



OMM

YAPISAL MÜHENDİSLİK HİKAYESİ

Creating Structures is Our Art



OMM

Yapısal Mühendislik Hikayesi

=

1.1. Ahşap Tedarik Mühendisliği

+

1.2. Ahşap Kesit Optimizasyonu

+

2.1. Çelik ve Karma Yapı Value Engineering

+

2.2. İleri Analizler ve Hesaplamalar

+

3.0. Gözlemler: Japonya Gezisi

+

4.0. BIM: Yapı Bilgi Modellemesi

+

5.1. Ahşap İmalat Mühendisliği ve Sertifikasyon Altyapısı

+

5.2.1. Fabrika Test Süreçleri ve Geliştirilmesi

+

5.2.2. Fabrika Üretim Süreçleri ve Geliştirilmesi

+

6.0. Montaj





ATTEC olarak ahşap mühendisliği uzmanlığımız sebebiyle, Polimeks tarafından, kendi kendini taşıyacak olan masif ahşap cephenin projelendirilmesi, detaylandırılması ve mimari-statik koordinasyonu için 2017 ocak ayında görevlendirildik.

1.1. Ahşap Tedarik Mühendisliği

Öncelikle kullanılacak ahşap ürünün Tedarik Mühendisliğini yaptık.

Projenin lamine ahşap kullanılarak çözümleneceği kesindi. Bizden her şeyden önce bu lamine ahşapların hangi coğrafyadan alınacağını, hangi cins ahşaptan olacağını ve hangi ölçülerde kullanılması gerektiğini belirlememiz istendi.

İlk adım olarak ham ahşabın İtalya'dan mı, Avusturya'dan mı, Rusya'dan mı, Almanya'dan mı ithâl edileceğine yoksa Türkiye'den mi satın alınacağına karar vermeliydik...

Seçilecek bu ahşap cinsinin hem mimari ve hem mühendislik koşullarına aynı anda cevap verebilmesi gerekiyordu: Sibirya çamı mı, Türk karaçamı mı, yoksa Avusturya larex veya ladini mi olmalıydı...

Bunlara karar verebilmek için çeşitli matrisler oluşturduk.





Almanya'dan tedarik edip Türkiye'de tutkallama ve montaj yapılabilirdi... Ya da Almanya'dan tedariki sağlanan ahşaplar yine orda lamine edilip montajı Türkiye'de yapılabilirdi... Veyahut Almanya'dan alınıp lamine edilip kertilip Türkiye'de montajlanabilirdi... Ya da tamamen Almanlar montajlayabilirdi...

Bu şekilde ortaya onlarca seçenek çıktı. Ayrıca bu seçenekler her bir ahşap çeşidi için de mevcuttu.

Bu işi çözebilmek için ithalatçılar dışında Orman Bölge Müdürlüğü'nün ihalelerini almış, Türkiye'den bu işi yapabilecek ahşap üretici firmalarının hepsini araştırdık.

Biz buraya kadar gelen bütün aşamalara Tedarik Mühendisliği diyoruz.

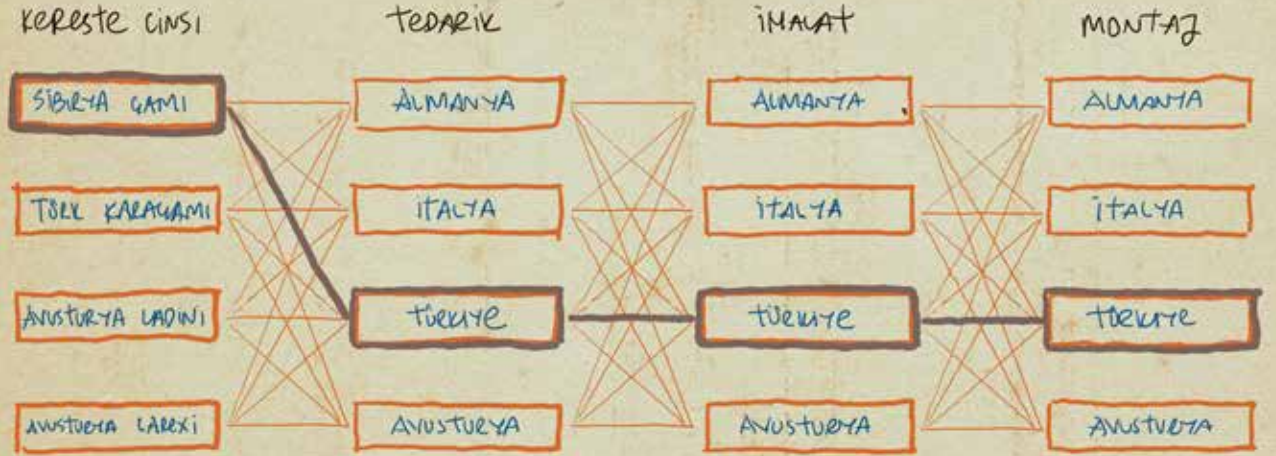
Karar aşamasında kullanılan en etkili yöntemlerden biri üretici adaylarına yaptırılan mockuplardı. Uzun süreli bir mockup çalışması sonucunda tüm üreticilerden, önerdikleri kereste cinsini ve bağlantı detaylarını kullanarak tam ölçekte bir mockup istendi.

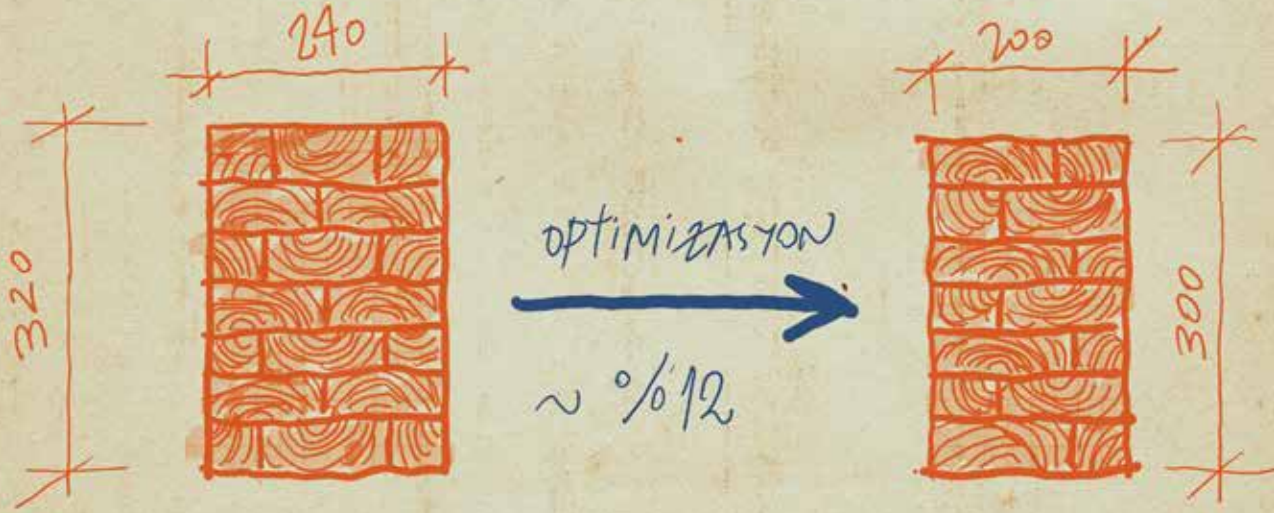


Bu araştırmalar sonucunda hem ekonomi, hem hız, hem de Türkiye'deki yapısal ahşap endüstrisinin sürdürülebilirliğini sağlamak için ham madde kereste dışında ürünlerin Türkiye'den alınmasına işverence karar verildi.

Mockup çalışmaları sadece üretici seçimiyle sınırlı kalmadı. İmalatın başlamasından önce ve imalat sırasında da birkaç kez kalite kontrol amaçlı tam ölçekli örnekler yaptırıldı. Mockupların kontrol düzeltme ve onayından sonra imalata geçildi veya süregelen imalat onaylandı.

Ahşap cinsi olarak Sibirya çamında karar kıldık. Seçilen ahşabın çam olması, mimari için öz odun ile, diri odun arasındaki renk farklılıklarının belirgin olması ve ladine göre dayanıklılık açısından göreceli daha iyi olması da bir tercih sebebiydi. Yaklaşık C28-C32 kalitesinde kereste kullandık. EN1995'e (EuroCode5) göre ancak bu kalitede üründen GL24 üretilebiliyor.





