

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**





KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORCID : - - -

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

ORCID : - - -

Trabzon

ÖNSÖZ

“Çapraz Lamine Ahşabın Strüktürel Kullanımının ve Performans Özelliklerinin İncelenmesi” adlı bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı altında hazırlanmıştır.

Tez çalışması boyunca her aşamada engin bilgi ve deneyimleriyle beni destekleyen, her türlü çalışma ve konuda beni yönlendiren danışman hocam Doç. Dr. Nilhan VURAL’a; tez savunma jürisinde yer alan değerli hocalarım Doç. Dr. Neslihan GÜZEL ve Dr. Öğr. Üyesi Sibel MAÇKA KALFA’ya; lisans ve yüksek lisans boyunca bana emeği geçen değerli hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Bu süreçte maddi ve manevi desteklerini, sabırlarını ve ilgilerini esirgemeyen anneme, abime, ablalarıma ve yeğenlerime; bu dönemde birlikte çalıştığım Ayça AKKAN, Gülten TANDOĞAN ve tüm değerli arkadaşlarıma; başta Serbülen VURAL olmak üzere Proje Üretim Merkezi’nde bulunan tüm ekibe sevgilerimi ve sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu çalışmayı yanımda olamayan sevgi ve özlemle andığım babam Nurettin ŞANLI’ya ithaf ederim.

Ebru ŞANLI

Trabzon 2020

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çapraz Lamine Ahşabın Strüktürel Kullanımının ve Performans Özelliklerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Nilhan VURAL’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 17/08/2020

Ebru ŞANLI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLOLAR DİZİNİ.....	XII
KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ	XV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
1.3. Prefabrikasyon	3
1.3.1. Prefabrike Sistemlerde Malzeme Kullanımı	4
1.3.2. Ahşap Prefabrike Sistemler	5
1.3.2.1. Strüktürel Yapı	6
1.3.2.2. Malzeme Kullanımı	7
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	8
2.1. Yöntem.....	8
2.1.1. Literatür Taraması.....	9
2.1.1.1. CLT (Cross-laminated Timber) Yapı Malzemesi.....	10
2.1.1.1.1. Tanım	10
2.1.1.1.2. Tarihsel Gelişimi	12
2.1.1.1.3. Üretim	13
2.1.1.1.4. Üretimde Teknolojik Gelişim.....	32
2.1.1.1.5. Üretici Firmalar ve CLT'nin Ülkelerde Kullanılma Durumu	34
2.1.1.1.6. Yönetmelikler ve Standartlar.....	35
2.1.1.1.7. Nakliye	35
2.1.1.1.8. Şantiye.....	36
2.1.1.1.9. Kullanım Aşaması.....	49

2.1.1.1.10.	Avantajlar ve Dezavantajlar	50
2.1.1.1.11.	Strüktürel Kullanım Olanakları	62
2.1.1.1.11.1.	Yapı Elemanı Olarak Kullanımı	63
2.1.1.1.11.1.1.	CLT Duvar Paneli.....	65
2.1.1.1.11.1.2.	CLT Döşeme ve Çatı Paneli.....	70
2.1.1.1.11.1.3.	CLT Merdiven Elemanı	74
2.1.1.1.11.1.4.	Şaft Paneli.....	75
2.1.1.1.11.2.	Yapım Sistemi Olarak Kullanımı	76
2.1.1.1.11.2.1.	CLT Panel Yapım Sistemi.....	76
2.1.1.1.11.2.2.	Hibrit Ahşap Yapım Sistemi	77
2.1.1.1.11.2.3.	Hibrit Yapım Sistemi	78
2.1.1.1.11.3.	Prefabrikasyon Derecesine Bağlı Olarak Kullanımı.....	80
2.1.1.1.11.3.1.	CLT Yapı Elemanı.....	80
2.1.1.1.11.3.2.	CLT Panel Ünitesi	81
2.1.1.1.11.3.3.	CLT Modüler Ünite Sistemi.....	82
2.1.2.	Analiz Çalışması.....	83
2.1.2.1.	Örneklerin Belirlenmesi	83
2.1.2.2.	Analiz Tablolarının Oluşturulması	83
2.1.2.3.	Yapı Analiz Tabloları ve İncelemeler	87
3.	BULGULAR VE İRDELEME	100
3.1.	Yapı ile İlgili Bulgular ve İrdelemeler.....	100
3.2.	Strüktür ile İlgili Bulgular ve İrdelemeler.....	105
3.3.	Sürdürülebilirlik ile İlgili Bulgular ve İrdelemeler.....	121
3.4.	Performans ile İlgili Bulgular ve İrdelemeler.....	126
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	129
4.1.	Yapı ile İlgili Sonuçlar.....	130
4.2.	Strüktür ile İlgili Sonuçlar.....	131
4.3.	Sürdürülebilirlik ile İlgili Sonuçlar.....	133
4.4.	Performans ile İlgili Sonuçlar.....	134
4.5.	Öneriler	135
5.	KAYNAKLAR	138
6.	EKLER.....	184
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

ÇAPRAZ LAMİNE AHŞABIN STRÜKTÜREL KULLANIMININ
VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Ebru ŞANLI

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Nilhan VURAL
2020, 183 Sayfa, 254 Sayfa Ek

Çapraz lamine ahşap (CLT); belirli sayıdaki masif ahşap katmanların genellikle birbirine dik gelecek şekilde üst üste yerleştirilip yapıştırılmasıyla oluşan, endüstriyel ve sürdürülebilir yapı malzemesidir. İlk olarak 1990'lı yılların ortasında Avrupa'da geliştirilmiş, 21. yüzyılda yapı alanında beton ve çeliğe alternatif bir malzeme olarak ahşap endüstrisinin gelişiminde önemli rol almıştır. Üstün boyutsal stabilite ve mukavemet, esnek tasarım, hızlı montaj, daha az iş gücü, daha hızlı proje teslimi ve etkin maliyet sağlayan CLT yapı malzemesi; sağlıklı iç ortam, düşük karbon ayak izi ve uzun ömürlü geri dönüştürülebilir bir malzeme olarak çevresel avantajlar sunmaktadır. Dış yüklere ve sismik kuvvetlere karşı yüksek dayanım sağlayan CLT yapı malzemesinin ısı ve su yalıtımı, yangın dayanımı, akustik performansı da yüksektir.

Bu çalışmanın başlıca amaçları; CLT yapı malzemesinin özelliklerini ortaya koyarak strüktürel kullanımına dikkat çekmek, sürdürülebilirlik ve performans açısından avantajlarını değerlendirmek, Türkiye'de uygulama alanlarına ve olanaklarına yön vererek endüstriyel ahşap üretiminin gelişebilmesine katkıda bulunmaktır. Bu amaçlar doğrultusunda, çalışma kapsamında seçilen 50 örnek yapı analiz edilmiştir. Yapılan çalışmalar ve analizler sonucunda; CLT'nin genelde yapı elemanı olarak duvar, döşeme, merdiven ve şaftta kullanıldığı; CLT panel yapım sistemiyle 10 kata kadar, hibrit yapım sistemiyle birlikte 24 kata kadar yapı inşa edilebileceği; malzemenin sürdürülebilirlik ve performans açısından olumlu etkiler ortaya koyduğu sonuçlarına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çapraz Lamine Ahşap, Endüstriyel Ahşap, Prefabrikasyon, Sürdürülebilirlik.

Master Thesis

SUMMARY

EXAMINATION OF CROSS LAMINATED TIMBER
IN TERMS OF STRUCTURAL USE AND PERFORMANCE FEATURES

Ebru ŞANLI

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Architecture Graduate Program
Supervisor: Assoc. Doç.Dr. Nilhan VURAL
2020, 183 Pages, 254 Pages Appendix

Cross-Laminated Timber (CLT); is industrial and sustainability building materials that a certain number of solid wood layers is consisted by gluing placed on top of each other generally the way of perpendicular to each other. CLT, was first developed in Europe in the middle of the 1990s and played a significant development of wood industry role as an alternative material to concrete and steel the field of building site in 21 the st century. CLT building material providing high dimensional stability and resistance, elastic design, rapid assembly, lesser labour, quicker project delivery and cost effective; it presents environmental advantages as a material healthy indoor environment, low carbon footprint and long-life recyclable. As well as, it shows as a construction material that high thermal and moisture insulation, fire resistance, acoustic property, high strength against external loads and seismic force against flexibility.

The main purposes of this study are; to draw attention to structural use by revealing properties of CLT construction material, to evaluate its advantages in terms of sustainability and performance, to contribute that industrial wood production can develop by giving direction to field of application and potentiality. In accordance with this purposes, 50 sample construction selected within scope of studying were analyzed. As a result of studies and analyzes conducted; it was concluded that CLT is used usually as the construction building in wall, floor, stairs and shaft; the building can be built with CLT construction building systems up to 10 floors and hybrid construction building systems up to 24 floors; positive effect revealed in terms of material of sustainability and performance.

Key Words: Cross Laminated Timber, Industrial Wood, Prefabrication, Sustainability.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Konutu oluşturan prefabrik yapı elemanları ve boyutları.....	3
Şekil 1.2. Malzemelerine göre prefabrike yapı elemanları	4
Şekil 1.3. Ahşap prefabrike yüksek katlı konut.....	5
Şekil 1.4. Kullanılan bazı ahşap yapım sistemleri.....	6
Şekil 1.5. Ahşap endüstriyel yapı malzemeleri	7
Şekil 2.1. Yapılan çalışmaların yöntem işleyiş şeması	8
Şekil 2.2. CLT yapı elemanını oluşturan katmanlar	10
Şekil 2.3. Tarihsel süreç grafiği.....	13
Şekil 2.4. CLT panel üretim aşamaları	14
Şekil 2.5. Plantasyon ormanı ve ağaç kesimi	15
Şekil 2.6. CLT üreticiler tarafından alınan sertifika programlarının logoları	16
Şekil 2.7. Ülkelerin ormanlık arazi yoğunluğunun haritası	17
Şekil 2.8. CLT üretiminde kullanılan ladin ve karaçam ağaçları	17
Şekil 2.9. Ladin, köknar ve kayın, meşe ağaçlarının uzunluğu, olgunlaşma dönemi ve maksimum yaşı.....	18
Şekil 2.10. Kurutulmuş ve işlenmiş ahşap	19
Şekil 2.11. Planyalama işlemi	21
Şekil 2.12. Kurtağzı birleşim aşamaları	21
Şekil 2.13. Panel boyutları	22
Şekil 2.14. Ahşapların paralel ve dik şekilde dizilimi	22
Şekil 2.15. CLT panel üretim aşamasında yapıştırıcı uygulaması.....	23
Şekil 2.16. CLT panel yapıştırma işlemi ve katman dizilimi.....	24
Şekil 2.17. Ahşabın yerleşimi.....	25
Şekil 2.18. Presleme işlemi	26
Şekil 2.19. Vakumlu pres makinesi	27
Şekil 2.20. CLT panel kenarında ve yüzeyinde planyalama işlemi uygulaması	28
Şekil 2.21. CNC makinesi	29
Şekil 2.22. CNC ile kesilmiş CLT panel.....	30
Şekil 2.23. CLT paketleme aşaması.....	31

Şekil 2.24. CLT panel üzerine yapıştırılan etiket örneği	31
Şekil 2.25. Dijital modelleme kullanılarak yapılan CLT yapı örnekleri.....	32
Şekil 2.26. CLT firma üreticilerin bulunduğu ülkeler	34
Şekil 2.27. Avrupa’da CLT üretiminin 2008’den 2020’ye kadar gelişim grafiği	35
Şekil 2.28. Nakliye aracına CLT panel yerleşim düzenleri.....	36
Şekil 2.29. Şantiyedeki aşamalar	36
Şekil 2.30. CLT panel ile yüklenmiş nakliye araçları.....	37
Şekil 2.31. Helikopter ve vinç ile panel taşıma işlemi.....	38
Şekil 2.32. CLT panelin depolandığı şantiye alanı	39
Şekil 2.33. Planlama aşamaları.....	39
Şekil 2.34. Farklı türde akıllı vidalar ve uygulama detay örneği	43
Şekil 2.35. Geçmeli vida ve uygulama detay örneği	44
Şekil 2.36. Çivi ve uygulama detay örneği	44
Şekil 2.37. Cıvata ve dübel uygulama detay örneği	45
Şekil 2.38. Kapalı/gizli metal plaka ve uygulama detay örneği	45
Şekil 2.39. Köşeli braket ve uygulama detay örneği	46
Şekil 2.40. Yenilikçi bağlantı elemanı ve uygulama detay örneği	46
Şekil 2.41. Düz/küt birleşim sistemi	47
Şekil 2.42. Yarı bindirmeli birleşim sistemi.....	48
Şekil 2.43. Ek parçalı birleşim sistemi.....	48
Şekil 2.44. Koruma yöntemleri.....	49
Şekil 2.45. Ladin bitkisi, tomruklar ve geri dönüşüm için ahşap atıklar	51
Şekil 2.46. 1 m ³ ahşap, çelik ve betonun ağırlıkları	52
Şekil 2.47. Yapı ürünlerinin karbon ayak izi grafiği	52
Şekil 2.48. Sky Health and Fitness Centre	53
Şekil 2.49. İnşaat alanı	54
Şekil 2.50. Termite Pavyonu ve Müzik Pavyonu, Fristad/İsveç	55
Şekil 2.51. Suya ve neme maruz kalmış CLT panel.....	55
Şekil 2.52. Havalandırılmalı cephe detayı.....	56
Şekil 2.53. CLT duvar paneliyle beraber uygulanan yalıtım uygulaması.....	57
Şekil 2.54. CLT’nin kömürleşme katmanını gösterimi.....	58
Şekil 2.55. Akustik önlemler alınmış CLT döşeme panel detay örneği	60
Şekil 2.56. SOFIE projesi ve FFTT (a, b, c) bina modeli	61

Şekil 2.57. CLT'nin yapı elemanı olarak kullanımına örnekler	63
Şekil 2.58. Katman sayısı ve panel oluşumu	64
Şekil 2.59. CLT panel boyutları	65
Şekil 2.60. Duvar katmanların yönelimi	65
Şekil 2.61. CLT duvar paneli detay örnekleri	66
Şekil 2.62. CLT dış duvar paneli	68
Şekil 2.63. CLT iç duvar paneli.....	69
Şekil 2.64. CLT ayırıcı duvar paneli örnek detayı.....	69
Şekil 2.65. Döşeme katmanlarının yönelimi	70
Şekil 2.66. CLT döşeme paneli	71
Şekil 2.67. Eğimli ve kaplamasız CLT çatı paneli	72
Şekil 2.68. CLT kaset döşeme ve özel üretim CLT döşeme panel türleri	73
Şekil 2.69. CLT döşeme paneli detay örnekleri	73
Şekil 2.70. Eğimli ve düz çatı paneli detayı örneği	74
Şekil 2.71. Merdiven üretim yöntemleri	75
Şekil 2.72. CLT şaft paneli montajı.....	75
Şekil 2.73. CLT yapım sistemleri	76
Şekil 2.74. CLT panel yapım sistemi montaj aşaması	77
Şekil 2.75. Hibrit ahşap yapım sistemi montaj sonrası aşaması	78
Şekil 2.76. Hibrit yapım sistemi ile CLT ve beton kompozit döşeme sistemi	79
Şekil 2.77. CLT duvar yapı elemanı	80
Şekil 2.78. CLT duvar ünitesi.....	81
Şekil 2.79. CLT modül ünitesi.....	82
Şekil 3.1. Örnek yapıların yıllara göre dağılım grafiği	101

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 2.1. CLT yapı elemanının fiziksel ve mekanik özellikleri	12
Tablo 2.2. Sert ahşap ve yumuşak ahşap arasındaki farklar.....	18
Tablo 2.3. Pres sistemlerin etki ettiği kuvvet miktarları	26
Tablo 2.4. CLT görsel kalite sınıfları ve özellikleri	27
Tablo 2.5. İnşaat yapım aşamaları	41
Tablo 2.6. Malzemelerin ısı iletkenlik değerleri.....	58
Tablo 2.7. Duvar panel kalınlıkları.....	66
Tablo 2.8. Döşeme ve çatı panel kalınlıkları.....	71
Tablo 2.9. Seçilen örnek tabloların kimlik bilgileri ve strüktürel özellikleri	88
Tablo 3.1. Örnek yapıların ülkelere göre dağılımı	102
Tablo 3.2. Örnek yapıların yapı işlevlerine göre dağılımı	103
Tablo 3.3. Maliyet-Alan Tablosu.....	104
Tablo 3.4. Kat sayısı-işlev -yapı türü- strüktür malzemesi tablosu	106
Tablo 3.5. Yapı kimlik bilgileri ve strüktürel özellikler	113
Tablo 3.6. Kat Sayısı-İşlev-İç mekân kaplama.....	118
Tablo 3.7. CLT yapı elemanları kalınlık boyutları	119
Tablo 3.8. CLT yapı elemanlarının uzunluk(boy) ve genişlik(en) boyutları	120
Tablo 3.9. Ağaç Türü tablosu	123
Tablo 3.10. Yapı alanı-CO ₂ -Ahşap ürün.....	124
Tablo 3.11. Yaşam Döngüsü	125
Tablo 3.12. Performansa dayalı özellikler	127
Ek Tablo 1.1. 2017 yılında üretilen CLT panel hacmi	184
Ek Tablo 1.2. Firmalara göre CLT panel boyutları	185
Ek Tablo 1.3. Yönetmelikler ve standartlar	186
Ek Tablo 2.1. Yapı analiz tablo örneği	187
Ek Tablo 2.1.1. Cambridge Central Mosque	192
Ek Tablo 2.1.2. Cork House, Eton, Berkshire	197
Ek Tablo 2.1.3. HOHO (Wooden Tower) Vienna.....	202

Ek Tablo 2.1.4. Mjøstårnet Tower	209
Ek Tablo 2.1.5. Carbon 12	215
Ek Tablo 2.1.6. Multiply	220
Ek Tablo 2.1.7. Streatham & Clapham High School	226
Ek Tablo 2.1.8. Wildernesse Restaurant	231
Ek Tablo 2.1.9. Brock Commons Tallwood House	235
Ek Tablo 2.1.10. Conversation Plinth	241
Ek Tablo 2.1.11. Dalston Works	246
Ek Tablo 2.1.12. Freeman's School Swimming Pool	250
Ek Tablo 2.1.13. GSK Carbon Neutral Laboratory	256
Ek Tablo 2.1.14. Hastings Pier	261
Ek Tablo 2.1.15. International House Sydney	266
Ek Tablo 2.1.16. John W. Olver Design Building	271
Ek Tablo 2.1.17. Maggie's Oldham Cancer Centre	277
Ek Tablo 2.1.18. Origine	282
Ek Tablo 2.1.19. Albina Yard	287
Ek Tablo 2.1.20. Barretts Grove	292
Ek Tablo 2.1.21. Belarusian Memorial Chapel	298
Ek Tablo 2.1.22. Command of the Oceans	303
Ek Tablo 2.1.23. Rievaulx Abbey Visitor Centre	308
Ek Tablo 2.1.24. Salgenreute Chapel	312
Ek Tablo 2.1.25. Sunbeams Music Centre	317
Ek Tablo 2.1.26. The Smile London	322
Ek Tablo 2.1.27. Chicago Horizon	326
Ek Tablo 2.1.28. Forté Apartments	330
Ek Tablo 2.1.29. Gloucester Services	335
Ek Tablo 2.1.30. Redstone Hotel/ Candlewood Suites	339
Ek Tablo 2.1.31. Sky Health and Fitness Centre	345
Ek Tablo 2.1.32. Treet Building	350
Ek Tablo 2.1.33. Wenlock Road/The Cube Building	355
Ek Tablo 2.1.34. 121, St. Clare's, Oxford	360
Ek Tablo 2.1.35. Alfriston School	364
Ek Tablo 2.1.36. Arcadia Nursery	369

Ek Tablo 2.1.37. BSkyB /Believe in better building	373
Ek Tablo 2.1.38. House, Sussex	378
Ek Tablo 2.1.39. The Wood Innovation and Design Centre	382
Ek Tablo 2.1.40. Keynsham Civic Centre.....	387
Ek Tablo 2.1.41. Maggie's Oxford Centre	391
Ek Tablo 2.1.42. Woodblock House.....	395
Ek Tablo 2.1.43. Abbotsford Visitor Reception Building	400
Ek Tablo 2.1.44. Downley House.....	404
Ek Tablo 2.1.45. The Dyson Centre for Neonatal Care	409
Ek Tablo 2.1.46. Open Academy.....	414
Ek Tablo 2.1.47. Garden Museum.....	419
Ek Tablo 2.1.48. Stadthaus, 24 Murray Grove.....	424
Ek Tablo 2.1.49. St-Loup Chapel	429
Ek Tablo 2.1.50. MK 40 Tower.....	434

KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

CLT	: <i>Cross-Laminated Timber</i> - Çapraz Lamine Ahşap
PSL	: <i>Parallel Strand Lumber</i> - Paralel Şerit Ahşap
LSL	: <i>Laminated Strand Lumber</i> - Lamine Şerit Ahşap
NLT	: <i>Nail-Laminated Timber</i> - Çivili Lamine Ahşap
DLT	: <i>Dowel-Laminated Timber</i> - Dübel Lamine Ahşap
LVL	: <i>Laminated Veneer Lumber</i> - Lamine Kaplama Ahşap
GLT	: <i>Glue-Laminated Timber</i> - Tutkallı Lamine Ahşap
OSL	: <i>Oriented Strand Lumber</i> - Yönlendirilmiş Şerit Ahşap
PUR	: <i>Polyurethane Based Adhesives</i> - Poliüretan içerikli yapıştırıcı
MUF	: <i>Melamine Urea Formaldehyde</i> - Melamin Üre Formaldehit
EPI	: <i>Emulsion Polymer Isocyanate</i> - Emülsiyon Polimer İzosiyanat
PEFC	: <i>Program for the Endorsement of Forest Certification</i> - Orman Sertifika Onay Programı
FSC	: <i>Forest Stewardship Council</i> - Orman İdare Konseyi
CSA	: <i>Canadian Standards Association</i> - Kanada Standartları Kurumu
SFI	: <i>Sustainable Forestry Initiative</i> - Sürdürülebilir Ormancılık Girişimi
ANSI/APA	: Çapraz Lamine Ahşap için Standart
PRG 320	
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
pH	: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesi
VOC	: Uçucu organik bileşikler
m	: metre
cm	: santimetre
mm	: milimetre
m ²	: metrekare
mm ²	: milimetrekare
m ³	: metreküp
kg	: kilogram
N	: Newton

£ : Pound
CO₂ : Karbondioksit
W / m ° K : Isıl iletkenlik değeri
kg/m³ : Yoğunluk/Özgöl ağırlığı değeri
N/mm² : Kuvvet değeri



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Geçmişten günümüze çelik, beton ve doğal bir malzeme olan taş ve ahşap insanların özellikle barınma ihtiyacının karşılanmasında kullanılan başlıca yapı malzemeleridir. 19. yüzyılda buhar makinesinin icadı, kok kömürünün ve çimentonun bulunması ahşap kullanımını azaltmış, çeliğin ve betonun yapılarda kullanımını arttırmıştır (URL-1 ve 2, 2018). Son yıllarda ise nüfusun artması, sanayileşme ve bunların getirdiği olumsuz etkiler; doğadan elde edilebilen, doğa ve insana zarar vermeyen ahşaba yönelimi hızlandırmıştır. Özellikle üretim aşamasında teknolojinin getirdiği imkanlar, ahşap prefabrike sistemlerin tercih edilmesine olanak vermiştir. Teknoloji ve yapılan araştırmalar ile birlikte ahşabın olumsuz özellikleri iyileştirilerek çelik ve beton malzemenin yerini ahşap malzeme ve yapı elemanları almış, bu kapsamda geliştirilmiş olan ahşap esaslı CLT (Cross Laminated Timber-Çapraz Lamine Ahşap) yapı malzemesi ön plana çıkmıştır. Ahşap esaslı ürünlere alternatif olan CLT, 1990'lı yıllarda Avusturya'da geliştirilmeye başlanmış ve 2000'li yıllarda ilk uygulamaları yapılmıştır (Waugh ve Thistleton, 2018).

CLT, birbirine dik belli sayıda ahşabın doksan derecelik açıyla üst üste konulup aralarına yapıştırıcı sürülerek basınç altında birleştirilmesi ile oluşturulan yapı malzemesidir (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Bu ahşapların oluşturduğu her bir katman, rijitliği ve stabiliteyi arttırmaktadır (Crespell ve Gagnon, 2010). Yenilikçi bir malzeme olarak diğer geleneksel malzemelere göre hafiftir ve yüksek yük kapasitesine sahiptir. İç ve dış kuvvetlere karşı dayanımı yüksektir. Bunun yanı sıra esnek üretim teknolojisi sayesinde ve belirli sınırlar dahilinde istenilen şekil ve boyutlarda üretim sağlanabilmektedir. Böylece tasarım yönünden ve strüktürel açıdan uygulama olanağı sağlayarak spor salonu, okul, hastane, ofis, konut gibi farklı pek çok işlevde kullanımı tercih edilmektedir. Az katlı, yüksek katlı veya geniş açıklıklı olmak üzere farklı ölçekli yapılarda uygulama alanına sahiptir.

Nem, akustik, yangın, deprem gibi performans dayalı özelliklerin geliştirilmesiyle dayanıklı bir malzeme haline gelen CLT ile 8-20 kat yüksekliğinde ahşap bir bina yapılabilmektedir (Norwood, 2016). Ayrıca CLT'nin karbon emisyonunu depolama ve atık, güdültü, konstrüksiyon süresini azaltma gibi önemli avantajları da bulunmaktadır. Gelişen

teknoloji, ekonomik faaliyetler ve CLT yapı malzemesinin göstermiş olduğu bu olumlu özellikler sayesinde üretim kapasitesinde artış sağlanacağı ön görülmektedir. Bu artış ile birlikte Avrupa'da 2020 yılından itibaren 1.200.000 m³ üzeri CLT yapı malzemesinin üretimi planlanmaktadır (URL-3, 2018).

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Günümüzde yapı uygulamalarında hız, zaman ve maliyet kavramlarının yanı sıra özellikle sürdürülebilir malzeme kullanımına yönelik çalışmalar önem kazanmıştır. Ahşap esaslı ürün olarak geliştirilen CLT (Cross Laminated Timber-Çapraz Lamine Ahşap), hızlı ve kolay kurulum, neredeyse hiç atık oluşturmaması, esnek tasarım ve düşük çevresel etkisi sayesinde yurtdışında özellikle Avrupa'da yenilikçi bir malzeme olarak gelişim göstermiştir. Son yıllarda ise CLT'nin kullanımı; doğal bir malzeme olan ahşabın, birtakım fabrikasyon işlemler ve dijital yazılım programları ile geliştirilerek strüktürel ve performans özelliklerinin iyileştirilmesiyle yapı alanında devam etmektedir.

CLT yapı malzemesinin strüktürel ve performans özelliklerini incelendiği bu çalışmanın amaçları;

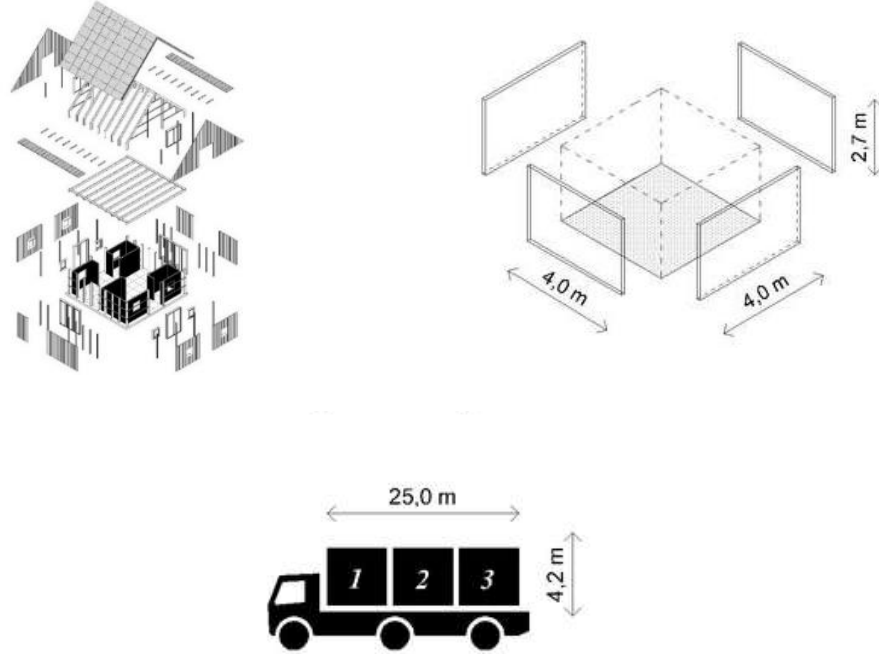
- Avrupa'da ve ABD'de gelişim gösteren CLT yapı malzemesinin çelik ve betona alternatif bir malzeme olduğunu ortaya koymak ve yapılarda malzeme, eleman ve yapım sistemi kullanım olanaklarını, üretimi, yapım süreci, avantajları, sürdürülebilirlik, performans gibi pek çok başlıkta inceleyerek analiz etmek,
- Diğer endüstriyel ahşap ve/veya çelik, beton gibi geleneksel yapı malzemeleriyle birlikte kullanımını değerlendirmek,
- Yurt dışında pek çok yapı türünde uygulanan CLT'nin gelecekte Türkiye'de uygulama alanlarına ve olanaklarına yön vermek,
- CLT'nin sürdürülebilir bir malzeme olarak kullanım performansını analiz etmek,
- CLT ile ilgili farklı ülkelerde ve farklı işlevlerde inşa edilmiş yapılar üzerinden bilgileri derleyerek, CLT'nin araştırmacılara strüktürel ve performans uygulamaları açısından kaynak oluşturmaktır.

