

AHŞAP VE LAMİNE AHŞAP KİRİŞLERİNİN ÖZELLİKLERİ,  
YAPILARDA KULLANIMI VE TASARLANMASI İLE LAMİNE  
AHŞAP KİRİŞLERİN FRP İLE EĞİLMEYE KARŞI  
GÜÇLENDİRİLMESİ

Mustafa DEMİREL - İsmet HÜSEYİNOĞLU  
Hüseyin Kürşat ÇELİK - Botan ÖZTÜRK  
Aslıhan ÇEKİÇ - Muhammet DUMLU

Doç.Dr. Gökhan ŞAKAR

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Yapı Anabilim Dalı

ÖZET

Bu proje kapsamında, bilinen en eski yapı malzemelerinden olan ahşabın farklı bakış açılarıyla detaylıca araştırılması yapılmıştır. Bu amaçla; önce ahşap yapı malzemesinin özellikleri ve tarihçesi, mühendislik bakış açısıyla tasarım yöntemleri ve hesap esasları, güçlendirme yöntemleri, mühendislik parametrelerinin tayin edilmesi ve ekonomisi araştırılmıştır. Bu araştırmalar gerçekleştirilmeden öncelikle masif ahşaba ve lamine ahşaba verilmiştir. Bu kapsamda; ahşap ve lamine ahşap numunelerinin laboratuvarında basınç ve eğilme testleri yapılmıştır. Çalışmalar sonucu bulgulara örnek teşkil etmesi amacıyla mevcut, çelik karkaslı 44m açıklığında ve 11m genişliğindeki 'Bornovalı Yaya Köprüsü'nün ahşap yapı malzemesiyle tasarım ve analizleri yapılmıştır. Çalışmada farklı ülkelerin yönetmelikleri, kılavuzları, standartları ve çok sayıda literatür çalışması göz önüne alınmıştır.

Ahşap, canlı bir organizma olan ağaçtan elde edilen lifli, heterojen ve anizotrop dokuya sahip organik esası bir yapı malzemesidir. Lamine ahşap; değişik ölçülerdeki bağımsız ahşap parçaların kontrollü endüstri koşullarında ve özel bağlayıcılarla tutkulanarak birleştirilmesinden oluşur.

Ahşabın en önemli avantajı yüksek mukavemet özelliklerine sahip, hafif bir malzeme olmasıdır. En önemli dezavantajı ise organik bir malzeme olmasıdır. Bu durum, ahşabın mukavemet özellikleri üzerinde büyük etkisi olmaktadır.

Ahşap yapı malzemesi mukavemet değerlerine bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Ülkemizde ahşap yapı malzemesinin sınıflandırılması Euronorm çerçevesinde yapılmaktadır.

Ahşap yapı malzemesi anizotrop özelliğinden dolayı yönere bağlı olarak, fiziksel ve mekanik özellikleri farklılık göstermektedir. Ahşabın lifleri doğrultusunda tüm mukavemet parametreleri, liflere dik doğrultuda ki mukavemet parametrelerinden daha yüksek olduğu yapılan basınç ve eğilme deneyleriyle de kanıtlanmıştır. Mukavemet parametreleri ise en çok ahşabın su içeriğinden etkilenmektedir.

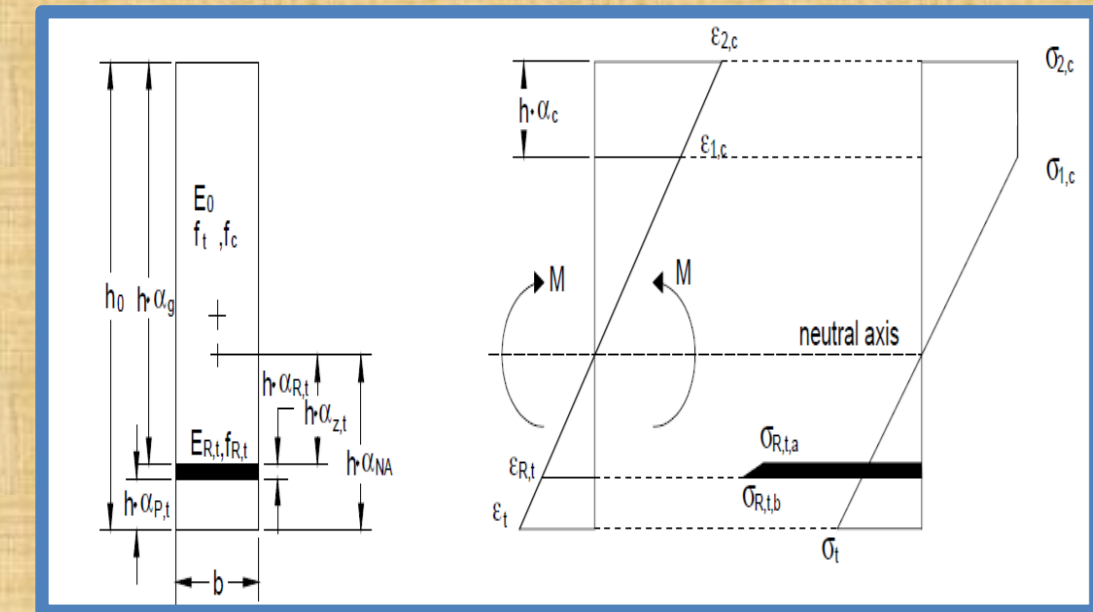
Lamine Ahşap Basit Eğilme Deneyi - Deneysel Verileri Ve Sonuçları