~ 337 m³

~ 5.5m TL

~ 6 AYDA
İMALAT

~ 294 m³

~ 4.9m TL

~ 5 AYDA
İMALAT

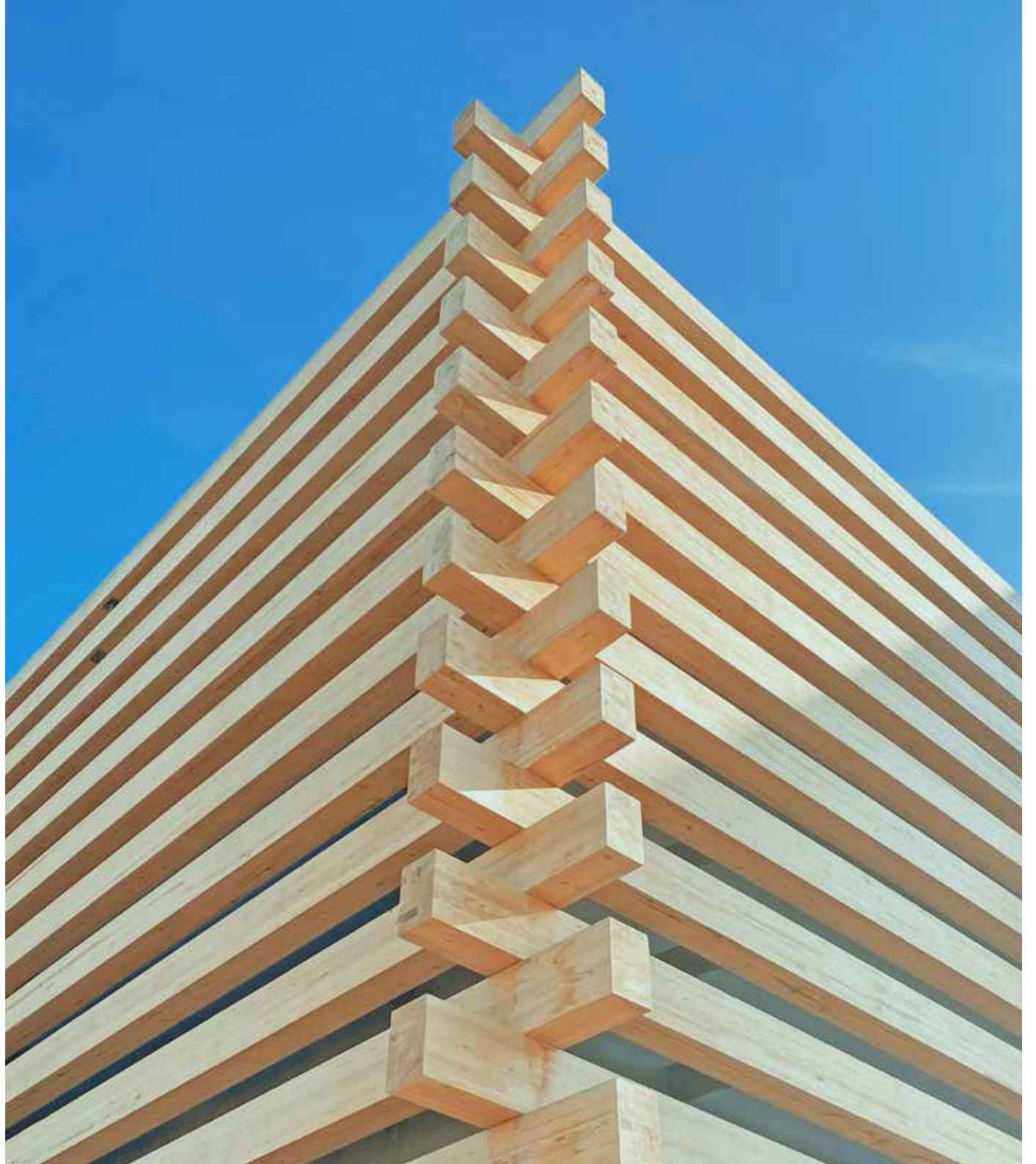
1.2. Ahşap Kesit Optimizasyonu

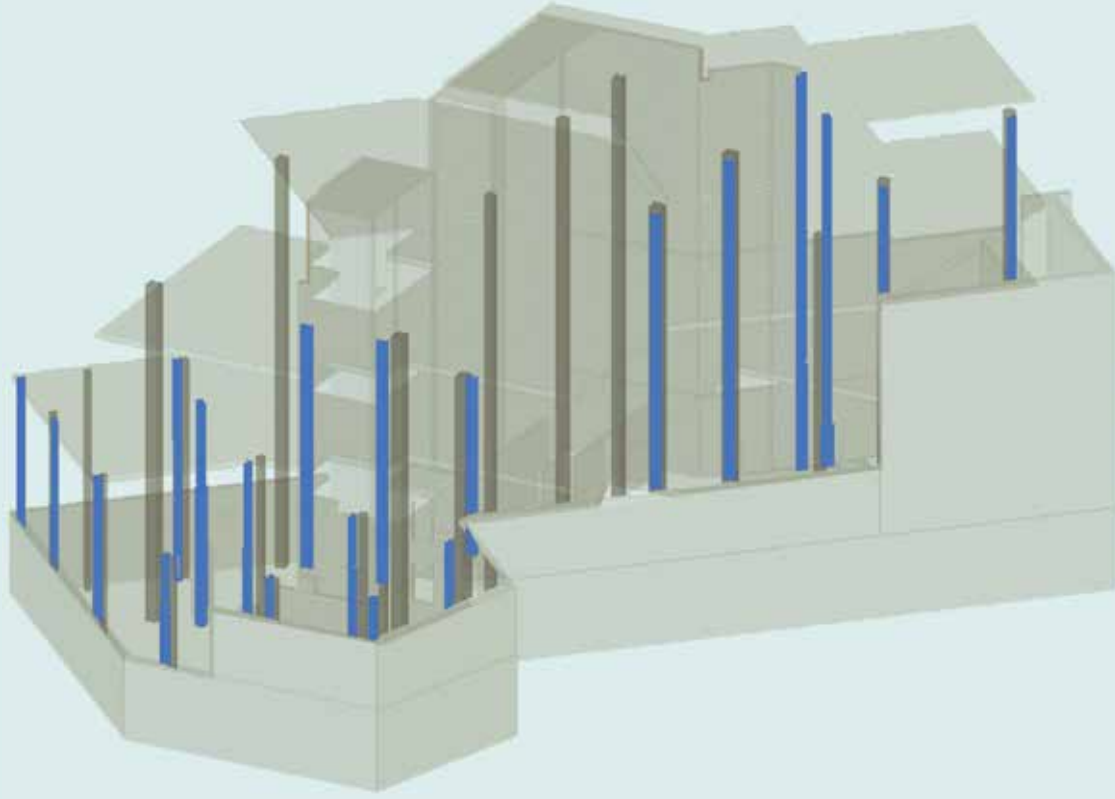
Projede ahşaplar 24 cm x 32 cm ebatlarında kullanılacaktı. Yaptığımız hesaplar sonucunda, biz bunu maksimum kalınlık 20 cm x 30 cm olacak şekilde optimize ettik.

Bu kabullerden sonra ahşabın laminasyonuna odaklandık; tek lamelde kaç parça olacağına, içlerin boş olup olmama durumlarına baktık; böylece projenin Kesit Optimizasyonunu gerçekleştirmiş olduk.

Laminelerin binaya kaç metrede bir mesnetleneceğine karar verdik ve bu laminelerin kendi kendini taşıması için -köşelerden delinip art-germe ile tutturulmuş olmalarından ötürü-detaylarda deprem ve rüzgâr için de belli bir minimum kalınlıkta olmaları gerekiyordu. Fakat dünya ahşap malzeme kaynağının da optimum şekilde kullanılması, hem yapıya gereksiz ağırlık katılmaması, hem de ekonomik olması açısından gerekiyordu.

Yaptığımız optimizasyonlarla da 24 cm olan kalınlığı 20 cm'e düşürdük. 200'lük lamellerin, 140'a 60'lık parçalı yapılmasına karar verdik. EN 14080 uyarınca gerekli yandan tutkallama kuralları gözetilmesi gerektiğini biliyorduk.

