

Derleme Makalesi - Review Article

Ahşap ve Ahşap Yapıların Dünü, Bugünü ve Yarını Past, Present and Future of Timber and Timber Structures

Özlem ÇALIŞKAN^{1*}, Erdem MERİÇ², Murat YÜNCÜLER³

Geliş / Received: 22/02/2019

Revize / Revised: 02/05/2019

Kabul / Accepted: 03/05/2019

Öz- Geçmişten günümüze, insanların barınma ihtiyacını karşılamakta kullandığı ahşap malzemesi ülkemizdeki yapı sistemlerinde son yıllarda çok fazla tercih edilmemektedir. Ülkemiz; ahşap iskeletli yapı, bu tür yapılarda kullanılan ahşap malzemesinin fiziksel ve mekanik özellikleri ile ahşap yapıların avantajları-dezavantajları konusunda yeterli bilgiye sahip değildir. Bu çalışma ile ahşap malzemesinin önemli bazı fiziksel ve mekanik özellikleri anlatılmış; ahşap yapıların Türkiye ve Dünyadaki durumu ele alınmıştır. Ahşap yapılar ile ilgili ülkemizde ve Dünyada kullanılmakta olan standartlar ve yönetmeliklerden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler- Ahşap, Ahşap Yapılar, TS 647, Ahşap Standartları

Abstract- Timber structures construction systems which used many years for housing needs, aren't preferred in our country in recent years. Our country doesn't have sufficient knowledge about timber frame construction, wooden materials, physical and mechanical properties and advantages-disadvantages of timber construction. This study describes some of the physical and mechanical properties of wooden material, situation of timber structures in Turkey and in the world, standards and codes about timber structures are used in our country and in the world.

Keywords- Timber, Timber Structures, TS 647, Codes of Timber Structures

I. GİRİŞ

Ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılması beton ve çeliğe kıyasla çok daha eskilere dayanır. Ahşap yapıların, ilk çağlardan başlayıp günümüz yapı sistemlerine kadar uzanan gelişim süreci; ahşabın doğadan kolay bir biçimde elde edilmesi ve yapım aşamasında kolaylıkla uygulanabilmesine rağmen yavaş bir biçimde gerçekleşmiştir [1]. 19. Yüzyılda Sanayi Devrimi'nin etkisiyle teknolojik gelişmelerle beraber yeni ürünlerin yapı sektöründe kullanılması, özellikle de taş ve tuğla yığma sistemlerinin yaygınlaşması, çelik ve betonarme yapım sistemlerinin ortaya çıkıp uygulanmaya başlanması sonucu ahşabın yapılarda taşıyıcı malzeme olarak kullanılması azalmıştır [2].

Ahşap yapı sistemlerinin geliştirilmesi ve yapılarda taşıyıcı iskelet olarak daha fazla kullanılması 20. yüzyıl başlarına rastlar. Artan ve gittikçe yaygınlaşan sanayileşmenin ortaya çıkardığı ihtiyaçlar ile I. Dünya Savaşı öncesi ve savaş yıllarında değerli bir silah hammaddesi olan çeliğin yapı alanından çekilmesi, ahşap malzemesinin farklı fonksiyonlardaki yapılarda ve daha rasyonel olarak kullanılması zorunluluğunu beraberinde getirmiştir. Bu dönemde ahşap malzemesinin mekanik ve fiziksel özellikleri araştırılmış, birleşim elemanları (çivi, kama, bulon vb.) üzerinde çalışmalar yapılmış, ahşabın dış etkilere karşı korunmasını sağlayan malzeme ve yöntemler geliştirilmiştir.

*Sorumlu yazar iletişim: ozlem.caliskan@bilecik.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-5272-9552>)

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bilecik Şeyh Edebali Üniv, Gülümbe Kampüsü, Merkez, Bilecik

²İletişim: erdem.meric@bilecik.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0001-9055-5568>),

³İletişim murat.yunculer@bilecik.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-7384-8825>)

Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı, Üniv, Gülümbe Kampüsü, Merkez, Bilecik

2. Dünya savaşı sırasında, her türlü iklim koşulları ve rutubete dayanıklı yapay reçine tutkalının bulunması ve ahşap yapılarda kullanılması inşaat teknolojisi açısından reform olarak kabul edilmiş ve ahşabı diğer yapı malzemeleri ile yarışır hale getirmiştir. Günümüz koşullarında statik ve mukavemet hesaplarının ihtiyaç duyacağı her türlü kesit ve uzunlukta ahşap yapı elemanlarının üretilmesini ve projelendirilmesini mümkün kılmıştır [3].

Ahşap, doğayla tamamen uyumlu olan ve geri dönüşümü kolay olan, diğer yapı elemanlarına nazaran yoğunluğuna oranla mukavemeti oldukça iyi olan, diğer yapı malzemeleriyle uyumlu ve doğru kullanıldığında çok uzun ömürlü olabilen sürdürülebilir bir malzemedir. Olumlu olan bu özellikleriyle, geleneksel Türk mimarisinde temel bir yapı malzemesi olarak yerini kısmen de olsa almıştır. Geçmişte kullanılmış olan ahşap yapı elemanları, çoğu zaman hiçbir koruyucu işlem görmemiş olmasına rağmen günümüzde dayanıklılığını koruyabilmektedir. Ahşap yapıların ayakta kalabilmesi için doğru malzeme kullanımı, malzemeyi nem koşullarından korumak, yeterli kesit alanına sahip taşıyıcı malzeme kullanmak önemlidir [4].