NUMUNE TİPİ (LAMİNE AHŞAP)	MESNET AÇIKLIĞI (mm)	BOYUTLAR (mm)	YÜK (kgf)	EĞİLME GERİLMESİ (Mpa)
Ek yeri olan, yapıştırma yüzeyi yatay numune	120	26x26x160	515	52.74
Ek yeri olan, yapıştırma yüzeyi düşey numune	120	26x26x160	690	70.66
Ek yeri olmayan, yapıştırma yüzeyi yatay numune	120	26x26x160	770	78.85
Ek yeri olmayan, yapıştırma yüzeyi düşey numune	120	26x26x160	695	71.17

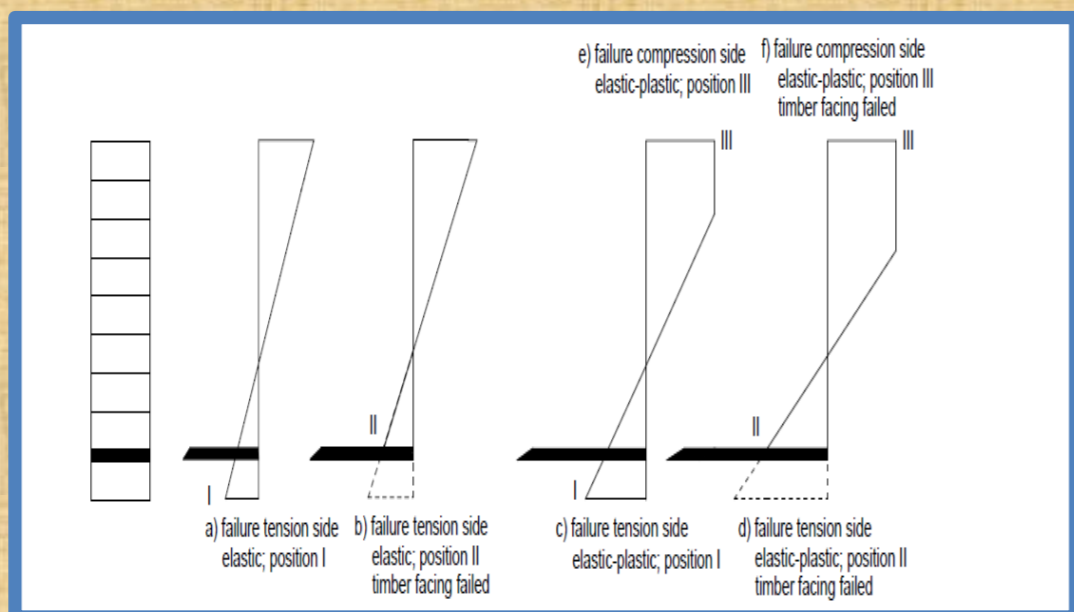
Masif Ahşap Basit Eğilme Deneyi - Deneysel Verileri Ve Sonuçları

NUMUNE TİPİ (MASİF AHŞAP)	MESNET AÇIKLIĞI (mm)	BOYUTLAR (mm)	YÜK (kgf)	EĞİLME GERİLMESİ (Mpa)
1. Numune	100	26x26x160	998	85.17
2. Numune	100	26x26x160	510	43.53
3. Numune	120	26x26x160	355	36.36

Kesit ile güçlendirme arasındaki gösterim ve gerilme-gerilim ilişkisi sıkıştırma alanı



Göçme Mod Tipleri



SONUÇ

Çalışma kapsamında; çelik karkaslı 'Bornovalı Yaya Köprüsü', masif ahşap ve lamine ahşap malzemeleriyle analizleri yapılmış, üreticilerden ve müteahhitlerden alınan teklifler ile ekonomik kıyaslamaları yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre çelik köprü'nün (133.03 ton, S275 yapı çeliği) 672 \$/Ton birim fiyat ile 524.755 TL olarak hesaplanmıştır. GL24h sınıfı lamine ahşap köprü'nün (40.79 ton, 108.068 m³) 595 €/m³ birim fiyat ile 422.455 TL olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre köprü'nün lamine ahşap ile yapılması yaklaşık olarak %25 daha ekonomik olacaktır. Ayrıca çelik köprü'nün en büyük deplasman değeri düşey yönde s=3,98 cm iken ahşap köprü'nün en büyük deplasman değeri düşey yönde s=3,75 cm olarak hesaplanmıştır.