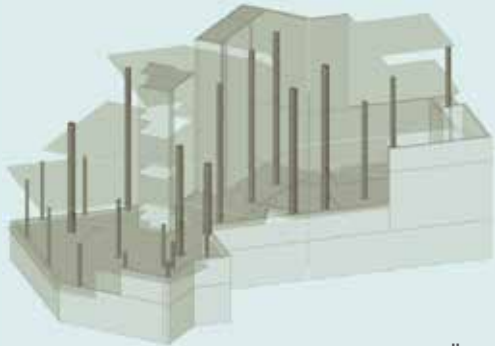




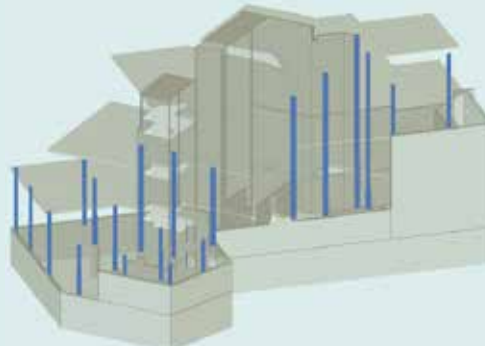
2.1. Çelik ve Karma Yapı Value Engineering

Ahşap ve tedarik mühendisliği başladıktan sonra Kengo Kuma tarafından, çelik taşıyıcı ana strüktürün optimize edilmesine vakit olmadığı fark edildi. Statik proje müellifinin ise çok hızlı betonarme kısımlarının detaylamaya geçmesi gerekiyordu. Hem müze hem de kompozit yapı tecrübemiz, bu tarz çok uluslu ve komplike işlerdeki tecrübelerimizden dolayı, hali hazırda yapılmış statik projeyi bir 3rd party çözüm ortağı olarak gözden geçirmemiz ve mümkün olduğu kadar optimize etmemiz bizden istendi.

Statik projenin Value Engineering'i yapılırken, yapının hem ağırlığını azaltmak, hem de mimari olarak daha iyi bir mekan yaratmayı hedefledik.



ÖNCE



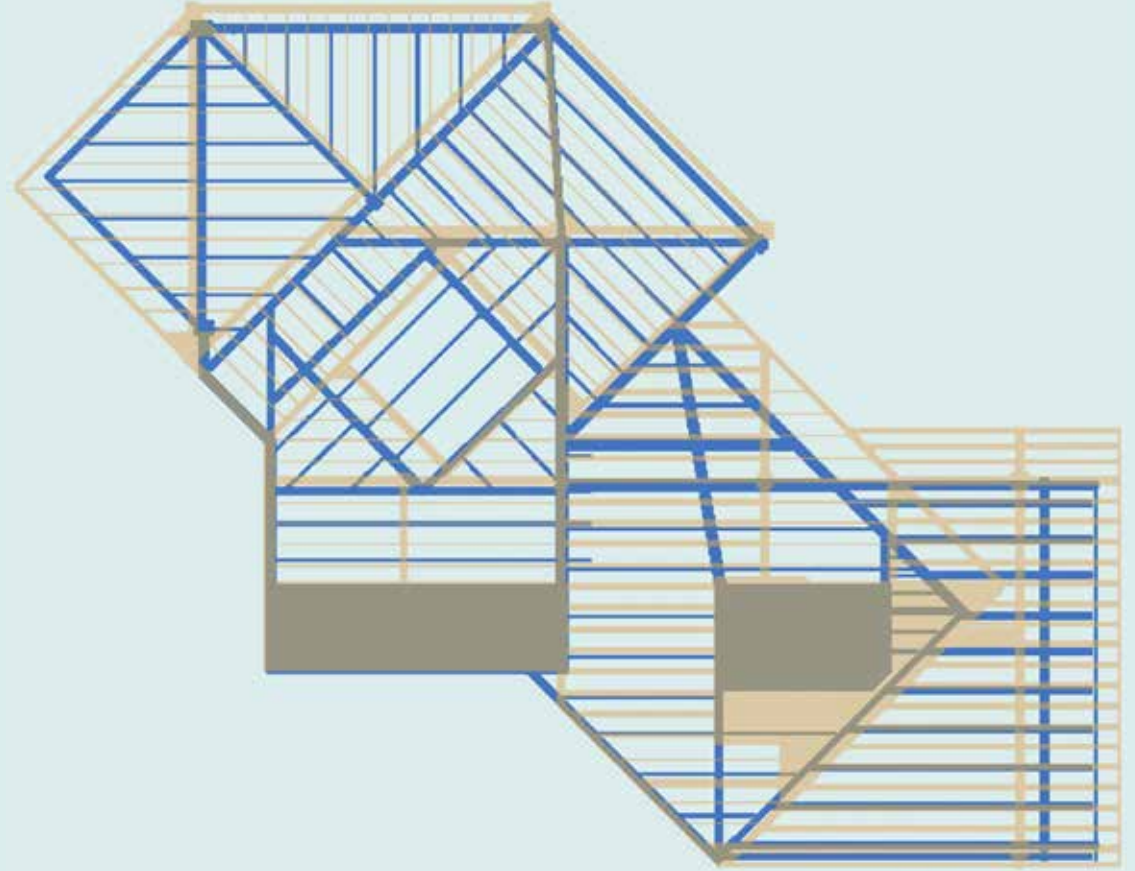
SONRA

Konsolların birbirinin üzerine asimetrik olarak ve küp küp yerleştirilmiş olmasından dolayı kolonlar birbirlerinin altına denk gelmiyordu.

Bu sebeple de kolonların sayısı çok fazla idi. Giriş lobisinin ortasında iki tane kolon vardı ve bu aslında mekanı çok daraltıyordu. Sanat galerisinde, 15 metreye yakın, hiç kolonsuz geçilmesi gereken asimetrik mekanlar olması gerekiyordu. Bu komplike strüktür simetrisi ise buna imkan tanımıyordu.

Bunların optimizasyonuna fazla vakit harcanamamıştı.

Daha önceki Value Engineering tecrübelerimize dayanarak bu ikisini aynı anda yapabileceğimizi düşündük. Bu teklifimiz çok iyi karşılandı.



ÖNCE



SONRA



Döşemelerde ve ana sistemde yaptığımız değer mühendisliği çalışmalarımızla, toplamda 700 ton olan yapı ağırlığını 511 tona indirdik.

Döşemelerin ileri vibrasyon analizlerini yaptık. Asimetrik duran konsol elemanları tutan makas elemanların, zaman sıkıntısından optimize edilemeyen aşırı güvenli kılındığı yerler vardı. Bunları tek önlü makaslara, kutu elemanları boruya veya H veya I elemanları boruya çevirerek ciddi bir kar sağladık.

2.2. İleri Analizler ve Hesaplamalar

Hem danışmanların hem de statik proje müelleflerinin, çekirdek olarak kullanılan betonarme perdelerle güvenmelerini sağladık.

İleri kompozit hesaplarıyla, bu betonarme çekirdeklerin aslında deprem yüklerinin %90'ından fazlasını aldığından dolayı, çelik sistemin sadece düşey yüklerle ve asimetrik konsol yüklerine çalıştığını gösterdik. Deprem yüklerinin diyafram tarafından güvenli bir şekilde çelik sistem yerine betonarme çekirdeklere aktarabileceğini ispat ettik ve detaylandırdık.