Bu tez kapsamında; CLT yapı malzemesinin genel olarak üretim, avantajlar, dezavantajlar ve strüktürel kullanım olanakları hakkında bilgi verilmiş, CLT ile yapımı gerçekleştirilen 50 örnek yapı, strüktürel, sürdürülebilirlik ve performans açısından

incelenerek analiz edilmiştir. Bu örneklerin seçiminde yapının bir kurum tarafından desteklenmiş, ödül veya sertifika almış ya da sertifika alma şartlarını sağlamış olması dikkate alınmıştır.

1.3. Prefabrikasyon

“Ön üretim” anlamına gelen prefabrikasyon kelimesi en genel anlamda bina veya yapı bileşenlerinin şantiye dışında üretimidir (URL-4). Bir binadaki yapı bileşen ve eleman sayısını azaltmak için önerilen ve geleneksel inşa sistemine gelişmiş bir alternatif olan yapım sistemidir (Yuvaraj ve Dharman, 2016). Başka bir deyişle önceden belirlenmiş bir plana göre tasarlanmış yapı elemanlarının fabrika, atölye gibi üretim tesislerinde ileri teknolojik araçlar ve kalifiye elemanlar ile üretimin sağlandığı süreçtir. Bu süreçte prefabrike yapı elemanlarının teknik olarak karmaşık görülen kısımları uzmanlaşmış kişiler tarafından hassas teknikler kullanılarak bir fabrikada önceden üretilir (Şekil 1.1). Bu parçalar daha sonra kurulum için inşaat sahasına boyutlarına uygun nakliyat aracı ile taşınır. İnşaat sahasında gerekli bütün yapı elemanların montajı gerçekleşir (Allen ve Rand, 2016; URL-6, 2020).



Şekil 1.1. Konutu oluşturan prefabrik yapı elemanları ve boyutları (URL-5, 2019)

Gelişen süreçte prefabrikasyonun tanımından yola çıkılarak pek çok kavram üretilmiştir. Bunlar; sistem binası, endüstriyel binalar, modüler tasarım, önceden tasarlanmış sistemler, kit evleri, şantiye dışı imalat, modern yapı yöntemleri, flat-pack, kit evleri gibi kavramlardır (Yuvaraj ve Dharman, 2016; Steinhardt ve Manley, 2013).

1.3.1. Prefabrike Sistemlerde Malzeme Kullanımı

Modernleşen yapıım sitemleriyle beraber gelişen prefabrike sistemler ahşap, çelik, beton, gazbeton gibi geleneksel malzemelerden üretilmektedir (Şekil 1.2). Bu prefabrike sistemler kullanılan malzemelere göre ağır veya hafif prefabrikasyon olmak üzere ikiye ayrılır. Hafif prefabrike sistemlerde; ahşap, çelik veya plastik gibi hacmine oranla hafif ağırlığa sahip olan malzemelerden oluşan yapı elemanları; ağır prefabrike sistemlerde ise cephe panosu, merdiven, döşeme veya duvar paneli gibi genellikle güçlendirilmiş beton sistemlerden üretilen büyük ağırlığa sahip olan yapı elemanları kullanılır (URL-15 ve 16, 2020).



Şekil 1.2. Malzemelerine göre prefabrike yapı elemanları (URL-11, 12, 13 ve 14 2020)

1.3.2. Ahşap Prefabrikasyon Sistemleri

Doğal ve canlı bir organizma olan ağaçtan üretilen ahşap; organik, lifli, homojen ve anizotropik bir yapıya sahip, yenilenebilir ve karbon depolayan, çevre dostu, ağacın fiziksel ve yapısal özelliklerine göre estetik ve tasarımsal açıdan zengin bir yapı malzemesidir (Eriç, 1994; Hegger vd., 2016 ve Farrelly, 2012). Çekme, burkulma ve gerilme kuvvetlerini karşılayabilecek yapısal mukavemeti yüksektir. Hücresel ve lifli bir yapıya sahip olduğu için ağırlığı diğer malzemelere göre daha azdır (Hegger vd., 2016)

Fabrikada işlenmesi kolay olan ahşap lifli yapısının değiştirilmesi ile tasarıma ve standartlara uygun boyutlarda üretimi sağlanarak kullanım alanı genişletilmiştir (Hegger vd., 2016). Yıllarca geleneksel sistemlerle inşa edilen ahşap yapıların yerine günümüz teknolojisiyle beraber performansı geliştirilmiş, endüstriyel alanda ahşap kullanım olanakları yaygınlaşmıştır (Şekil 1.3).

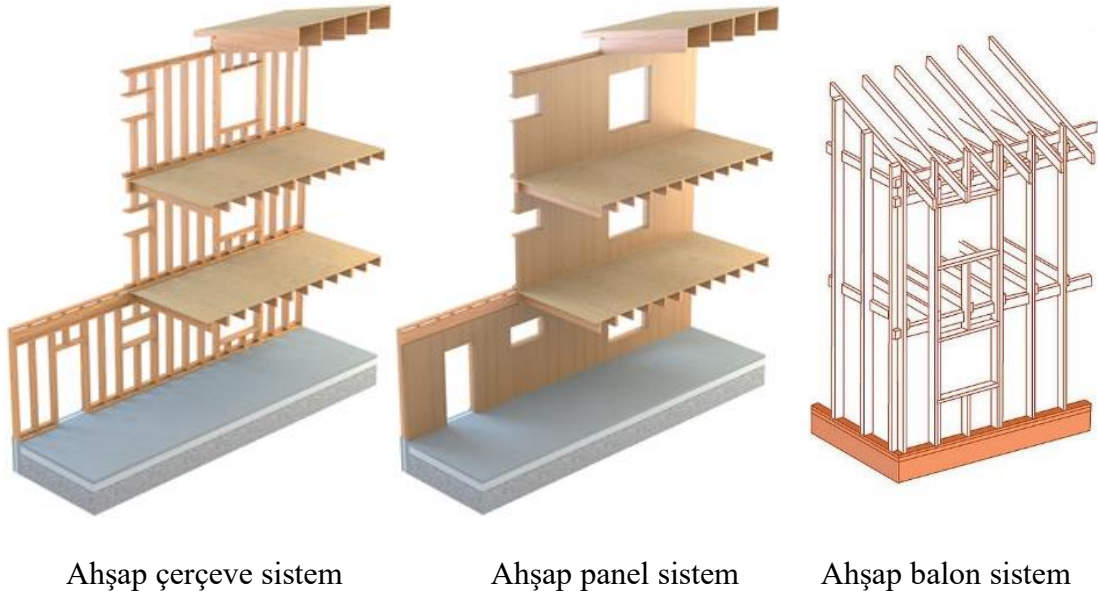


Şekil 1.3. Ahşap prefabrikasyon yüksek katlı konut (URL-36, 2020)

1.3.2.1. Strüktürel Yapı

Ahşap yapıların üretiminde tasarıma ve koşullara en uygun çözüm sağlayacak birden fazla yapım sistemi vardır (URL-7, 2020). Bu sistemler bölgeye, şehre, yapının görünüş ve tasarımının yanı sıra yapının; maliyet etkinliğine, malzeme kullanım verimliliğine, iş gücüne, yapım kolaylığına, yangın ve deprem gibi performans özelliklerine ve esnekliğine göre farklılıklar gösterebilmektedir (URL-8, 2020).

Geleneksel yapım sistemlerinden olan kütük ve ahşap çerçeve sistemleri Avrupa’da kullanılmaktadır. Balon ve platform gibi sistemlerin ise Avrupa’da ve Amerika’da uygulamaları devam etmektedir. Ancak bu sistemler günümüzde özel istek üzerine yapılmaktadır. Günümüzde bina yapım sistemlerinde çağdaş, gelişen ve ileri teknolojik yöntemler uygulanmaktadır. Kullanılan bazı sistemlerin farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır. Bunlardan birincisi; panel sistemler, çerçeve sistemler ve masif ahşap sistemler ikincisi; ahşap-panel sistemler, ahşap-çerçeve sistemler, CLT tabanlı sistemler üçüncüsü; çerçeve sistemler, masif ahşap sistemler ve modern ahşap çerçeve sistemlerdir (Kuzman ve Sandberg, 2017; Radoń ve Nowak, 2020 ve Kolb, 2008).



Şekil 1.4. Kullanılan bazı ahşap yapım sistemleri (URL-9 ve 10, 2020)

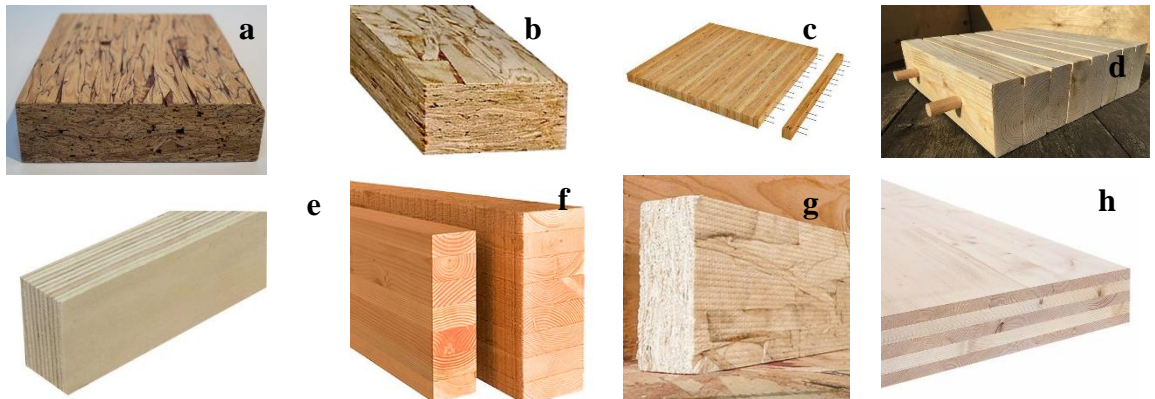
1.3.2.2. Malzeme Kullanımı

Genellikle ladin, çam, karaçam gibi ağaçlardan üretilen endüstriyel ahşap yapı malzemesi; ahşap levha veya parçacıklarının işlenmesiyle oluşturulan katmanların, yapıştırıcı veya diğer yöntemlerin kullanılması sonucu bir araya getirilmesiyle elde edilir. Masif ahşap, ahşap kompozit, yapay ahşap veya üretilmiş panel olarak da adlandırılan endüstriyel ahşap yapı malzemesi; katmanların yapıştırılması sayesinde katman yüzeylerinde oluşabilecek zararların engellenmesine ve yapı malzemesinin dayanımının artmasını sağlar (Hegger vd., 2016; Mayo, 2015 ve URL-20 ve 21, 2020).

Gelişen ahşap teknolojisiyle birlikte üretilen strüktürel ahşap yapı malzemeleri;

- PSL- Paralel Şerit Ahşap (Parallel Strand Lumber)
- LSL-Lamine Şerit Ahşap (Laminated Strand Lumber)
- NLT- Çivili Lamine Ahşap (Nail-Laminated Timber)
- DLT-Dübel Lamine Ahşap (Dowel-Laminated Timber)
- LVL-Lamine Kaplama Ahşap (Laminated Veneer Lumber)
- GLT- Tutkallı Lamine Ahşap (Glue-Laminated timber)
- OSL-Yönlendirilmiş Şerit Ahşap (Oriented Strand Lumber)
- CLT-Çapraz Lamine Ahşap (Cross-Laminated Timber)

başlıklarında isimlendirilebilir. İlgili görseller Şekil 1.4'te verilmiştir.



Şekil 1.5. Ahşap endüstriyel yapı malzemeleri (URL-22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 ve 29, 2020)

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Yöntem

CLT yapı malzemesinin ele alındığı tez çalışması; yapılan çalışmalar, bulgular ve irdemeler, sonuçlar ve öneriler olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1). Çalışma yapılırken ilk aşamada literatür üzerinden başta yabancı kaynaklar olmak üzere geniş kapsamlı araştırmalar ve ikinci aşamada belirli kriterler üzerinden seçilen örnekler üzerinden çizim, fotoğraf ve bilgiler analiz edilerek irdemeler yapılmıştır. Analiz aşamasında seçilen örneklerden elde edilen bilgiler özellikle yapı malzemesi, yapı elemanı ve boyutları, yapım sistemi, avantajları ve sürdürülebilirlik başlıklar altında değerlendirilmiştir. Bir sonraki aşamada elde edilen bilgiler; yapı, yapı, sürdürülebilirlik ve performans ile ilgili bulgular irdelenmiştir. Son aşamada, yapılan irdemelerin sonuçları ve çalışma ile ilgili öneriler verilmiştir.



Şekil 2.1. Yapılan çalışmaların yöntem işleyiş şeması

2.1.1. Literatür Taraması

Endüstriyel ahşap yapı malzemelerinin kullanımına yönelik araştırma ve çalışmalar artmaktadır. Yenilikçi ve endüstriyel ahşap malzemesi olarak CLT, son 20 yıldır yurtdışında tercih edilmektedir. Türkiye’de de CLT üzerine son yıllarda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bundan dolayı literatürde bu malzeme hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunmakta olup CLT yapı malzemesini strüktürel ve performans açısından inceleyen bu tez çalışması, literatüre katkı sağlayacaktır. Literatürde CLT yapı malzemesi konusunda yapılan bazı çalışmaların kısa özeti aşağıda verilmiştir:

- Birinci, A. U., Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı altında 2019 yılında tamamladığı “Karadeniz Bölgesi Yerli Ağaç Türlerinden Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Üretimi ve Optimum Üretim Parametrelerinin Belirlenmesi” isimli yüksek lisans tezinde, farklı ağaç malzemelerinden CLT panel üretilerek CLT duvar analizi testi standardına göre doğrusal yük altında gerçekleştirmiştir. Yerli türlerden üretilen CLT ürünlerin Avrupa standartlarına uygun kalitede olduğu tespit edilmiştir.

- Ceylan, A. ve Girgin, Z. C. tarafından 2019 yılında yayımlanan “Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Duvar–Döşeme Birleşiminin Yapısal Davranışının Deneysel İncelenmesi” isimli makalede, duvar-döşeme bağlantısında metal birleşim elemanlarının sismik yükler karşısında gösterdiği etkiler üzerine deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir.

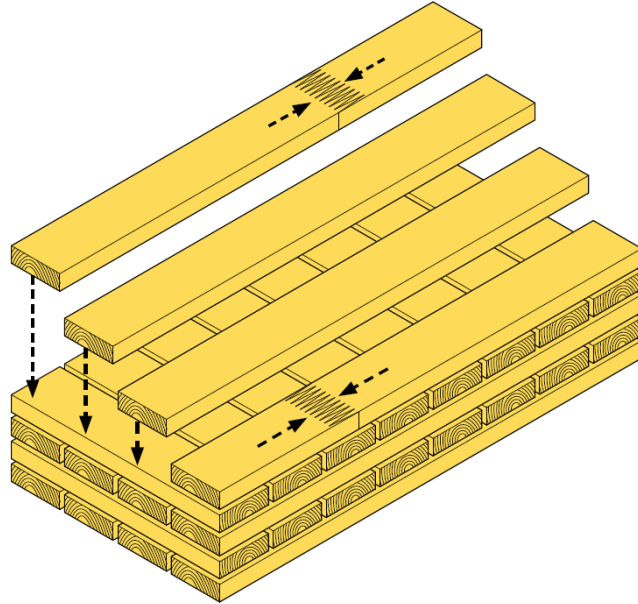
- Güzel, N. ve Karaman, Ö. Y. Tarafından 2015 yılında yayımlanmış olan “Sürdürülebilir Bir Alternatif Olarak Çok Katlı Ahşap Yapılar” isimli makalede, tutkallı tabakalı ahşap ve CLT ahşap malzemesi kullanılarak inşa edilmiş çok katlı iki bina üzerinde değerlendirmeler yapılmış ve CLT’nin ülkemizde uygulama olanakları değerlendirilmiştir.

Yapılan tez çalışmasında, konu kapsamında yazılı ve görsel kaynaklar başta olmak üzere geniş kapsamlı literatür araştırması yapılmıştır. Bu çalışmada; e-kitap, kitap, lisansüstü tezler, makale, bildiri, firma katalogları, standartlar, el kitapçıkları gibi pek çok Türkçe ve yabancı dilde yazılan kaynaktan yararlanılmıştır. Bu kaynaklardan derlemeler yapılırken, CLT yapı malzemesi ile ilgili genel özellikler, strüktürel kullanım ve performans özellikleri bakımından bilgiler elde edilmiştir. CLT ile ilgili uygulamalar ve kaynaklar üzerinden yapılan inceleme ve derleme sonucu Türkçe kaynak olarak yararlanabilecek bir araştırma ortaya koyulmuştur.

2.1.1.1. CLT (Cross-laminated Timber) Yapı Malzemesi

2.1.1.1.1. Tanım

CLT, yaklaşık 20 senedir Avrupa'da yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu malzemeyle ilgili kapsamlı çalışmalar ve uygulamalar yapılmaktadır. Amerika'da ise yeni bir çalışma alanı olmasına rağmen konuyla ilgili hızlı kazanımlar elde edilmektedir (URL-30, 2019). CLT, hafif ve ağır ahşap çerçeve sistemlerine yeni bir seçenek olarak üretilen endüstriyel ahşap yapı malzemesidir. Masif ahşap olarak bilinen CLT, belirli sayıdaki katmanın (kurutulmuş ahşap levhaların veya strüktürel kompozit ahşap malzemelerinin) genellikle farklı yönlerde (90 derece açıyla) yani çapraz gelecek şekilde yerleştirildikten sonra geniş yüzeyine strüktürel yapıştırıcı uygulanarak bir araya getirilen masif, düz, genellikle dikdörtgen formunda üretilen bir üründür (URL-30, 2019 ve APA S500, 2016) (Şekil 2.2). CLT, toksik içermeyen yapıştırıcılar ile ladin, köknar ve karaçam gibi ağaçlardan elde edilen ahşap levhaların üretim aşamasında bir araya getirilmesiyle elde edilir. Ahşap esaslı ürün elde edilirken presleme, zımparalama ve planyalama işlemi gerçekleştirilir (Divekar, 2016).



Şekil 2.2. CLT yapı elemanını oluşturan katmanlar (Waugh ve Thistleton, 2018)

Genellikle CLT yapı elemanını oluşturan katmanlar 3,5,7 gibi tek sayılıdır. Dış katmanlar orta katmana simetrik olacak şekilde düzenlenir. Görsel açıdan düşük seviyede olan ahşaplar iç katmanlarda, görsel olarak yüksek seviyede olan ahşaplar dış katmanlarda kullanılır. Kalınlığı genellikle 80-300 mm arasındadır (Crespell ve Gagnon, 2010). Üretim aşamasından sonra CLT panele CNC makineleri ile birlikte istenilen boyutlarda kesilip detaylar verilebilir (APA S500, 2016). Genişliği 1,25-3,00 m ve uzunluğu -firmaların özel yapım boyutları hariç- maksimum 18,00 m'dir. Ancak Avrupa'da 13,5 metreden daha uzun panel üretimi nakliyattan dolayı tercih edilmemektedir (Crespell ve Gagnon, 2010).

Büyük ölçekli, prefabrike ve masif endüstriyel ahşap olarak tanımlanan CLT panel yapısı gereği hafif; akustik, yangın, deprem ve ısı performans açısından güçlüdür. Bu özelliklerinin yanı sıra; hızlı ve kolay kurulumu, esnek tasarım ve düşük çevresel etkisi sayesinde gelişmiş özellikler gösterir. Bundan dolayı geleneksel malzeme olarak kullanılan beton, taş ve çeliğe karşı CLT; yüksek yapılı konut, endüstriyel ve ticari binalarda alternatif olarak görülmektedir (APA S500, 2016).

CLT; rijitliği, stabilitesi ve mekanik özellikleri geliştirilmiş bir yapı malzemesidir. Bu özelliklerinden dolayı yapı alanında uygulamaları geniş yer kaplar (Hyams, 2018). Genel olarak duvar, döşeme, çatı, merdiven ve şaft yapı elemanlarında kullanılır (Lewis vd., 2014). Farklı form ve işlevlerde üretim sağlanarak mimari tasarımlarda kullanım açısından esneklik sağlar. Geniş açıklı yapılarda mekân ortasında bir taşıyıcı eleman kullanılmadan geniş mekân oluşturulabilir. Ayrıca diğer geleneksel malzeme türleri ile birlikte bir araya getirilerek hibrit kullanım sağlanabilir (Espinoza vd., 2019).

CLT yapı elemanının üretiminde kullanılan ahşap malzemeye bağlı olarak burkulma ve kesme kuvveti değişir (Divekar, 2016). Ahşap katmanların yönleri değiştirilerek panellerin büzülmesi veya uzaması en aza indirilebilmekte böylece strüktürel kapasite ve dayanıklılık arttırılabilmektedir (Waugh ve Thistleton, 2018). Yüksek çekme ve basınç kuvvetlerine karşı direnç sağlamasının yanı sıra özellikle çok katlı binalarda yapım maliyeti beton, çelik ve taş gibi malzemelere karşı daha uygundur (Divekar, 2016). CLT, "izotropik" olan çeliğin aksine, fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından "anizotropik" yapıya sahiptir (URL-31, 2018 ve URL-32, 2019).

Panel yapısı gereği iki yönlü plaka görevi yapar. En güçlü kuvvetin etki ettiği yön, panelin dış katmanıdır. Bundan dolayı duvarlarda panelin dış katman yüzeyi düşey olarak düzenlenirken, döşeme panellerinde dış katman yere paralel olacak şekilde düzenlenmelidir

(Divekar, 2016). Tablo 2.1’de CLT yapı elemanının sahip olduğu ısı iletkenlik, yoğunluk, basınç kuvveti, modül elastığı değerleri verilmiştir.

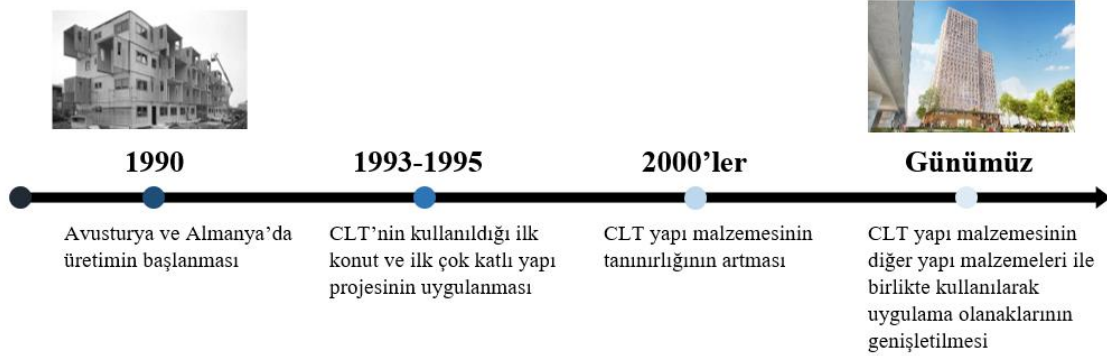
Tablo 2.1. CLT yapı elemanının fiziksel ve mekanik özellikleri (Divekar, 2016)

Fiziksel ve Mekanik Özellikleri	Değerler
Isıl iletkenlik	0.13 W / m ° K
Yoğunluk	480–500 kg/m ³ (ladin için)
Basınç kuvveti (panele dik)	2.7 N/mm ²
Basınç kuvveti (panele paralel)	24 – 30 N/mm ²
Modül elastığı (panele dik)	370 N/mm ²
Modül elastığı (panele paralel)	12000 N/mm ²

2.1.1.1.2. Tarihsel Gelişimi

CLT, Avusturya ve Almanya’da 1990 yılında üretilmeye başlanmıştır. 1990 yılının ortasında ise Avusturya’da endüstriyel ve akademik araştırmalar ile birlikte modern CLT ürünü gelişimi hızlanmıştır. Bu ürünün gelişiminin hız kazanmasının başlıca sebebi, büzölme ve şişme miktarını azaltacak masif ahşap türünden bir ürün üretme ihtiyacı olmasıdır (Fraser, 2017). Diğer bir sebep ise Avusturya’da düşük değerli ahşabın yeniden kullanılmasının sağlanmasıdır (URL-33, 2019). CLT’nin performans ve kapasitesiyle ilgili bilgiler 1990’lı yıllarda yeterli olmadığı için araştırma süreci birkaç yıl sürmüştür.

CLT Avrupa’da, tek katlı ve çok katlı binalarda kullanılmış ancak inşaat sektöründe yeni bir kavram olarak görülmeye devam etmiştir (URL-34, 2019). 2000’li yıllarda yeşil bina kavramının önem kazanması ve nakliyat sürecinin gelişmesiyle beraber CLT yapı malzemesinin tanınırlığı artmaya başlamıştır (Karacabeyli ve Douglas, 2013 ve Stauder, 2013). Yoğun olarak Avusturya ve Almanya’da üretimi olan CLT’nin kullanıldığı ilk konut projesi 1993 yılında, ilk çok katlı proje ise 1995 yılında gerçekleştirilmiştir (Fraser, 2017). Günümüzde ise CLT yapı malzemesinin diğer ahşap yapı malzemelerinin yanı sıra çelik ve beton yapı malzemeleri ile birlikte kullanılarak olanakları genişletilmiştir (Stauder, 2013). Şekil 2.3’te CLT’nin tarihsel süreç grafiği gösterilmektedir.

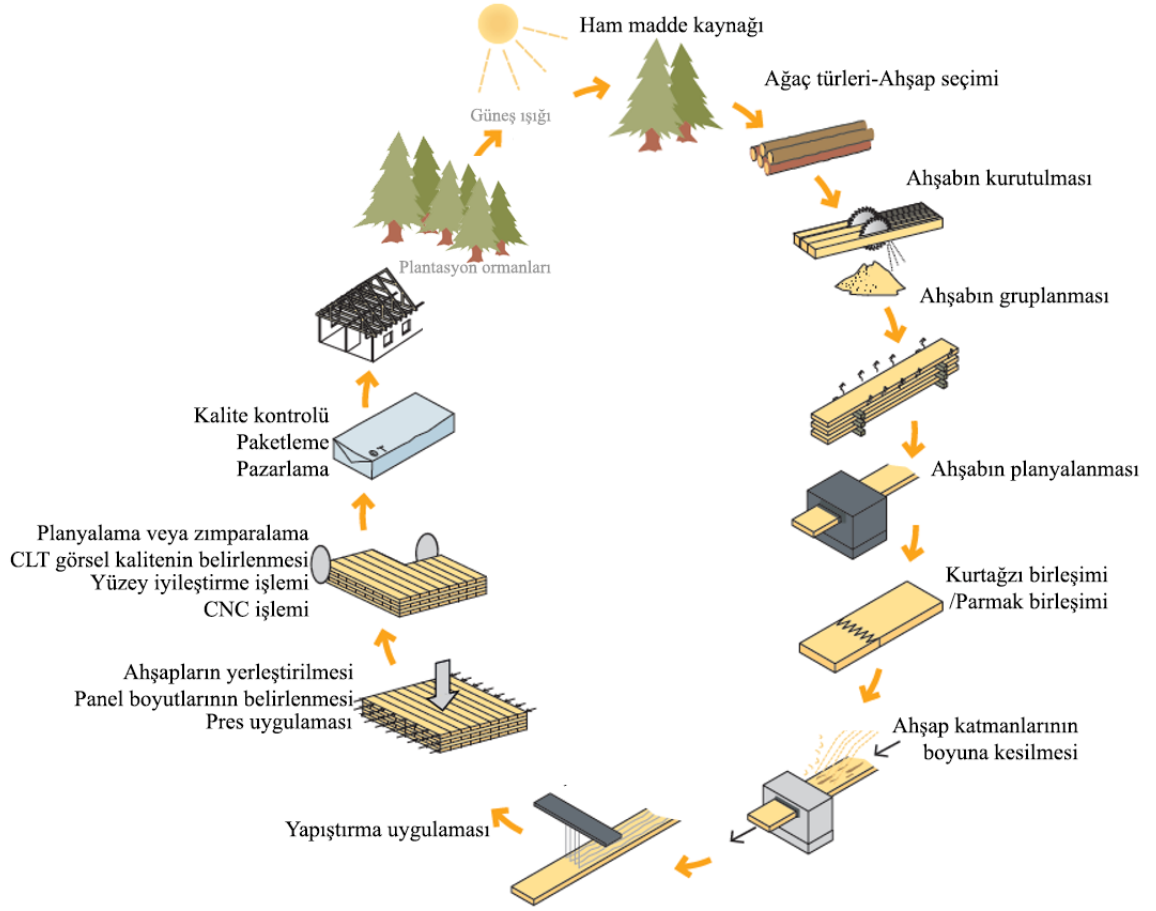


Şekil 2.3. Tarihsel süreç grafiği (Leroux ve Grosselin, 2020)

2.1.1.1.3. Üretim

CLT üretiminde ahşap ve yapıştırıcı olmak üzere iki temel malzeme kullanılmaktadır (Scalet, 2015). Plantasyon ormanlarından elde edilen tomruklar üretim tesislerine getirilerek kurutulma işlemi uygulanır ve tasarım boyutlarına uygun şekilde ince ahşap katmanlar halinde makine ile kesilir. Bu katmanlar üst üste çapraz gelecek şekilde -doksan derecelik açıyla- yerleştirilir, katmanlar arasına standartlara uygun bir yapıştırıcı sürülür ve belirli bir basınç altında sıkıştırılarak panel üretimi sağlanır. CLT paneli üretiminde kullanılan katman sayısı tek sayılı olmak üzere (3,5,7 veya 9) en az üç ahşap katmandan oluşmalıdır (URL-35, 2019).

Üretim aşamasında sadece ham madde kaynağının kalitesi değil ayrıca yapılan tasarım ve bu süreçteki aşamaların kontrollü bir şekilde yürütülmesi, CLT'nin yapı malzemesi olarak kullanımında verimliliğini arttırmaktadır. Ayrıca yapının tasarımından uygulamasına kadar geçen süreçte mimarların, üretici firmaların mühendisleri ve kalifiye elemanların iş birliği çok önemlidir. CLT üretim aşaması genel olarak Şekil 2.4'te gösterildiği gibi; ahşap üretimi, kurutma, yüzey düzleştirme, kurtağzı birleştirme, zımparalama/planyalama, yapıştırma, basınç uygulama, paketlenme gibi birtakım işlemler ile birlikte gerçekleştirilir.