II. AHŞAP MALZEMENİN FİZİKSEL ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Tarihi yapılarda ahşap yapıların özelliklerini anlayabilmek için öncelikle fiziksel özellikleri incelenmeli ve kullanılan ahşabın yapısı ve cinsi, kimyası gibi özellikleri bilinmelidir. Ahşabın mekanik ve fiziksel özellikleri taşıyıcı yapısı açısından oldukça önem taşımaktadırlar. Zaman içinde oluşan yıpranmaların ve çürümeler gibi istenmeyen durumları anlayabilmek için fiziksel ve kimyasal özelliklerini bilerek bir koruma yöntemi tanımlanması gerekmektedir. Özellikle ahşap malzemenin dış etkenlere karşı nemden korumak, çeşitli zararlı canlılardan korumak amacıyla kimyasal boyalar kullanarak ahşabın ömrü uzatılabilmektedir [5].

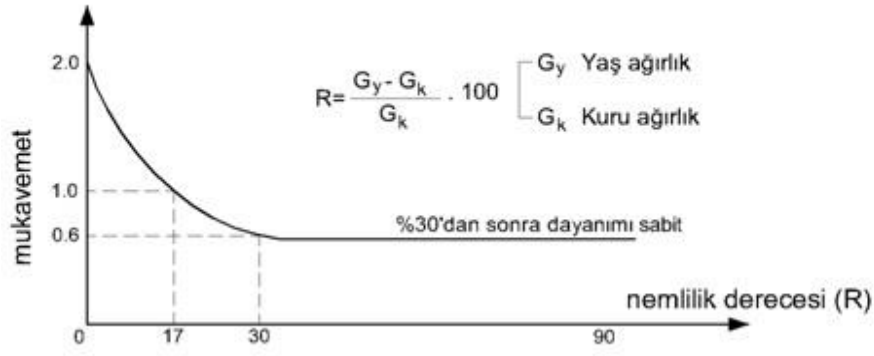
A. Fiziksel Özellikleri

Ahşap malzemesi depreme dayanımı yüksek bir yapı elemanıdır. Olumsuz hava koşulları ile kimyasal faktörlere kadar birçok etkilere maruz kaldığında bile mukavemetinde azalmanın yavaş olması ahşabı yapı elemanı olarak kullanımında önemli hale getirebilmektedir. Özellikle fiziksel özellikleri ahşabın mekanik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Bu yüzden ahşabın sertliği, nem oranı, özgül ağırlığı ve ısı iletkenliği oldukça önemlidir.

1) Ahşap Malzemedeki Nem Oranı

Ahşap malzemenin zamanla fiziksel ve mekanik özellikleri değişebilmektedir. Özellikle renk değişimi ahşap malzemesinin yaşlı olduğunu göstermektedir. Eski tarihli ahşap yapılar ile son dönemdeki yapılan ahşap yapılar karşılaştırıldığında taşıyıcılar hakkında çıkan sonuçlara göre yapı malzemesinin, mukavemeti zamanla azalmaktadır. Ahşapta renk farklılıkları görülmeye başlanır ve buna bağlı olarak nem kaybının olması ve darbeye maruz kalması gibi nedenler ahşap malzemenin dayanımı azaltabilmektedir [6]. Ahşap malzemedeki nem miktarı ahşap malzemeyi birçok yönden etkilemektedir. İstenilen düzeydeki bir nem oranı ahşap malzemedeki birçok parametreyi doğrudan etkileyecektir [7]. Nemlilik derecesi artan bir ahşap malzemedeki mukavemette azalacaktır. Fakat nem oranının %30'u geçmesi durumunda ise mukavemette değişiklik olmamakla birlikte bu değer mukavemeti açısından sınır değer olarak kabul edilmektedir (Şekil 1) [3].

Ahşap malzemenin kullanım alanlarını azaltan sebeplerden birisi su veya su buharı ile temas ettiğinde fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen farklılıklardır. Ahşap malzemedeki meydana gelen hacimsel farklılıkların nedeni olan rutubet, mekanik özelliklerde değişimlere neden olur ve ahşap malzemenin kullanım ömrünü büyük oranda azaltır. Özellikle tamamen kuru hal olarak kabul edilen %0 nem oranı ile lif doygunluğu noktası olarak kabul edilen %30 nem oranları arasında hacimsel farklılıklar görülmektedir. Ahşabın şişmesi ve daralması olarak bilinen bu değişimlerin genel adı "odunun çalışması" olarak isimlendirilmektedir [8].



Şekil 1. Ahşaptaki nem ve mukavemet oranı [3]

Yukarıdaki formül ile ahşap malzemedeki nem oranı hesaplanabilmektedir. Burada R; nemlilik derecesini, G_k ; ahşabın kuru ağırlığını, G_y ; ahşabın yaş ağırlığını belirtmektedir.

2) Ahşap Malzemenin Özgül Ağırlığı

Ahşaptaki özgül ağırlık ağacın cinsine göre ve ahşabın hangi kısmından alındığına göre farklılıklar gösterebilmektedir. Ayrıca özgül ağırlığı yüksek olan bir malzemenin mekanik özelliklerinin de yüksek olması beklenmektedir. Yeni kesilen bir ahşap malzemesinin özgül ağırlığı eski kurumuş olan bir ahşap malzemedden farklıdır. Yeni kesilen bir ahşapta su miktarı %35-50 civarlarındayken kurutulmuş bir ahşap da ise bu oran %10-20 seviyelerindedir [9]. Tablo 1'de farklı ahşap sınıflandırmalarına ilişkin özgül ağırlıklar verilmiştir [10].

3) Ahşabın Isı Özellikleri

Ahşap malzemesinin temelini oluşturan selüloz ısıyı geçirmeyen malzemedir. Fakat ısının iletkenliği ahşap malzemedeki nem miktarına, cinsine ve lif doğrultusuna göre farklılıklar gösterebilmektedir [11]. Ahşap malzeme ısı etkisiyle genleşip soğuduğu durumlarda büzülme göstermektedir. Bu genleşme ahşap malzemenin ortotropik olması sebebiyle tüm yönlerinde farklılıklar göstermektedir. Çoğu zaman yapı elemanı olarak kullanılan ahşap malzemenin ısı genleşme özellikleri önemsizdir [12].