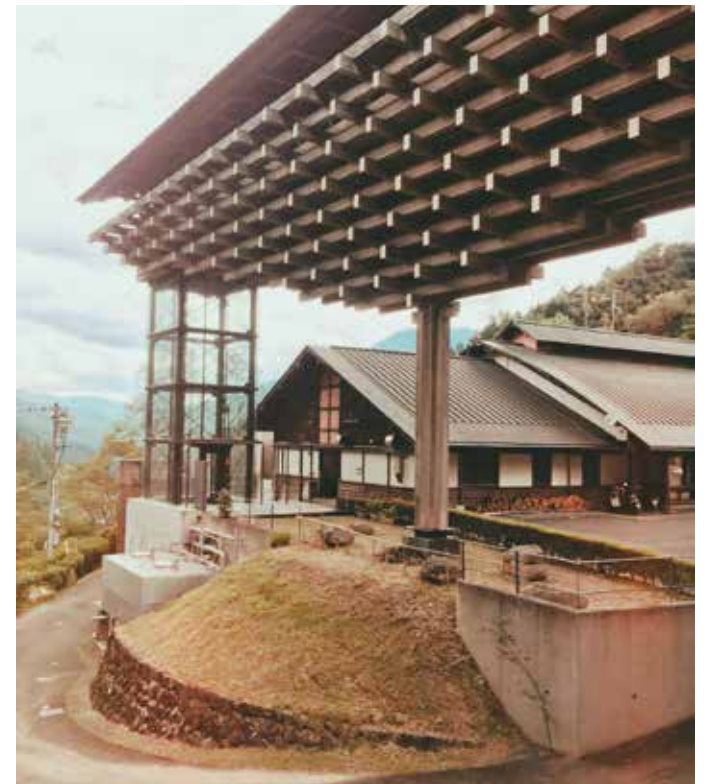


3.0. Gözlemler: Japonya Gezisi

Doğrudan kaynaktan beslenmek ve gözlemlerde bulunabilmek için Japonya'ya özel bir gezi düzenledik; bazı fabrika ve projeleri yerinde inceledik.

Nasreddin Grup, Polimeks ve Kengo Kuma Associates'in de bunları Türkiye'de geliştirmemiz için bizlere çok katkıları oldu.

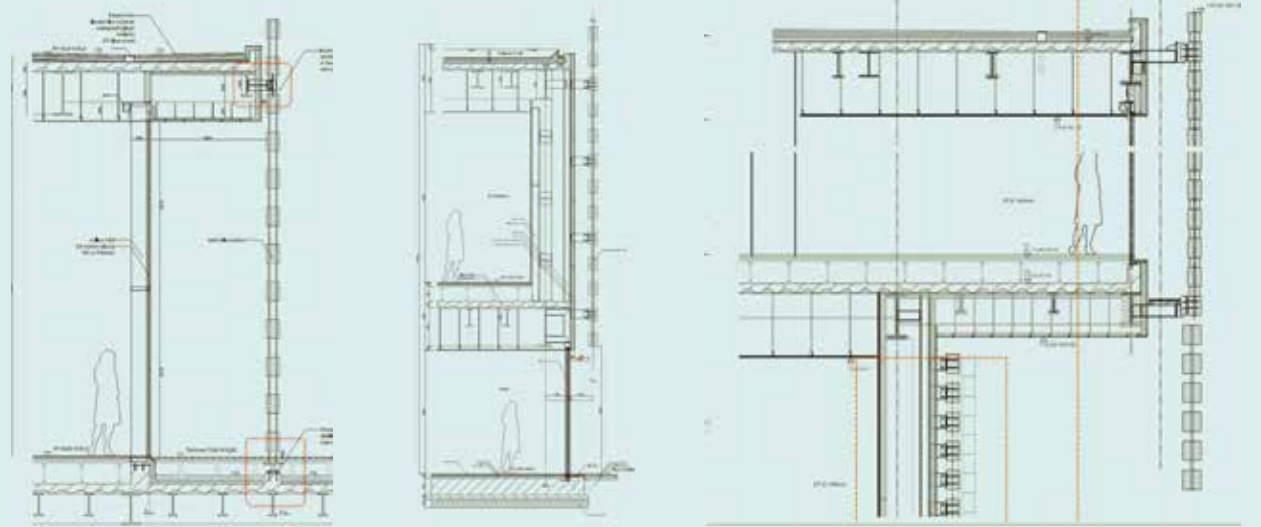
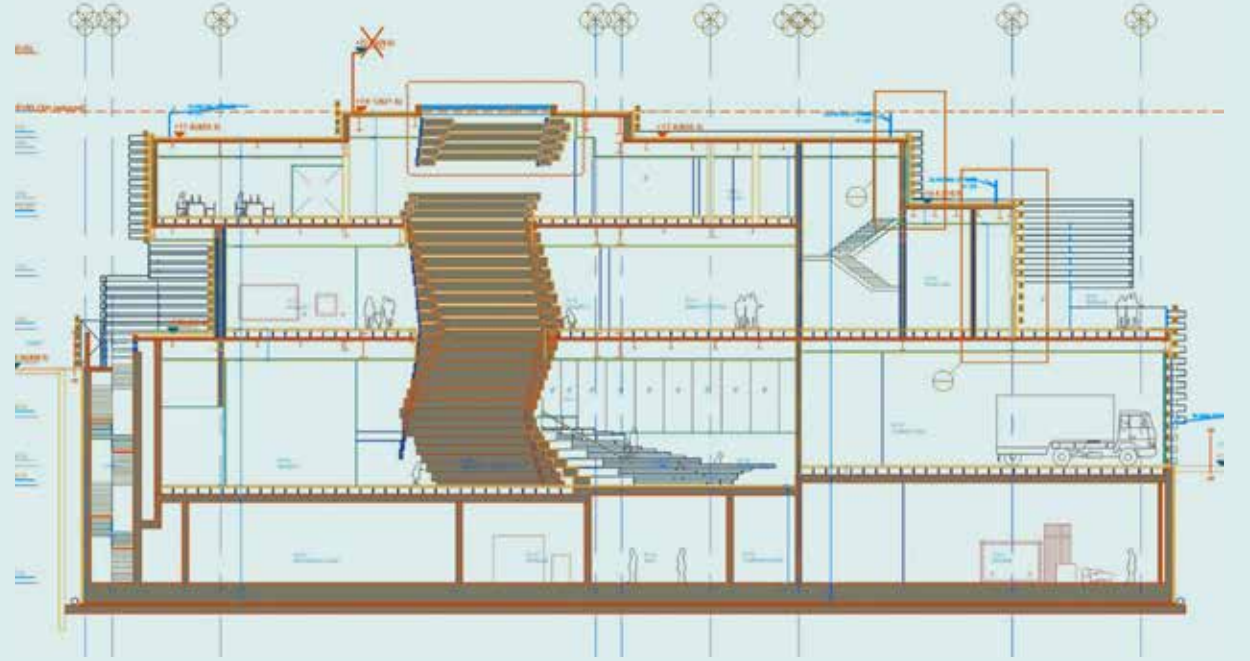


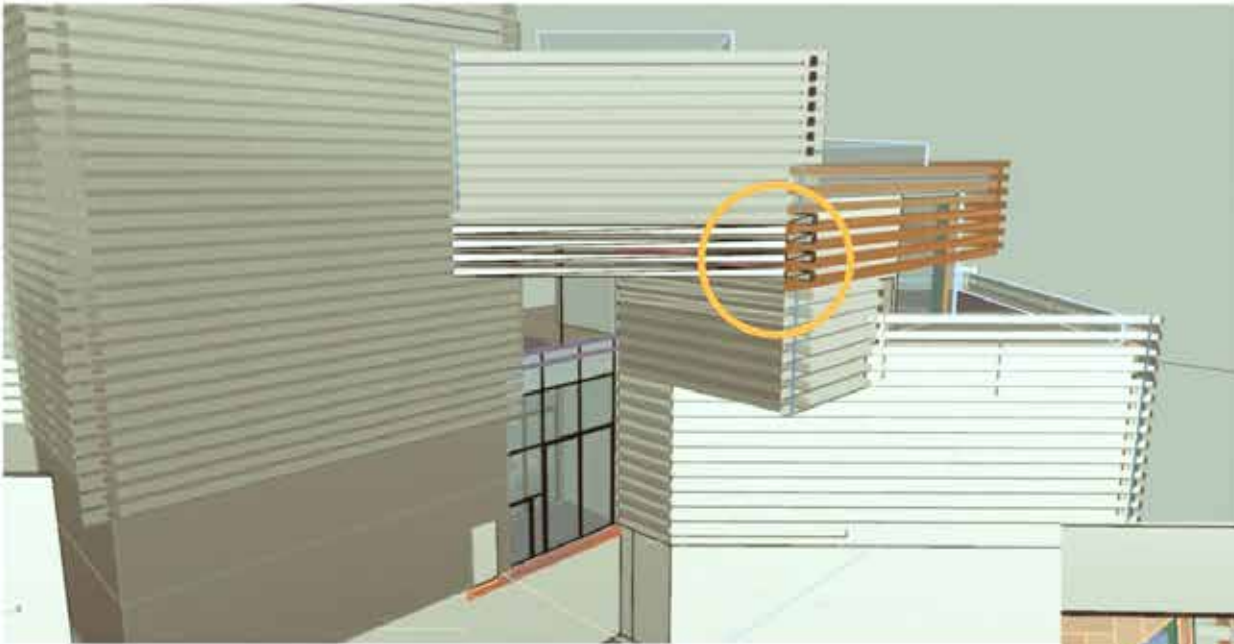


4.0. BIM: Yapı Bilgi Modellemesi

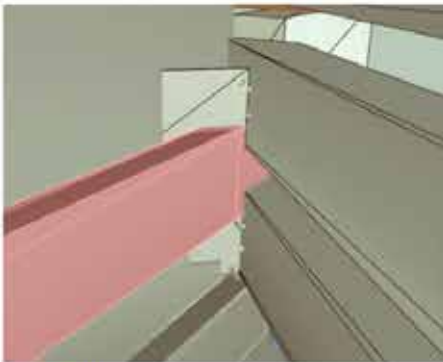
Uluslararası BIM koordinasyonunun gerekliliği olarak çeşitli platformlarda yapılmış modeller üzerinde çalışıldıkça mimar, mühendisler ve imalatçılarca paylaşarak geliştirildi.

Rhino, Revit ve Tekla Structures programları arasında geçen mimari ve statik ve mekanik BIM koordinasyonu ve Clash Check sonrasında ahşap imalat resimleri koordine edilmiş geometri için HsbCad programı ile ahşap elemanlar ve metal bağlantılar modellenerek CNC üretime geçildi.

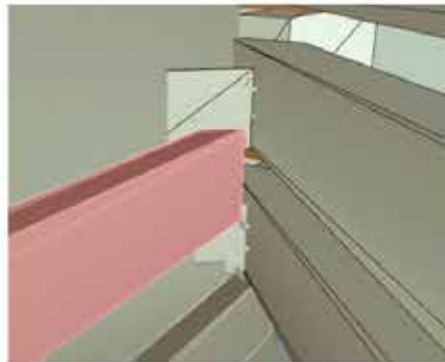




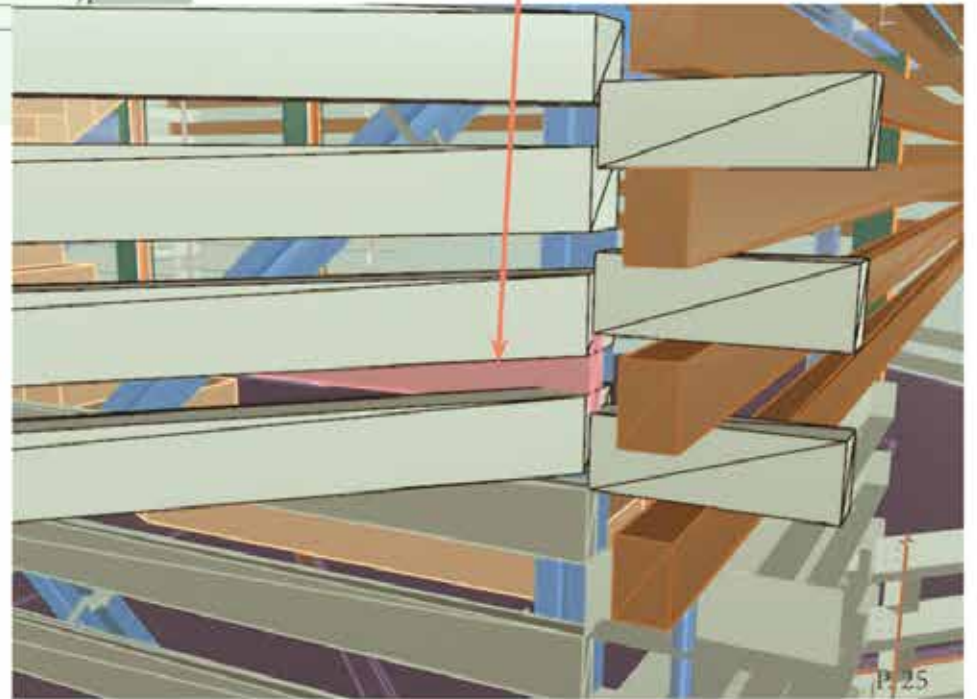
wood planks overlapping here and conflicts with the steel bracket. Please cut off the magenta plank in an angle

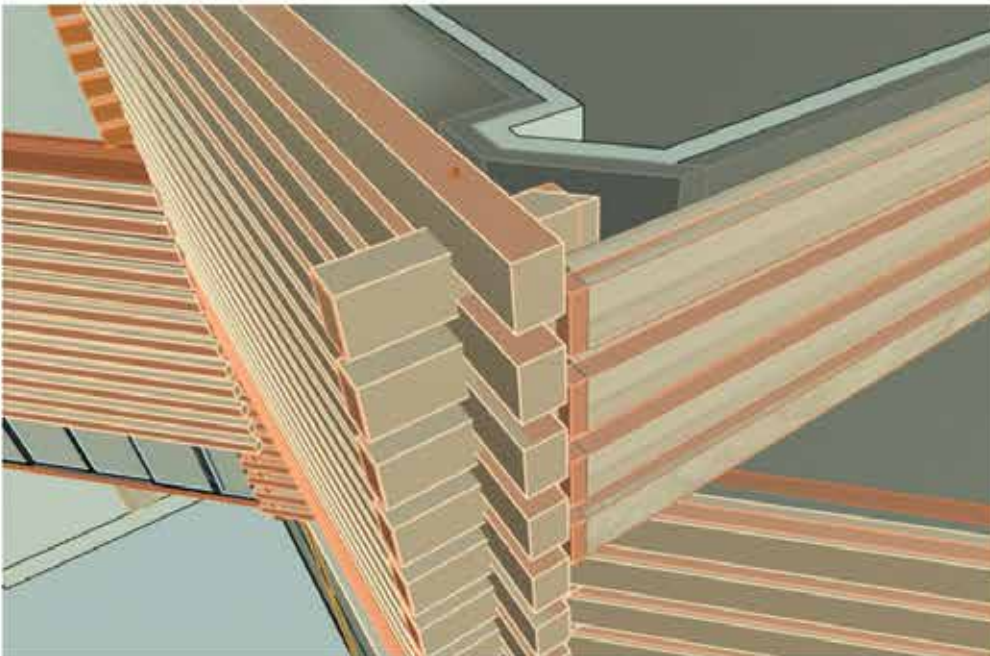
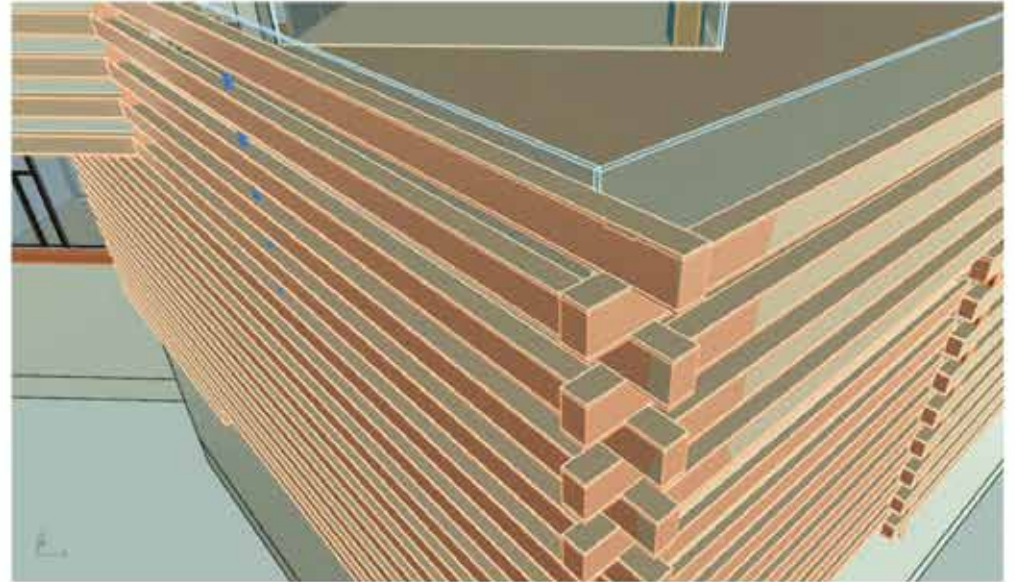
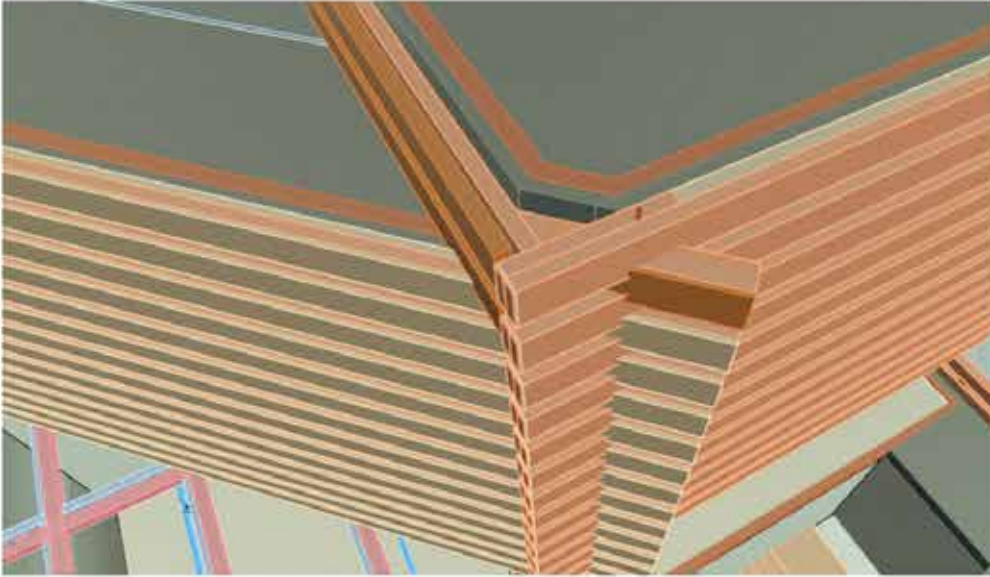