TEŞEKKÜR

2018-2019 Bahar Dönemi Bitirme Tezimizin konusu olan 'AHŞAP VE LAMİNE AHŞAP KİRİŞLERİNİN ÖZELLİKLERİ, YAPILARDA KULLANIMI VE TASARLANMASI İLE LAMİNE AHŞAP KİRİŞLERİN FRP İLE EĞİLMEYE KARŞI GÜÇLENDİRİLMESİ' adlı çalışmamızda bize desteğini ve yardımını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığımız Sayın Doç.Dr.Gökhan ŞAKAR'a teşekkürlerimizi arz ederiz.

Çalışmamız sırasında bize malzeme deneylerinde yardımcı olan Doç.Dr.Serdar AYDIN ve Doç.Dr.Hüseyin YİĞİTER'e, FRP ile ilgili bilgi ve tecrübelerini bizimle paylaşan Araş.Gör.Dilan Cankal'a, köprü maketinin hazırlanmasında desteğini esirgemeyen Doç.Dr.Taner UÇAR ve Dr.Öğr.Üyesi Kutluğ SAVAŞIR'a teşekkürlerimizi sunarız.

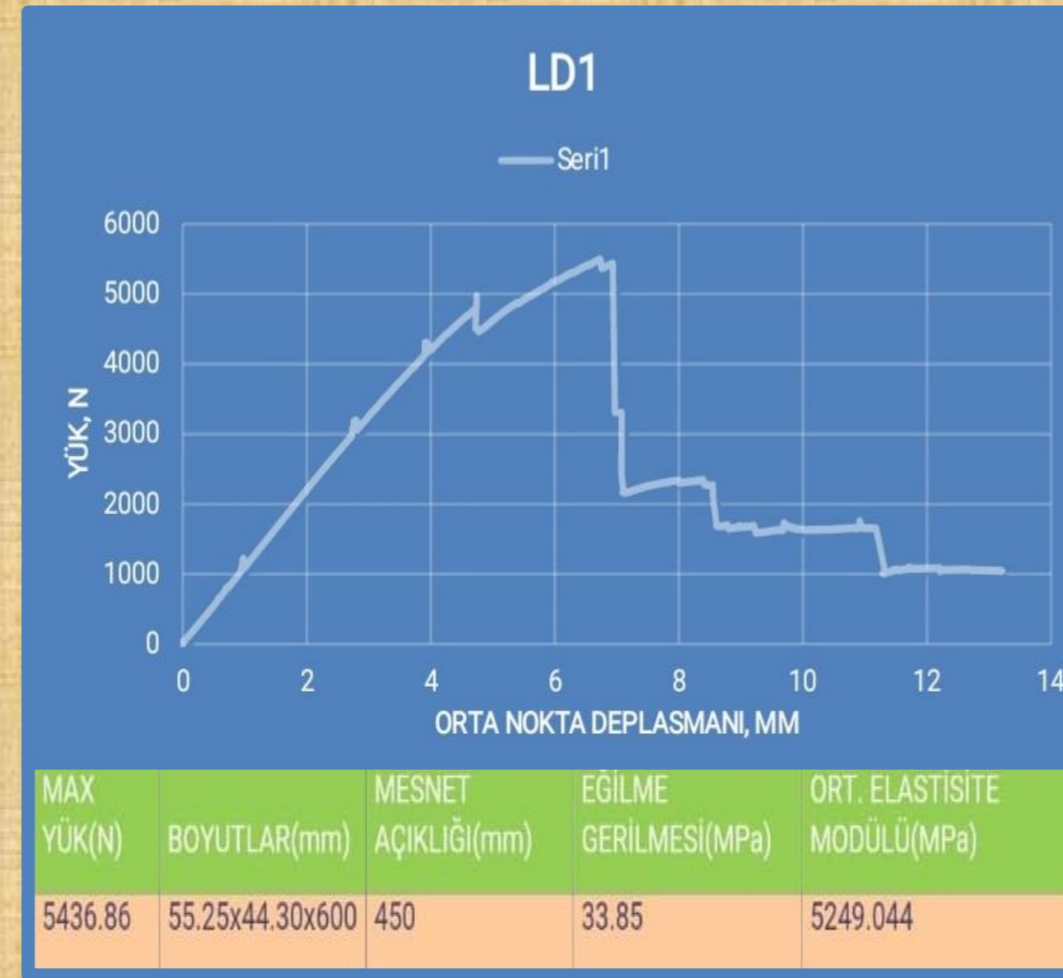
Malzeme deneyleri için numune temininde bize destek veren 'Ağaçkakan Ahşap Ev Orman Ürünleri' ve 'Egeçam' yetkililerine; ekonomik analize yönelik ahşap birim fiyat teklifleri için 'Asmaz Ahşap Karkas Yapılar', 'Novawood', 'Naswood' yetkililerine; çelik birim fiyat teklifleri için İnş.Yük.Müh.İlker Yılmaz TÜRKER'e, İnş.Müh.Mustafa GÜLYAPRAK'a, 'Tuğrakent İnşaat' ve 'Gür-Al Sac' yetkililerine teşekkür ederiz.

Son olarak 'Bornovalı Yaya Köprüsü'nün proje bilgilerini ve tecrübelerini bizden esirgemeyen Kobe Yapı İnş.Müh.Barış KÖROĞLU'na ve 'Not Mimarlık' yetkililerine teşekkürlerimizi sunarız.

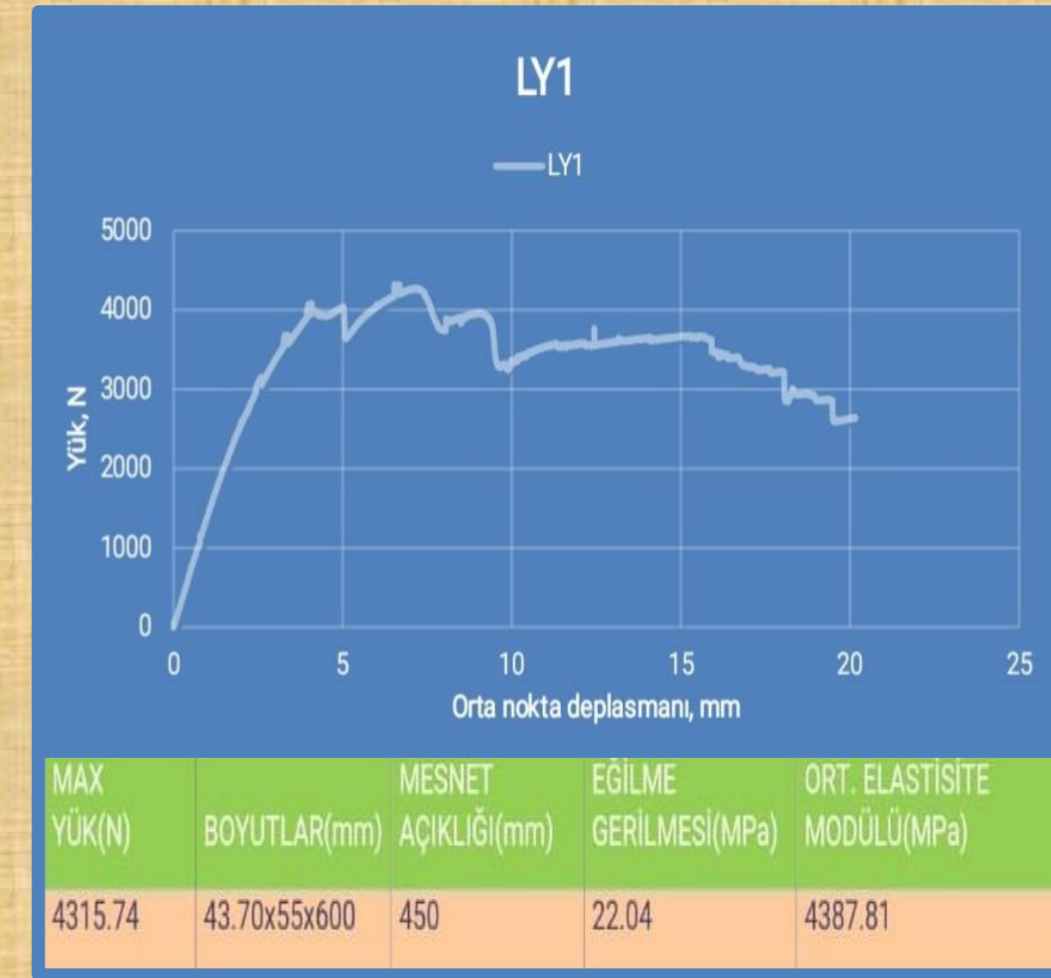
KAYNAKLAR

- 1) ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE LAMİNASYON TEKNİĞİ VE ÖNEMİ, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2007
- 2) Göker, Y. 1994. Ahşap Malzemenin Özellikleri, Ahşap Dergisi, Sayı:4, İstanbul.
- 3) Ahşap Ve Çelik İnşaat Hesapları, ODABAŞI Yalman, İSTANBUL, 1975
- 4) Ahşap Çatılarının Hesap Ve Detayları, ODABAŞI Yalman, İSTANBUL, 1981
- 5) Building And Structural Design Codes-An International Survey, British Standart Institution, LONDON, 2000
- 6) TS647-Ahşap Yapıların Hesap Ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA, 1979
- 7) Eurocode 5-Design Of Timber Structures, European Committee For Standardization, BRUSSELS, 1995
- 8) National Design Specification For Wood Construction, American Wood Council, LEESBURG, 2017
- 9) Load And Resistance Factor Design For Highway Bridge Superstructures, U.S. Department Of Transportation Federal Highway Administration, 2015
- 10) Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society Of Civil Engineers, VIRGINIA, 2010
- 11) Kompozit Kirişlerin Yük Taşıma Ve Deformasyon Davranışı, Yapıştırılmış Lamine Ahşap Ve Fiber Takviyeli Plastikler, Blaß HJ. & Romani M. Karlsruhe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 2000
- 12) Cam elyaf kompozit profillerin güçlendirilmiş yük kapasitesi Glulam kirişler, Ehlbeck J. & Colling F., Orman ve Kaya Araştırma Enstitüsü Araştırma Raporu, Karlsruhe Üniversitesi, Kereste Mühendisliği Bölümü, 1987
- 13) Karbonfiber Destekli (CFRP) Lamine Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, Çağlar ALTAY Yüksek Lisans Tezi, 2014
- 14) Ulusal Ahşap Birliği