4) Ahşabın Sertlik Özelliği

Ahşap malzemenin kesilmeye ve işlenmeye karşı gösterdiği dirence sertlik denir. Sertlik üzerinde malzemenin nem oranı, malzemenin cinsi ve içyapısı gibi etmenlerin yanı sıra yoğunluk ile de sertlik doğru orantılı artmaktadır. Nem oranı arttıkça sertlik azalmaktadır. Kuru bir ağaçta sertlik oranı en üst düzeydedir [10].

Tablo1. Ağaçların özgül ağırlıklarının sınıflandırılması [10]

Sınıfı	Özgül Ağırlığı (gr/ cm ³)	Ağaç Türleri
Çok Hafif Ahşap	0.43 gr/ cm ³ kadar olanlar	İhlamur, köknar, ladin, ardıç çamı, kavak, balsa
Hafif Ahşap	0.44-0.72 gr/ cm ³ olanlar	At Kestanesi, Kırmızı Çam, Kırmızı Gürgen, Akçaağaç, Huş, Kestane, Kızılağaç, Söğüt, Sedir, Melez Çamı, Çınar, Tik, Ceviz, Karaağaç, Dışbudak
Ağır Ahşap	0.73-0.99 gr/ cm ³ olanlar	Ak gürgen, Zeytin, Meşe, Akasya, Elma, Armut, Karaçam, Maun, Pelesenk, Kiraz, Erik, Porsuk Ağacı, Abanoz, Pock Ağacı, Şimşir, Gül ağacı
Çok Ağır Ahşap	1 gr/ cm ³ 'den fazla olanlar	

B. Ahşabın Mekanik Özellikleri

Ahşap heterojen ve anizotrop bir malzeme olduğundan mekanik özellikleri diğer yapı malzemelerinden farklıdır. Bu yüzden ahşabın mekanik davranışı mikrodan makro seviyeye doğru incelenir. Ahşap, diğer heterojen

malzemelerde olduğu gibi lineer olmayan gerilme-deformasyon davranışına sahiptir. Bu sebeple ahşap malzemenin davranışını anlayabilmek için önce mikro düzeyde araştırma yapılmalıdır. Ahşabın heterojen yapısı dikkate alınarak deneysel çalışmalar ve nümerik analizlerle liflerin doğrultusu ve yapısı belirlenmelidir. Liflere paralel ve dik yönde kuvvetler uygulanarak ahşabın sertlik dereceleri ve rötre özellikleri bulunmalıdır. Deneysel ve nümerik çalışmalar yaparak ahşabın mekanik davranışını anlamak sağlıklı ahşap yapılar oluşturmak açısından oldukça önemlidir [13]. Ahşap iki farklı kuvvete maruz kalabilmektedir. Bu kuvvetler, liflere paralel ve liflere dik yöndeki basınç ve çekme dayanımlarıdır. Ahşapta mekanik özellikler incelenirken ahşabın elastisitesi, basınç ve çekme dirençleri ile yarılma ve makaslama dayanımları da incelenmelidir [14].

Ahşap malzemenin mekanik özelliklerine, ahşabın dış kuvvetlere karşı gösterdiği direnç denilebilir. Ortotropik özellik gösteren ahşap materyalde; liflere paralel, radyal (özden kabuğa doğru uzanan) ve teğet (yıllık halkalara paralel uzanan) üç değişik yön mevcuttur. Ortotropik özelliği sebebiyle ahşabın mekanik özelliklerinin yanı sıra fiziksel özelliklerini de etkileyebilmektedir. Bu durum ahşabın elastisite ve dayanımlarının yönlerine bağlı olduğunu göstermektedir. Elastisite modülü değeri, liflere paralel yönde en yüksek değere sahip iken, radyal yönde azalır, teğetsel yönde ise küçülecektir [15].

1) Basınç Direnci

Ahşabın liflere paralel ve dik yönde gelen kuvvetlerin, ahşaba uyguladığı basınca karşı gösterdiği direnç basınç direnci denilmektedir. TS 647'ye göre basınç direnci; ahşabın liflere paralel yöndeki değerlere göre tespit edilmektedir. Ahşap malzemede liflere dik yönde basınç kuvveti çok düşük iken, liflere paralel yönde ise malzeme kolon gibi çalışacağından burkulmaya ve ezilmeye karşı oldukça dirençli olacaktır [16]. Tablo 2'de TS 647'de yer alan ağaç türlerine göre liflere dik ve paralel yöndeki basınç değerleri verilmiştir [17].

Tablo 2. TS 647'de Ağaç türlerine göre liflere dik ve paralel basınç değerleri [17]

Çalışma Şekli	Ahşap malzemenin cinsi ve sınıfına göre basınç gerilmesi değerleri (MPa)			
	İğne Yapraklı Ağaç Sınıfları			Meşe-Kayın
	I	II	III	
$\sigma_{bem//}$	11.0	8.5	6.0	10.0
$\sigma_{bem\perp}$	2.0	2.0	2.0	3.0
$\sigma_{bem\perp} (*)$	2.5	2.5	2.5	4.0

(*) Hafifçe ezilmelere izin verildiği takdirde bu değer kullanılabilir.

2) Eğilmeye Dayanımı

Kiriş şeklinde mesnetlenmiş bir ahşaba bir veya iki taraftan liflere dik yönde etki eden bir kuvvetin onu eğmeye çalışması ve ahşap malzemenin bu kuvvete verdiği tepkiye eğilme dayanımı denir. Eğilme dayanımı mukavemeti ahşaptaki rutubet oranıyla bağlantılıdır. %3-5 oranındaki nem ahşaba en yüksek dayanımı sağlarken, nem oranı arttıkça her %1'lik orana karşı %4 oranında mukavemet azalmaktadır [7]. Tablo 3'de ağaç türlerine göre eğilme gerilmesi değerleri verilmiştir [17].