Current:
Conflict with wood plank & steel bracket



Please cut off plank at an angle and recess the plank to allow for the bracket to pass.





We found in many other places where the wooden planks are not aligning to our 3D model, please check and revise carefully as we do not want this discrepancies to start affecting the fabrication of the wood.

The pink one is what we received from ATEK.

Glulam Production is based on the following steps*:

- 1 ATTEC Lamination Moisture Content Control
- 2 ATTEC Equipment Control
- 3 ATTEC Visual Strength Grading according to TS-EN-14081
- 4 Head Trimming
- 5 Finger Joint Glue and Setup Control
- 6 Finger Jointing
- 7 First Planing
- 8 ATTEC Fabrication Control
- 9 Gluing of Laminations
- 10 Pressing
- 11 Last Planing
- 12 CNC Cutting
- 13 ATTEC Test Control
- 14 Painting
- 15 ATTEC Visual Inspection

* The above steps may vary depending on the specific conditions of each factory



GLULAM FACTORY PRODUCTION CONTROL SERVICES

Creating Structures is Our Art



www.atte
Caftege M. Karakol
34710 Moda, İst
+90 216 3

5.1. Ahşap İmalat Mühendisliği ve Sertifikasyon Altyapısı

Sonrasında alınan ahşapların, Ahşap İmalat Mühendisliğinin sistematüğini ve kontrolünü gerçekleştirdik.

Türkiye'de EN14080'e göre, sertifikalı üretim yapabilen bir firma yoktur. Üretimin proje ve parti bazında yeterli kalitede olduğu bazı firmalar olmasına rağmen, bu firmalarda üretilen her bir ahşabın, tek tek bu standarta göre üretilebileceğinin garantisi yoktu. Dolayısıyla 8 ila 12 ay arasında değışen üretim süreci boyunca, ahşabın etüv kurutmasından, sahada montajlanmasına değın bilfiil saha ve fabrika mühendislerimizle üretimin başında bulunduk.

Edindiğimiz tecrübe sayesinde bunu bir hizmet olarak sunmaya hazır hale geldik ve kendimizi daha da geliştirerek, ATTEC olarak İngiliz Ahşap Birliğı (BM TRADA) ile bunun sertifikalandırılması konusunda anlaşmalar yaptık.

5.2.1. Fabrika Test Süreçleri ve Geliştirilmesi

Cephe kaplaması ahşaptan olduğu için çok önemli yangın testleri yapmak gerekti. Duman ve ısı yayılımı konusunda Avrupa Norm'una göre en az C sınıfına girmesi gerekiyordu. İlk numune D sonucunu verdi.

Koruma malzemesi katmanlarının sırasını ve muhteviyatını değiştirip yangın geciktiriciyi sürdürdüğümüzde C sınıfına ulaşabildiğimizi gördük Naswood, uygulanan koruma, yangın geciktirici ve vernikler sayesinde malzemenin C sınıfında olması sağladı.

Tüm bunlar olurken biz de, Efectis Era Avrasya Test ve Belgelendirme ile birlikte testlerin başında durduk.





Yüke karşı sürtünmeli çalışan bağlantılarda toleranslı deliklerle çalıştık ve bu deliklerde kullanılan özel tırtıklı pullar için özel yük testleri yaptık. Art germeli elemanların 10-12 m'lik boyda olması için, yapılması gereken ekler vardı. Bunlar için özel borulu ve tijli kaynaklar yaptık ve bunların dayanımları için özel testler gerçekleştirdik.

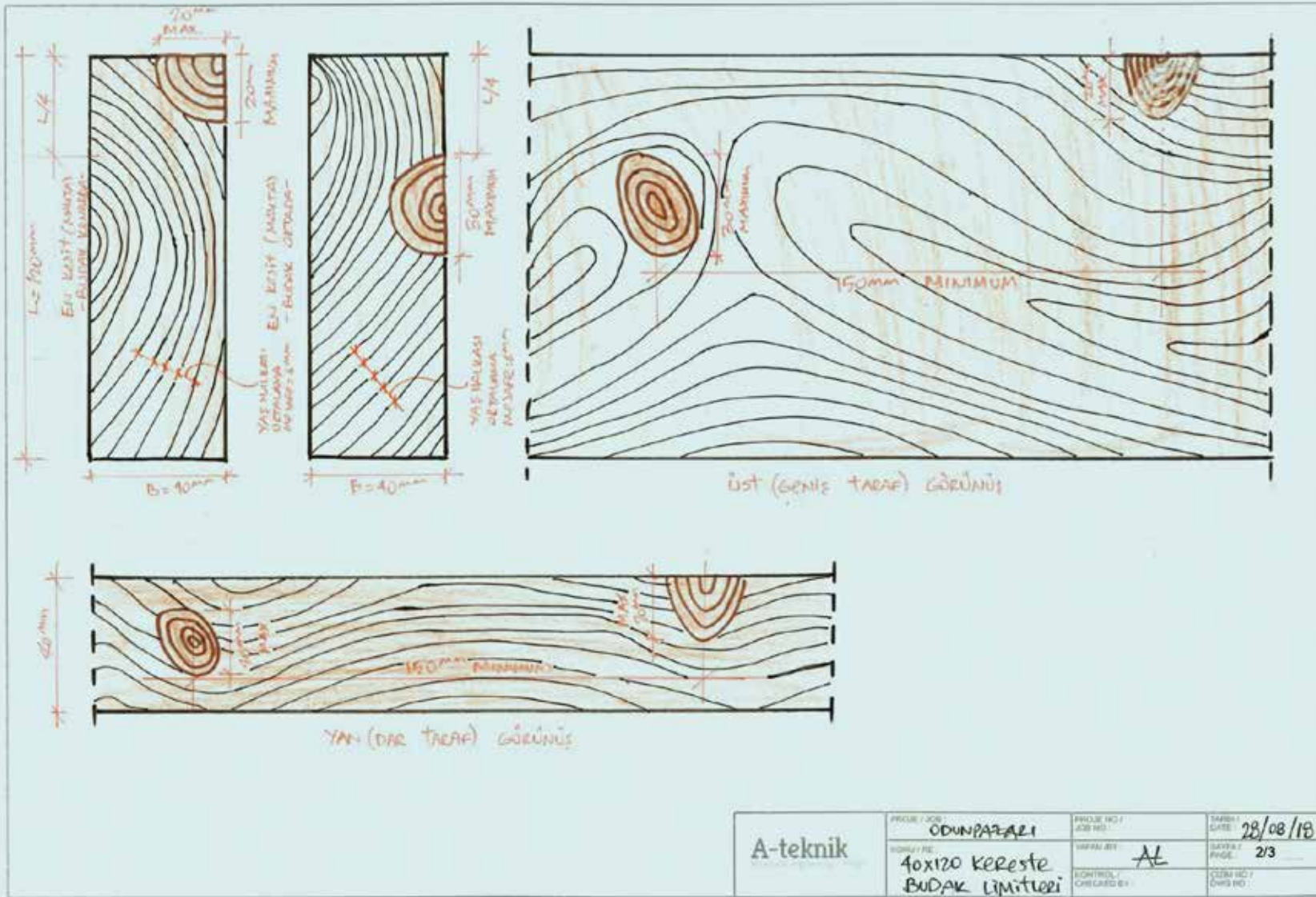
5.2.2. Fabrika Üretim Süreçleri ve Geliştirilmesi

Bütün testlerin kontrolümüzde yapılabilmesi için, Naswood fabrikasının içinde mevcut bulunan laboratuvarı geliştirdik ve özel aparatlar tasarladık.