Şekil 2.4. CLT panel üretim aşamaları (Borgström ve Fröbel, 2019)

CLT üretiminden binalarda malzemenin uygulama aşamasına gelene kadar, her ayrıntı planlanarak işlem süreci devam eder. Bu işlem sürecinde üretim öncesi ve üretim tesisinde gerçekleşen aşamalar sırasıyla;

- Ham madde kaynağı (Plantasyon ormanları),
- Ağaç türleri-Ahşap seçimi,
- Ahşabın kurutulması,
- Ahşabın gruplanması,
- Ahşabın planyalanması,
- Kurtağzı birleşimi/Parmak birleşimi,
- Ahşap katmanlarının boyuna kesilmesi,
- Yapıştırma uygulaması,
- Ahşapların yerleştirilmesi,

- Panel boyutlarının belirlenmesi,
- Pres uygulaması,
- CLT görsel kalitesinin belirlenmesi,
- Yüzey iyileştirme işlemi,
- Planyalama veya zımparalama,
- CNC işlemi,
- Kalite kontrolü,
- Paketleme,
- Pazarlama

şeklindedir.

- Ham madde kaynağı (Plantasyon ormanları):

CLT üretiminde, özellikle kuzey ülkelerinde dayanımı yüksek ağaçların bulunduğu plantasyon ormanlarından elde edilen ahşap, hammadde olarak kullanılmaktadır. Plantasyon ormanları, belli dönemlerde ağaçların ekildiği, genellikle aynı yaşta ve aynı türde olan odunların üretimi için en üst düzeyde verim sağlayacak şekilde planlanan ormanlar olarak tanımlanmaktadır (URL-37 ve 38, 2019) (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Plantasyon ormanı ve ağaç kesimi (URL-40 ve 41, 2019)

Avrupa’da üretilen çoğu CLT malzeme, plantasyon ormanlarından üretilmektedir. Özellikle Avusturya’da ve Almanya’da olmak üzere bu ülkelerde yapılan orman alanlarının oranı sırasıyla ülkenin %32 ve %15’ini oluşturmaktadır. Ağaç kesimi olmasına rağmen bu

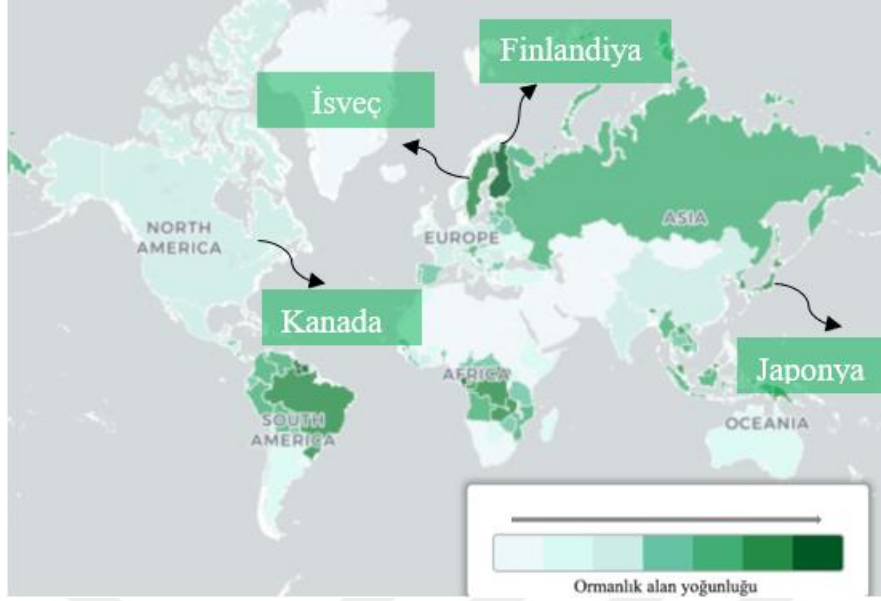
ülkelerde sertifika programları sayesinde ormanlık alanlar her geçen yıl artış göstermektedir (Waugh ve Thistleton, 2018).

Sertifika programları; ahşap endüstrisinin ülkelerde gelişmesinde, plantasyon ormancılığının yapılması ve sürekliliğinin yasal olarak kayıt altına tutulabilmesinin bir yoludur. Bu programlar orman ürünlerinin yönetilerek güvence altına alınmasını sağlamaktadır. Ormanların sürdürülebilirliği için önemli olan sertifika programlarından, dünya genelinde toplamda 50 tane bulunmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılan sertifika programları ise PEFC (Program for the Endorsement of Forest Certification- Orman Sertifika Onay Programı) ve FSC (Forest Stewardship Council- Orman İdare Konseyi)'dir (Şekil 2.6). 1993 yılında FSC sertifika programı, daha sonra bu programa rakip olarak 1999 yılında PEFC sertifika programı açılmıştır (URL-39, 2019).



Şekil 2.6. CLT üreticiler tarafından alınan sertifika programlarının logoları (URL- 39, 2019)

Ahşap endüstrisinin gelişmiş olduğu ülkelerde; son 50 yılda ahşap ve ahşap esaslı ürünlerin üretimi ve uygulaması önemli ölçüde artmıştır. Artan talebi karşılamak için pek çok ülkede sürdürülebilir orman alanları genişletilmiştir. Yüzde 42'si çoğunlukla ladin, kavak ve çamdan oluşan Kanada ormanları dünya ormanlık alanının yüzde 10'unu oluşturmaktadır. Fransa en büyük ormanlara sahip ülkelerden biridir ve ahşap üreticisi olarak öncülük yapmaktadır. Toplamda 2,8 milyon hektarlık ormanlık alandan yıllık 10 milyon metreküp ürün elde etmektedir (URL-42, 2019). Finlandiya, 26,3 milyon hektar orman alanıyla Avrupa'nın en fazla ormanına sahip olan ülkesidir (URL-43, 2019). Finlandiya ormanlarındaki toplam stok hacmi ise yaklaşık 2 milyar metreküptür (URL-44, 2019). Şekil 2.7'de ülkelerin ormanlık alan yoğunlukları verilmiştir.



Şekil 2.7. Ülkelerin ormanlık arazi yoğunluğunun haritası (URL-45, 2019)

- Ağaç türleri-Ahşap seçimi:

Ağaç türleri genel olarak sert ağaç (hardwood) ve yumuşak ağaç (softwood) olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır. Sert ağaçlar geniş yapraklı ve yaprak döken akçaağaç ve huş ağacı gibi ağaç türleriyken; yumuşak ağaçlar iğne yapraklı ve yaprak dökmeyen çam, ladin gibi ağaç türlerinden oluşmaktadır (Gu, 2017). Tablo 2.2’te sert ağaç ve yumuşak ağaç arasındaki farklar verilmiştir.

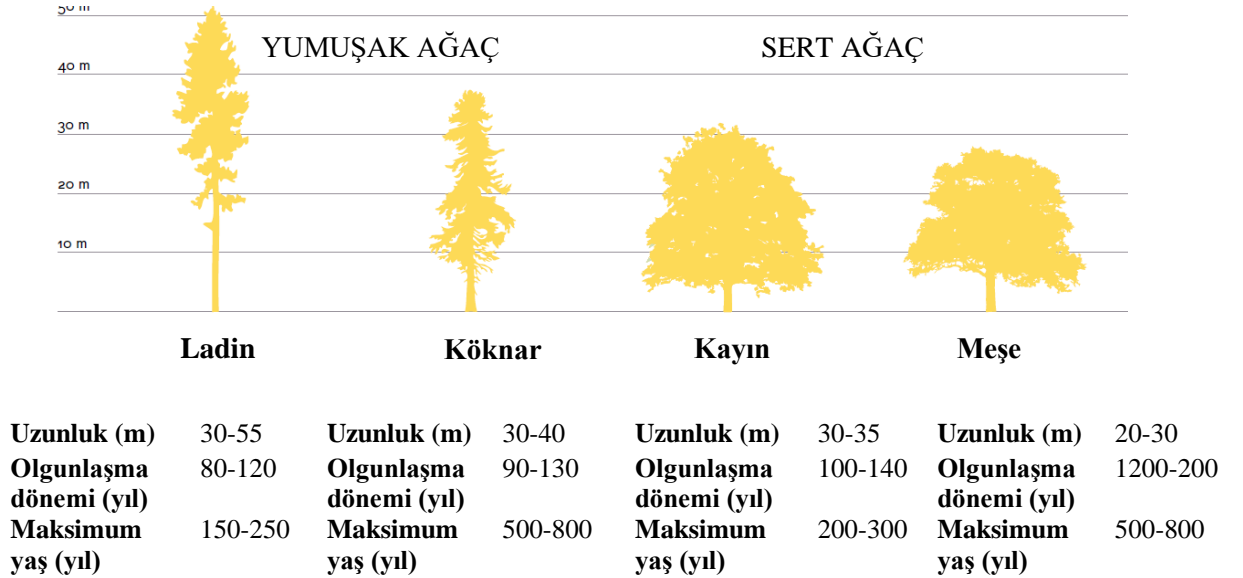


Şekil 2.8. CLT üretiminde kullanılan ladin ve karaçam ağaçları (Borgström ve Fröbel, 2019 ve URL-48, 2020)

Tablo 2.2. Sert ahşap ve yumuşak ahşap arasındaki farklar (URL-46, 2019)

Sert ağaç	Yumuşak ağaç
Koyu renklidir.	Açık renklidir.
Ağırdır.	Daha hafiftir.
Maliyeti daha yüksektir.	Maliyeti daha azdır
On yıldan daha fazla kullanım dayanımı sağlar.	On yıl üzerinde kullanım dayanımı sağlayabilir.
İşlem yapılmaksızın doğal hava koşullarına dayanıklıdır.	İşlem yapılarak doğal hava koşullarına dayanıklı hale getirilebilir.
Çevreye olumsuz etkisi daha fazladır.	Çevreye olumsuz etkisi daha azdır.

CLT üretiminde ana malzeme olarak kullanılan ahşap çok farklı ağaç türlerinden üretilmektedir. Bu ağaç türleri, hammaddesine bağlı olarak farklı yoğunluklara sahiptir. CLT üretiminde genellikle minimum özgül ağırlığı $0,35 \text{ kg/m}^3$ olan iğne yapraklı, yaprak dökmeyen ve yumuşak ağaçlar tercih edilmektedir. Bu yoğunluğa sahip ağaçlar genellikle karaçam, ladin, İskoç çamı, Douglas köknarı gibi türlerdir (Şekil 2.8). Ancak CLT üretiminde daha çok yumuşak türde ağaç olan ladin ağacı, hammadde olarak tercih edilmektedir (Chen vd.,2019 ve URL-47, 2019).



Şekil 2.9. Ladin, köknar ve kayın, meşe ağaçlarının uzunluğu, olgunlaşma dönemi ve maksimum yaşı (Waugh ve Thistleton, 2018)

CLT için plantasyon ormanlarında üretilen ağaçlar 80 yıllık olup 30,48 metreye kadar uzayabilmektedir (Şekil 2.49). Fabrikada işlem gören ağaçtan hacmine göre %60 oranında ahşap ürün elde edilebilir. Elde edilen ahşabın fırınlanıp kurutulması, planlanması ve kesimi gibi nedenlerden dolayı %25 oranında hacimsel kayıp yaşanır. Sonuç olarak 1 m³ ahşaptan 0,43 m³ CLT üretimi sağlanır.

- Ahşabın kurutulması:

CLT üretimi için kullanılacak ahşaplarda belli bir orandan daha fazla miktarda nem bulunmasını önlemek için fabrikaya getirilmeden önce ahşaba kurutma işlemi uygulanır (Şekil 2.10). Ahşabın kurutulma ihtiyacının nedeni, hammadde olarak kullanılan ağacın kesildiğinde yapısındaki hücre boşluklarının tamamen suyla dolu olmasıdır. Ağaç kesildikten sonra elde edilen ahşaplar %100'den daha büyük bir nem oranına sahip olabilir. Bu ahşaplar üretim tesisine getirilmeden önce kurutularak nem içeriği %28'e kadar azaltılmalıdır (URL-49, 2019).



Şekil 2.10. Kurutulmuş ve işlenmiş ahşap (URL-49, 2019 ve URL-50, 2020)

Doğru şekilde gerçekleştirilecek ısı işlem aşaması CLT üretimi için gerekli hammaddenin kullanılmasında önemlidir (URL-51, 2019). İstenilen nem oranına sahip olunması için gerekirse fabrikada ek kurutma yapılabilir. Lamine (katman) haline getirilmeden önce kullanılacak ahşapların nem oranı genel olarak %12 ±%2 sahip olmalıdır (URL-52, 2018). Ancak ahşap üretimi esnasında hedef, nem oranının %8±%3 oranına düşürülmesidir (URL-12). Bu uygulama ile ahşap uygun nem oranına getirilerek üretilen CLT yapı malzemesinde kullanım aşamasında oluşabilecek şişme veya büzüşme gibi boyut değişiklikleri, katmanlar arasındaki iç gerilmeler ve yüzey çatlamları gibi yapısal sorunların azalması sağlanır (URL-52, 2018; URL-53, 2019 ve Karacabeyli ve Douglas, 2013).

Birleştirilecek katmanların arasındaki nem oranındaki maksimum farkın %5'i aşmaması önerilmektedir (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Bunların yanı sıra kurutma işlemi sayesinde çürüme, mantar ve haşere riskine karşı önlem alınarak oluşabilecek hasarlar en aza indirilmiş olacaktır (URL-54, 2019). CLT üretiminde kullanılacak ahşabın nem oranı, uygulamada kullanılacak yapıştırıcı için de önemlidir. Bazı yapıştırıcılar yapısı gereği düşük veya yüksek nem oranına karşı hassas olabilmektedir. Ayrıca ahşaptaki nem oranı, mevsimden mevsime değişiklik gösterebilmektedir. Bunu önlemek için belirli hava koşullarında çalışma ve uygulamalar yapılarak üretilen CLT paneller test edilmelidir. Özel bir radyo frekansı ölçer veya direnç ölçer kullanılarak ahşaptaki nem içeriği belirlenmelidir (Karacabeyli ve Douglas, 2013).

- Ahşap gruplama:

CLT üretiminde ahşap gruplama işlemi, belirli aşamalardan geçirilerek çeşitli kategorilere ve ahşapların özelliklerine göre sınıflandırılma sürecidir. Ahşap seçimi; genellikle ahşabın nem içeriği kontrolü ve görsel derecelendirme olmak üzere iki aşamadan oluşur. Ahşaplar arasında CLT üretimine uygun olanlar seçilip uygun olmayanlar kontrplak veya tutkallı lamine ahşap (GLT) gibi farklı ahşap ürünler elde etmek için kullanılır (URL-55, 2019). CLT, en az üç katmandan oluşmak üzere orta tabakadan simetrik olacak şekilde üretilir. En dış katmanlar iç katmana göre daha yüksek estetik özelliklere sahiptir (Ford, 2019 ve URL-54, 2019).

- Ahşap planyalama:

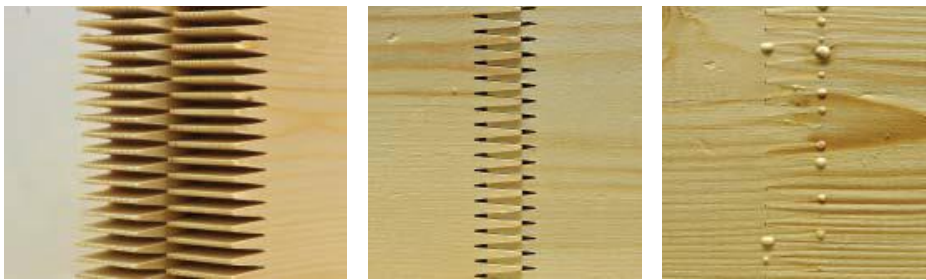
Bu aşamada ince ayrıntıya girilmeden ahşap yüzeyine planya işlemi uygulanır. Planya işlemi ile ahşap yüzeyinde istenmeyen maddeler giderilerek düz bir yüzey sağlanır (URL-56, 2019). Bu işlemin uygulanma amaçlarından biri, CLT'yi oluşturan katmanların birbiriyle yapıştırılırken kullanılan yapıştırıcının performans özelliğini arttırmak için temizlenmiş bir yüzey oluşturmaktır (URL-55 ve Scalet, 2015). Düz bir yüzey sağlamak için, ahşabın alt ve üst yüzeylerinden yaklaşık 2,5 mm, kenarlardan 3,8 mm kesilerek planyalama işlemi gerçekleştirilir. Eğer katmanlar oluşturulurken kenar-kenar yapıştırma işlemi yapılmayacaksa ahşabın sadece alt ve üst yüzeyi için planyalama işlemi yeterli olmaktadır. Ayrıca bu aşama ahşabın nem içeriğini de düşürebilir (URL-55, 2019). Şekil 2.11'de ahşaba uygulanan planyalama işlemi gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Planyalama işlemi (URL-57 ve 58, 2020)

- Kurtağzı/Parmak birleşim:

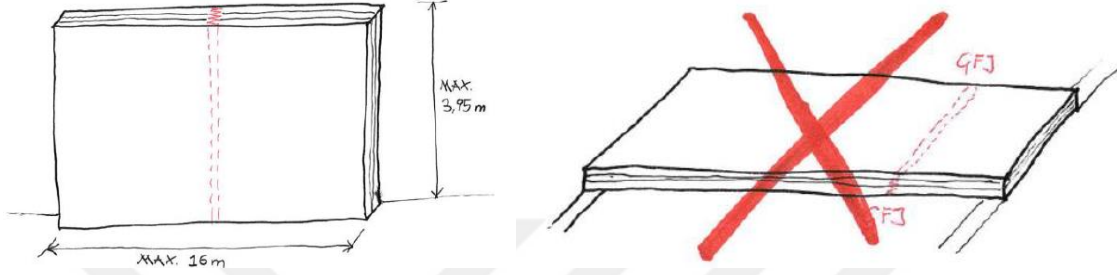
İki veya daha fazla ahşabın testere şeklinde kesilen kenarlarının uç uca yapıştırılması işlemine kurtağzı birleşim denir. Ahşaplar ile istenilen uzunluk ve kalitede CLT üretimi yapılması için kurtağzı birleşimi uygulanır. (Divekar, 2016 ve Waugh ve Thistleton, 2018). Yapıştırma işlemi bir freze makinasıyla gerçekleştirilir (Scalet, 2015). Belli bir boyuta kadar elde edilen ahşap kullanımında, CLT yapı malzemesinin dayanımında güç kaybı genellikle oluşmaz. Bunun nedeni, yapıştırılarak elde edilen katmanların, üzerine etki eden kuvveti her yöne dağıtması ve oluşabilecek zayıf noktalardaki etkiyi azaltmasıdır (URL-59, 2019). Şekil 2.12’de kurtağzı birleşim aşamaları verilmiştir. Bu işlemin avantajları ve işlem gerçekleşirken dikkat edilmesi gereken durumlar vardır.



Şekil 2.12. Kurtağzı birleşim aşamaları (Bejder, 2012)

Avantajları: Standart boyutlara göre büyük boyutta panel yapımına olanak sağlar. Bu yöntemle binanın kat yüksekliği 2,95 m’den daha yüksek olabilir. Büyük panel üretimi yapılarak inşaat süresi azaltılır.

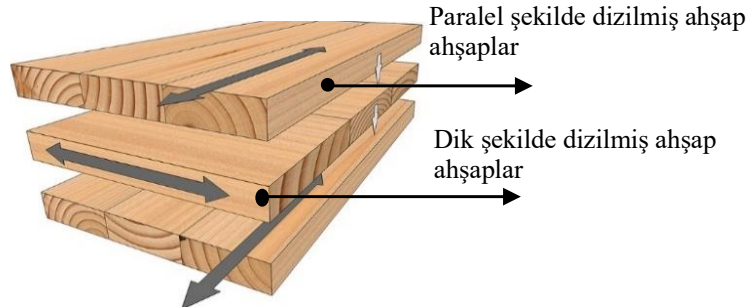
Dikkat edilmesi gereken özellikler: Kurtağzı birleşimi, boyutları birbirine yakın olacak iki ahşap arasında uygulanmalıdır. Bu tür birleşimin döşeme paneli yerine duvar panelinde kullanımı tercih edilmektedir (Şekil 2.13). Panelin kalınlığı 220 mm'den daha fazla olmamalıdır (URL-59, 2019).



Şekil 2.13. Panel boyutları (URL-59, 2019)

- Ahşap katmanlarının uzunluğuna kesilmesi:

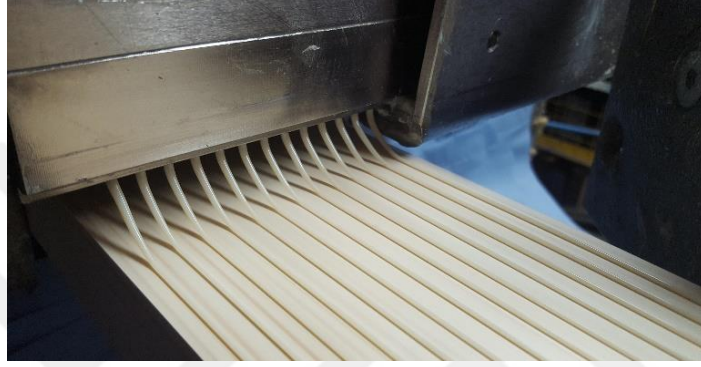
Yapılacak uygulamaya ve müşterinin özel isteklerine bağlı olarak belli bir boyutta kesilen ahşaplar uzunlamasına yerleştirilir. CLT panel üretimi için yan yana getirilen her bir ahşap; bir sıra uzunlamasına paralel, bir sıra uzunlamasına dik olacak şekilde sıralanır (Şekil 2.14). Hem paralel hem de dik katmanların aynı kalitede ahşaptan üretilmesi için uzunluğuna kesilmiş ahşaplar, kesim makinesinin boyutlarına bağlı olarak kısa ahşap parçalarına bölünerek uzunlamasına dik katmanlarda kullanılır (Karacabeyli ve Douglas, 2013 ve URL-55, 2019).



Şekil 2.14. Ahşapların paralel ve dik şekilde dizilimi (URL-59, 2019)

- Yapıştırma uygulaması:

CLT panelini oluşturan her bir katman, belli sayıdaki ahşabın yan yana dizilip kenar boyunca yapıştırılması ile oluşturulur. Her bir katman önceki katmana dik gelecek şekilde üst üste konumlandırılır ve katmanlar arasına uygun bir yapıştırıcı kullanılarak panel üretilir (Waugh ve Thistleton, 2018). Şekil 2.15'te CLT panel üretim aşamasında yapıştırıcı uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 2.15. CLT panel üretim aşamasında yapıştırıcı uygulaması (URL-65, 2020)

Avrupa'da CLT üretiminde yapıştırıcı olarak genellikle PUR (Poliüretan içerikli yapıştırıcı) ve MUF (Melamin-Üre-Formaldehit içerikli yapıştırıcı) kullanılır. Yapıştırma işlemlerinde daha çok PUR yapıştırıcıları tercih edilmektedir. Bunun nedeni; bu yapıştırıcıların düşük toksinli olması, yeniden kullanımı yani geri dönüşümü sağlaması, solvent ve formaldehit içermemesidir (Waugh ve Thistleton, 2018).

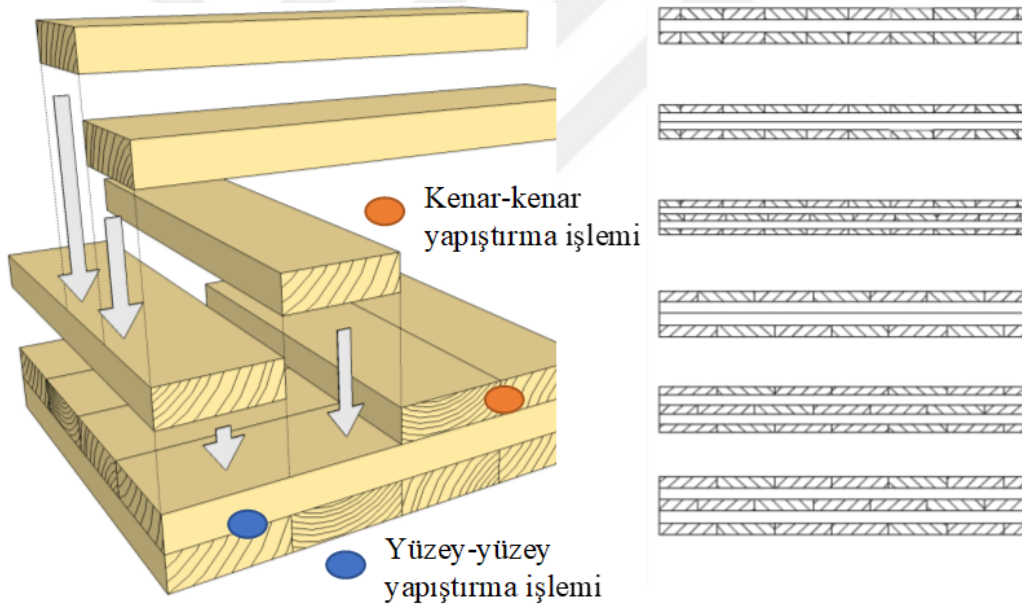
Günümüzde CLT üretiminde kullanımında daha çok tercih edilen; PUR (Polyurethane Based Adhesives), EPI (Emulsion Polymer Isocyanate) ve MUF(Melamine-Urea-Formaldehyde) olmak üzere üç çeşit yapıştırıcı kullanılmaktadır. Bu yapıştırıcıların genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

- PUR: Solventsiz yapıştırıcıdır. Formaldehit içermez. Suya, neme, ısıya dayanıklıdır (Waugh ve Thistleton, 2018). Oda sıcaklığında birkaç dakika içinde sertleşir ve renksiz olmasından dolayı görünmez bir yüzey hattı oluşturur. Hızlı yapışma özelliğine sahiptir. Üretim aşamasında presleme süresini azaltarak işlem süresinin kısalmasını sağlar. CLT üretiminde yaygın kullanıma sahiptir (URL-60 ve 62, 2020).

- EPI: Formaldehit içermez. Su bazlı olduğu için temizliği kolaydır. Yapıştırıcı sertleşerek oda sıcaklığında kurur (URL-61, 2020). Sertleşme sırasında az miktarda köpük oluşturur (URL-63, 2019). Açık renklidir. İki bileşenlidir (Scalet, 2015). CLT üretiminde yaygın olarak kullanılır.

- MUF: Yangına dayanıklılık özelliğinden dolayı levhaların kaplanmasında kullanılır (URL-64, 2019). Suya karşı direnci üre birleşiminden dolayı azdır. (Filiz vd., 2019). CLT üretiminde yaygın olarak kullanılır.

Yapıştırma işlemi kenar-kenar ve yüzey-yüzey olmak üzere iki aşamalıdır (Şekil 2.16). Ahşabın katman oluşturması için yan yana dizilip kenarlarının yapıştırılma işlemi birinci aşamayken, panel oluşturulurken katmanların üst üste gelecek şekilde yerleştirilip yüzeylerinin yapıştırma işlemi ikinci aşamadır. Yapıştırma işlemi püskürtme gibi bir cihaz ile ahşap yüzeyine paralel olacak şekilde uygulanır.



Şekil 2.16. CLT panel yapıştırma işlemi ve katman dizilimi (Trada, 2020 ve Okabe vd., 2014)

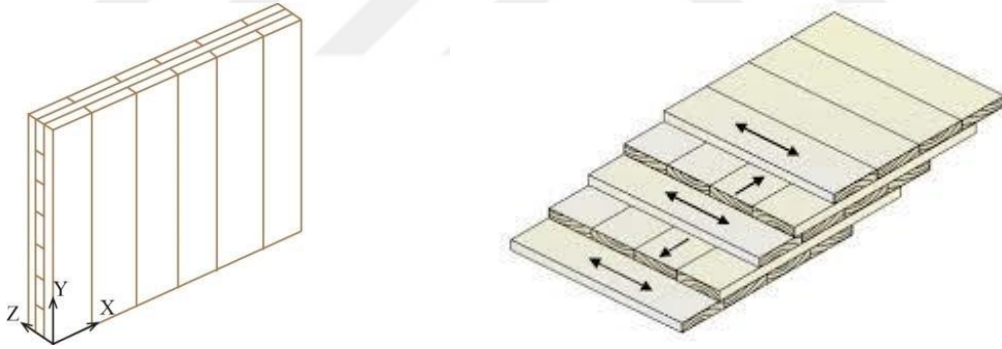
PUR yapıştırıcısı kullanıldığında sertleşme sağlanabilmesi için su ile ahşap yüzeyinin hafifçe ıslatılması gerekebilir (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Yapıştırma uygulamasının verimli olabilmesi için yapıştırıcıda delik veya hava boşlukları olmamalıdır. Bu aşamada 12 saniyede 15 m uzunlukta ahşap yapıştırılabilmektedir. Yapıştırıcı uygulaması planyalama işleminden hemen sonra yapılmalıdır. Bunun nedeni, ahşabın yüzeyinde oksidasyon,

eskime, boyutsal değişiklikleri engellemek, nemlendirmeyi sağlamak ve yapıştırma verimliliğini arttırmaktır (URL-55, 2019).

Sürülmesi gereken yapıştırıcı miktarı; yapıştırıcıyı üreten firma, ahşabın kalitesi ve uygulama sistemine bağlıdır. CLT performans standartlarını veren ANSI / APA PRG 320'nin 8.3.1. bölümüne göre, tabakalar arasındaki yüzey alanının en az %80'i birbirine bağlanmalıdır (URL-55, 2019). Kullanılan ahşap kalitesi birbirine aynı veya yakın olmalıdır. Ahşap yüzeyi; yağ, gres veya ayırıcı maddelerden arındırılarak, yapışkanın bağlanma kalitesini etkileyecek etkenler ortadan kaldırılmalıdır (Karacabeyli ve Douglas, 2013).

- Ahşabın yerleştirilmesi:

Ahşaplardan katman oluşturulurken, dış katmanlar açıklık yönüne(uzunlamasına) paralel veya dik olacak şekilde iki farklı yöntemle yerleştirilebilir. Bu ahşaplar duvar panellerinde y eksenine, döşemelerde ise açıklık yönüne paralel olacak şekilde düzenlenmelidir (Şekil 2.17). Böylece yüklere karşı dayanım direnci en üst seviyeye çıkmış olacaktır (URL-66, 2019 ve Crespell ve Gagnon, 2010).



Şekil 2.17. Ahşabın yerleşimi (Breneman, 2019 ve Aranha vd., 2020)

- Pres Uygulaması:

Presleme işlemi yapıştırma işleminden sonra CLT katmanları arasındaki bağı kuvvetlendirmek için yapılır. CLT panelinin üretiminde önemli bir aşamadır. Presleme yapılmasındaki amaç CLT panelin katmanlarının büzülmesini önlemek, panelin daha iyi yapışması için yüzeyini düzeltmek ve katmanlar arasındaki boşlukları en aza indirmektir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Presleme işlemi (URL-67, 2019)

CLT panel üretiminde genellikle hidrolik pres, pnömatik pres ve vakumlu pres makinelerinden biri kullanılmaktadır. Doğru basınç yönteminin seçimi; panelin kalınlığı ve kullanılan yapıştırıcıya bağlı olarak homojen yüzeyli panel üretimi için önemlidir (Mohammad vd., 2013 ve Crespell ve Gagnon, 2010). Pres uygulama yöntemlerinin etki ettiği kuvvet miktarları Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3. Pres sistemlerin etki ettiği kuvvet miktarları (Grasser, 2015)

Pres sistemi	Kuvvet (N/mm ²)
Hidrolik pres sistemi	≤ 1.5
Pnömatik pres sistemi	≤ 1.0
Vakum pres sistemi	≤ 0.1

Hidrolik pres makinesi ahşap katmanların yapıştırılmasında vakumlu presleme yöntemine göre daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Waugh ve Thistleton, 2018). Vakum pres yöntemiyle karşılaştırıldığında panel yüzeyine etki eden düşey ve yan sıkıştırma basıncı daha yüksektir (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Şekil 2.19'da vakumlu pres makinesi gösterilmiştir.






Şekil 2.19. Vakumlu pres makinesi (URL-67, 2019)

- CLT görsel kalitesinin belirlenmesi:

CLT'nin yüzey kalitesi, kullanım yerine göre üretimi sırasında değişmektedir ve görünen evsel kalite, görünen endüstriyel kalite ve görünmeyen kalite olmak üzere üçe ayrılmaktadır. CLT görsel kalite sınıfları ve özellikleri Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4. CLT görsel kalite sınıfları ve özellikleri (KLH, 2019; URL-69 ve 70, 2019; Züblin, 2020 ve URL-71, 2020)

Görünen Evsel Kalite	Görünen Endüstriyel Kalite	Görünmeyen Kalite
 <ul style="list-style-type: none"> • Konutlar, okullar ve ofislerde kullanılır. • Panelin üst katmanında ladin, karaçam, İsviçre çamı veya ak köknar ağacından üretilen ahşap kullanılır. • Panel yüzeyi zımpara işlemi görmüş ve cilalanmıştır. • Panel yüzeyinin rengi ve dokusu düzgün ve dengeli bir görünüme sahiptir. • Mantar, böcek veya mavi leke solması yüzeyde olmaz. • İki katman arasındaki en fazla derz genişliği 4 mm'dir 	 <ul style="list-style-type: none"> • Yüzey kalitesi düşük gereksinimlere sahip binalarda kullanılır. • Ladin ağacı genelde kullanılır. • Konutlarda görünür yüzeylerde kullanılmaz. • Panel yüzeyi zımpara işlemi görmüştür. • Maliyet nedenleriyle evsel görünür yüzeyler yerine endüstriyel görünür yüzeylere sahip ürünlerin kullanılması tavsiye edilir. • Kurtağzı birleşim bazen katmanın yüzeyinde gözükabilir. 	 <ul style="list-style-type: none"> • Sonradan kaplanacak yapı elemanları için kullanılır. • Pürüzlü yüzeye sahiptir. • Panel dışardan görünmez çünkü taşıyıcı duvarlar ve tavanlar ek malzemeler ile kaplıdır. • Renk bozulmaları görülebilir. • Yapıştırma teknolojisine bağlı olarak, yapıştırıcı panellerin yüzeyinde sızıntı yapabilir. • Enine yerleştirilmiş katmanlarda 6 mm ve boyuna yerleştirilmiş katmanlarda 3 mm'e kadar boşluklara izin verilir.

- Planyalama veya Zımparalama:

Panele uygulanan basınç işleminden sonra yapıştırıcı kalıntılarını ve malzeme fazlalığını gidermek için panelin kenarları ile yüzeyine zımparalama işlemi uygulanır. Böylece pürüzsüz ve temiz bir panel yüzeyi ve kenarları elde edilir (Crespell ve Gagnon, 2010 ve Bejder, 2012). Kontrplak gibi ahşap kompozit ürünler için tasarlanmış endüstriyel bir zımpara makinesi, CLT panelini 0.1 mm tolerans payı ile istenilen kalınlıkta zımparalamak için kullanılabilir (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Şekil 2.20’de planyalama işlemi öncesi ve sonrası gösterilmiştir.



Şekil 2.20. CLT panel kenarında ve yüzeyinde planyalama işlemi uygulaması (URL-68, 2019)

- Yüzey iyileştirme işlemi:

Ahşabın ömrünü uzatmak ve mantar, böcek ve termitlere karşı dayanımını arttırmak için su bazlı emprenye işlemi uygulanmaktadır. Özellikle montaj sırasında nemin emilmesini önlemek için en dış katmanda yüzey iyileştirme işlemi yapılmaktadır. CLT yapı malzemesi, planyalama ve zımparalama işleminden sonra planlanan tasarım şartlarına bağlı olarak CNC kontrollü robotik kol ile istenilen özellikte ve renkte panel yüzeyi kaplanmaktadır. İç mekân için genellikle doğal reçine ve keten tohum yağı verniğine dayalı renksiz mum kaplama; dış mekânda ise su bazlı renksiz kaplama işlemi uygulanmaktadır. Yağlı yüzey kaplamaları özellikle meşe, huş ağacı ve karaçamdan üretilen ahşap yüzeylere uygulanırken, şeffaf UV ve sararmaya karşı koruma sağlayan kaplamalar özellikle ladin, köknar ve huş ağacı gibi hafif ahşap yüzeylerde kullanılmaktadır (URL-530, 2020).

- CNC (Computer Numerical Control) işlemi:

Bilgisayar kontrollü sayısal sistem olarak çalışan CNC makinesi, sayı ve harf gibi sembollerden oluşan ve belirli bir sistematığe göre kodlanmış komutlarla tezgâh kontrol ünitesinde işlemler yapan bir sistemdir (URL73- ve 74, 2019). Önceden fabrikada üretilen CLT paneller, CNC makinesi ile kapı, pencere, servis kanallarının bağlantıları ve boruları için boşlukların açılmasında, müşterinin özel isteklerine ve tasarıma uygun olarak panellerin işlem görmesinde kullanılır (Crespell ve Gagnon, 2010; Trada, 2020 ve Bejder, 2012). Şekil 2.21’de CNC makinesi gösterilmiştir.



Şekil 2.21. CNC makinesi (URL-70 ve 75, 2019)

CNC’nin avantajları: CLT malzemesinin montaj süresini, maliyetini ve israfını azaltır (Bejder, 2012 ve Karacabeyli ve Douglas, 2013). CNC, kesme işlemi sırasında +/- 3mm toleranslara sahip hassas bir makinedir. Böylece istenilen ürün hatasız ve zamanında teslim edilebilecek şekilde hazırlanabilir. CNC makinesi kodlama sistemine göre çalıştığı için kapı, pencere gibi düzlemsel boşlukların yanı sıra amorf yapıli boşlukların açılması da sağlanır (Bejder, 2012) (Şekil 2.22).



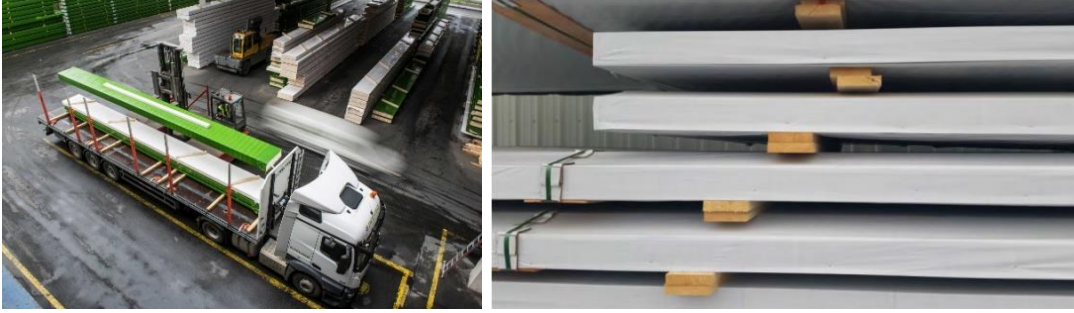
Şekil 2.22. CNC ile kesilmiş CLT panel (URL-76, 2019 ve Bejder, 2012)

- Kalite Kontrolü:

CLT yapı malzemesi üretildikten sonra tasarımcıların beklediği performansı sunabilmesi için belirli kriterler altında testler yapılır. Bu aşamada CLT'nin yapısal ve görsel olarak derecelendirilmesi sağlanır. CLT üzerinde, süreç ve ürün kontrolü olmak üzere iki tür kalite kontrolü vardır. Süreç kontrolünde; aynı kalitede üretim sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir (URL-72, 2019). Ürün kontrolünde ise; üretilen panelin özelliklerinin tutarlı olup olmadığını ve istenilen şartlara sahip olup olmadığını kontrol edilir. Bu aşamada kontrol edilen özellikler; eğilme dayanımı, kesme dayanımı, delaminasyon gibi yapısal özelliklerdir (Crespell ve Gagnon, 2010 ve URL-72, 2019).

- Paketleme:

CLT paneller, dış ortamda sudan dolayı gelebilecek zararları azaltmak veya engellemek için su geçirmez bir membran ile kaplanır (Şekil 2.23). Panellerin taşıma durumunda nemden dolayı zarar görmemesi için membran üzerinde hava boşluğu bırakılarak suyun yoğunlaşması önlenir. Membran ile sarılmış paneller taşıyıcı araç üzerinde istiflenirken panellerin su akıntısından korunması için ahşap takozlar koyulmalıdır. Bu takozlar, oluşabilecek aşırı yüklenmeyi engellemektedir (Karacabeyli ve Douglas, 2013).



Şekil 2.23. CLT paketleme aşaması (URL-77, 2019 ve Structurlam, 2019)

- Pazarlama:

Ürün etiketi, doğru ürünün belirlenmesini, doğru yere teslim edilmesini ve doğru bir şekilde kurulumunun yapılmasını sağlar. Tasarımcılara, yüklenicilere ve ürünün orijinalliğini kontrol etmek için ilgili yetkiliye bilgiler verilerek, doğru yönlendirme ve işleyişin yönetilmesine yardımcı olunur (Karacabeyli ve Douglas, 2013). ANSI/APA PRG 320 standartlarının kriterlerine göre üretilen bir CLT etiketi Şekil 2.24’de gösterilmiştir. Bu etikete göre;

1. ANSI/APA PRG 320 standartlarına göre kalite derecesi,
 2. Panel kalınlığı,
 3. Üretim numarası,
 4. Referans ettiği ürün standardı
- şeklinde bilgiler verilir (APA S500, 2016).



Şekil 2.24. CLT panel üzerine yapıştırılan etiket örneği (APA S500, 2016)

2.1.1.1.4. Üretimde Teknolojik Gelişim

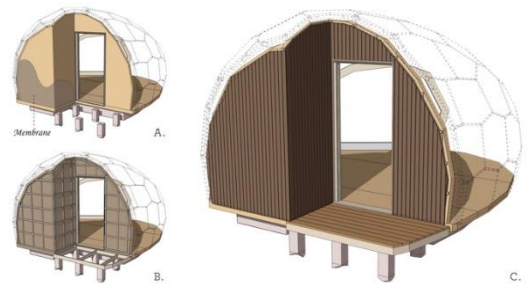
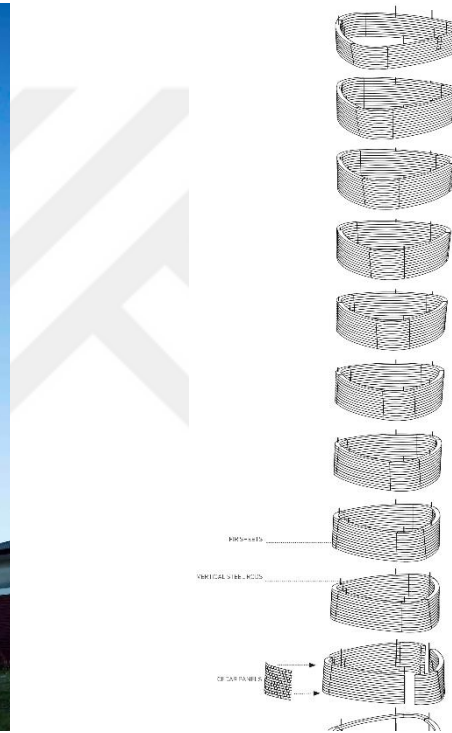
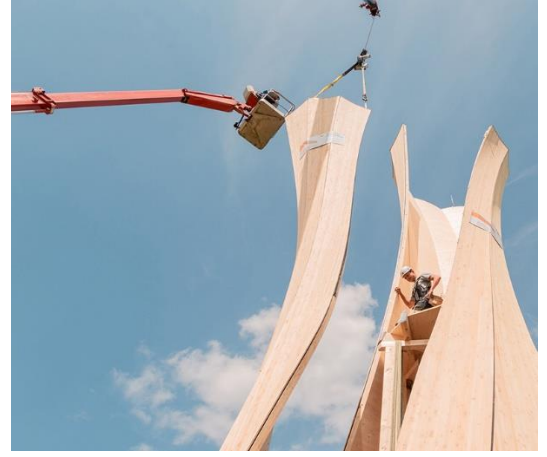
Teknolojik üretim araçları, endüstriyel ahşabın fabrikada işlem görme sürecinde önemli bir yere sahiptir. Ahşap malzemenin üretiminde kullanılan teknolojik araçların geliştirilmesi ile birlikte; malzeme performansında artış, yüksek adaptasyon, farklılaşma, hız, verimlilik ve tasarım esnekliği gibi önemli avantajlar sağlanmıştır.

CLT, LVL gibi işlenmiş ahşap ürünler yüksek teknolojik uygulama gerektirir (Hudert ve Pfeiffer, 2019.). Dijital teknoloji ile inşaat dünyasında tasarım alanı tek tip binalar ile sınırlı değildir. Dijital modelleme kullanarak üretilen ürünler daha verimli ve yaratıcı hale getirilebilir. Gelişen robotik cihazlar ve 3D yazıcı sayesinde, ahşap esaslı ürünler her türlü detayda ve yüzey kalitesinde işlenebilir (Waugh ve Thistleton, 2018). Örneğin bir apartman, konut veya okul gibi her türlü bina özelleştirilerek farklı tasarımlar ortaya koyulabilir. Ayrıca ahşap ile birlikte hibrit çözümler getirilerek malzemelerin en iyi özelliklerinin en iyi şekilde kullanımı sağlanabilir (URL-78, 2020). Şekil 2.25'te dijital modelleme kullanılarak üretilen CLT ahşap yapı uygulama örnekleri verilmiştir.

Önceden ahşap parçaları kullanarak geometrik olan karmaşık binaları üretmek ve montajını sağlamak zordu. Son yıllarda ise bu parçaları birleştirmek için robotik kolları kullanan yeni bir inşaat yöntemi geliştirildi. Bu yöntem ile belirli bir konuma yerleştirilen robotlar; hareket halinde kesme, kaldırma, çevirme ve döndürme işlerini gerçekleştirerek istenilen tasarımı oluşturabilmektedir (URL-79, 2020).



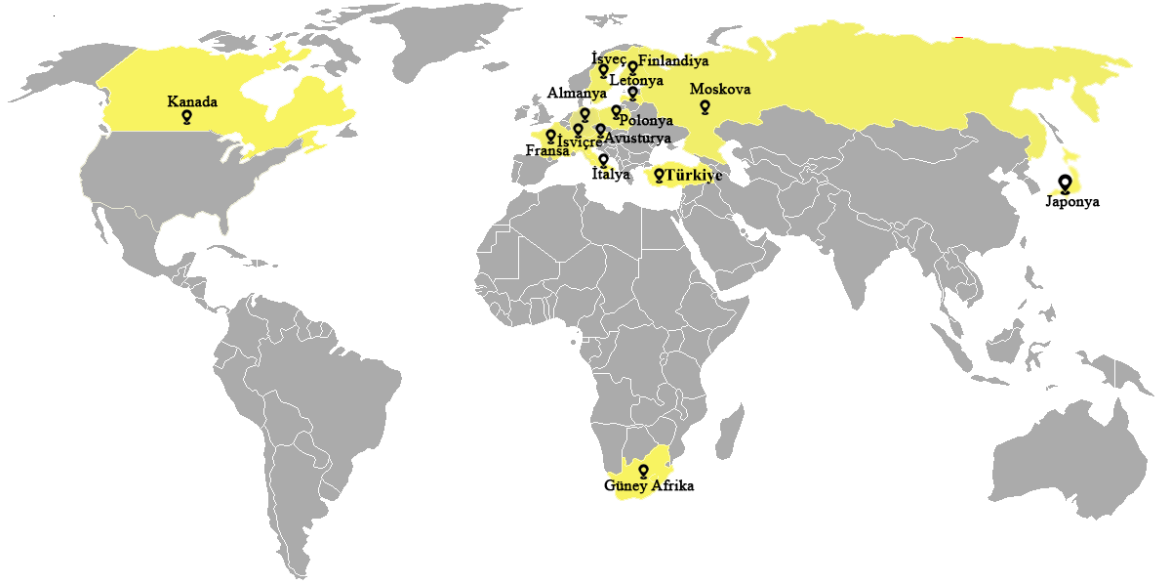
Şekil 2.25. Dijital modelleme kullanılarak yapılan CLT yapı örnekleri (URL-80, 81, 82, 83 ve 84, 2020)



Şekil 2.25'in devamı

2.1.1.1.5. Üretici Firmalar ve CLT'nin Ülkelerde Kullanılma Durumu

Avrupa, Amerika ve Kanada bölgeleri CLT panel üretim ve uygulaması en çok olan bölgelerdir. Stora Enso, Kihl, Binderholz, Structurlam gibi firmalar CLT yapı malzemesinin üretiminin en fazla yapıldığı firmalardır. Türkiye’de ise Antalya’da bulunan “Naswood” ilk üretici firma olmuştur. Ek Tablo 1.1 ve 1.2’de sırasıyla 2017 yılında üretilen CLT panel hacmi ve firmalara göre CLT panel boyutları; CLT firma üreticilerin bulunduğu ülkeler Şekil 2.26’de verilmiştir.

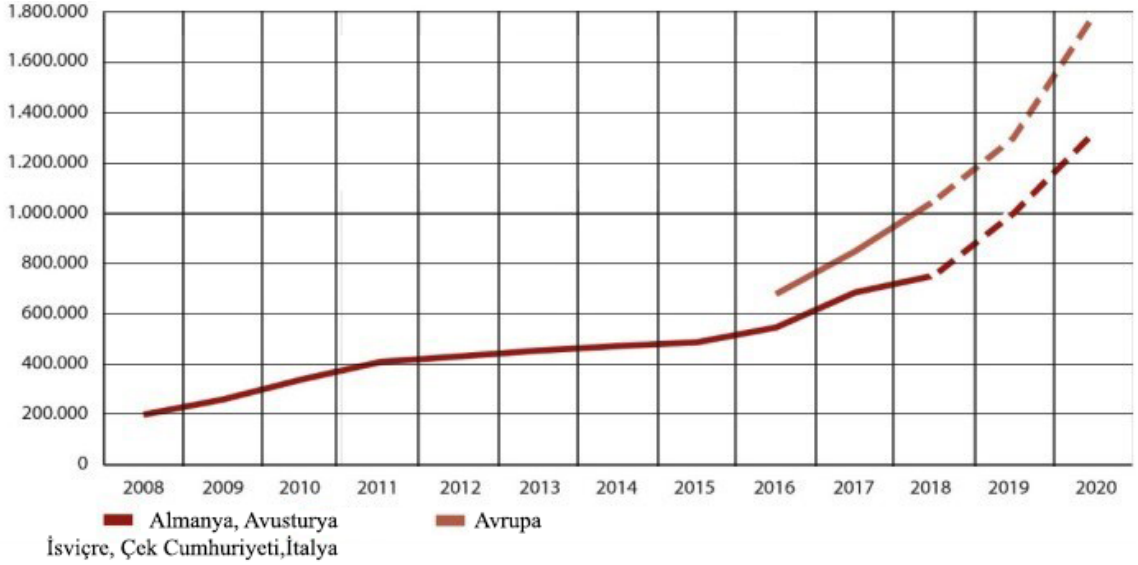


Şekil 2.26. CLT firma üreticilerin bulunduğu ülkeler (URL-85 ve 86, 2019)

Son yirmi yıldır masif ahşap yapılara yönelik çalışmalar ve uygulamalar artmıştır. CLT kullanımının ve üretiminin en uygun olduğu bölgeler ılıman ve soğuk iklim bölgeleri olmasına rağmen CLT'nin dünya çapında kullanımı, uygulama ve araştırma alanı artmaya başlamıştır (Smyth, 2018).

Ahşap esaslı malzemelere yönelik çalışmaların artmasında Avrupa büyük rol oynamıştır. Bununla birlikte CLT yapı malzemesinin kullanımı açısından Avrupa’da; Almanya ve Avusturya, Amerika’da; ABD, Kanada, Yeni Zelanda, Asya’da; Japonya ülkelerinde zamana bağlı olarak artış görülmektedir (Albee vd., 2019).

2018 yılında yapılan bir çalışmaya göre Almanya, Avusturya, İsviçre, Çek Cumhuriyeti ve İtalya’da CLT üretim miktarının 2020’den itibaren 1.200.000 bin metreküp olacağı tahmin edilirken, Avrupa’nın genelinde toplam 1.400.000 bin metreküp üretim beklenmektedir (URL-80, 2019). Bu çalışmaya göre Almanya, Avusturya, İsviçre, Çek Cumhuriyeti ve İtalya’nın Avrupa’da en önemli CLT üreticileridir. Şekil 2.27’de Avrupa’da CLT üretiminin 2008’den 2020’ye kadar gelişim grafiği verilmiştir.



Şekil 2.27. Avrupa’da CLT üretiminin 2008’den 2020’ye kadar gelişim grafiği (URL-80, 2019)

2.1.1.1.6. Yönetmelikler ve Standartlar

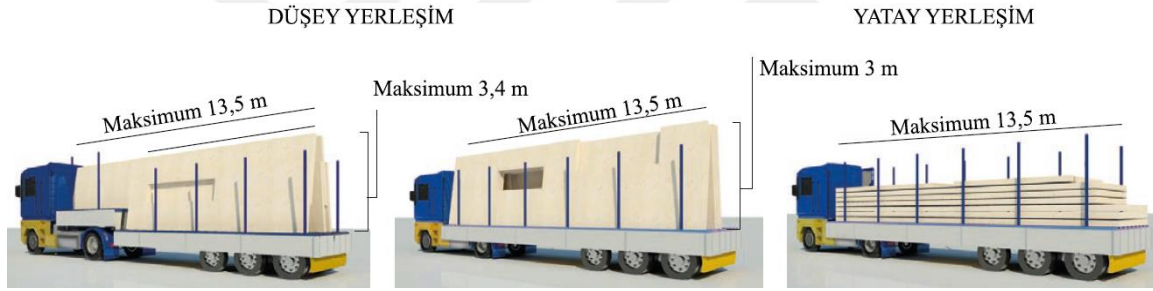
CLT ile ilgili standartlar Ek Tablo 1.3’te verilmiştir.

2.1.1.1.7. Nakliye

Bir binanın tasarımını yapmadan önce kullanılacak CLT panellerin taşıma işlemlerinin önceden planlanması önemlidir. CLT panellerin boyutları ve tasarımına bağlı olarak maliyeti fazla olabilir. Boyutundan dolayı özel nakliye hizmetleri gerekebilir. Bunun için yetkili bir nakliye uzmanından yardım alınmalıdır (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Şekil 2.28’de nakliye aracına CLT panellerin yerleşim düzenlerinin nasıl olabileceği ile ilgili görseller

verilmiştir. Nakliye maliyetleri bir işte toplam maliyetin %10'luk kısmını oluşturur. Panellerin en makul fiyatta ve en uygun şekilde taşınması için bazı parametrelere dikkat edilmelidir:

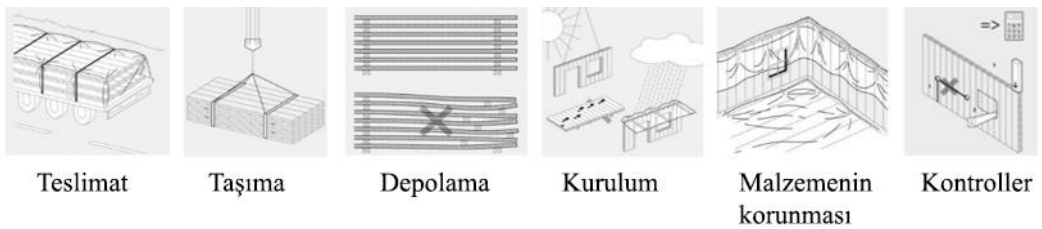
- CLT paneller düzenli ve nakliye aracında hiçbir yer boş kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Nakliye aracının boyutlarından daha geniş veya uzun paneller araca yüklenmemelidir.
- Kapı, pencere gibi açıklıkların büyük olması veya karmaşık şekilde boşluklar bulunduran paneller, nakliye aracına verimli şekilde yerleşimi azaltabilir ve nakliye maliyetini arttırabilir.
- Gerektiğinde şantiyeye ulaşım güzergahı kapatılmalı veya polis eskortu eşliğinde yük taşınmalıdır (Waugh ve Thistleton, 2018).



Şekil 2.28. Nakliye aracına CLT panel yerleşim düzenleri (URL-87, 2020)

2.1.1.1.8. Şantiye

Şantiye kısmı; teslimat, taşıma, depolama, kurulum, malzemenin korunması ve kontroller olmak üzere 6 aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2.25).



Şekil 2.29. Şantiyedeki aşamalar (URL-88, 2019)

- Teslimat:

Paneller nakliye aracına üst üste 2 veya 3 deste olacak şekilde yüklenerek birbirine bir halat vb. bir ip yardımıyla bağlanır (Şekil 2.30). İnşaat alanında malzemelerin boşaltılması ve depolanması için uygun bir alan ve zemin hazırlanır. Şantiye alanının zemini ve çevresi uzun araç ve vinç için erişilir olmalıdır. Panellerin inşaat alanına boşaltılması forklift veya bir vinç yardımıyla gerçekleşir (BCA, 2019 ve Structurlam, 2019). Malzemeler sahaya teslim edildiğinde saha güvenlik sorumlusu tarafından şu işlemler yapılmalıdır:

- Tüm yapı elemanlarının teslim edilip edilmediği kontrol edilmelidir.
- Yapı elemanlarında hasar olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Eksik ve hasar varsa firmaya bildirilmelidir (BCA, 2019).



Şekil 2.30. CLT panel ile yüklenmiş nakliye araçları (Structurlam ve Binderholz, 2019)

- Taşıma:

CLT paneli nakliyat aracından şantiyeye taşımak için üretim aşamasında panel üzerinde askı yeri yapılır. Panelleri taşıma işlemi yapı elemanına bağlı olarak yatay veya düşey olarak uygulanmaktadır (URL-89, 2019 ve Karacabeyli ve Douglas, 2013). Taşıma işlemi bir vinç, helikopter, forklift gibi araçlarla gerçekleştirilir (Şekil 2.31).



Şekil 2.31. Helikopter ve vinç ile panel taşıma işlemi (Trada, 2020 ve URL-133, 2019)

- Depolama:

CLT panellerin depolanması sırasında dikkat edilmesi gereken durumlar, aşağıda özetlenmiştir;

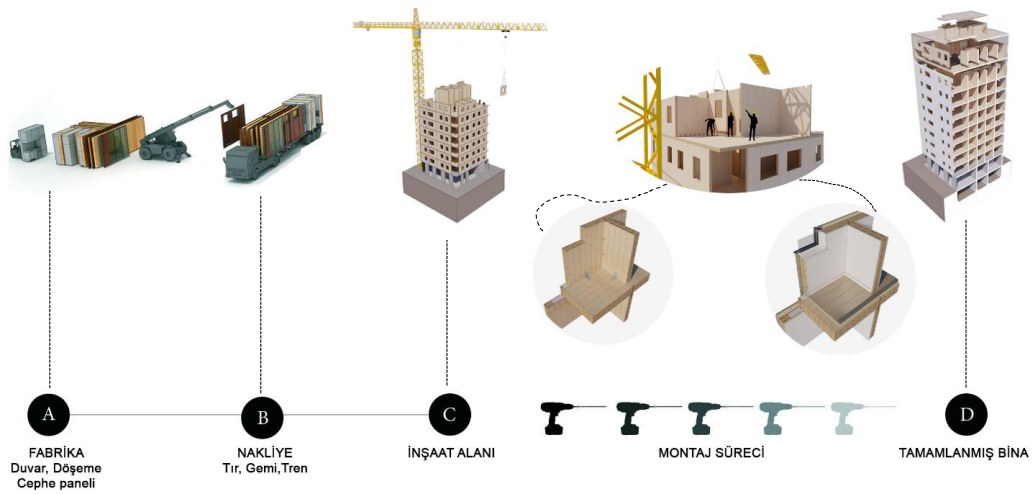
- Paneller beton, asfalt vb. bir yüzeyde veya temiz, kuru ve yeterli taşıma kapasitesine sahip toprak zeminde depolanmalıdır.
- Panellerin toprağa doğrudan temas ettirilmesi engellenmelidir. Panellerin toprağa değmemesi için arasındaki mesafe en az 25 cm olmalıdır.
- Paneller depolanırken, zaman kaybını önlemek ve kimliklerini belirlemek için düzenli ve kullanım sırasına göre dizilmelidir.
- Paneller arasında eşit aralıklarla takozlar koyulmalıdır.
- Yeterli havalandırmayı sağlamak ve yoğuşmayı önlemek için paneller paketlerinden çıkarılmalıdır (URL-88, 2019). Şekil 2.32’de CLT panelin depolandığı bir şantiye alanı gösterilmiştir.



Şekil 2.32. CLT panelin depolandığı şantiye alanı (URL-90, 2020)

- Kurulum:

CLT yapı malzemesinin en büyük avantajlarından biri kurulumun hızlı olmasıyla beraber hem zamandan hem de iş gücünden verimlilik sağlamasıdır. CLT panellerinde kapı, pencere ve servis kanallarının yerlerinin üretim aşamasında belirlenmesi ve bu boşlukların açılması inşaat sırasında montaj işlemini kolaylaştırır. Böylece kullanılan ekipman ve bağlantı elemanlarına göre montaj, her bir panel için 15 ile 60 dakika arasında sürmektedir (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Ayrıca diğer geleneksel yapım sistemlerine göre daha az montaj aletlerinin kullanılması, inşaat esnasında iskele kurulumuna ihtiyaç duyulmaması ve daha az işçinin çalışması hem ekonomik hem de zamandan tasarruf edilmesinde önemli rol oynamaktadır (Khan, 2017 ve URL-129, 2019).



Şekil 2.33. Planlama aşamaları (URL-91 ve 92, 2019)

Önceden üretilen CLT yapı malzemesinin verimli kullanılabilmesi için tasarımına uygun kurulum sağlanması ve kalifiye işçinin çalışması çok önemlidir. Kurulum aşamasının en az hatayla sürdürülebilmesi için inşaat öncesi detaylı bir planlama yapılmalıdır (URL-93, 2019). Şekil 2.33'te gösterildiği gibi bu planlama süreci sırasıyla;

- CLT firmasından tasarıma uygun panellerin siparişini vermek,
- Panellerin boyutuna ve kapasitesine uygun bir araçla inşaat alanına verilen siparişleri getirmek,
- İnşaat alanına getirilen panellerin hemen kurulumunu sağlamak veya sınırlı bir süre içerisinde uygun depolama alanı bulmak (URL-93, 2019),
- Kurulum sırasına göre malzemeleri inşaat alanında sıralamak (Structurlam, 2019),
- Kurulum sırasında panellerin güvenli bir şekilde taşınması için panellerin ve binanın kapasitesine uygun bir araç (vinç gibi) kullanmak (Structurlam, 2019),
- Kurulum sürecinde projeye göre gerekirse özel yapı detayları çözmek (Structurlam, 2019),
- Binayı nemden korumak amacıyla özel önlemler almak (URL-94, 2019),
şeklindedir.

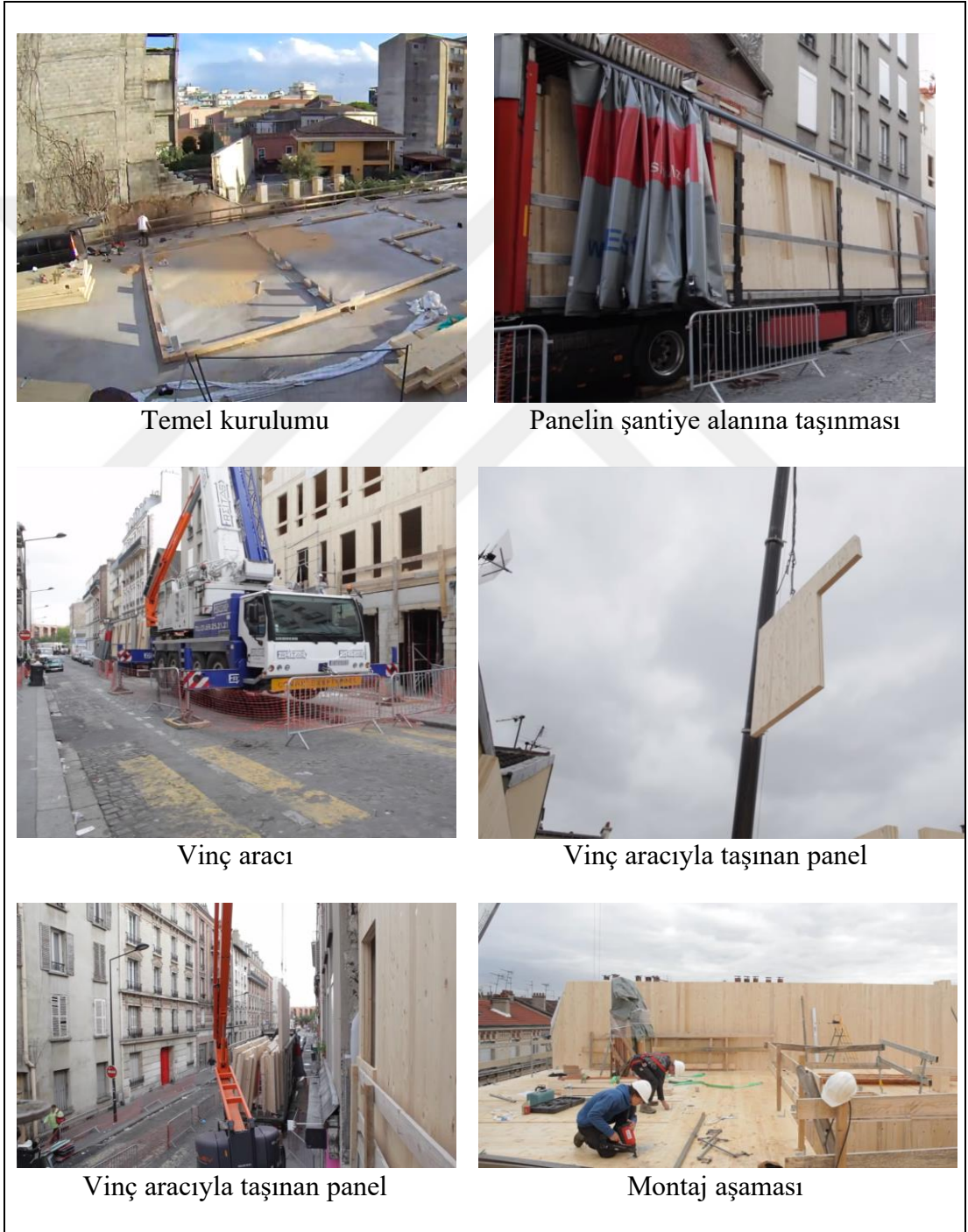
5-6 kişilik bir inşaa ekibiyle günde 25-30 panel montajı yapılabilir. Beton ve çeliğe göre ağırlığı daha az olduğu için içerik bakımından fakir topraklarda yapının temel maliyetinin düşürür. Ayrıca çelik ve tutkallı tabakalı ahşap ile birlikte kullanılarak esnek tasarım sağlar (URL-94, 2019). Kurulum sırasında gerçekleşen aşamalar sırasıyla verilmiştir:

- Binanın temel kısmı yapıldıktan sonra her bir kat inşa edilerek ilerleme sağlanır.
- Kolon sistemi kullanılacaksa ilk önce kolonlar yerleştirilir.
- Önceden yerleri belli olan duvar panelleri sırasıyla bir vinç yardımıyla binaya taşınır. Bu paneller halatlar ve metal elemanlar ile vince bağlanır.
- Vinçle taşınan paneller, çalışan ekip tarafından yönlendirilerek belirlenen yerlere koyulur.
- Yerleştirilen paneller, önceden vidalanan köşebentlere monte edilir.
- Vidalanan panellerin diğer panellerle birleşerek tamamen yerine oturması için balyozla panele vurulur.
- Bu işlemlerden sonra belirli bir açıda çelik elemanlarla paneller desteklenir.
- Duvar panellerinin kurulumu tamamlandıktan sonra döşeme panelleri monte edilir.

İşlem süreci, inşa edilecek kat sayısı kadar tekrarlanır.

- Ana strüktür yapısı bittikten sonra kaplama ve diğer işler (tesisat, ısıtma, soğutma vb.) yapılır (URL-95, 2019). Tablo 2.5’te CLT yapı elemanının inşaat aşamalarının görselleri verilmiştir.

Tablo 2.5. İnşaat yapım aşamaları (URL-96, 97 ve 98, 2019 ve URL-99 ve 100, 2020)



Tablo 2.5'in devamı



Döşeme panellerinin kurulumu



Kolon ve duvar panellerinin kurulumu



Duvar panellerinin kurulumu



Duvar panelinin taşınması



Duvar panelinin taşınması



Duvar panellerinin montajı



Duvar panellerinin montajı



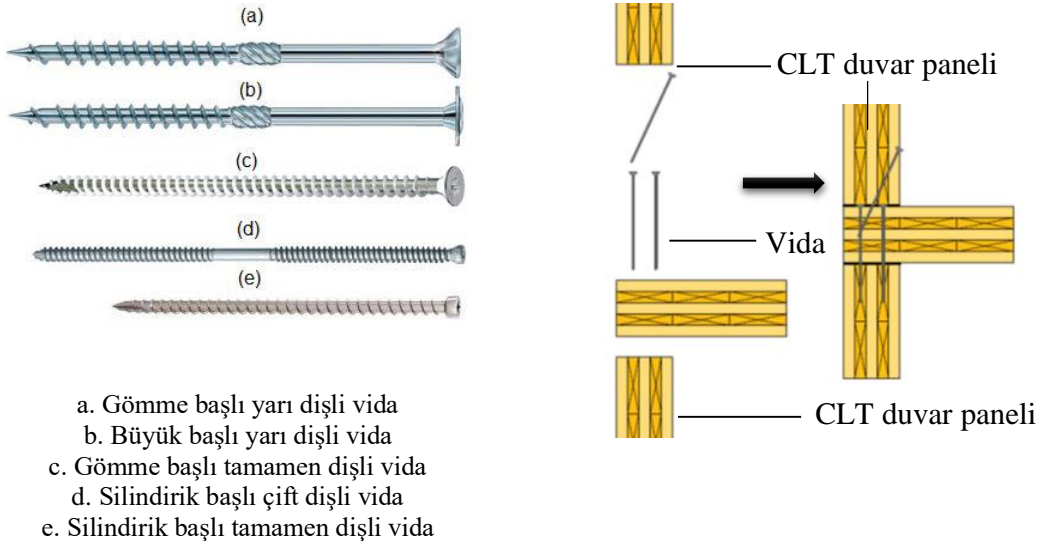
Duvar panellerinin çelik eleman ile desteklenmesi

CLT panel kurulumu sırasında kullanılan bağlantı elemanları ve birleşim türleri bulunmaktadır. Bunların özellikleri aşağıda verilmiştir.

Bağlantı Elemanları: Yapı montajı için bağlantı elemanı seçimi yapılırken, detaylandırma ve uygulamada dikkat edilmesi gereken 4 kriter vardır. Bunlar; yük aktarımı (sertlik, süneklik, sağlamlık gibi özellikler), görünüm, yangına dayanıklılık ve sağlamlıktır. Bu özelliklere sahip olan metal bağlantı elemanlarının endüstriyel ahşap sistemlerle kullanımı uygundur (Trada, 2020).

CLT yapı malzemesinin montajı sırasında genellikle 6 farklı türde bağlantı elemanı kullanılmaktadır. Bunlar; vidalar, çiviler, cıvata ve dübelller, kapalı/gizli metal plakalar, metal plaka ve köşeli braket, yenilikçi bağlantı elemanları şeklindedir.

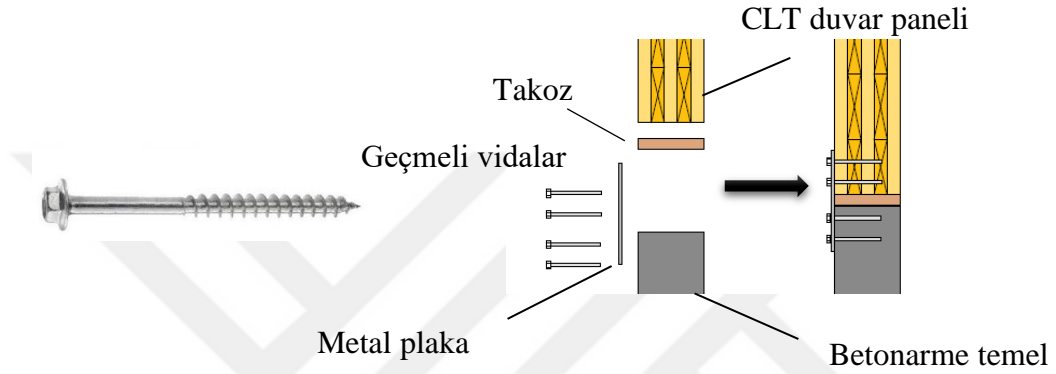
- **Vidalar:** Bir döşeme veya çatı panelini duvar paneline monte etmek için kullanılan en basit bağlantı elemanıdır. Kullanım yerine ve özelliklerine göre farklı türde vidalar bulunmaktadır. Bunlar genel olarak; ahşap vidalar, akıllı/matkap uçlu vidalar ve geçmeli vidalardır. CLT panellerin montajı için Avrupa'da ahşap ve matkap uçlu vidalar yaygın olarak kullanılmaktadır (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Akıllı vidanın uzunluğu 9.5 mm-150 mm arasında olmakla beraber, çapı 3 mm-6 mm arasındadır. Akıllı vidalarda geleneksel vidaların aksine yapı elemanının yüzeyinin delinmesi gerekmez. Yüksek çekme dayanımına sahiptir (URL-102, 2020) (Şekil 2.34).



Şekil 2.34. Farklı türde akıllı vidalar ve uygulama detay örneği (Naskali, 2017 ve Karacabeyli ve Douglas, 2013)

Vidalar çok çeşitli uç ve diş desenlerine üretilebilirler (URL-101, 2020). Tamamen ve çift dişli vidalar yarı dişli vidalara göre çekme kapasitesi daha iyidir. Ancak tamamen veya çift dişli vidalarda monte edildiğinde boşluk oluşabilir. Bunu engellemek için yarı dişli vida kullanılabilir.

Geçmeli vidalar, kısmen dişli vidalardır. Önceden monte edilecek yerin delinmesi gerekir (URL-103, 2019). Genellikle kullanılan uzunluk 600 mm olup en fazla 20 mm çaplı olmaktadır (Naskali, 2017) (Şekil 2.35).



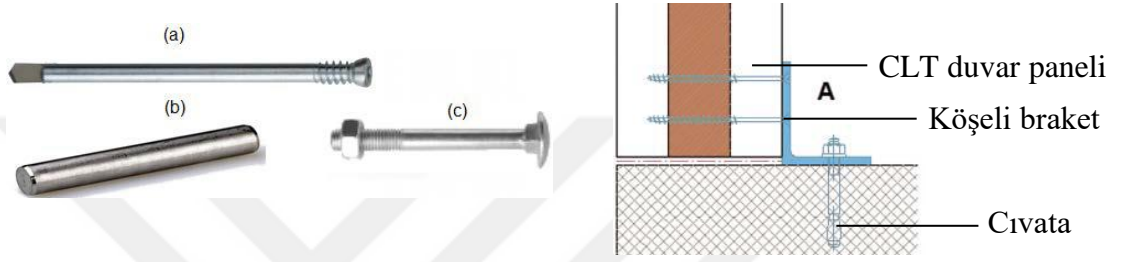
Şekil 2.35. Geçmeli vida ve uygulama detay örneği (Naskali, 2017 ve Karacabeyli ve Douglas, 2013)

- Çiviler: CLT panellerin montajında ahşap vidalar kadar sık kullanılmaz. Özel yüzey özelliklerine sahip çiviler çoğunlukla delikli metal plakalar ve braketler ile kullanılır (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Geleneksel çiviler düşük çekme kapasitesine sahiptir. Bu nedenle çoğu standartlarda düz çivi kullanımına izin verilmez (Naskali, 2017). Şekil 2.36'da çivi ve uygulama detay örneği gösterilmiştir.



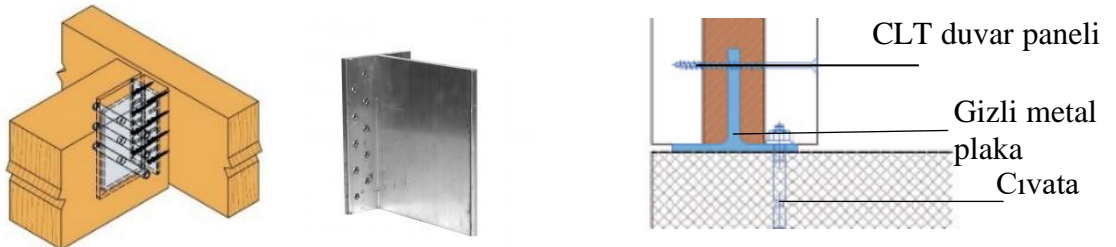
Şekil 2.36. Çivi ve uygulama detay örneği (URL-104, 2020 ve Structurlam, 2019)

- Cıvata ve dübeller: Özellikle ağır ahşap konstrüksiyonda (LVL, GLT gibi) bağlantı elemanı olarak kullanılır. Yanal yüklere karşı dayanım sağlar (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Kesme kuvvetine dayanımı sayesinde metal plakalar, kiriş askıları veya gizli bağlantılarla birlikte kullanılabilir. Geleneksel dübellerin çekme kuvvetlerine dayanımı azdır. Onların yerine kendinden yüzey delici dübeller kullanılarak inşaat sırasında harcanan zaman azaltılabilir (Naskali, 2017). Şekil 2.37’de cıvata ve dübellerin uygulama detay örneği gösterilmiştir.



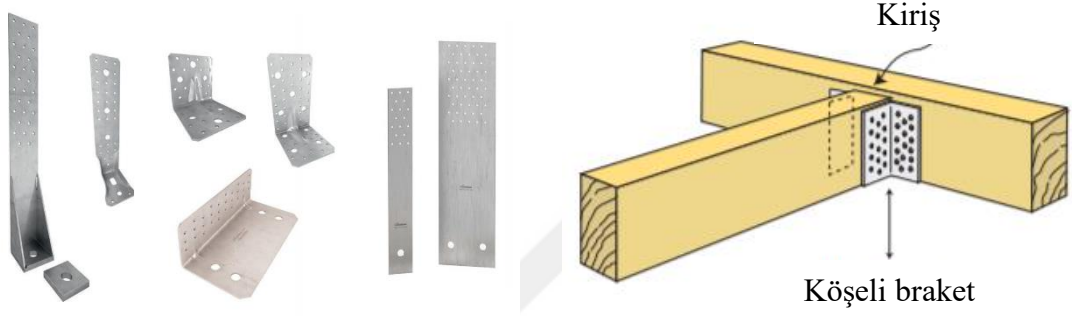
Şekil 2.37. Cıvata ve dübel uygulama detay örneği (Naskali, 2017 ve URL-105, 2019)

- Kapalı/gizli metal plaka: İki veya daha fazla ahşap elemanı birleştirmek için kullanılan delikli metal plakalardır. Genellikle dökme demirden veya hafif metallerden yapılırlar (URL-106 ve 107, 2020). Yüksek yük taşıma kapasitesine sahiptirler. Gizli kiriş askıları, yapı elemanının içine yerleştirilip monte edilir. Böylece dışardan görülmesi engellenerek estetik açıdan iyi bir görünüm ve yangından korunum sağlanır (URL-108, 2020). Şekil 2.38’te kapalı/gizli metal plaka ve uygulama detay örneği gösterilmiştir.



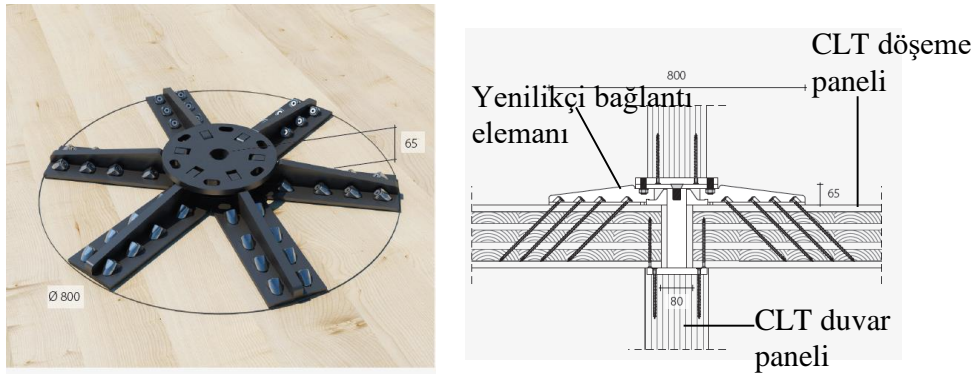
Şekil 2.38. Kapalı/gizli metal plaka ve uygulama detay örneği (URL-109, 2020 ve URL-105, 2019)

- Metal plaka ve köşeli braket: Panele dik olacak şekilde yerleştirilir, daha sonra vida veya çivilerle birlikte montaj işlemi gerçekleştirilir. Kiriş ve duvar birleşimlerinde yüksek dayanımlı bağlantı sağlar. En basit ve en verimli bağlantı elemanlarından biridir (Karacabeyli ve Douglas, 2013 ve Pryda, 2019). Şekil 2.39’da köşeli braket ve uygulama detay örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.39. Köşeli braket ve uygulama detay örneği (Rothoblaas, 2019 ve Pryda, 2019)

- Yenilikçi bağlantı elemanları: Teknolojinin gelişmesi, performans özelliklerinin artırılmak istenmesi, maliyet ve zaman tasarrufu sağlamak gibi faktörlerden dolayı üretilmiştir. Şekil 2.40’ta yenilikçi bağlantı elemanı ve uygulama detay örneği gösterilmiştir.



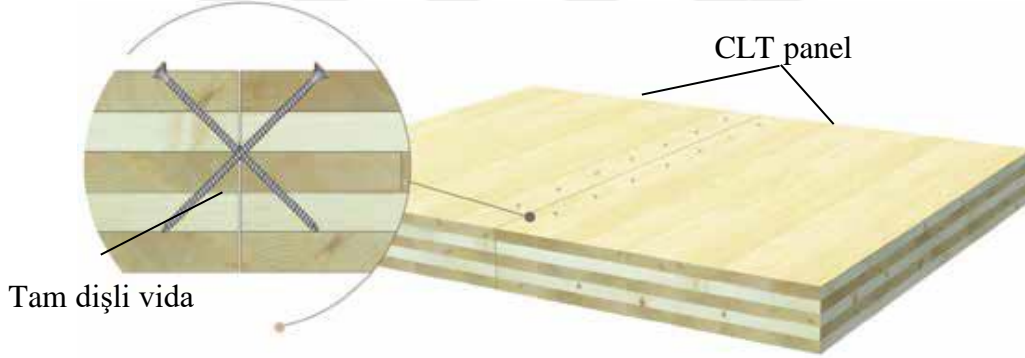
Şekil 2.40. Yenilikçi bağlantı elemanı ve uygulama detay örneği (URL-110, 2019)

Birleşim Türleri: CLT yapı elemanlarının montajı sırasında en çok tercih edilen 3 farklı birleşim türü vardır. Bu birleşim türleri yapılarda en çok duvar-duvar, döşeme-döşeme veya duvar-döşeme panel birleşimlerinde kullanılır. Bunlar;

- Düz/küt birleşim sistemi,
- Yarı bindirmeli birleşim sistemi,
- Ek parçalı birleşim sistemi

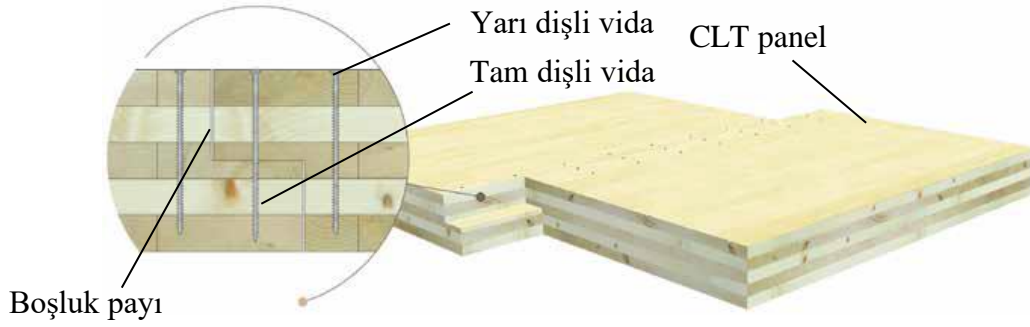
şeklindedir. Birleşim sistemlerinin özellikleri sırasıyla verilmiştir:

- Düz/küt birleşim sistemi: Paneller düz bir şekilde kenarlarından kesildiği için imalat açısından en basit, uygulaması en kolay ve en zayıf bağlantı türüdür (Şekil 2.41). Üretim sırasında diğer sistemlere göre daha az atık malzeme geriye kalır. Yapıştırılan iki panel genellikle vida, çivi, dübel gibi bağlantı elemanlarıyla açılı olacak şekilde monte edilir. Böylece yapı elemanlarının dayanımı artırılır (URL-111, 2019 ve MTC, 2020).



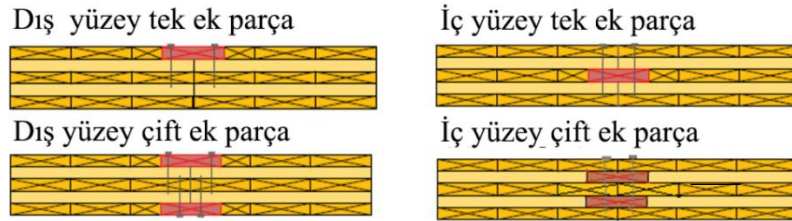
Şekil 2.41. Düz/küt birleşim sistemi (Structurlam, 2019)

- Yarı bindirmeli birleşim sistemi: Bu bağlantı sisteminde ek parça (kontrplak gibi) kullanımına gerek duyulmaz (Şekil 2.42). İki CLT panel birbiri üzerine yerleştirilerek panellerin akıllı vidalar ile montajı yapılır (URL-112, 2019). Bağlantı alanı geniş olduğu için düz bağlantıya göre daha sağlam bir birleşim sistemidir (URL-111, 2019). Bağlantı elemanı olarak genellikle uzun akıllı vidalar, dik veya eğimli açıyla montaj yapılacak şekilde kullanılır (MTC, 2020).



Şekil 2.42. Yarı bindirmeli birleşim sistemi (Structurlam, 2019)

- Ek parçalı birleşim sistemi: Bir araya getirilen panellerin tek yüzeyine, çift yüzeyine veya iç katmanına ek parça koyularak uygulanan basit bir birleştirme yöntemidir. Duvar-duvar veya döşeme-döşeme yapı elemanlarının bağlantısında kullanılır. Panellerin akıllı vida, ahşap vida veya çiviler ile montajı sağlanır (Şekil 2.43). Gerekirse bağlantıya daha fazla sağlamlık kazandırmak için mekanik bağlantı elemanlarına ek olarak yapıştırıcı da uygulanabilir. İç katmanına ek parça koyularak uygulanan sistem, tek yüzeyine veya çift yüzeyine koyulan ek parça uygulamasına göre daha dayanımlıdır (Karacabeyli ve Douglas, 2013 ve Naskali, 2017).



Şekil 2.43. Ek parçalı birleşim sistemi (Karacabeyli ve Douglas, 2013)

- Koruma:

CLT paneller yağmur, kar ve buzlanmadan korunmalıdır. Eğer korunmazsa ahşap üzerinde kir oluşabilir ve ahşap rengini kaybedebilir. Ayrıca higroskopik (suyu emen) yapısından dolayı bünyesinde şişmeler meydana gelebilir (Karacabeyli ve Douglas, 2013). Paneller ıslanırsa uygun bir şekilde kurumması sağlanmalıdır. İnşa aşamasında yapının çevresel etkilerden korunması için bazı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri şantiyede montaj aşamasında CLT panelin üzerine geçici, şeffaf, nem ve kir tutmayan

kaplama uygulaması yapmaktır. Bir diğeri ise yapı brandalar ile örtülerek veya hareket edebilir tente ile korunabilir (URL-88, 2019 ve URL-530, 2020) (Şekil 2.44).



Şekil 2.44. Koruma yöntemleri (Gasparri vd., 2020)

- Kontroller:

CLT panel üzerinde oluk, tesisat, kapı ve pencere boşluklarının açılmasına genellikle izin verilmez. Küçük işlemler ve değişiklikler şantiye şefi, üretici, tasarımcı ve mühendis tarafından ortak karar verilerek gerçekleştirilir. Montaj işlemi bittikten sonra panellerin hasar görmüş yüzeylerinde onarımlar yapılır (URL-88, 2019).

2.1.1.1.9. Kullanım Aşaması

İnşaat sonrası kullanım aşaması sırasında dikkat edilmesi gereken bazı önlemler verilmiştir. Bunlar;

- Binadaki bağıl nem korunmalı ve takip edilmelidir.

- Yağmur ve nemden dolayı korunumu sağlanmamış CLT panellerde lekelenmeler meydana gelebilir. Bu lekelenmeleri önlemek için galvanizli cıvata ve bağlantı elemanları kullanılmalıdır.

- Bina içindeki ani ısı artışları CLT panellerin nem içeriğinde ani değişiklikler yaparak yapısal bütünlüğünün bozulmasına neden olabilir. Bundan dolayı iki üç hafta içerisinde kademeli olarak ortam sıcaklığı artırılmalıdır.

- Ahşap ürünler, doğal ışığa maruz kalınca odun liflerinde oksidasyon meydana gelerek renk değişimleri olabilmektedir. Uzun bir süreçte renk farklılıkları eşitlenerek kendiliğinden geçebilir. Kendiliğinden geçmezse etkilenen bölgeler zımparalanarak renk farkı düzeltilebilir (Structurlam, 2019).

2.1.1.1.10. Avantajlar ve Dezavantajlar

Yenilikçi endüstriyel ahşap yapı malzemesi olan CLT'nin, yüksek performans ve sürdürülebilir özellikler sağlayan çok sayıda avantajının yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Bu avantajlar sırasıyla;

- Düşük karbon ayak izi ve yaşam döngüsü sağlamak,
- Kaynakları verimli kullanmak,
- Kullanıcı sağlığını olumlu yönde etkilemek,
- İnşaat sahasının güvenliği arttırmak,
- Verimli ve hızlı kurulum sağlamak,
- Tasarım esnekliği sağlamak,
- Maliyet rekabet gücünü arttırmak,
- Yüksek ısı yalıtım, yangın, deprem dayanımı performansı, akustik ve nem performansı sağlamak,

dezavantajlar ise sırasıyla;

- Esnek olmayan uygulama süreci,
 - Yeni bir inşaat biçimi olması,
- şeklindedir (Horx-Strathern,).

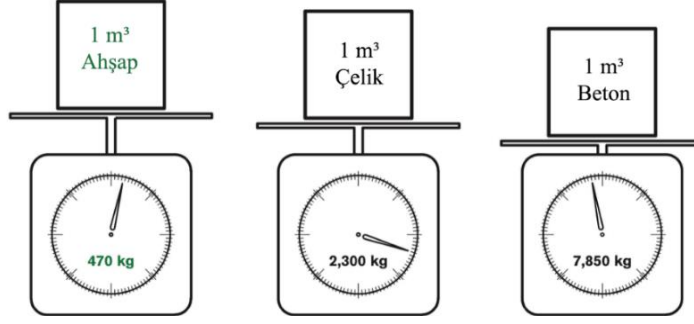
- Düşük karbon ayak izi ve yaşam döngüsü: Hammaddesi ahşap olan ve sürdürülebilir ormanlardan üretilen CLT, daha fazla fosil yakıt tüketen diğer malzemelere göre yenilenebilir ve çevre dostu bir üründür. Kullanılan ahşap malzemesi, ömrü boyunca

CO₂ gazını kendi bünyesinde depolar ve ahşap malzemenin kullanım ömrü bitince biyo yakıt olarak geri dönüşümü sağlanabilir (Borgström ve Fröbel, 2019 ve URL-30, 2019). Geri dönüşümde kullanılmak üzere ahşap atıkları değerlendirilebilir (Şekil 2.45).



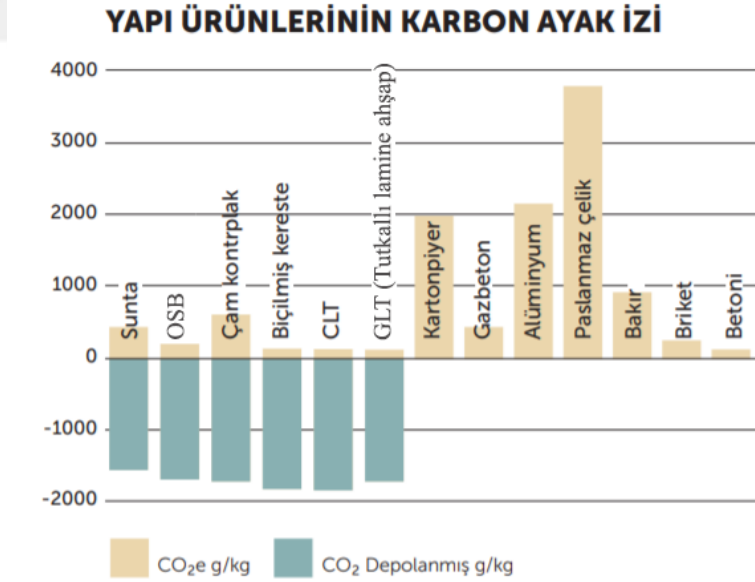
Şekil 2.45. Ladin bitkisi, tomruklar ve geri dönüşüm için ahşap atıklar (Borgström ve Fröbel, 2019 ve URL-113 ve 114, 2020)

Karbon depolama özelliği sayesinde ahşap; %14-31 oranında karbondioksit emisyonunu bünyesinde tutarken, diğer geleneksel mineral bazlı malzemeler %50 oranında karbondioksit emisyonuna neden olmaktadır (Norwood, 2016). 1 metreküp ahşap, yaklaşık olarak 1 ton CO₂ bünyesinde depolar. Böylece sera etkisini azaltarak doğaya katkıda bulunmuş olur. Üretim aşamasında ise ahşabın harcadığı enerji diğer yapı malzemelerine göre düşüktür. Ahşap üretiminin %90'ı fırınlama evresinde harcanmaktadır. Ancak ağaç başına kullanılan enerji, çeliğe göre daha azdır. Bunun nedeni, üretilen 1 kg ahşabın çelikten daha büyük hacme sahip olması ve ağırlığının daha az olmasıdır (Woodproducts.fi, 2019). Şekil 2.46'da 1 m³ ahşap, çelik ve betonun ağırlıkları verilmiştir.



Şekil 2.46. 1 m³ ahşap, çelik ve betonun ağırlıkları (GFA, 2018)

Ahşap esaslı ürün olan CLT yapı malzemesiyle yapılan ahşap binalarda karbonun önemli bir kısmı depolanmaktadır. Finlandiya VTT Teknik Araştırma Merkezi'nde 2013 yılında CO₂ salınımı ile ilgili bir proje yapılmıştır. Bu projeye göre malzemelerin karbon ayak izi oranları Şekil 2.47'de verilmiştir. Bu verilerde en fazla karbon depolayan malzeme CLT yapı malzemesiyken, en fazla karbon ayak izi bırakan yapı malzemesi ise paslanmaz çelik olmuştur (Woodproducts.fi, 2019).

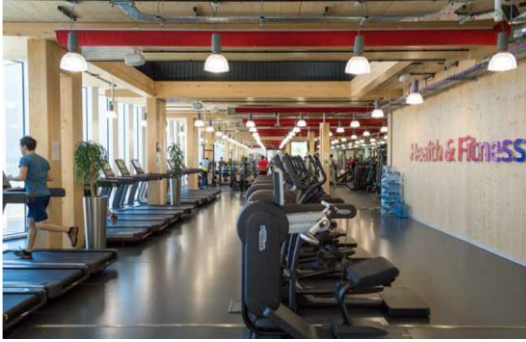


Şekil 2.47. Yapı ürünlerinin karbon ayak izi grafiği (Woodproducts.fi, 2019)

- Kaynağı verimli kullanma: CLT, fabrikada istenilen biçimde tasarlanıp üretildiği için şantiye alanında montaj sırasında atık oluşumu azdır (Texas A&M Forest Service,

2019). Özellikle her proje için özel üretim gerçekleştiğinden mevcuttaki kaynakların verimli kullanılması sağlanır. Üretimde kesim sırasında büyük panellerden arta kalan malzemeler merdiven gibi daha küçük ebattaki yapı elemanlarının yapımında kullanılmak üzere işlem görür. Ayrıca oluşan ahşap atık parçaların biyo yakıt olarak kullanımı ile ekonomik açıdan katkı sağlanır (FPInnovations, 2019).

- Kullanıcı sağlığı: CLT yapı elemanı, ahşap ve toksin içermeyen strüktürel yapıştırıcılardan oluşmaktadır. CLT ile yapılmış binaların iç ortamındaki hava kalitesi yüksektir. Ayrıca uygun mekanik sistemlerle entegre edilerek kullanıcıya verimli ve sağlıklı çalışabileceği bir ortam sağlar. Yapılan çalışmalara göre ahşap, doğası gereği insanların görsel olarak stresini azaltarak kullanıcı psikolojisini olumlu etkilemektedir (URL-115, 2019). Ahşabın bir başka özelliği ise iç ortamda toz birikmesini ve alerjen etkenlerini azaltan ve yaşam kalitesini arttıran bir malzeme olmasıdır (Waugh ve Thistleton, 2018) (Şekil 2.48).



Şekil 2.48. Sky Health and Fitness Centre (Waugh ve Thistleton, 2018 ve URL-116, 2020)

- Saha güvenliği: CLT hazır yapı elemanı olduğu için inşaatlarda daha az iş gücü gerektirir. Bundan dolayı sağlık ve güvenlik problemlerinde orantılı bir şekilde azalma görülür. Yapım aşamasında duvar ve döşeme montajı birlikte gerçekleştiği için şantiyede oluşabilecek kazalar engellenebilir. CLT panel montajı sırasında, çalışma ortamında toz ve atık oluşumunun azalması daha temiz, kuru ve sıcak ortam sağlar. Binanın yapım aşamasında oluşan sesleri ahşap malzemenin emmesi sayesinde komşu yapılara fazla sesin yayılması önlenir. Yapı malzemesinin şantiyeye taşınmasında diğer malzemelere göre daha az nakliye aracına ihtiyaç duyulur. Böylece motor ve lastikten kaynaklı hava kirliliği

azaltılır (Waugh ve Thistleton, 2018). Şekil 2.49’da inşaat alanında montaj aşaması gösterilmiştir.



Şekil 2.49. İnşaat alanı (URL-117 ve 118, 2020)

- Verimli ve hızlı kurulum: Paneller önceden fabrikada üretildiği ve tasarıma göre gereken açıklıklar (pencere, kapı, tesisat gibi) özel makinelerle açıldığı için bu durum montaj süresini önemli ölçüde azaltır ve verimliliği artırarak maliyete olumlu katkı sağlar (WoodWorks, 2019 ve URL-30, 2019). CLT fabrikada üretildiği için herhangi bir olumsuz hava şartından etkilenmez ve bundan dolayı yapım sürecinde gecikme olmaz (URL-119, 2019). Ayrıca diğer malzemelere göre daha hafif olması, yapım sırasındaki inşaat gereksinimlerin daha az olmasına olanak tanır. Böylece diğer yapı malzemelerine göre %25 daha hızlı kurulum, %75 daha az işçi gereksinimi ve %90 daha az inşaat trafiği ortaya çıkacaktır (URL-30, 2019).

- Tasarım esnekliği: CLT yapı malzemesinin duvar, döşeme, merdiven gibi yapı elemanlarının üretimine olanak vermesini ifade etmektedir. Hafif olmasından dolayı yumuşak zeminlerde ve bitişik nizamın istendiği arazilerde kullanıma uygundur. Diğer geleneksel yapı malzemeleriyle birlikte kullanılabilir (FPInnovations, 2019). CLT panelin kalınlığını artırarak az sayıda taşıyıcı eleman ile geniş mekanlar oluşturulabilir. CNC makine sistemleri sayesinde CLT yapı malzemesine istenilen şekil verilebilir ve boşluklar açılabilir (WoodWorks, 2019). Birçok farklı çatı örtüsü uygulanabilir. Şekil 2.50’de Brezilya’daki Termite Pavyonu ve İsveç’teki Müzik Pavyonu verilmiştir.



Şekil 2.50. Termite Pavyonu ve Müzik Pavyonu, Fristad/İsveç (Borgström ve Fröbel, 2019 ve URL-122, 2020)

- Maliyet rekabet gücü: CLT'nin maliyeti; beton, çelik gibi diğer yapı malzemelerine göre yüksektir. Ancak bu maliyet yapılan tasarıma göre değişmektedir. İşçilik maliyetlerinde azaltma yapılarak, sahada ihtiyaç duyulan inşaat işçisi sayısı yarı yarıya düşülerek ve montaj süresinin azalması ile maliyetten tasarruf edilmektedir. Günümüzde Avrupa'da devam eden yeşil bina ve sürdürülebilirlik ilkeleri CLT malzemesinin kullanımına ilgiyi arttırmıştır (URL-120, 2019 ve URL-121, 2020). Bu durum CLT pazarının genişleyerek maliyetinin diğer malzemeler ile rekabet etme gücü sağlamıştır.

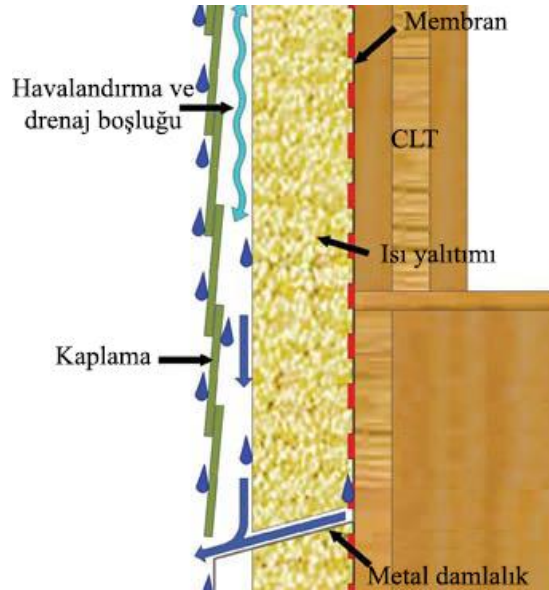
- Su ve nem performansı: Yapı malzemesi olarak ahşabın higroskopik yapısından dolayı nem oluşumuna karşı dayanımı azdır. Buna karşılık ahşap esaslı bir ürün olan CLT'nin, kütleli ve katmanlı bir yapıya sahip olmasından dolayı neme karşı dayanımı endüstriyel işlem görmemiş ahşaba göre daha yüksektir. Ancak CLT yapı malzemesinde oluşan nem, yavaş kuruma potansiyeli gösterir. Ayrıca kuruma sonrasında CLT panelin katmanlı yapıları arasında oluşan açıklıklar içerisine sızan nemden dolayı çatlaklar oluşabilmektedir (Wang vd., 2018 ve Thivierge, 2011) (Şekil 2.51).



Şekil 2.51. Suya ve neme maruz kalmış CLT panel (Schmidt, 2020)

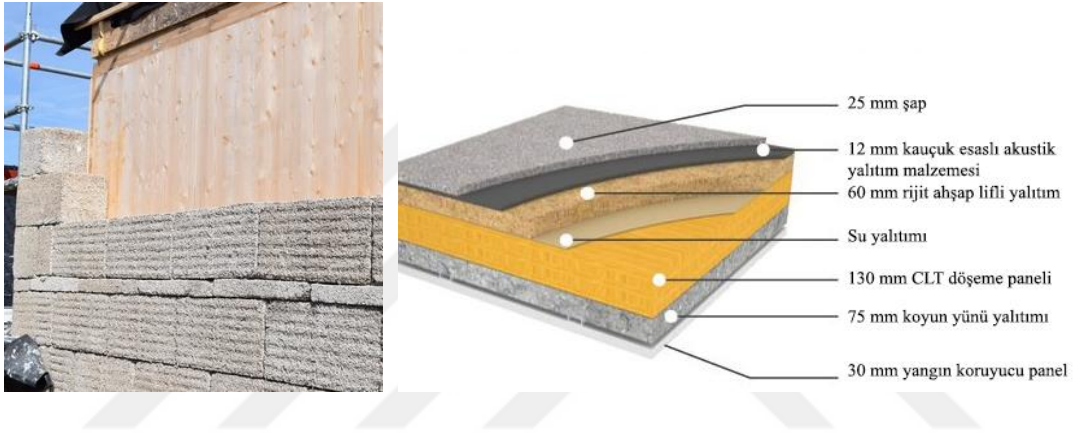
CLT yapı malzemesinin dış hava koşullarına bağlı olarak nemden uzaklaştırılması için bazı önlemler alınmalıdır:

- Yapısal olarak olumsuz koşullara karşı yüksek dayanım sağlayan ağaç türleri CLT üretiminde tercih edilmelidir (Wang vd., 2018).
- CLT'nin depolama, nakliye ve inşası sırasında suya karşı önlemler alınmalıdır (Thivierge, 2011).
- CLT'nin ideal nem seviyesine sahip olacak şekilde fabrikada üretimi sağlanmalıdır (Waugh ve Thistleton, 2018).
- Bina içinde hava akışı sağlanarak nem ve fazla ısı kazancı azaltılmalıdır (Thivierge, 2011).
- Havalandırılmalı bir cephe kaplaması uygulanırken su geçirmez ve buhar geçirgen bir membran uygulanmalıdır (URL-123, 2019) (Şekil 2.52).
- CLT yapı elemanının hava almasını ve nemin kurumasını sağlayacak uygun bir ek yalıtım ve buhar bariyeri kullanılmalıdır (URL-123, 2019).
- CLT'nin kurulumu yapılırken toprakla doğrudan temas yerine en az 150 mm olmak üzere toprakla araya mesafe koyulmalıdır (Waugh ve Thistleton, 2018).
- Kullanılan yapıştırıcıların nem dayanımı yüksek olmalıdır (URL-30, 2019).
- Bağlantı elemanlarının uygun bir yalıtım malzemesiyle üstü kapatılmalıdır (URL-123, 2019).



Şekil 2.52. Havalandırılmalı cephe detayı (Thivierge, 2011)

• Isı yalıtım performansı: Endüstriyel ahşap ürün olan CLT, ısı korunumu sağlayan doğal bir yapı malzemesidir. CLT ile beraber kullanımı uygun olan bir ısı yalıtım malzemesi, ortamın ısısını ayarlayarak kullanıcılara daha konforlu bir ortam sağlar. İzolasyon malzemelerinin kullanım alanı özellikle duvar, döşeme, çatı döşemesi ve kiriş gibi yapı elemanlarıdır (URL-124, 2019). CLT ile birlikte genellikle kullanılan; koyun yünü, ahşap elyaf, kenevir lifi gibi organik malzemeden üretilen yalıtım malzemeleri ile XPS, EPS gibi yalıtım malzemeleridir. Şekil 2.53'te CLT duvar paneliyle beraber uygulanan kenevir lifli yalıtım malzemesi ve döşeme paneli örnek detayı verilmiştir.



Şekil 2.53. CLT duvar paneliyle beraber uygulanan yalıtım uygulaması (URL-125 ve 126, 2020)

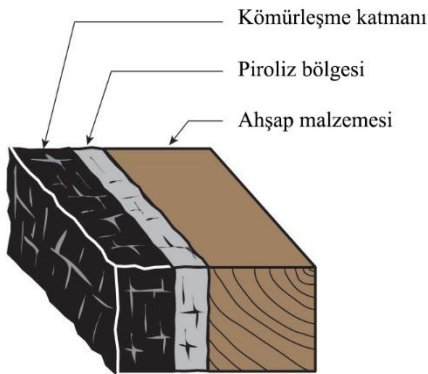
Yapı malzemelerinin depoladığı ısı miktarını ölçmek için -2019 yılı veya öncesinde- bir CLT üretici firması tarafından test uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu testte hafif ahşap çerçeve sistemi, ince CLT duvar paneli (10 cm), kalın CLT duvar paneli (20 cm), yığma duvar (yanmış kilden yapılmış hafif oyuk bloklar) ve beton duvar kullanılarak konfor ölçümü yapılmıştır. Yapılan testin sonucuna göre; hafif ahşap çerçeveli bir binanın kolayca ısınabildiği, CLT yapı malzemesinin kalınlığa bağlı olarak hafif ahşap çerçeveli sisteme göre daha zor ısınma sağlayabildiği, beton duvarlı bir binada aşırı ısınmanın bir sorun olmadığı ortaya konulmuştur (URL-127, 2019).

Malzemenin ısı iletkenlik değeri arttıkça ısı yalıtım performansı azalır. Tablo 2.6'da malzeme ve ısı iletkenlik değerleri verilmiştir. Bu tabloya göre CLT, 0,13 W / m ° K ısı iletkenlik değerine sahiptir. Bu değere bakıldığında betona göre ısı iletkenlik değeri ısı yalıtım açısından daha yüksektir (Teibinger ve Matzinger, 2019).

Tablo 2.6. Malzemelerin ısı iletkenlik değerleri (Teibinger ve Matzinger, 2019; URL-128 ve 185, 2019)

Malzeme	Isı iletkenlik değeri- $W / m \text{ } ^\circ K$
CLT	0,13
Beton	2,3
Mineral yün	0,042
EPS	0,035-0,045
XPS	0,030- 0,034
Ahşap fiber yalıtım	0,042

• Yangın dayanım performansı: Ahşap esaslı ürün olan CLT'nin sahip olduğu yapısal özelliği sayesinde yangına karşı dayanımı yüksektir. Yangın sırasında CLT panelin yapısal olarak performans göstermesinde kömürleşme katmanı önemlidir (Şekil 2.54). Kömürleşme katmanı, yangın durumunda ahşap bileşenlerini korumak için tasarlanmış olan mevcut strüktürel katmanın dışındaki ek yapısal katman olarak ifade edilmektedir (Bslc, 2018). CLT panelleri için uygun görülen kömürleşme oranı dakika başına 0,7-0,8 mm olarak hesaplanmıştır (Neve, 2017). Doğal koruyucu katman olarak görev yapan kömürleşme katmanı yangın anında ısı yayılma hızını azaltarak, alevin yüzeyde yayılma oranını düşürerek ve ahşabın ateş alma sürecini geciktirerek yangın dayanım süresinin artmasını sağlar (Karacabeyli ve Douglas, 2013).



Şekil 2.54. CLT'nin kömürleşme katmanı gösterimi (Neve, 2017 ve URL-129, 2018)

CLT ile ilgili yapılan yangın dayanım testlerinde ölçülen süre en az 30 dakika olmak üzere sağlanan şartlara bağlı olarak 45, 60, 90, 120 dakika olarak değişebilmektedir (URL-130, 2019). Bu süreyi arttırmak için bazı önlem ve uygulamalar bulunmaktadır:

- CLT panel kalınlığı/katman sayısı artırılmalıdır. Böylece yangın sırasında strüktürel yapı üzerinde ikinci bir alan oluşturularak yangına dayanım süresinin artması sağlanacaktır.

- CLT panel üzerine emprenye işlemi ile kromoforik (ışığı emen ve bir moleküle renk veren kimyasal bir grup) bir kaplama yapılmalı veya pH değeri nötr, su bazlı ve düşük VOC içeriğine sahip yangın geciktirici malzeme kullanılmalıdır (URL- 530 ve 531, 2020).

- Alçı panel gibi yangına karşı koruyucu ek katman kullanılmalıdır. Bu durum yangının yayılmasını geciktirirken termal iletkenliği azaltır (Pei vd., 2018).

- CLT üretiminde katmanları bir araya getiren yapıştırıcıların türleri yangın dayanımı açısından önemlidir.

- 16 mm kalınlığında bir yonga levhanın eklenmesi ile yangın dayanım süresi 10 dakika daha arttırılabilir.

- Çelik birleşim elemanları uygulanmasında; dübeller ve çelik plakalar yangın sırasında iyi performans göstermektedir (Karacabeyli ve Douglas, 2013).

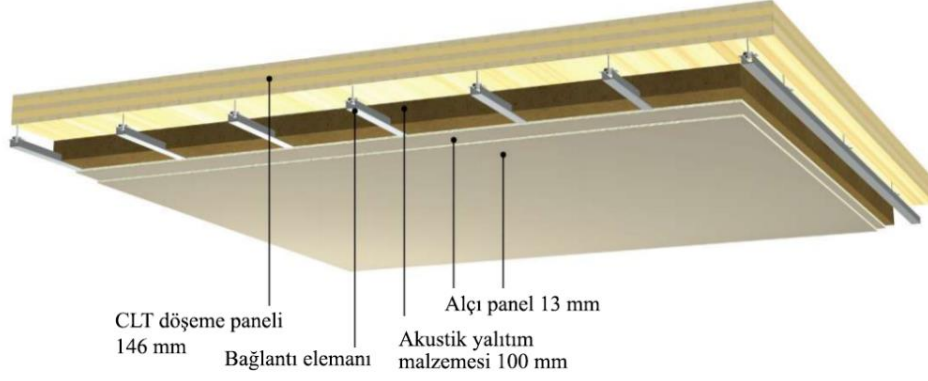
- CLT panel üzerinde yangın dayanımında en zayıf noktalar çelik birleşim noktalarıdır. Bundan dolayı açıkta kalan çelik birleşim bağlantı elemanları, uygun bir koruyucu eleman veya yalıtım ile kapatılmalıdır.

- Sprinkler (yağmurlama sistemi) sistemi önlem olarak kullanılabilir.

- Doğal ve/veya mekanik havalandırma sistemleri binaya uygulanmalıdır (URL-130, 2019).

- Özellikle merdiven ve asansör boşlukları gibi temel kaçış alanları, yanıcı olmayan malzemeler kullanılarak yapılmalıdır (URL-131, 2019).

- Akustik dayanım performansı: CLT, hafif ağırlığa sahip olmasından dolayı titreşim açısından duyarlı bir malzemedir (Waugh ve Thistleton, 2018). Akustik dayanımı arttırabilmek için CLT yapı malzemesiyle birlikte akustik malzemeler (alçı panel gibi) kullanılmalıdır (Teibinger ve Matzinger 2019). Şekil 2.55'te akustik önlemler alınmış CLT döşeme panel detay örneği verilmiştir.



Şekil 2.55. Akustik önlemler alınmış CLT döşeme panel detay örneği (Gagnon, 2020)

Döşeme ve duvar üzerine akustik performansın değerlendirilmesi amacıyla CLT ve ek malzemelerle testler yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda CLT için akustik performans açısından olumlu sonuçlar ortaya koyulmaktadır. Testlerde alçı panel gibi kaplamalı CLT ve kaplamasız CLT duvar karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda kaplamalı CLT duvar, kaplamasız CLT duvara göre 2 kat daha fazla ses yalıtımı sağlamıştır. Döşeme kesitleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda ise taş yünü kullanımı akustik açıdan olumlu etki göstermiştir. Taş yünü malzemesi ile ahşap lifli malzeme karşılaştırıldığında, taş yünü daha iyi bir akustik performans ortaya koymuştur. Yüzer döşemede kullanılan şapta, kuru malzemenin (çimento esaslı) yerine mermer granülü gibi yüksek yoğunlukta malzeme kullanımı akustik açıdan daha etkili olmuştur (Pagnoncelli ve Morales, 2019).

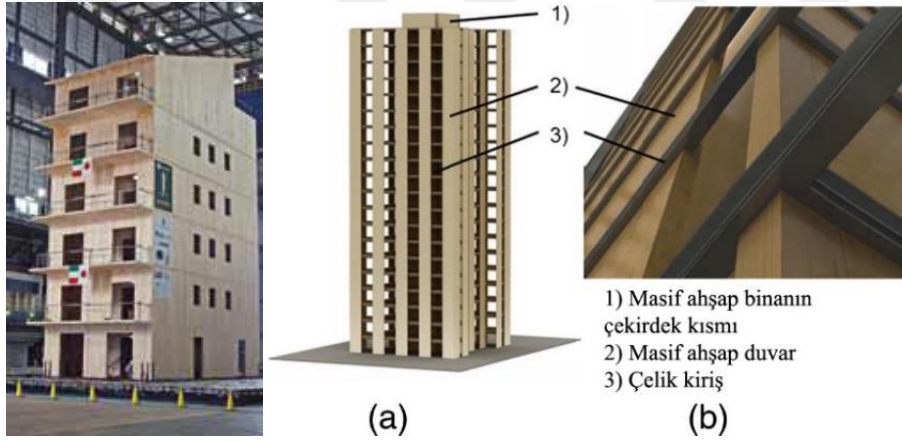
CLT'nin akustik performansını etkileyen faktörler ve akustik performansını arttırmak için alınan önlemler aşağıda verilmiştir:

- Kalın bir alçı panel yerine kalınlığı az iki tane alçı panel kullanmak daha iyi bir ses yalıtımı sağlar (Teibinger ve Matzinger, 2019).
- Döşeme arası boşluğa koyulan sönümleyici malzeme, havadaki sesi emerek ses yalıtımının performansını artırır (Pagnoncelli ve Morales, 2019).
- Panel birleşim yerlerinde EPDM kauçuk contalar, esneyen sızdırmazlık bantları, elastik poliüretan köpük ve elastik sızdırmaz elemanlar kullanılmalıdır (Sirikka ve Pirttinen, 2019).
- Daireleri ayıran CLT duvar ve döşeme panelleri arasında hava boşluğu bırakılmalıdır. Bu boşluk arasına uygun bir akustik yalıtım malzemesi ve alçı panel kullanmak, akustik açıdan daha verimli çözüm sağlar (Teibinger ve Matzinger 2019).

- CLT kalınlığını arttırmak yerine akustik yalıtım malzemesi eklemek daha iyi sonuç vermektedir (Waugh ve Thistleton, 2018).

- Deprem ve rüzgâr dayanım performansı: Ahşap ve ahşap esaslı malzemeler kullanılarak yapılmış yapılar, beton, çelik malzeme ile yapılmış yapılara göre daha hafif ve sünek (şekil değiştirebilen) davranış gösterdikleri için sismik açıdan daha iyi performansa sahiptir (Mallo, 2014 ve Ahvenainen ve Sousa, 2019). Bunun yanı sıra CLT yapı elemanı, duvar ve döşemeler arasında depremden dolayı oluşan enerjiyi eşit bir şekilde yayar ve kullanılan metalik bağlantılar ise (örneğin çelik plakalar, çiviler, vidalar, tutma yerleri ve köşebentler) binada süneklik sağlar (Ahvenainen ve Sousa, 2019 ve URL-132, 2019). Ayrıca yanal kuvvetlere karşı dayanım gösteren CLT yapı elemanı;

- Yüksek yük kapasitesine sahiptir ve burkulma kuvvetine karşı daha az duyarlıdır.
- Yatay yüklere karşı yüksek kesme dayanımı gösterir.
- Yumuşak katın oluşturduğu olumsuz etkilere karşı diğer strüktürel platform sistemlere göre daha az etkilenir (WoodWorks, 2019).



Şekil 2.56. SOFIE projesi ve FFTT (a, b, c) bina modeli (Crespell ve Gagnon, 2010 ve URL-134, 2019)

Son 20 yılda yapılan araştırmalar sonucunda CLT'nin deprem kuvvetleri karşısında olumlu bir etki oluşturduğu anlaşılmaktadır. CLT'nin deprem yüklerine karşı davranışını ortaya koyabilmek için birtakım testler ve analizler yapılmıştır. 2007 yılında yapılan SOFIE projesine göre; panellerin kuvvet ve sağlamlık performansında bağlantı elemanlarının önemli rolü olduğu gösterilmiştir (Karacabeyli ve Douglas, 2013). FFTT (Finding the

Forest Through the Trees) konsept projesine göre; sismik bölgelerde yüksek katlı ahşap hibrit binalar (çelik kiriş ve CLT duvar, döşeme) için kullanılan balon çerçeve yapım sistemi, uygun maliyetli bir uygulama seçeneği sunmuştur (URL-134, 2019). Şekil 2.56'da SOFIE projesi ve FFTT bina modeli gösterilmiştir.

Ahşap binalarda depreme karşı alınacak önlemler aşağıda verilmiştir:

- Sünek bağlantı elemanları kullanılmalıdır (Zhang vd., 2017).
- Duvar panellerinin hareketine izin verilmelidir (Mallo, 2014).
- İç bölme duvar paneli rüzgâr titreşimlerini azaltmak için kullanılabilir (URL-134, 2019).
- Hibrit birleşim sayesinde her malzeme avantajlı yönlerini ortaya koyarak strüktürel dayanım sağlar (Zhang vd., 2017).
- Binalarda deprem etkileri tamamen etkisiz hale getirilemez ancak alınan önlemler, yapılan çalışmalar ve binaların mevcut standartlarla uyumu ile bina üzerindeki deprem etkileri azaltılabilir (UR-135, 2019).
- Esnek olmayan uygulama süreci: CLT'nin üretim aşamasına geçmeden önce tüm tasarım ve planlama işlemlerinin bitirilmesi gerekir. Montaj aşamasında yapılacak değişikliklerin çözümleri zor ve maliyeti yüksektir. Genellikle bir yalıtım ve kaplama gerektirmesinden dolayı uzun süreçte planlama ve çözüm kararlarının önceden alınması gerekir. Ayrıca CLT yapı malzemesinin gelecekteki dönüşümü geleneksel malzemelere göre zordur (URL-532, 2020).
- Yeni bir inşaat malzemesi olması: Yeni bir yapı malzemesi olarak CLT'nin kullanımını yaygınlaştırılmalıdır. Bunun için yeterli üretim tesisinin bulunması, strüktürel çözümler ile ilgili çalışmaların geliştirilmesi gerekir (URL-532, 2020).

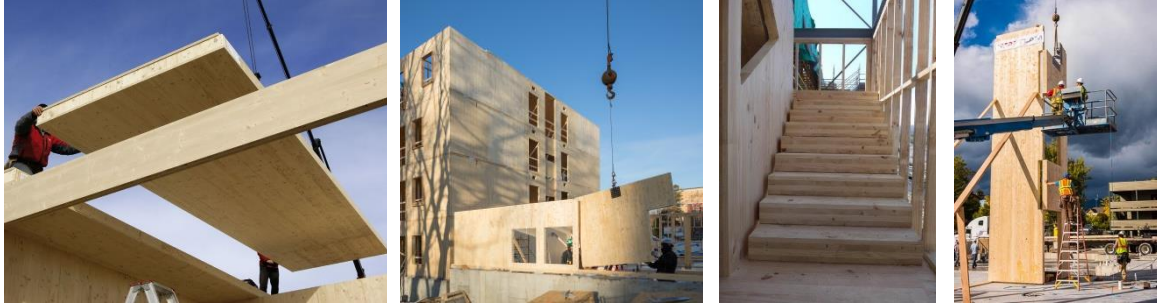
2.1.1.1.11. Strüktürel Kullanım Olanakları

CLT yapı malzemesinin strüktürel kullanım olanakları; yapı elemanı, yapım sistemi ve prefabrikasyon derecesine bağlı olarak değerlendirilmiştir.

2.1.1.1.11.1. Yapı Elemanı Olarak Kullanımı

Çapraz lamine ahşap (CLT), yüksek strüktürel dayanımı ve prefabrikasyon seviyesi ile çok yönlü kullanım sağlayabilen yapı malzemesidir. CLT paneller, bir binanın farklı işlevlerini karşılayacak şekilde yapı elemanı olarak üretilebilmektedir. CLT; az katlı ve çok katlı endüstriyel yapılarda, eğitim, ticaret, konut gibi işlevlerde kullanılabilen bir malzemedir.

İncelenen çalışmalara göre CLT yapı elemanı, üretim şekli olarak liflerin iki yönlü (birbirine çapraz) kullanım sağlamasından dolayı düşey ve yatayda olmak üzere iki doğrultuda (x ve y doğrultusunda) yükleri iletmektedir. Bundan dolayı düzlemsel yapı elemanı olarak çalışan CLT panel görevi görmekte, döşeme ve duvarda kullanımı daha çok tercih edilmektedir. Bunun aksine GLT, PSL, LVL gibi ahşap esaslı malzemeler üretiminde liflerin tek yönlü (birbirine paralel) kullanım sağlamasından dolayı tek doğrultuda yükleri iletmektedir. Bu nedenle bu tür ahşap malzemeler, doğrusal yapı elemanı olarak kolon ve kirişlerde daha çok tercih edilmektedir. Buna göre CLT yapı elemanı olarak döşeme, çatı, duvar, merdiven ve şaft olmak üzere 4 farklı şekilde uygulanabilmektedir (Waugh ve Thistleton, 2018 ve Borgström ve Fröbel, 2019) (Şekil 2.57).



Döşeme-Çatı döşemesi

Duvar

Merdiven

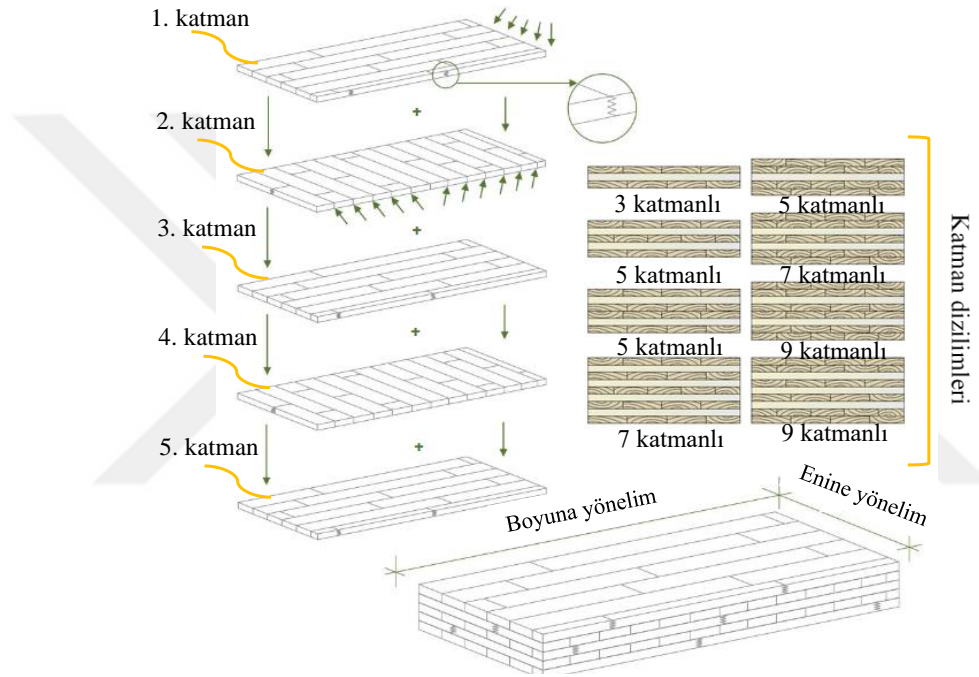
Şaft

Şekil 2.57. CLT'nin yapı elemanı olarak kullanımına örnekler (URL-136, 137, 138 ve 139, 2020)

CLT yapı elemanlarında katmanlar ve boyutlar bazı faktörlere (yapı elemanı, yapım sistemi, tasarım gibi) bağlı olarak değişiklik gösterebilir:

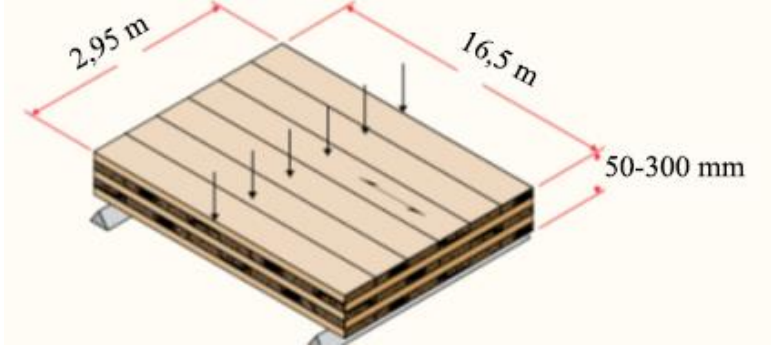
- Katmanlar: Aynı kalınlıkta, sınıfta ve türde kerestelerin birbirine paralel olacak şekilde yan yana dizilmesiyle oluşan yapıya katman denir. CLT panel 3,5,7 gibi tek sayılı

katmanlardan oluşur. Bu panel katmanlarının kalınlığı en az 16 mm en fazla 51 mm olmalıdır. Her bir ahşabın kalınlığı aynı katman düzleminde değişmez. Katman sayısı kullanılacak yapı elemanının türüne göre değişmektedir. Bu katmanlar birbiri üzerine enine ve boyuna olmak üzere iki şekilde konumlandırılır (Şekil 2.58). Boyuna konumlandırmada katmanlar; ana kuvvet yönüne paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır. Enine yönlendirmede katmanlar; ana kuvvet yönüne dik olacak şekilde yönlendirilmiştir (ANSI /APA PRG 320, 2018).



Şekil 2.58. Katman sayısı ve panel oluşumu (Stora Enso, 2020 ve Karacabeyli ve Douglas, 2013)

- Boyutlar: CLT duvar ve döşeme panel boyutları standart olmakla birlikte üretici firmalara göre farklılık göstermektedir. Şekil 2.58’de standart boyutlar verilmiştir. Bu boyutlara göre panel genişliği 0,6 m; 1,2 m; 2,4m; 2,95 m; uzunluğu ise 16,5 metreye kadar üretilmektedir. Maksimum 4,8 m genişlikte, 30 m uzunlukta ve 50-500 mm kalınlıkta panel üretimi gerçekleştirilebilir (Şekil 2.59) (Borgström ve Fröbel, 2019 ve Karacabeyli ve Douglas, 2013). CLT panel boyutlarının nakliye ve yapısal dayanıma bağlı olarak ülkelerin belirlemiş olduğu standartlara göre belli sınırlamaları vardır. Örneğin İngiltere’de nakliyatın getirmiş olduğu kısıtlamalara göre CLT panel uzunluğu maksimum 13,5 metredir (Trada, 2020 ve URL-66, 2019).

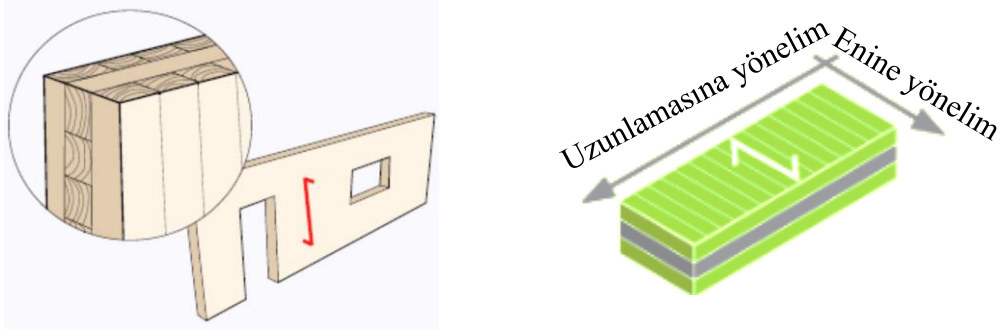


Genişlik; 0,6 m-2,95 m
 Uzunluk; 8,0 m-16,5 m
 Kalınlık; 50 mm-300 mm

Şekil 2.59. CLT panel boyutları (ANSI /APA PRG 320, 2018)

2.1.1.11.1.1. CLT Duvar Paneli

CLT duvar paneli, düşey kuvvetlere karşı dayanım gösterecek şekilde üretilir. Dış ahşap katmanların ahşap dizilimi enine doğru paralel, ara katmanların ahşap dizilimi ise genişliğe dik olacak şekilde yerleştirilir (Şekil 2.60). Böylece ahşap lifler, yerçekimi yüklerine paralel olacak şekilde hareket eder; duvarın düşey yük kapasitesi en üst düzeye çıkartılmış olunur (URL-140, 2019 ve URL-151, 2020).



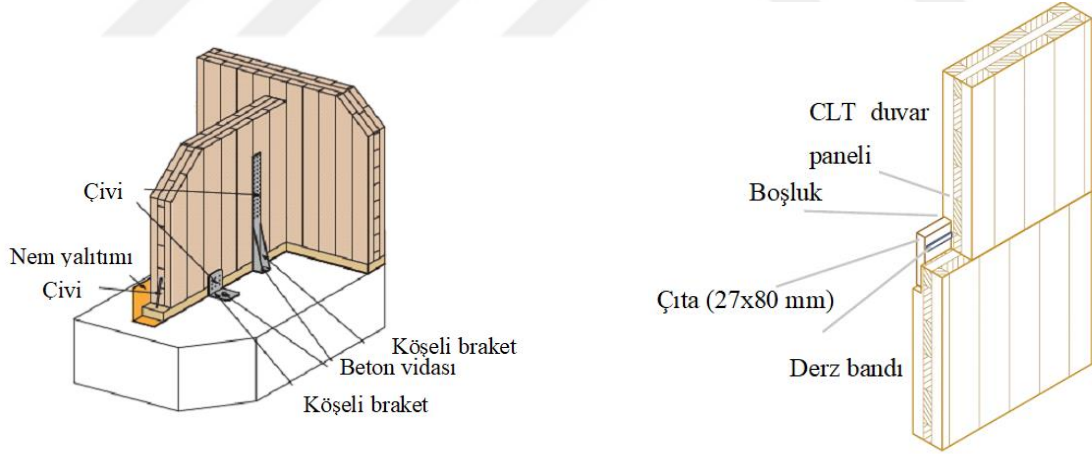
Şekil 2.60. Duvar katmanlarının yönelimi (URL-69 ve 140, 2019)

Genellikle CLT duvarlarda kullanılan panelin katman sayısı 3 ve 5'tir. Duvar panel kalınlığı ise 60 ile 160 mm arasında değişmektedir. Tablo 2.7'de duvarda kullanılacak panelin katman sayısı, panel kalınlığı ve her bir katmanın kalınlığı verilmiştir.

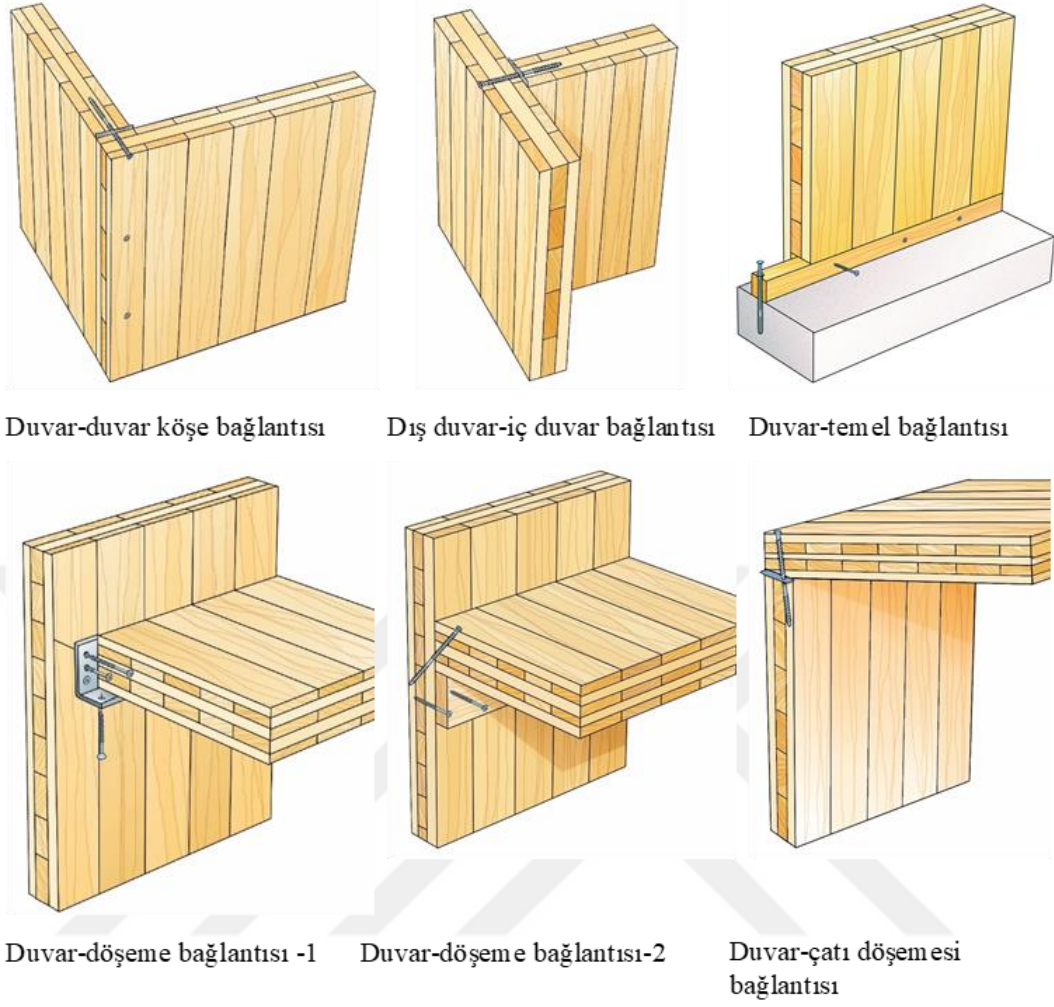
Tablo 2.7. Duvar panel kalınlıkları (URL-140, 2019)

Katman sayısı	Panel kalınlığı (mm)	1. katman (mm)	2. katman (mm)	3. katman (mm)	4. katman (mm)	5. katman (mm)
3	60	20	20	20		
	80	20	40	20		
	90	30	30	30		
	100	30	40	30		
	120	40	40	40		
5	100	20	20	20	20	20
	120	30	20	20	20	30
	140	40	20	20	20	40
	160	40	20	40	20	40

Duvar panellerinin montajında farklı birleşim türleri kullanılmaktadır. İki duvar paneli bir araya getirilirken genellikle düz, bindirmeli veya ek parçalı birleşim türü ve CLT duvar panelinin diğer yapı elemanlarıyla birleşiminde ise vida (uzun, kısa vb.), metal köşebent, metal plaka gibi bağlantı elemanları tercih edilmektedir (Şekil 2.61).



Şekil 2.61. CLT duvar paneli detay örnekleri (URL-208, 2019; Binderholz, 2019 ve Stora Enso, 2020)



Şekil 2.61'in devamı

CLT duvar paneli dış duvar, iç duvar ve ayırıcı duvar paneli olmak üzere üç şekilde binalarda kullanılmaktadır:

Dış duvar paneli:

- CLT dış duvar panelleri 60-300 mm kalınlığı arasında üretimi sağlanabilmektedir. Bundan dolayı dış duvarlar önemli yük taşıma kapasitesine sahiptir (Borgström ve Fröbel, 2019). Yük taşıyan dış duvarların ana görevi döşemelerden düşey yükleri almak ve rüzgâr yükünü bina bileşenlerine aktarmaktır.

- Yüklere bağlı olarak genellikle 3, 5 veya 7 katmanlı CLT duvar paneli kullanılmaktadır.

- Katman sayısı binanın kat sayısına göre değişmektedir. 3 katlı binalar için 3 katmanlı CLT duvar paneli yeterli performans ve yük taşıma kapasitesini sağlamaktadır.

Panel kalınlığı da 60-120 mm arasında değişmektedir. Daha yüksek binalar için (8 kata kadar) 5 veya 7 katmanlı CLT duvar panelleri kullanmak üzere 200 mm kalınlığına kadar kullanımı uygun görülmektedir (URL-53, 2019).

- CLT dış duvar paneli iç mekânda kaplama uygulanmadan kullanılabilir. İç mekânda kaplama uygulanmadığı durumlarda görünen evsel kalite standartlarında; kaplama uygulandığı durumlarda ekonomik olması açısından görünen endüstriyel kalite veya görünmeyen kalite standartlarına sahip CLT duvar paneli kullanılmalıdır. CLT dış duvar üzerine kaplama uygulaması yapıldığında, duvar paneli ile kaplama arasında uygun bir yalıtım malzemesi yerleştirilmelidir.

- Duvar tamamen CLT'den oluşabilir veya yalıtım, cephe malzemesi, pencere ve kapılar da eklenebilir. Dış duvarlarda daha fazla yalıtım ve cephe kaplaması kullanılır (Şekil 2.62).

- CLT panelin pürüzsüz yüzeyi, yapı malzemeleri için iyi bir altlık oluşturur (Borgström ve Fröbel, 2019).



Şekil 2.62. CLT dış duvar paneli (URL-152, 2019)

İç duvar paneli:

- İç duvarlar için kullanılan panellerin kalınlığı 60-165 mm arasında değişmektedir (Şekil 2.63).

- Genellikle 3 katmanlı CLT panel kullanımı tercih edilir (Burback, 2016).

- İç duvar panelleri endüstriyel kalitede üretilip inşaat sırasında sıva ve boya uygulanabilir ya da görünen evsel kalitede üretilip sıva, boya gibi uygulamalar yapılmadan panel yüzeyi açıkta bırakılabilir (URL-53, 2019).

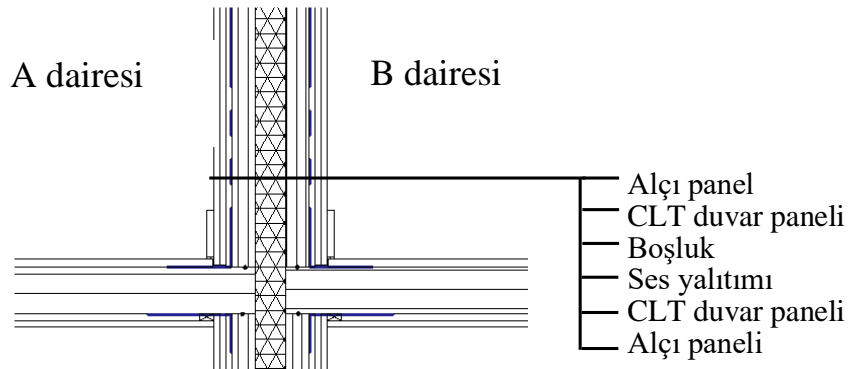
- Ses yalıtımı, yangın yalıtımı ve özellikle ıslak mekanlar için uygun bir nem yalıtımı uygulaması yapılmalıdır (Borgström ve Fröbel, 2019).



Şekil 2.63. CLT iç duvar paneli (URL-153, 2019)

Ayırıcı duvar paneli:

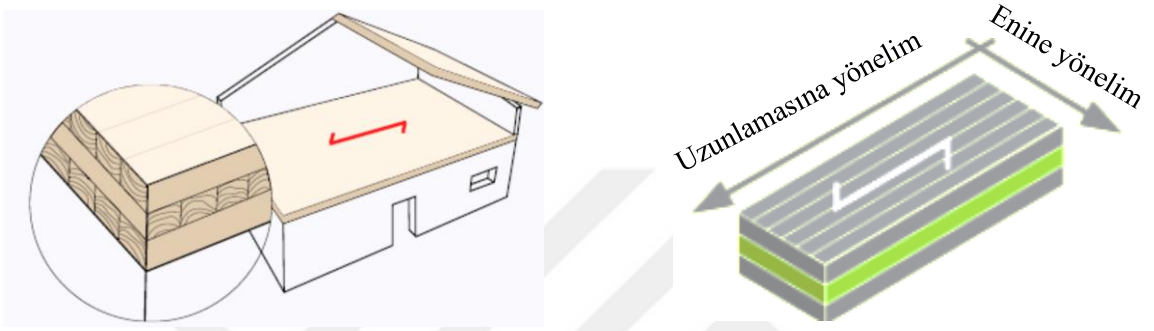
- Farklı daireler arasındaki ortak duvarlar için iki CLT duvar paneli yan yana koyularak binanın yapımı sağlanabilir. Özellikle iki daire arası ses geçişini azaltmak için paneller arası uygun bir ses yalıtım malzemesi eklenir (URL-53, 2019). Şekil 2.64’te farklı iki daire arasındaki CLT ayırıcı duvar paneli uygulaması örnek detayı verilmiştir.



Şekil 2.64. CLT ayırıcı duvar paneli örnek detayı (Stora Enso, 2019)

2.1.1.1.11.1.2. CLT Döşeme ve Çatı Paneli

CLT döşeme ve çatı panelinin boyutları, projenin geçtiği açıklığa ve tasarım yüklerine göre hesaplanmaktadır. CLT panelleri, genellikle dış katman panellerinin yayılma yönüne paralel ve esneme yüküne karşı dayanımlı olacak şekilde yerleştirilir (URL-69, 2019) (Şekil 2.65).



Şekil 2.65. Döşeme katmanlarının yönelimi (URL-69 ve 140, 2019)

Genellikle döşeme ve çatıda kullanılan panel katman sayısı 3, 5 ve 7'dir. Ancak 3 ve 5 katmanlı panel kullanımı ekonomik olduğu için daha çok tercih edilmektedir. Döşeme ve çatı panel kalınlığı ise 60 ile 280 mm arasında değişmektedir. Her bir döşeme ve çatı katmanının kalınlığı en az 20 mm olmakla birlikte en fazla 40 mm olarak üretilmektedir. 3 katmanlı panel kalınlığı 60-120 mm; 5 katmanlı panel kalınlığı 100-200 mm ve 7 katmanlı panel kalınlığı ise 180-280 mm arasında değişmektedir. Standart olarak 3 m yüksekliğinde ve 13,5 m genişliğinde üretilen CLT panel ile 8 metreye kadar döşeme açıklığı geçilebilir (Sutton vd., 2020 ve URL-141, 2020).

Döşeme panelleri üzerinde kaplama uygulanmadığı durumlarda, panelin görünen endüstriyel kalitede veya görünmeyen kalitede olması tercih edilmelidir. Tavan gibi açıkta kalan yapı elemanları için görünen evsel kalite standartlarında döşeme paneli kullanılmalıdır. Her türlü döşeme sistemi ve malzemesi, yerden ısıtma sistemi dahil olmak üzere, doğrudan ahşap panel üzerine yerleştirilebilir (URL-143, 2019) (Şekil 2.66).



Şekil 2.66. CLT döşeme paneli (URL-144 ve 145, 2020)

Tablo 2.8’de döşeme ve çatıda kullanılacak panelin katman sayısı, panel kalınlığı ve her bir katmanın kalınlığı verilmiştir.

Tablo 2.8. Döşeme ve çatı panel kalınlıkları (URL-140 ve 142, 2019)

Katman sayısı	Panel kalınlığı (mm)	1. katman (mm)	2. katman (mm)	3. katman (mm)	4. katman (mm)	5. katman (mm)	6. katman (mm)	7. katman (mm)
3	60	20	20	20				
	80	30	20	30				
	90	30	30	30				
	100	30	40	30				
	120	40	40	40				
5	100	20	20	20	20	20		
	120	30	20	20	20	30		
	140	40	20	20	20	40		
	160	40	20	40	20	40		
	180	40	30	40	30	40		
	200	40	40	40	40	40		
7	180	30	20	30	20	30	20	30
	200	20	40	20	40	20	40	20
	220	40	40	20	20	20	40	40
	240	30	40	30	40	30	40	30
	260	40	40	30	40	30	40	40
	280	40	40	40	40	40	40	40

Ayrıca CLT döşeme panelinin akustik performansını artırmak için en yaygın yöntem, ahşap üzerine 50 ile 75 mm ince bir beton kaplama levhası eklemektir. Bu şekilde panelin

yangına dayanıklılığı da arttırılabilir ve döşeme üstünden geçen tesisat borularının dışardan görünmesini engellenebilir.

CLT çatı paneli üzerine dış ortam şartlarına dayanım sağlayacak şekilde bir kaplama uygulaması yapılmalıdır. Çatı kaplaması yapıldığı için ekonomik olması açısından görünen endüstriyel kalite veya görünmeyen kalite standartlarında CLT panel kullanımı tercih edilebilir. Ancak çatı paneline iç ortamda kaplama uygulanmayacaksa, görünen evsel kalite standartlarında olan paneller kullanılmalıdır (Egoïn, 2019) (Şekil 2.67).

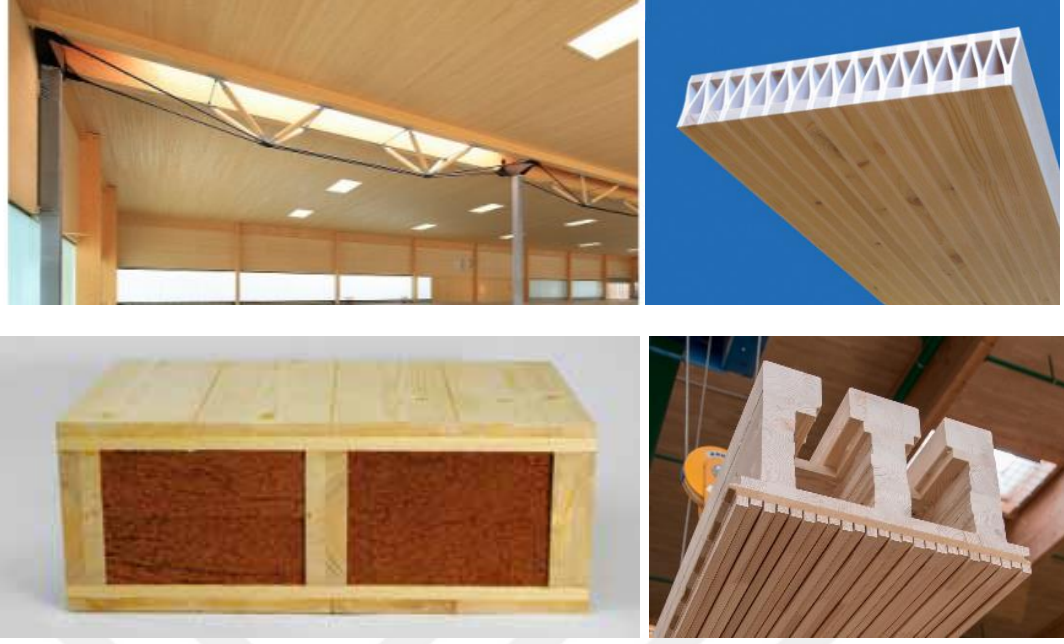


Şekil 2.67. Eğimli ve kaplamasız CLT çatı paneli (URL-146 ve 533, 2020)

CLT düz döşeme paneli olarak üretildiği gibi kaset döşeme paneli biçiminde de üretilebilmektedir. Ayrıca daha iyi akustik ve termal performans sağlamak amacıyla özel olarak üretilen paneller de bulunmaktadır.

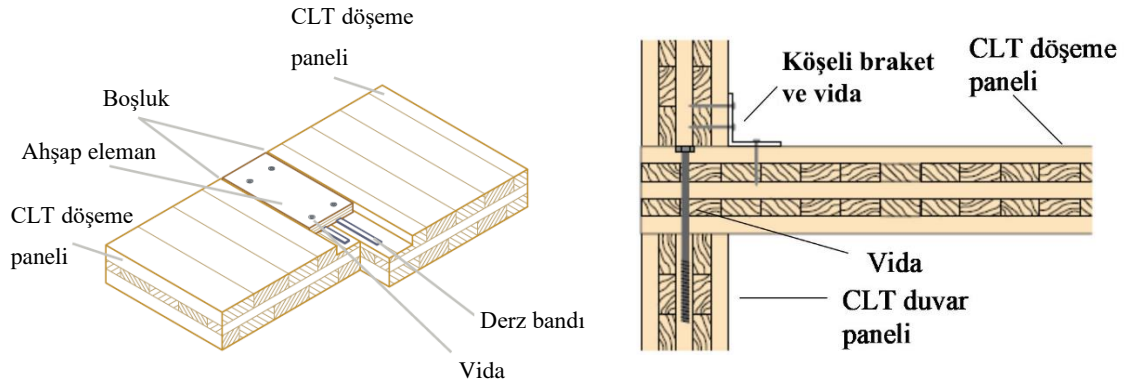
Kaset döşeme elemanlarının yük taşıma kapasitesi yüksektir (Şekil 2.68) ve pek çok avantajı bulunmaktadır:

- 27 metreye kadar döşeme açıklığı sağlar.
- 10 metreye kadar konsol geçebilir.
- Düşük ağırlığa sahiptir.
- Hızlı kurulum ve çok kısa montaj süresi sağlar (URL-147, 2019).



Şekil 2.68. CLT kaset döşeme ve özel üretim CLT döşeme panel türleri (URL-147, 148 ve 149, 2019; Egoın, 2019)

Döşeme ve çatı panelinin montajında farklı birleşim türleri kullanılmaktadır. İki döşeme veya çatı panellinin bir araya getirilmesinde düz birleşim yerine genellikle ek parçalı ve bindirmeli birleşim sistemi tercih edilmektedir. Bunun nedeni, CLT döşeme ve çatı paneli için gerekli strüktürel dayanımı sağlamaktır. CLT döşeme ve çatı paneli ile birlikte kiriş, kolon ve duvar ile birleşiminde genellikle uzun ve kısa vidalar, ahşap vidası gibi bağlantı elemanları kullanılmaktadır (Şekil 2.69).



Şekil 2.69. CLT döşeme paneli detay örnekleri (Trada, 2020 Stora Enso, 2020)

CLT çatı döşemesi iç ve dış mekânda değişen nem koşullarına bağlı olarak, dış katmanda genleşme ve iç katmanda büzülme eğilimi gösterebilir (Borgström ve Fröbel, 2019). Bundan dolayı özellikle dış ortamda yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır. Eğimli bir çatı uygulamasında ısı yalıtımı, su yalıtımı ile birlikte su ve neme dayanım sağlayan çatı kaplaması tercih edilmelidir. Düz çatılarda ise, su yalıtım membranı üzerine çatı kaplaması veya çakıl, yeşil çatı vb. uygulamalar yapılabilir. Şekil 2.70’te eğimli ve düz çatı döşeme örnek uygulaması gösterilmiştir.



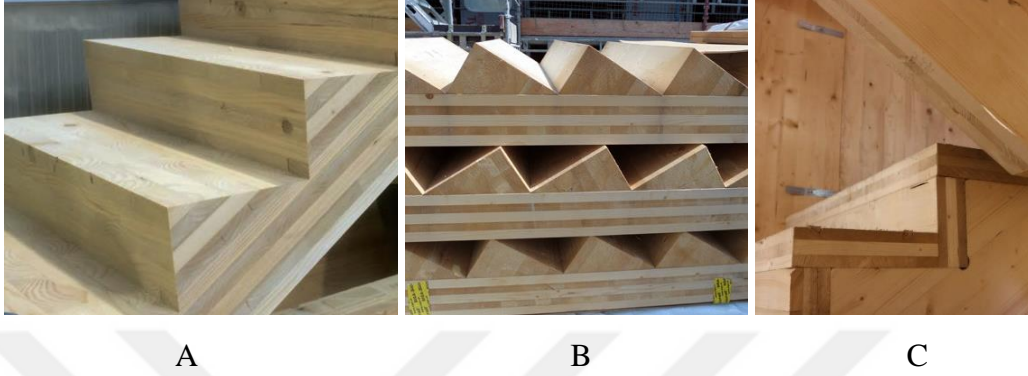
Şekil 2.70. Eğimli ve düz çatı paneli detayı örneği (URL-150, 2019)

2.1.1.1.11.1.3. CLT Merdiven Elemanı

CLT yapı malzemesinden üretilen merdivenlerin prekast betona göre maliyeti düşük, konstrüksiyonu daha hafif ve montajı daha hızlıdır. Hızlı montaj ve üretim sayesinde daha az iş gücü sağlar. Fabrikalarda üretilen CLT merdiven yapı elemanının detaylarının ince ayrıntılara kadar tasarlanması için CAD tabanlı bir sistem kullanılır. Üretim aşamasından sonra merdivenler, inşaat alanı dışında en hassas şekilde kontrol edilen mekanizmalardan geçirilip şantiye alanına taşınır (URL-153, 2019).

5 veya daha fazla katmanlı paneller yüksek yapısal dayanıma sahiptir; bu paneller, merdiven ve konsol inşa etmek için kullanışlıdır (URL-143, 2019). Merdivenin uygulaması firmalara göre değişmektedir. Genel olarak merdivenin taşıyıcı ve basamak kısmının birleşimi üç farklı şekilde gerçekleştirilmektedir: İlk üretim yöntemi, merdivenin taşıyıcı ve basamak kısmının birleşik yani tek eleman olarak üretilip inşaat alanında doğrudan montajının sağlanması; İkinci üretim yöntemi, merdivenin taşıyıcı kısmı ile basamak kısmının ayrı olarak üretilip sonradan üretim alanında birleşiminin yapılması; üçüncü üretim yöntemi ise

merdivenin taşıyıcı kısmının, basamak kısmının ve rıhtının ayrı üretilip inşaat alanında bir araya getirilerek montaj işleminin gerçekleştirilmesi şeklindedir (XLam, 2019). Şekil 2.71’de 3 farklı merdiven üretim yöntemi gösterilmiştir.



Şekil 2.71. Merdiven üretim yöntemleri (XLam, 2019; URL-155, ve 156, 2019)

2.1.1.1.11.1.4. Şaft Paneli

CLT şaft, binadaki yanal yük direnci esas alınarak düşey olarak yerleştirilmiş CLT panellerden inşa edilen ve sürekli perde duvarları oluşturmak için uçtan uca bağlanmış, asansör ve merdiven boşluğundan oluşan yapının çekirdek kısmıdır (URL-131, 2019). Şekil 2.72’de CLT panel şaft montajı gösterilmiştir.

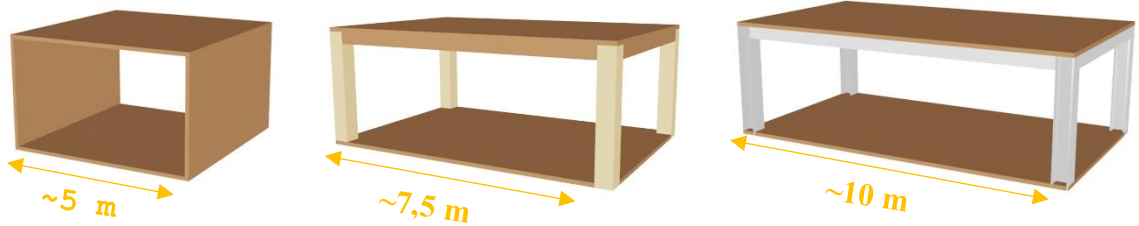


Şekil 2.72. CLT şaft paneli montajı (URL-158 ve 159, 2020)

Asansör boşluğunda duvarlar için üç katmanlı CLT panel kullanılabilir. Bu paneller uzunlamasına yerleştirilir, vida ile birbirine bağlanır. Asansör boşluğunda genelde kısa kenar için sadece tek bir panel kullanılırken, uzun kenar için paneller üst üste yerleştirilecek şekilde binanın yüksekliği kadar panele ihtiyaç vardır. Şaft süreklidir, yani her bir kattan döşeme panellerine bir bağlantı elemanı ile bağlanır (URL-157, 2019).

2.1.1.1.11.2. Yapım Sistemi Olarak Kullanımı

CLT duvar ve döşeme yapı elemanlarının tek başına kullanılarak ya da farklı yapı elemanları ile bir araya gelmesi sonucunda üç farklı yapım sistemi ortaya çıkmaktadır. Bu sistemler; CLT panel yapım sistemi, hibrit ahşap yapım sistemi ve hibrit yapım sistemi olarak adlandırılmaktadır. (Waugh ve Thistleton, 2018 ve URL-160, 2020) (Şekil 2.73).



CLT Panel Yapım Sistemi Hibrit Ahşap Yapım Sistemi Hibrit Yapım Sistemi

Şekil 2.73. CLT yapım sistemleri (Waugh ve Thistleton, 2018- tekrar çizilmiştir-)

2.1.1.1.11.2.1. CLT Panel Yapım Sistemi

- Strüktürel kurgu tamamen CLT duvar ve döşeme panellerinden oluşmaktadır. Bundan dolayı duvar ve döşeme panellerinin kalınlığı minimum olacak şekilde kullanılmaktadır.
- CLT duvar panellerinin çoğu binada taşıyıcı görevi üstlenmektedir (Zumbrunnen, 2019).
- Yapım sisteminin kullanımı daha çok az katlı binalarda tercih edilmektedir.

- Bu yapım sisteminde ideal döşeme açıklığı, CLT'nin kalınlığına bağlıdır ve yaklaşık olarak 5 m'dir. Bu genişliğin oda boyutlarını karşılamasından dolayı özellikle konut projelerinde tercih edilmektedir (Waugh ve Thistleton, 2018).
- Bu yapım sistemiyle geçilebilecek döşeme açıklığı en az 4,5 m ve en çok 7,5 metredir.
- Mekânsal düzenlemede sınırlama getirir ancak son derece sağlam ve verimli kullanım sağlayan bir yapı oluşturur (Zumbrunnen, 2019).
- CLT duvar ve döşeme panelleriyle hücresel mekanlar oluşturulduğu için bu yapım sistemi petek yapım sistemi olarak da adlandırılmaktadır (Waugh ve Thistleton, 2018). Şekil 2.74'te CLT panel yapım sistemi montaj aşaması gösterilmektedir.

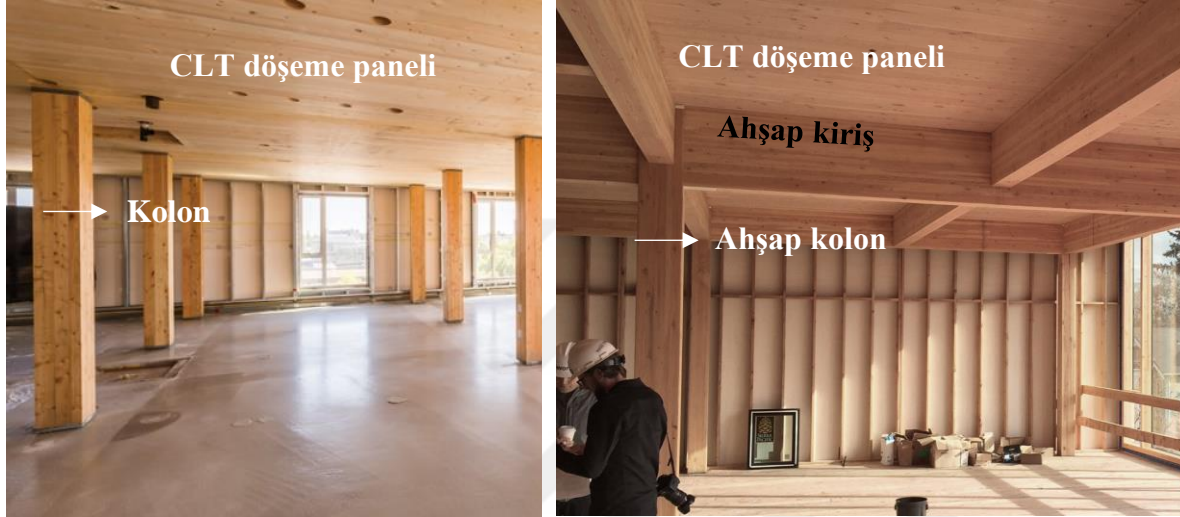


Şekil 2.74. CLT panel yapım sistemi montaj aşaması (URL-161, 2019 ve URL-162, 2020)

2.1.1.1.11.2.2. Hibrit Ahşap Yapım Sistemi

- Strüktürel kurgu CLT duvar, döşeme paneli ile diğer ahşap esaslı ürünlerden üretilen kolon ve/veya kirişlerden oluşmaktadır.
- Hibrit ahşap sistemlerde, CLT ile beraber GLT, PSL, LVL gibi ahşap ürünlerin kullanımı daha çok tercih edilmektedir. CLT ile birlikte ahşap esaslı malzeme olan GLT kullanılması, bağlantı detaylarının daha kolay bir şekilde uygulanmasını sağlamaktadır (Waugh ve Thistleton, 2018).
- Bu yapım sisteminde ideal döşeme açıklığı, yaklaşık olarak 7,5 m'dir (Waugh ve Thistleton, 2018).

- Hibrit ahşap yapım sistemleri ile ağır ahşap panellerin kullanımına gerek olmadan daha fazla döşeme açıklığı geçilmektedir (URL-163, 2020).
- CLT panel yapım sistemine göre bu yapım sistemi, mekânsal boyutlarda ve düzenlemede tasarım yönünden daha fazla esneklik sağlamaktadır. Şekil 2.75'te Hibrit ahşap yapım sistemi montaj sonrası aşaması gösterilmektedir.



Şekil 2.75. Hibrit ahşap yapım sistemi montaj sonrası aşaması (URL-164 ve 165, 2019)

2.1.1.1.11.2.3. Hibrit Yapım Sistemi

- Bu sistemde CLT ile birlikte çelik ve beton gibi yapı malzemeleri de kullanılmaktadır.
- Yapı elemanı olarak döşeme ve duvarlarda CLT, kolon ve kirişlerde çelik ve diğer strüktürel ahşap elemanlar, binanın çekirdek kısmında ise daha çok beton kullanımı tercih edilmektedir (Waugh ve Thistleton, 2018).
- CLT ile birlikte kullanılan çelik kirişler, CLT panelin düzlemsel dengesizliğini kontrol etmektedir (Loss vd., 2019).
- Hibrit yapım sisteminde amaç, malzemelerin olumlu özelliklerinden faydalanarak binanın strüktürel ihtiyaçlara bağlı olarak yapı malzemelerinin eksik yönlerini tamamlamaktır (Carsten vd., 2014).
- Ahşap ve çelik bağlantı elemanları karşılaştırıldığında çelik bağlantı elemanları daha sağlamdır ve monte etme işlemi daha hızlıdır (Carsten vd., 2014).

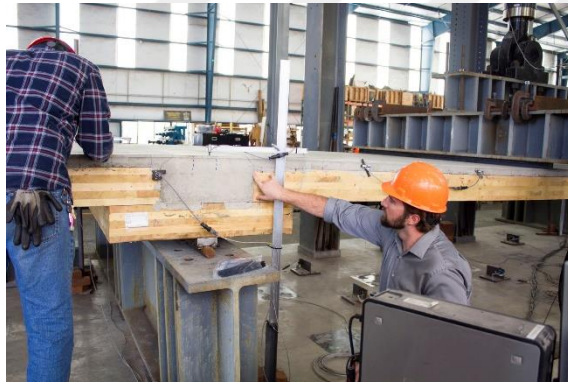
- Hibrit yapım sistem ile inşa edilmiş binalarda, ağır ahşap paneller kullanılmadan daha büyük döşeme açıklığı geçebilir (Waugh ve Thistleton, 2018).
- Hibrit sistem ile döşeme açıklığı 3,2 m; uzunluğu, 10,2 m'ye kadar ulaşabilmektedir (Trada, 2020).
- Bu yapım sisteminde ideal döşeme açıklığı yaklaşık olarak 10 metredir (Waugh ve Thistleton, 2018).



Çelik kolon-kiriş ve CLT döşeme ile hibrit yapım sistemi uygulaması



Çelik kolon, beton şaft ve CLT döşeme ile hibrit yapım sistemi uygulaması



Beton kompozit döşeme sistemi-1



Beton kompozit döşeme sistemi-2

Şekil 2.76. Hibrit yapım sistemi ile CLT ve beton kompozit döşeme sistemi (URL-166, 167, 168 ve 169, 2019)

Hibrit yapım sistemi kullanılarak daha yüksek binalar yapılabileceği ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalara göre ilk öneri; 40 katlı bir ahşap yapı için ana taşıyıcı eleman masif ahşap olan ve güçlendirilmiş beton bağlantı elemanları kullanılan ahşap çerçeve sistemdir. İkinci öneri ise 30 katlı betonarme bir platform tabanlı, CLT ve GLT gibi ahşap esaslı malzemeler ile uygulanacak hibrit bina sistemidir (URL-168, 2019).

Kiriş derinliğini azaltarak tavan yüksekliğini arttırmak için çelik çerçeveli sistemler veya kompozit beton plakalar uygulanabilir (BCA, 2019) (Şekil 2.76). Ahşap-beton kompozit hibrit döşeme, ofis binalarında geniş açıklıklar geçilmesini ve daha az ağır panel kullanımını sağlar. Aynı zamanda iyi ses yalıtımı ve yangından korunma özelliğine sahiptir (Horx-Strathern vd., 2019).

2.1.1.1.11.3. Prefabrikasyon Derecesine Bağlı Olarak Kullanımı

CLT yapı elemanı; prefabrikasyon derecesine göre CLT yapı elemanı, CLT panel ünitesi ve CLT modüler ünite sistemi olarak 3 farklı şekilde fabrikada üretilir ve gerekli donanımlar sağlanarak inşaat alanına montaj yapılmak üzere taşınır.

2.1.1.1.11.3.1. CLT Yapı Elemanı

- CLT; duvar, döşeme, merdiven ve şaft yapı elemanı olarak yerleşik olan tüm sistemleri bulundurmayan ve kaplama uygulanmayan en basit üretim şekline sahiptir.



Şekil 2.77. CLT duvar yapı elemanı (URL-170, 2019)

- Fabrikada CLT panel üretimi sonrasında Şekil 2.77’de gösterildiği gibi üzerinde pencere, kapı açıklıkları ve bağlantı elemanları için gerekli boşlukları açılır.

- Prefabrikasyon derecesi en az olan üretim şeklidir.
- Panel boyutları genellikle 120-1600 cm genişliğinde ve 295 cm yüksekliğindedir.
- İnşaat alanına getirilen panele, kapı, pencere, yalıtım, kaplama gibi elemanlar eklenir (Sirkka ve Pirttinen, 2019).

2.1.1.1.11.3.2. CLT Panel Ünitesi

- CLT panelin üretim aşamasından sonra kapı, pencere, iç ve dış kaplama gibi ek donanımların fabrika ortamında monte edildiği sistemlerdir (Sirkka ve Pirttinen, 2019).
- CLT panel elemanına göre prefabrikasyon derecesi yüksektir.
- Panelin dış katmanında ısı yalıtımı, nem ve buhar bariyeri ve dış kaplama bulunurken panelin iç kısmında ise ısıtma, sıhhi tesisat sistemi ve iç kaplama bulunur (Şekil 2.78).



Şekil 2.78. CLT duvar ünitesi (URL-171, 2019)

- Geleneksel bir yapım sistemine göre %20 daha kısa sürede montaj işlemi gerçekleşir (Scalet, 2015).
- Panel ünitesi hazır halde inşaat alanına birbirine monte edilmek üzere getirilir (Sirkka ve Pirttinen, 2019).

- Panel üniteler; duvarlarda, temel döşemesinde, çatı döşemesinde veya balkonda kullanılır (Sirkka ve Pirttinen, 2019).

2.1.1.11.3.3. CLT Modüler Ünite Sistemi

- En son yapım teknolojisine sahip 3 boyutlu sistemlerdir (Scalet, 2015).
- Duvar, döşeme ve çatı döşemesinden oluşur (Taylor, 2020).
- Prefabrikasyon derecesi diğer sistemlere göre yüksektir (Sirkka ve Pirttinen, 2019).
- Yerleşik olan tüm sistemler (elektrik, sıhhi tesisat gibi) duvarlar, döşemeler ve tavanlara fabrikada monte edilmiştir (Şekil 2.79).
- Modüler ünite sistemi, %90 oranında yapım işleri bitmiş halde üretilir ve birbirine montaj sağlayacak şekilde hazır hale getirilerek inşaat alanında kısa sürede montajı yapılır (Sirkka ve Pirttinen, 2019 ve Taylor, 2020).
- Geleneksel yapım sistemine göre %50-70 daha kısa sürede montaj işlemi gerçekleşir (Scalet, 2015).



Şekil 2.79. CLT modül ünitesi (URL-172, 2019)

2.1.2. Analiz Çalışması

Yapılan çalışmada literatür üzerinden kapsamlı olarak yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen CLT'nin yapılarda strüktürel kullanım olanaklarıyla ve performans özellikleri ile ilgili bilgilerle oluşturulan analiz tabloları yardımıyla, belirlenen 50 örnek yapı belirlenerek analizler gerçekleştirilmiştir.

2.1.2.1. Örneklerin Belirlenmesi

1990'lı yıllarda üretilmeye başlayan CLT ile ilgili uygulamalar, son 15 yılda yaygınlaşmaya başlamıştır. Bundan dolayı belirlenen örnekler 2007-2020 yılları arasından seçilmiştir. Bu yıllar arasında farklı işlev, yapı türü, farklı konum ve kat sayısına sahip, ödüllü ve/veya sertifika şartlarını sağlayan yapı örnekleri analiz edilmiştir.

2.1.2.2. Analiz Tablolarının Oluşturulması

Analiz tabloları oluşturulurken literatür bölümünde CLT ile ilgili edinilen bilgiler doğrultusunda tablo analiz başlıkları oluşturulmuştur. Bu başlıkları oluştururken incelenecek örneklerin CLT yapı malzemesinin özellikle yapı elemanı, yapım sistemi, sürdürülebilirlik ve performans açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Literatür taraması sırasında bulunamayan yapı ile ilgili bilgiler yerine tabloda tire (-) işareti koyulmuştur. Başlıklar sırasıyla verilmiştir:

- Örnek Numarası ve Yapı Adı
- Yapı Kimlik Bilgileri
- Sürdürülebilirlik
- Strüktürel Özellikler
- Performansa Dayalı Özellikler
- Yapım Aşamaları

Örnek Numarası ve Yapı Adı: Bu başlık altında örneğin incelendiği sıra ve yapının literatürde geçen adı verilmiştir.

A-Yapı Kimlik Bilgileri

Bu başlıkta yapının kimliğini açıklayan; yapım yılı, yapım süresi, yapım yeri, yapı işlevi, yapı alanı, mimari tasarım, CLT üreticisi, ahşap mühendisi, maliyet, yapı özelliği bilgileri ve yapı görseli yer almaktadır.

- Yapım yılı; yapının inşaatının tamamlandığı yıldır.
- Yapım süresi; yapının tamamlanmasının kaç ay/yıl olduğunu veren süredir. Bazı örneklerde sadece CLT strüktür sisteminin montajının ne kadar sürdüğü verilmektedir.
- Yapım yeri; yapının inşa edildiği şehir ve/veya ülkedir.
- Yapı işlevi; yapının güncel olarak faydalanılan kullanım amacıdır.
- Yapı alanı; yapının bulunduğu alanın m² cinsinden sayısal değeridir.
- Mimari tasarım; yapı tasarım görevini üstlenen mimar ve/veya tasarım ofisidir.
- CLT üreticisi; CLT üretimini sağlayan firma adıdır.
- Ahşap mühendisi; ahşap konstrüksiyonun gerekli plan ve projelendirilmesini sağlayan kişi veya firmadır.
- Maliyet; yapının inşaat süreci boyunca harcanan para miktarıdır. £ üzerinden para miktarı verilmektedir.
- Yapı özelliği; yapıyla ilgili önemli görülen özelliklerin verildiği bölümdür.
- Yapı görseli; yapıyı en iyi açıdan gösteren tek görselin yer aldığı bölümdür.

B-Sürdürülebilirlik

Bu başlık altında; ödüller, sertifikalar, ahşap miktarı, yapının yaşam döngüsü ve yapı görseli (mevcutsa) yer almaktadır.

- Ödüller; yapıya verilen ödüllerin adlarıdır.
- Sertifikalar; yapının almış olduğu sertifikaların adlarıdır. Bazı yapı örnekleri sertifika şartlarını sağlayacak kriterlere sahiptir.
- Ahşap miktarı; yapım aşamasında kullanılan CLT ve diğer ahşap ürün hacmi ve/veya sayısıdır.
- Yapının yaşam döngüsü; depolanan CO₂ miktarı, yeşil çatı, pasif enerji kazanımı ve aktif enerji kazanımı olmak üzere dört alt başlıktan oluşmaktadır.

Depolanan CO₂ miktarı; yapıda kullanılan ahşap malzemenin yaşam boyunca depo edilen tahmini toplam CO₂ miktarıdır.

Yeşil çatı; binanın çatısında yeşil çatının var olup olmamasıdır.

Pasif enerji kazanımı; binanın ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi ihtiyaçlarının mekanik sistemler olmadan karşılanmasıdır.

Aktif enerji kazanımı; binanın ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi ihtiyaçlarının mekanik sistemler kullanılarak karşılanmasıdır.

- Yapı görseli: Grafikselle anlatımlı görseller literatürde mevcutsa verilmektedir.

C-Strüktürel Özellikler

Bu başlık altında; kat sayısı, yükseklik, yapı türü, strüktür malzemesi, ağaç türü, yapım sistemi, yapı elemanı, CLT boyutları, CLT katman sayısı, ahşap ürünler, ahşap strüktür formu, ahşap birleşim elemanı, ahşap bağlantı türü bilgileri ve yapı görseli yer almaktadır.

- Kat sayısı; zemin kattan itibaren her bir katın sayısının toplamıdır. Bodrum kat varsa kat sayısının yanına +1 şeklinde bodrum kat sayısı belirtilmiştir.

- Yükseklik; yapının zemin kattan itibaren çatının en üst kotuna kadar olan mesafesidir.

- Yapı türü; geniş açıklıklı, yüksek katlı, az katlı ve diğer olmak üzere dört alt başlık altında sınıflandırılmıştır. Tik işareti (✓) ile uygun olan başlık işaretlenmiştir.

Geniş açıklıklı yapı seçim kriterinde; düşey taşıyıcı elemanlar arasındaki mesafe dikkate alınmaktadır.

Yüksek katlı yapı seçim kriterinde; 7 ve üzeri kat sayısına sahip olan ahşap binalar, özel çözümler gerektirmektedir (URL-87, 2019). Bu nedenle incelenen örneklerde yüksek yapı olarak bu kriter esas alınmıştır.

Az katlı yapı seçim kriteri; 1-6 arası kat sayısına sahip olan binalardır.

- Strüktür malzemesi; ahşap, beton-betonarme, çelik ve diğer yapı malzemeleri olmak üzere dört alt başlıktan oluşmaktadır. Tik işareti (✓) ile uygun olan başlık işaretlenmiştir.

- Ağaç türü; CLT ve diğer ahşap yapı ürünleri olmak üzere iki alt başlıktan oluşmaktadır. Bu alt başlıklar ağacın sertlik derecesine göre yumuşak ve sert olmak üzere iki bölümde ele alınmıştır.

- Yapım sistemi; CLT, hibrit ahşap ve hibrit yapım sistemi olmak üzere üç tür yapım sistemi kullanılmıştır. Tik işareti (✓) ile uygun olan başlık işaretlenmiştir.

- Yapı elemanı; