B. 1994. Ahşap Doğramada Hasar. Yapı Dergisi. 152: 67-74.