Tablo 3. Ağaç türlerine göre eğilme gerilmesi değerleri [17]

Çalışma Şekli	Eğilme gerilmesi değerleri (MPa)			
	İğne Yapraklı Ağaç Sınıfları			Meşe
	I	II	III	
σ_{eem}	13.0	10.0	7.0	11.0

3) Ahşap Malzemenin Makaslama Dayanımı

Birbirine bitişik iki kesitin birbirinden ayrılması için uygulanan kuvvete ahşabın verdiği dayanım makaslama dayanımıdır. Ahşap bir malzemede makaslama direnci liflerin yönü ve malzemenin kalitesi ile alakalıdır. Örneğin uygulanan kuvvet ile liflerin yönüne doğru 90° ile etkiyor ise direnç en düşük seviyede

olacakken, 0° olduğunda ise en yüksek seviyeye ulaşacaktır. Ayrıca nem oranı da makaslama direnci ile ters orantılı olarak değişmektedir [10].

4) Ahşap Malzemenin Yarıлма Direnci

Yarıлма direnci ahşap bir malzemeye vida, çivi gibi metallerin odun lifleri arasına belirli bir kuvvet ile girmesi, ahşabın da bu metalleri tutma kapasitesidir. Yarıлма direnci ahşabın çeşidine göre değişiklikler göstermektedir. Özellikle meşe, kayın ve çınar gibi ağaçlar yarıлма direnci yüksek olan ahşaplardır. Metal tutma kapasitesi ise %80- 90 oranlarına ulaşabilmektedir [10].

5) Ahşabın Elastisitesi

Herhangi bir kuvvetin etkisi ile şekli değişen bir cismin kuvvet bitince eski haline dönebilmesi özelliğine denir. Ahşap malzeme belli bir sınıra kadar deformasyonu olmadan kuvveti karşılayabilmektedir. Bu duruma ahşabın sınır değeri denir. Ayrıca kuvvet yüklemesi artarak devam ettiği durumlarda ise deformasyon oluşarak ahşabın kırılmasına yol açabilmektedir. Bu duruma da ahşabın kırılma sınırı denmektedir. Ahşap malzeme orta düzeyde elastik sayılan bir malzemedir. Yoğunlukla doğru orantılıdır. Sıcaklığın ve nem oranının artması elastisite modülünü olumsuz yönde etkilemektedir [14]. Ahşabın davranışını tanımlayabilmek için özellikle yapıya ait elastisite modülü ve poisson oranının bilinmesi gereklidir. Elastisite ahşabın eski halini alabilme özelliğidir. Poisson oranı ise eksenel sıkıştırma miktarına bölünen enine genişleme miktarıdır [18]. Tablo 4'te ağaç türlerine göre TS 647'de yer alan elastisite ve kayma modülleri verilmiştir [17].

Tablo4. Ağaç türlerine göre elastisite ve kayma modülü değerleri [17]

Ahşap Malzeme Türü	TS 647'e göre Elastisite ve Kayma Modülleri		
	Elastisite Modülü (kg/m ²)		Kayma Modülü (kg/cm ²)
	Liflere paralel E _∥	Liflere dik E _⊥	
İğne Yapraklı	100000	3000	5000
Meşe,Kayın	125000	6000	10000

C. Ahşap Yapıların Avantajları ve Dezavantajları

Sağlam ve ekonomik yapılar üretebilmek için projelendirme ve uygulama aşamasına başlamadan önce taşıyıcı iskelet sistemi olarak ahşabın avantaj ve dezavantajlarını bilmek gerekmektedir.

Ahşap, yapı elemanı olarak inşaat mühendisliğinde sık olarak kullanılan bir malzemedir. Bunun sebebi avantajlarının oldukça fazla olmasıdır. Özellikle yenilenebilir bir malzeme olması yani kaynağına kolayca ulaşılabilirliği, uygulamanın yapılacağı alana kolayca götürülüp montajının yapılabilmesi, hafif olması ve buna rağmen iyi mukavemet değerleri vermesi, her türlü doğa koşullarında bakımının kolay olmasının yanı sıra imalatının bu hava koşullarında yapılabilmesi gibi sebepler ahşap malzemeyi çekici kılmıştır [19].

1) Avantajlar

Ahşap malzemenin diğer yapı malzemelerine nazaran üstün özellikleri olduğu gibi farklılık gösteren özellikleri de vardır. Farklı özellikler göstermesi (anizotropi), her türün farklı yoğunlukta olmasından dolayı fiziksel, mekanik, kimyasal ve diğer teknolojik özelliklerinin farklılık göstermesi ve çürümeye karşı çok dayanıklı olmaması gibi istenmeyen özellikleri bulunmaktadır. Masif ahşap malzemedeki yoğunluk arttıkça genel bir kural olarak mekanik özellikler artmaktadır. Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direnci ile yoğunluk arasında artan-doğrusal bir ilişki vardır. Ahşabın enine kesitine baktığımızda odun oluşumu bakımından, odunun özü ve diri odun şeklinde iki farklı odun kısmının oluştuğu ve buna ek olarak genç odun ve olgun odun olarak da iki farklı odun yapısının oluştuğu bilinmektedir. Çoğu ağaç türünde genç odun kısmı öz odun kısmının ortasında kalan ve ilk 5 ile 30 yıl sonunda oluşan yıllık halkaları kapsamaktadır [20].

- Yeterli mukavemete sahip olmakla birlikte oldukça hafif bir malzemedir. Malzemenin hafifliğinin bir sonucu olarak ahşap binaların ölü yükü azalmakta, temel ve diğer taşıyıcı elemanların boyutları küçülmektedir.
- Hafif olması nedeniyle nakliyesi ucuz, montaj makineleri gereksinimi az, montajı kolay, çabuk ve ekonomiktir.