Yapıştırma Yüzeyi Düşey Lamine Ahşap İçin Yük-Deplasman Grafiği



Yapıştırma Yüzeyi Yatay Lamine Ahşap İçin Yük-Deplasman Grafiği

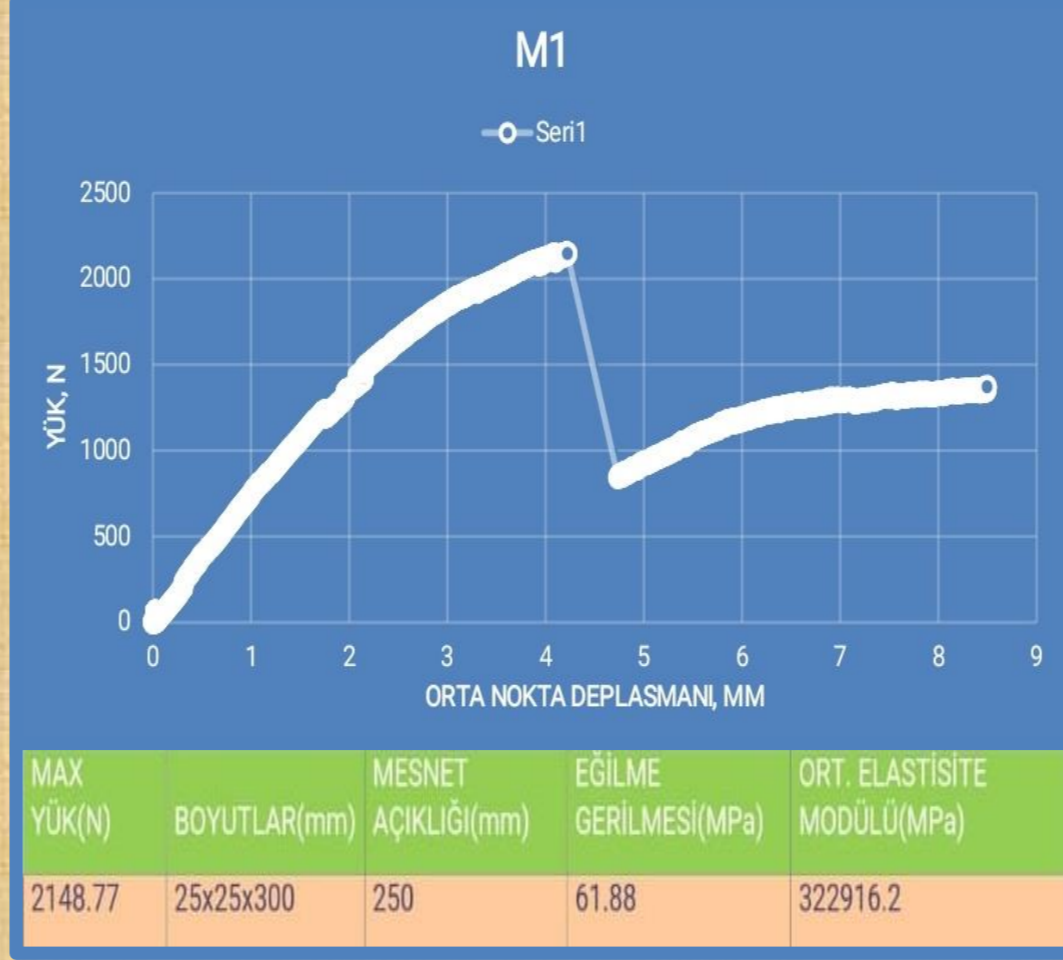


Lamine ahşap deney verileri ve sonuçları

NUMUNE TİPİ	BOYUTLAR (mm)	YÜK (kgf)	BASINÇ GERİLMESİ (Mpa)
Liflere Dik 1. Numune (MLD1)	51X51	1270	4.88
Liflere Dik 2. Numune (MLD2)	50.5X51	1273	4.94
Liflere Dik 3. Numune (MLD3)	51X51.5	880	3.35
Liflere Paralel 1. Numune (MLP1)	50.5X50.5	11788	46.22
Liflere Paralel 2. Numune (MLP2)	50X50	12154	48.61
Liflere Paralel 2. Numune (MLP2)	51X51.5	10733	41.67