Öyle ki; 3 point-bending makinesiyle aynı zamanda kayma testlerini de yapma olanağı yarattık. Ellerindeki basınçlı kazanların, delaminasyon testini de yapabilmesi için bazı dönüşümler yaptık.

Etüv alındı. Avrupa Norm'undaki özel toleransları sağlayabilmesi için fabrikadaki tüm finger-joint bıçakları değiştirildi. Üretim sırasındaki temiz çalışma kurallarına uyulabilmesi için fabrikaya çalışma istasyonları kurduk. Her bir istasyon çıkışında otokontrol sisteminin sağlanabilmesi için çeşitli prosedürler belirledik ve bunların kayıtlarını tuttuk.



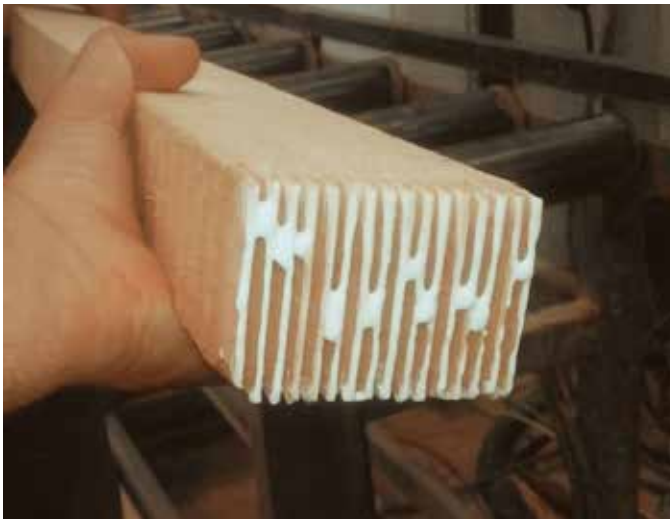


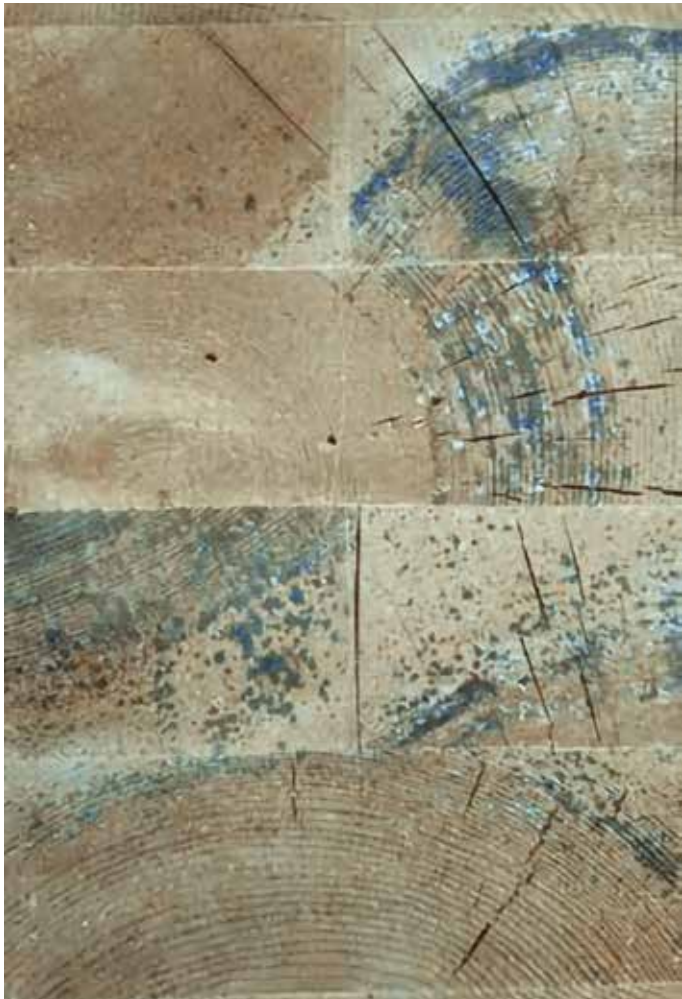
A-teknik	PROJE / JOB ODUNPAZARI	PROJE NO / JOB NO	TARİH / DATE 28/08/18
	SİRKÜL / NO 40x120 KERESTE BUDAK LİMITLERİ	SİRKÜL NO / CHECKED BY AL	SAYFA / PAGE 2/3



Elbette her şey planlandığı gibi 4x4'lük ilerlemedi; bunu olumlu ve olumsuz bütün yönleri ile bir eğitim süreci olarak gördük.

Örneğin, takoz elemanlarda çatlaklar keşfettik ve bunların önlemlerini aldık. Fabrikada imalat sırasında fark edilmemiş hatalı ürünler olması olasılığına karşı sahada tekrar tekrar kontroller yaptık.