- Birleşimi kolay bir malzeme olan ahşap yapı elemanları, birbirlerine geçmeli bağlanabilir; yapıştırılabilir; çivi, bulon, vida, metal lama yardımı ile birleştirilebilir.
- Birleşim elemanları kolay sökülebilir olduğundan yapının demontajı yapıp, ahşap malzemeler farklı binaların yapımında tekrar kullanılabilir.
- Isı yalıtımı yönünden iyi bir malzemedir.
- Kimyasal etkilere ve asitlere karşı dayanıklıdır.
- İşçiliği kolaydır ve şantiye ortamında dahi istenilen şekil verilebilir.
- Kurutulmuş ahşap iyi bir elektrik yalıtkanlığına sahiptir.
- Doğadan kolay bir şekilde elde edilebilir ve sıcak bir malzeme olması sebebiyle mimarlar tarafından çok fazla tercih edilir.

Sonuç olarak ahşap; taşıma gücü yüksek, birleşim detayları basit, ağırlığı az ve mimari etkisi olumlu bir malzemedir.

2) Dezavantajlar

- Suya ve neme karşı dayanıksızdır. Korunmadığı zaman bünyesine kolayca su emer, emdikçe şişer, suyu kuruduktan sonra büzülür ve çatlak oluşmasına sebebiyet verir. Bu nedenle yapılarda kurutulmuş ahşap kullanılmasına dikkat edilmelidir.
- Yapısı homojen değildir, anizotrop bir malzemedir. Her nokta ve doğrultudaki statik özellikleri eşit değildir. Lifli yapısı nedeniyle lif doğrultusunda basınç ve çekme dayanımı yüksek, diğer doğrultularda daha düşüktür. Hesaplamalarda buna dikkat edilmelidir.
- Lifli yapısı nedeniyle çatlaklar, budaklar kesitin her yerine aynı şekilde dağılmamıştır.
- Ahşap kurtları, böcekler, mantarlar ve bakteriler ahşabın bozulmasına ve çürümmesine neden olabilirler. Bundan dolayı koruma yöntemleri uygulanmalıdır.
- Ses yalıtımı yönünden zayıftır.
- Yangın dayanımının yüksek olmasına karşı kolay tutuşan bir malzemedir [21].

III. AHŞAP YAPI ve YÖNETMELİKLERİNİN DÜNYADAKİ ve TÜRKİYE'DEKİ YERİ

A. Ahşap yapıların dünyadaki ve Türkiye'deki durumu

Ahşap yapı malzemesinin dünyada yaygın olarak kullanılmasına rağmen ülkemizde kullanımı diğer yapı sistemleri ile karşılaştırıldığında çok düşük düzeyde kalmıştır. Ülkemizde ahşabın yapılarda taşıyıcı iskelet olarak kullanımı, 1940'lı yıllardan itibaren yapı ve inşaat sektöründe çimento, taş ve çelik malzemelerin tercih edilmesiyle beraber belirgin bir düşüş yaşamıştır. Ahşap, bina yapı sistemleri içinde özellikle İsveç, Norveç, Finlandiya, Kanada ve ABD'nin kuzey eyaletleri ile Japonya, Yeni Zelanda ve Avustralya'da Türkiye'ye göre çok daha fazla kullanılmaktadır. Tutkallı lamine ahşabın bulunmasıyla beraber gelişmiş ülkelerde ahşap paneller üretilmiştir. Çapraz lamine ahşap sistemler yüksek ahşap yapılarda taşıyıcı sistem olarak kullanılmıştır. Bu sistemle Almanya, Norveç ve Avusturya gibi ülkelerde çok katlı ahşap yapılar yapılmıştır. Tutkallı lamine ahşap, ahşap esaslı levhalar ve diğer endüstriyel ahşap malzemeler Eurocode 5' te de tanımlanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yapılan çalışmalarla beraber hafif ağırlıklı ve yüksek performanslı yeni ahşap malzemelerin bulunması ahşap yapı sektörünü bir adım daha ileriye götürecektir [22]. Deprem riski altında bulunan Kanada'da konutların ve eğitim binalarının %90'ı, Japonya'da %42'si ve ABD'nin deprem kuşağında yer alan bölgelerinde ise konutların %92'si ahşap taşıyıcı sistemli yapılardır [23-24]. Şekil 2'de görüldüğü üzere gelişmiş ülkelerde ileri ahşap yapım teknikleri kullanılarak çok katlı binalar yapılabilmektedir [25].

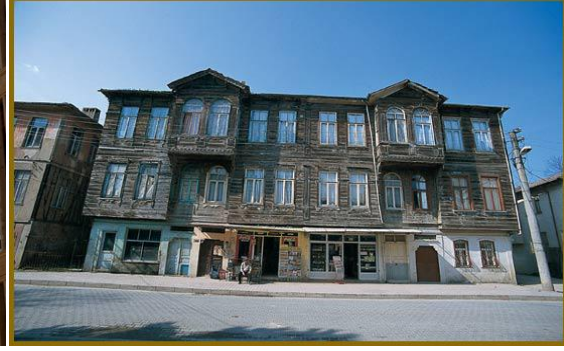
Türkiye'de ahşap iskeletli yapım tekniği ile yapılan en erken tarihli konut örnekleri on yedinci yüzyıla gitmektedir. Ahşap iskeletli konut yapımı yirminci yüzyılın ilk çeyreğine kadar yaygın olarak devam etmiştir. 1940'lardan sonra ise bu gelenek, kırsal alanlarda kısıtlı olarak sürmüştür [26]. Ülkemizde 100 yıl öncesine kadar ahşap yapılar geleneksel üretim teknikleriyle birlikte yaygın olarak üretilip kullanılmaktayken, günümüzde belirli sebeplerden dolayı tercih edilmemektedir. Geleneksel Türk konutu, zemin katını çevreleyen taş duvarları, bir anlamda iç mekânı dışarıya taşıyan ahşap çıkmaları, kiremit örtülü kırma çatısıyla tüm dünyaca tanınır hale gelmiş ve birçok araştırmanın konusu olmuştur [27]. Genel olarak ahşap yapıların zemin katı yığma olarak planlanıp, üst katlar geleneksel ahşap yapım tekniklerine göre yapılmıştır (Şekil3) [28]. Ahşap yapılar ile ilgili ülkemizde ön yargılar bulunmaktadır. Ahşabın eksik ve yanlış bilgi ile tanınıyor olması ve yangına dayanıksızdır, sürekli bakım gerektirir, pahalıdır gibi bilimsellikten uzak ve ön yargılı yaklaşımlar ile ahşap talep düzeyi ülkemizde çok düşüktür. Ülkemizde ham maddeyi sağlayacak orman alanlarının azalması, endüstriyel ormancılık ve odun

üretimini yeterince gelişme sağlayamamış olması, ahşap yapı üretiminde kullanılacak nitelikli ağaç türlerinin azalması ve yurt dışından temin edilmesinin çok pahalı olması ahşap yapı üretimini durma noktasına getirmiştir [29].

Ahşap taşıyıcı sistemler genel olarak dayanımı oldukça iyi ve depreme dayanıklı yapı malzemeleridir. Hafif olmasına nazaran mukavemeti yüksektir. Montajının kolay olması, maliyetinin çok fazla olmaması ve işlenilebilirliğinin kolay olması ahşabı çekici kılar. Fakat Türkiye’de ahşabın bilinirliği hala oldukça azdır. Ahşap, özellikle 1999 Marmara depreminden sonra deprem karşısındaki performansı nedeniyle tekrar gündeme gelmiş, konut, eğitim yapısı benzeri kullanım tercihinde artış gözlenmiştir [30].



Şekil 2. İleri ahşap yapım teknikleri



Şekil 3. Ülkemizdeki geleneksel ahşap sivil mimari örneği

Hızlı kentleşmeye bağlı olarak artan nüfus dolayısıyla arsa fiyatlarının yükselişi ve kent merkezlerindeki alan yetersizliği dikey mimariyi zorunlu kılmıştır. Ülkemizdeki ahşap alanındaki teknolojik gelişmeler takip edilmediği ve bu alanda yeterli Ar-Ge çalışmaları yapılmadığı için gereksinimi karşılayacak kadar yüksek katlı ahşap yapılar yapılamamıştır. Türkiye’de geleneksel sivil ahşap mimari yapılar yerini yüksek katlı betonarme yapılara bırakmıştır. Ahşabın mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine yapılan çalışmalar neticesinde ahşabın dayanıklı bir malzeme olduğu ve yatay kuvvetler karşısında sağlamış olduğu avantajlar ile deprem kuşağında yer alan ülkemizde son yıllarda ahşap yapı üretiminin arttığı gözlemlenmektedir [31].

B. Ahşap yapıların yönetmelikler ve standartlardaki yeri

Sağlam, nitelikli ve denetlenebilir ahşap yapılar üretebilmek için belli kurallar, yönetmelikler ve standartlar gereklidir. Ülke koşullarında üretimin nasıl, ne şekilde ve hangi sınırlara bağlı kalınarak yapılacağını belirten kuralların tasarımcı, uygulayıcı ve denetleyici tarafından bilinmesi ve uygulanması çok önemlidir. Ülkemizde ve dünyada ahşap yapıların tasarım kurallarını belirten yönetmelikler ve standartlar bulunmaktadır.

Dünyada ahşap yapılar için önemli yönetmelik ve standartlar;

- Eurocode 5(EN 1995-1-1); European Comitee for Standartization,
- AITC; American Institute of Timber Construction,
- DIN 1052; Deutsche Norm, Structural Use of Timber, Design and Construction,
- AS 1720.1-2010; Australian Standard, Timber Structures şeklindedir.

Gelişmiş ülkelerde ahşap yapılar ile ilgili çağın gereksinimleri ve teknolojik gelişmelerin ışığında yapılmış, detaylı ve evrensel birçok yönetmelik ve standart bulunmaktadır, ülkemizde ahşap yapı ile ilgili yönetmelik ve standartlara yeteri kadar önem verilmemiştir.

Türkiye’de ahşap yapılar için yönetmelik ve standartlar;

- TS 647; Ahşap Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları,
- ABYYHY 1997; Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik,
- TBDY 2018; Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği,
- TS EN 1995-1-1; Ahşap Yapıların Tasarımı Bölüm 1-1,
- Genel Teknik Şartname 1985,
- İstanbul İmar Yönetmeliği 2007 şeklindedir [29].

1979 yılında yayımlanan TS 647' de ahşap türleri, ahşap türlerine ait emniyet gerilmeleri, birleşim araç ve şekilleri ile birleşimlerde kullanılan emniyet gerilmeleri, eğilme, çekme, basınç, sehim ve mesnet koşulları tahkik hesapları ve yöntemlerinden bahsedilmiştir. Emniyet gerilmeleri yöntemine göre tasarım kuralları sunulmuştur. Bu standartta teknolojik ahşap yapı ürünleri ve yöntemleri, gelişmiş yapım sistemlerinde kullanılan ahşap birleşim ürünleri ve birleştirme yöntemleri yer almamaktadır [32].

2 Eylül 1997 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan ve 1 Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğin (ABYYHY 1997) 9. bölümünde "Ahşap Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları" başlığı altında bilgi verilmiştir. Ahşap yapıların iskeleti, taşıyıcı duvarlar ve ahşap elemanlar ile ilgili bilgiler detaylı değildir. Bu yönetmelikte ahşap yapılar ile ilgili kurallar çok kısıtlayıcı ve sadece geleneksel ahşap yapıların uygulanmasına yöneliktir. Ahşap yapılar ile ilgili çağın gereksinimlerini karşılayamayacak düzeydedir.