Liflere dik numunelerin ortalama basınç gerilmesi: 6,76 MPa  
Liflere paralel numunelerin ortalama basınç gerilmesi: 45,43 MPa

Masif Ahşap 1. Numune İçin Yük-Deplasman Grafiği



Masif Ahşap 2. Numune İçin Yük-Deplasman Grafiği



Masif ahşap deney verileri ve sonuçları

NUMUNE TİPİ	BOYUTLAR (mm)	YÜK (kgf)	BASINÇ GERİLMESİ (Mpa)
Liflere Dik 1. Numune (MLD1)	51X51	1270	4.88
Liflere Dik 2. Numune (MLD2)	50.5X51	1273	4.94
Liflere Dik 3. Numune (MLD3)	51X51.5	880	3.35
Liflere Paralel 1. Numune (MLP1)	50.5X50.5	11788	46.22
Liflere Paralel 2. Numune (MLP2)	50X50	12154	48.61
Liflere Paralel 2. Numune (MLP2)	51X51.5	10733	41.67

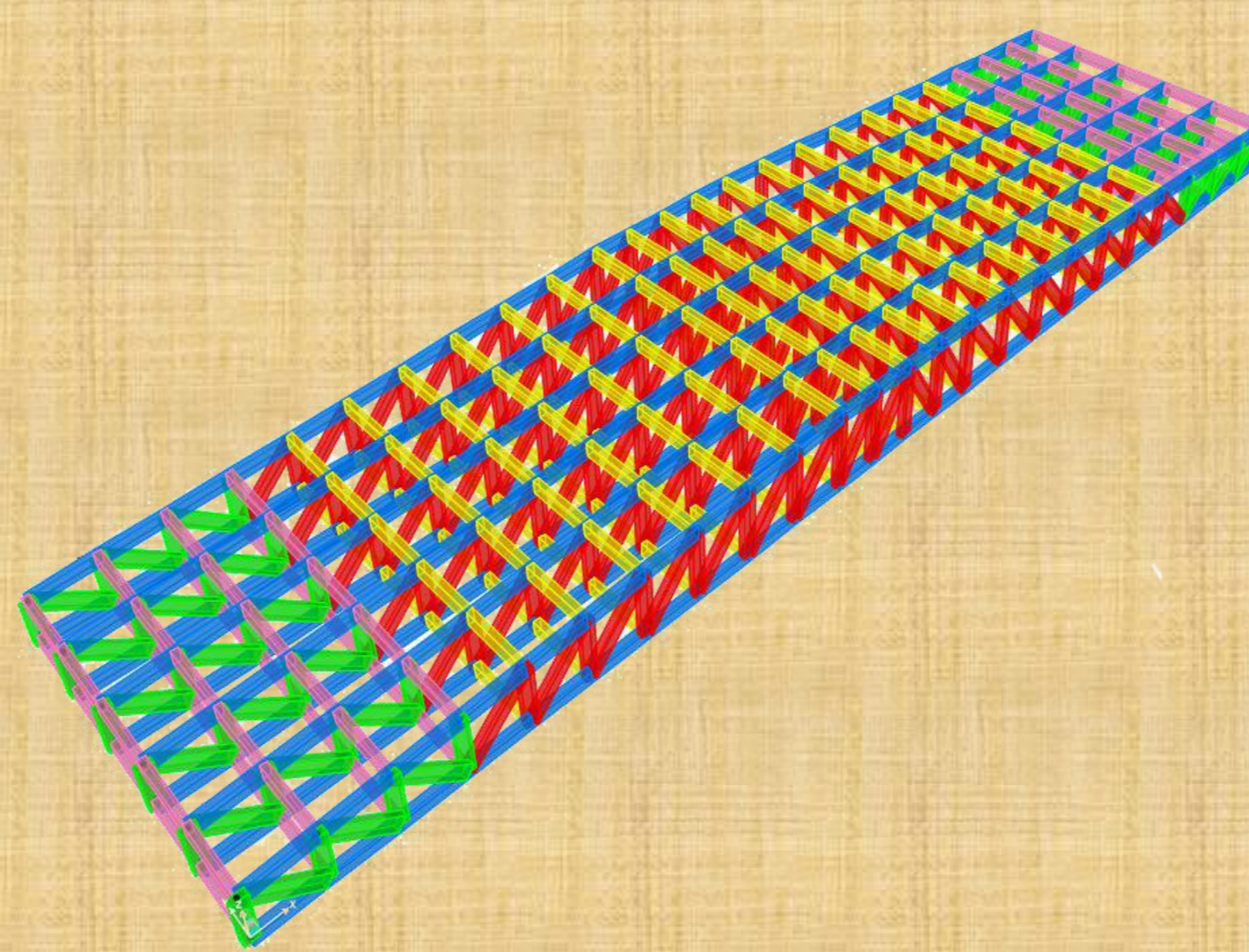
Liflere dik numunelerin ortalama basınç gerilmesi: 4,91 MPa  
(3. Numune deneyi iptal edilmiştir.)  
Liflere paralel numunelerin ortalama basınç gerilmesi: 45,50 MPa