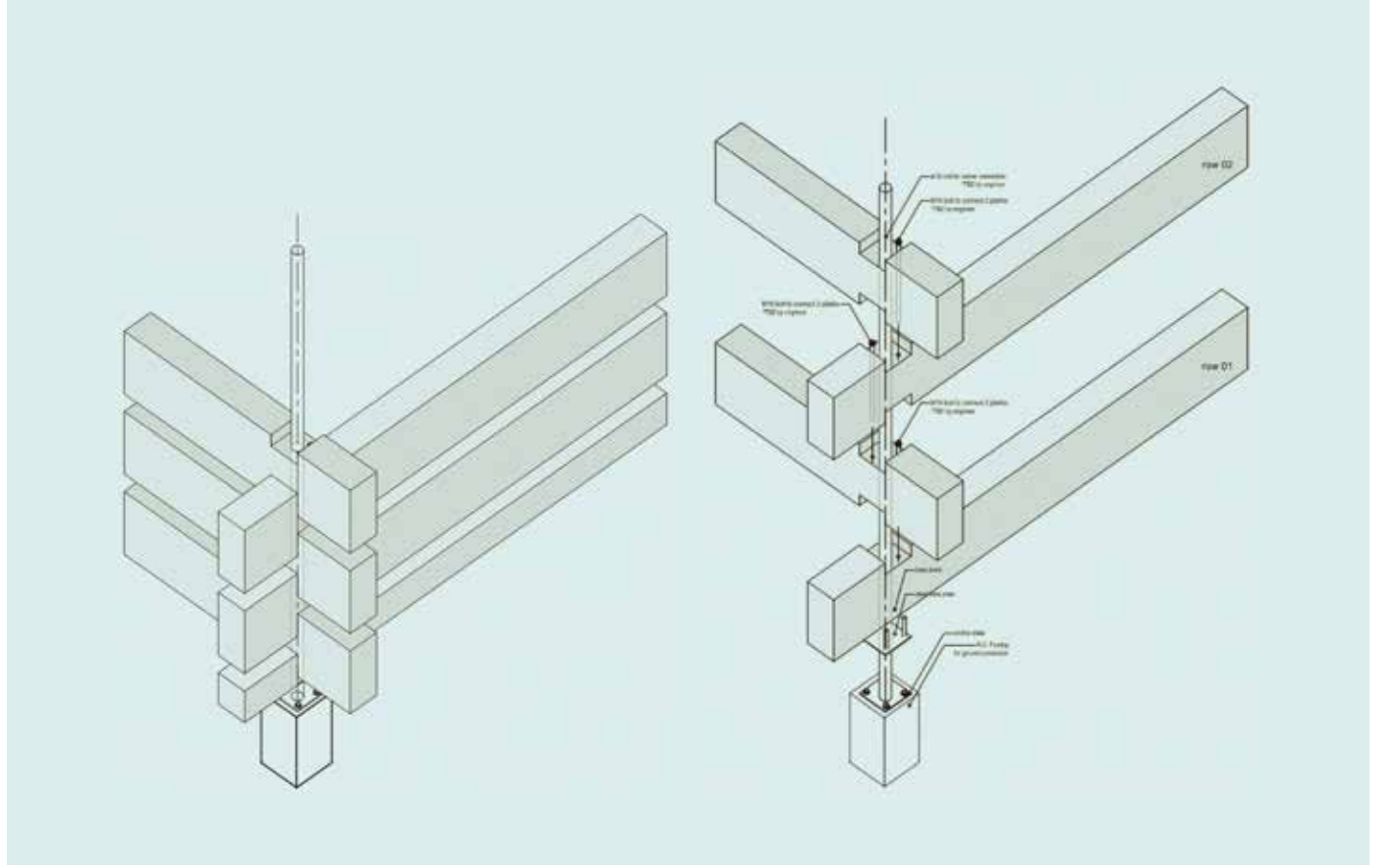


6.0. Montaj

Projedeki montaj aşamalarında da özel çalışmalar yapıldı. Köşe geçmeli ve art germeli bağlantılar ve yer yer bu bağlantıların taşıdığı 5-7m uzunluğundaki konsol cepheler için özel yöntemler geliştirildi.

Birbirine geçmeli bir yapıda olduğundan bir çok cephe yüzey parçası bir çerçeve sınırından diğer kenara olarak monte edilemedi. Birbirine kenetli cephe yüzeyleri, bir ucundan başlayıp sonuna kadar devam edecek şekilde sürekli çalışıldı.

Çelik yapıdan konsol çıkan plakalara sahada bulonlanan ahşap elemanlar için saha ölçümlerine göre toleranslar kritik bir önemdeydi. Konsol plakaların yerleri ahşapta işaretlendikten sonra tırtıklı pullar ve toleranslı delikler kullanılarak ahşaptaki T elemanlara bağlandı. Tırtıklı pulların yük taşıma kapasiteleri özel olarak laboratuvarında test edilmişti.









Ve 3.5 yıl süren yoğun değer mühendisliği, uygulama projelendirmesi ve saha uygulaması çalışmalarının ardından OMM, 7 Eylül 2019 tarihinde ziyarete açıldı.

OMM vesilesi ile Avrupa Norm'una uygun bir şekilde ahşap üretiminin ülkemizde gerçekleştirilmesine yardımcı olduk.

Ayrıca Value Engineering becerimizle OMM'un %25 hafiflemesini sağladık.

Sonuçtan memnunuz ve sizlerle paylaşmaktan mutluluk duyuyoruz.

Teşekkürler.

OMM:
Odunpazarı Modern Müzesi
2017 Mayıs - 2019 Eylül
4.000 m²

Kompozit Yapı Sistemi:

Betonarme Perde
Çelik Çevre Çerçeve/Makas

Cephe:

Yapısal Lamine Ahşap Kiriş Sistemi

İşveren: *Polimeks*

Mimar: *Kengo Kuma*

Yapısal Tasarım: *Sigma*

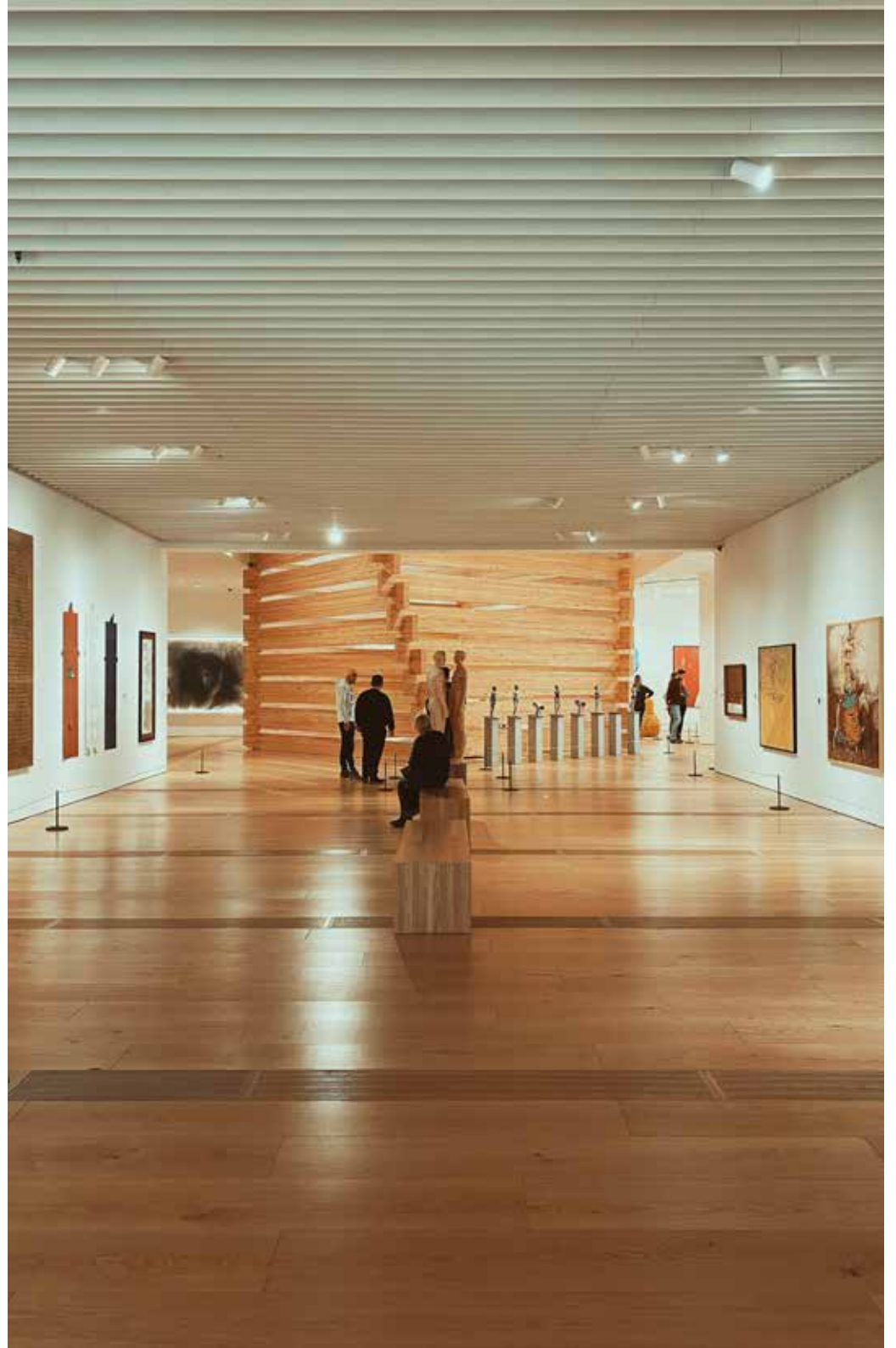
Yapısal Değer Mühendisliği: *ATTEC*
3rd Party Yapısal Muh Kontrolü: *ATTEC*
Cephe Mühendisliği: *ATTEC*
Yapısal Ahşap Statik ve İmalat
Mühendisliği: *ATTEC*

Yapısal Çelik: *Sinerji*

Yapısal Lamine Ahşap: *Naswood*

** Değerli Ulusal Ahşap Birliği Başkanı*
Celâleddin Akça'a bu proje hikâyemizi
paylaşmaya cesaretlendirdiği için özel
teşekkürlerimizi sunarız.











www.attec.design
info@attec.design

Istanbul Ofis:
+90 (216) 348 3583
*Caferağa Mh. Karakol Sk.
28/2 34710 Moda,
Istanbul - Turkey*

New York Office:
+1 (646) 825-5994
*188 Grand Street,
Suite 101 New York,
NY 10013*