13 Mart 2018 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan ve 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinin 12. bölümünde 'Deprem Etkisi Altında Ahşap Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı İçin Özel Kurallar' başlığı altında bilgi verilmiştir. Deprem etkisi altındaki ahşap yapıların ahşap panellerden oluşabileceği kabul edilerek, tasarım yöntemi olarak TS EN 1995-1-1 esas alınmıştır. Bu yönetmelik ile beraber Eurocode 5'in tasarım ve hesap yöntemleri ilk defa resmi olarak kabul edilmiştir. Günümüz yapım tekniklerine uygun olarak kiriş, döşeme, dikme, ahşap paneller ve birleşim araçları ile ilgili hesap yöntemleri sunulmuştur.

Genel Teknik Şartname'nin 17.7. maddesinde ve İstanbul İmar Yönetmeliği'nin 7. bölümünde ahşap yapılardan sınırlı bir şekilde bahsedilmiştir. TS EN 1995-1-1 kodlu standartta, genel bilgilerle birlikte ahşap yapılarda tasarım esasları, malzeme özellikleri, dayanıklılık, yapısal analiz esasları, sınır değerler, birleşim elemanları, yapısal detaylar ve kontrol başlıkları altında tasarım kuralları belirtilmektedir [31].

Eurocode 5'te tasarım esasları, malzeme özellikleri, dayanıklılık, yapısal analiz esasları, taşıma gücü sınır durumları, kullanılabilirlik sınır durumları, metal bağlantı elemanları ile birleşimler, bileşenler ve ahşap donanımlar, yapısal detaylandırma ve kontrol başlıkları yer almaktadır. Standartta taşıma gücü yöntemine göre tasarım kuralları sunulmuştur. Ayrıca bu standartta bir kısmı faktör yöntemi ile sınır durum kavramı esas alınır. TS 647'de sadece masif ahşap ve kontraplaklar üzerine çalışılmasına rağmen TS EN 1995-1-1'de tutkalı lamine ahşap, ahşap esaslı yapısal mamuller, mekanik bağlantı elemanlarıyla birleştirilen ahşap esaslı levhalardan oluşan binaların tasarımı ile ilgili çalışmalar yapılmıştır [33].

Ahşap yapılar ile ilgili ülkemizde kullanılan bütün yönetmelik ve standartlar incelendiğinde ahşap yapı uygulamalarının sadece iskelet sistem olarak düşünüldüğü, gelişmiş yapı sistemlerinden bahsedilmediği sonucuna varılmıştır. Ülkemizde nitelikli ahşap yapılar üretebilmek için uluslararası standartlar, yönetmelikler ve şartnameler incelenerek TS 647 Ahşap Yapı Standardının çağın gereksinimleri doğrultusunda yenilenip tekrardan kullanılması sağlanmalıdır. Bu amaçla üniversitelerimizde ahşap ile ilgili bilimsel ve teknik araştırmalar yapılmalı ve eğitimler verilmelidir.

IV. SONUÇLAR

Ahşap mukavemeti yüksek bir malzemedir. Eğilmeye karşı direnci diğer yapı elemanlarından yüksektir. Yük altında ki ahşap bir kirişin kırılma süresi oldukça uzundur. Ahşap malzeme yapı elemanı olarak kullanımında ahşabın fiziksel özellikleri mukavemeti açısından önemlidir. Ayrıca ahşabın cinsi, bir ağaç kesitinde bulunan liflerin doğrultusu ve açısı, ahşapta bulunan nem oranı gibi faktörler dayanımını etkileyebilmektedir. Ahşap; taşıma gücü yüksek, birleşim detayları basit, ağırlığı az ve mimari etkisi olumlu bir malzemedir. Ahşap yapıların dünyadaki yeri ile ülkemizdeki yeri karşılaştırıldığında ise ülkemizde ahşap yapıların oldukça az olduğu görülebilmekte ve önemi hala anlaşılmamaktadır. Ayrıca standartlarımız bakımından dünya standartlarına nazaran eksikleri olduğu ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılması diğer yapı malzemelerine nazaran çok daha eskilere dayanmaktadır. Bunda doğadan kolay elde edilebilir olması, mekanik özelliklerinin getirdiği avantajlar, hafif ve kolay şekil verilebilir olması büyük rol oynamaktadır. Fakat geçmişte yaşanan büyük yangınlar sonucunda insanlar tarafından ahşabın kolay yanabilmesi ve dayanıklı olmaması algısı, artan nüfusa yetebilecek kadar yüksek ahşap yapıların yapılamayacağı düşüncesi ahşabın yapılarda kullanımını azaltmıştır. Son yıllarda ahşap mühendisleri, yangın mühendisleri ve diğer bilim insanları tarafından yapılan Ar-Ge çalışmaları sonucunda yangın algılama ve koruma sistemlerinin geliştirilmesi, çok katlı ahşap yapıların yapılmasını sağlayan yeni ahşap yapı ürünlerinin ve yapı sistemlerinin bulunmasıyla beraber ahşap yapıların tekrardan altın çağını yaşayacağı görülmektedir [34]. Geçmişten günümüze kadar yapılan ahşap yapı sistemleri ve yeni buluşların yardımıyla, ekosisteme zarar

vermeden, çevreci ahşap yapılar yapılmalı; çağımızın getirdiği yeni teknolojilerle ahşabı yeniden tanımalı ve onu doğru kullanmayı öğrenmeliyiz.

KAYNAKLAR

- [1] Batur, A. (2004). *Gelişmiş Ahşap Yapım Sistemleri ve Türkiye Koşulları Yönünden Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- [2] Bilici, S. (2006). *Ahşap Konut Üretim Sistemleri; Almanya Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [3] Duman, N., & Ökten, S.(1988). *Ahşap Yapı Dersleri.1 2. baskı*. Yapı Endüstri Merkezi Yayın Bölümü, İstanbul, 272.
- [4] Bozkurt, Ö., (2011). Geleneksel Tekirdağ Evlerinde Kullanılmış Meşe Ahşabının Mekanik Özellikleri ve Kimyasalla Koruma Uygulamalarının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi. *Politeknik Dergisi*, 14(2), 115-119.
- [5] Nilsson, T. & Rowell, R. (2012). Historical Wood – Structure and Properties. *Journal of Cultural Heritage*,13 (3), 5-9.
- [6] Sonderegger, W., Kránitz, K., Bues, T. C., & Niemz, P.(2015). Aging Effects On Physical and Mechanical Properties of Spruce, Fir and Oak Wood. *Journal of Cultural Heritage*,16 (6), 83-88.
- [7] Hiraoğlu, E.(2007). *Ahşap ve Çelik Makas Sistemlerin Malzeme ve Sistem Özelliklerinin İncelenmesi, Bir Örnek Yapı Üzerinde Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Pelit, H., Korkmaz, M., & Budakçı, M., (2017). Farklı Ahşap Malzemelerin Bazı Fiziksel Özelliklerine Su İtici Maddelerin Etkileri. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*,6(3), 1027-1036.
- [9] Dışkaya, H. (2011). *19.Yüzyıl İstanbul Geleneksel Ahşap Karkas Yapılarında Deprem Etkisinin Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [10] Erkoç, E. (2004). *Günümüz Teknolojileriyle Üretilen Ahşap Konutların Tasarım-Uygulama-Kullanım Üçgeninde Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [11] Şenkal, F. (1996). *Konutlarda Düünden Bugüne Ahşap Kullanımı Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- [12] Gürel, F. (2018). *Çok Katlı Ahşap Yapıların Deprem Yükü Altında Performanslarının İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [13] Holmberg, S., Persson, K., & Petersso, H. (1999). Nonlinear Mechanical Behaviour and Analysis of Wood and Fibre Materials. *Computers and Structures*, 72, 459-480.
- [14] Kaplan, B. (2013). *Geleneksel Osmanlı Mimarisine Sahip Ahşap Yapıların Deprem Kuvveti Altında İncelenmesi ve Güçlendirme Teknikleri*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [15] Çetin, F., & Gündüz, G.,(2017). Türkiye'deki Bazı Ağaç Türü Odunlarının Mekanik Özellikleri Üzerine Yapılan Araştırmaların Değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 161-181.
- [16] Uzun, S. (2018). *Tarihi Ahşap Yapı Taşıyıcı Sistemlerin İncelenmesi ve Boğaziçi Örneği: Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [17] Türk Standartları Enstitüsü. (1979). *TS 647 Ahşap Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları*. <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073087057052114079112107055056111086>

- [18] Kretschmann, D., (2010). Wood Handbook : Wood As An Engineering Material. Madison, WI, USA,44.
- [19] Algin, H., Algin, Z., & Ekmen, A., (2016). Ahşap Köprü ve İnşaat İskele Performansına Ahşap Kusurlarının Etkisi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 02, 27-34.
- [20] Bal, B., & Bektaş, İ., (2018). Odunun yoğunluğu ile bazı mekanik özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 51-61.
- [21] Türkçü, H. Ç. (2004). *Yapım İlkeler Malzemeler Yöntemler Çözümler 3. baskı*. Birsen Yayınevi, İstanbul, 318.
- [22] Lattke, F., & Lehmann, S. (2007). Multi-Storey Residential Timber Construction: Current Developments in Europe. *Journal of Green Building*, 2(1), 119-129.
- [23] Akça, C., Akarca, H., Erdoğan, E., & Demirel, A. (2013-2014). *Yapı Ahşabı ve Ahşap Yapı Sektörü*. Ulusal Ahşap Birliği, <http://www.ahsap.org/assets/pdfDocs/etkinlik-2/Ahsap-Yapi-Sektor-Raporu-2.pdf>, (18.01.2019).
- [24] *Türk Yapı Sektörü Raporu 2014*, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.
- [25] A Frame Construction Barrie. <http://ww9.onvacations.co/a-frame-construction-barrie/>. (13.02.2019).
- [26] Aksoy, D., & Ahunbay, Z. (2005). Geleneksel Ahşap İskeletli Türk Konutu'nun Deprem Davranışları. *İtü Dergisi*, 4 (1), 47-58.
- [27] Karaman, Y. Ö., & Zeren, T. M. (2010). Geleneksel Türk Konutunda Kullanılan ve Kagir Sistemi Destekleyen Ahşap Yapısal Elemanların Önemi ve Bozulma Nedenleri. *DEÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2 (12), 75-87.
- [28] T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. Bartın İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. <http://www.bartinkulturturizm.gov.tr/TR-68995/ahsap-bartın-evleri.html>. (13.02.2019).
- [29] Ohanesyan, D. S. (2012). *Ahşap Platform Çerçeve Yapıların Yatay Kuvvetler Karşısındaki Davranışları ve Alınması Gereken Önlemler*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [30] Yücel, G. (2018). Ahşap ve Mimarlık Eğitimi: İstanbul Örneği. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 62-77.
- [31] Avlar, E. (2008). Türkiye'de Ahşap Yapı Üretimine Yönelik Durum Tespiti. *Mimarlıkta Malzeme*, (8), 71-77.
- [32] Uzun, S. (2018). *Tarihi Ahşap Yapı Taşıyıcı Sistemlerinin İncelenmesi ve Boğaziçi Örneği: Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [33] Eurocode 5 (EN 1995-1-1:2004); European Comitee for Standardization, Design of Timber Structures. Part 1-1: General Common Rules and Rules For Buildings.
- [34] Smith, I., & Snow, M.A. (2008). Timber: An Ancient Construction Material With A Bright Future. *The Forestry Chronicle*, 84 (4), 504-510.