Ahşap, malzeme özellikleri itibarıyla diğer yapı malzemelerinden nispeten daha farklı tasarlanmaktadır. Literatürde kazandırılmış birçok farklı yönetmelik, kılavuz, standart ve çalışma mevcuttur. Ülkemizde 'TS647-Ahşap Yapıların Hesap Ve Yapım Kuralları' hala yürürlükte ancak Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği çerçevesinde ahşap yapıların tasarımı 'Eurocode 5-Design Of Timber Structures'a uygun olarak yapılmaktadır.

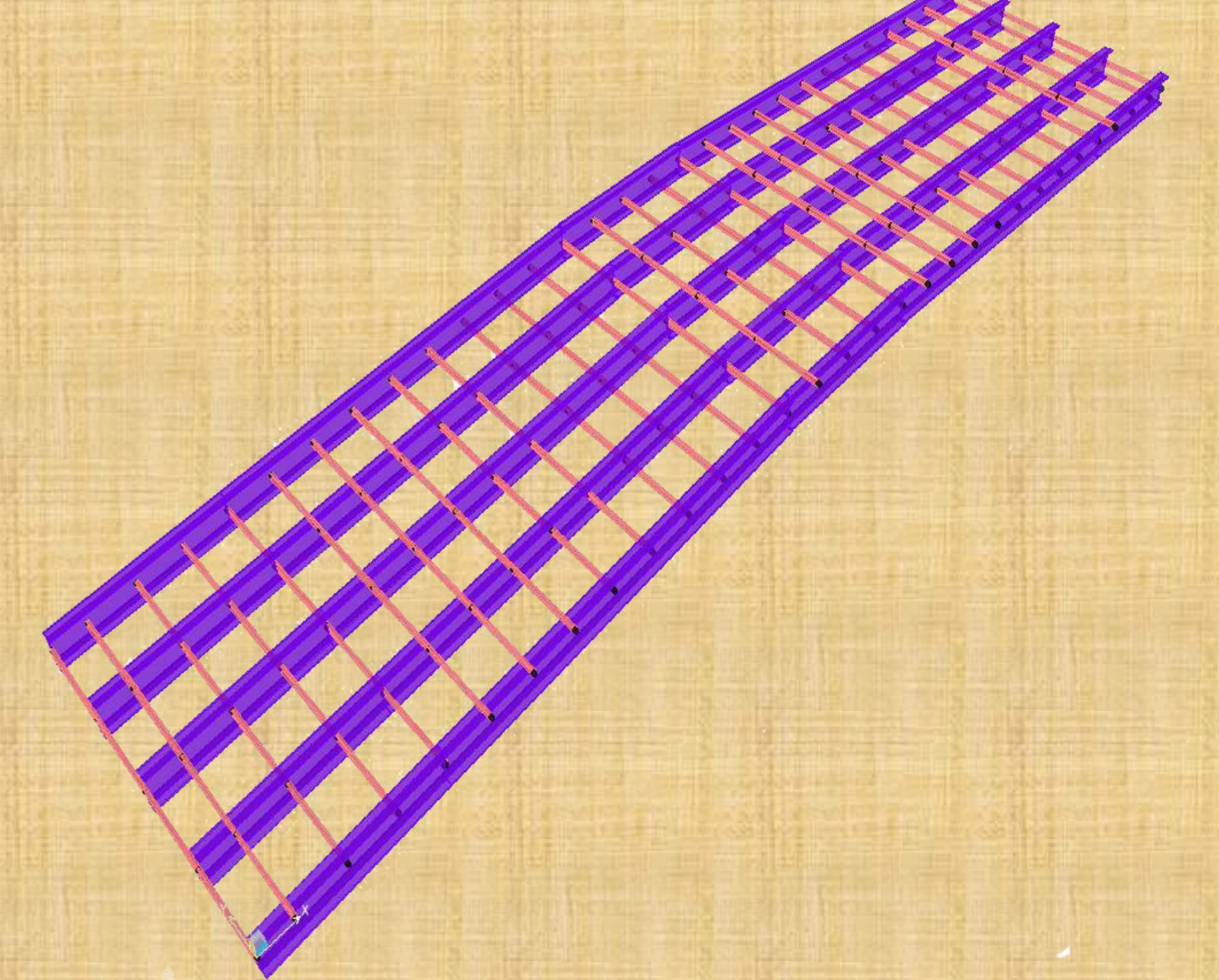
FRP (Fiber Reinforced Polymers); betonarme, çelik ve ahşap gibi bütün yapı elemanlarına dışardan rahatlıkla uygulanabilen, dayanımları ve rijitlikleri gibi mukavemet parametrelerinin güçlendirilmesinde kullanılan yapı malzemesidir. FRP'nin en önemli avantajı; diğer güçlendirme yöntemlerine oranla daha az alan kaplayarak güçlendirmenin uygulanabilmesidir. FRP'nin en önemli dezavantajları ise yangına karşı dayanıksız olması, maliyetinin yüksek olması ve tasarım ilkelerinin diğer güçlendirme yöntemlerine göre daha karmaşık olması olarak sıralanabilir.

YALMAN ODABAŞI YAYA KÖPRÜSÜ (AHŞAP) KIYASLAMASI-MEVCUAT BORNOVA DERESİ YAYA KÖPRÜSÜ (ÇELİK)

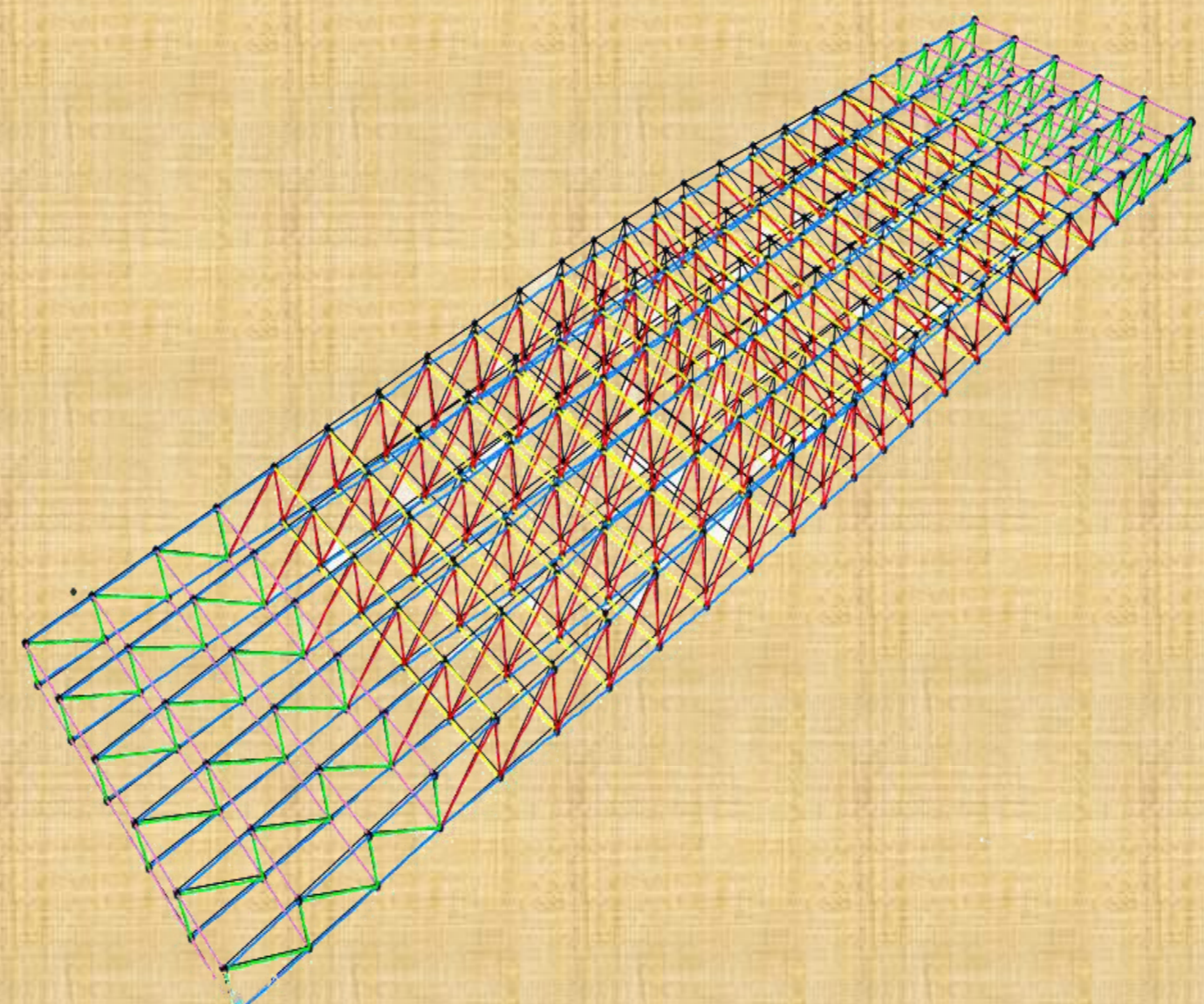
YALMAN ODABAŞI AHŞAP YAYA KÖPRÜSÜ



BORNOVA DERESİ ÇELİK YAYA KÖPRÜSÜ



YALMAN ODABAŞI AHŞAP YAYA KÖPRÜSÜ YÜK DEPLASMAN ŞEKLİ



BORNOVA DERESİ ÇELİK YAYA KÖPRÜSÜ YÜK DEPLASMAN ŞEKLİ

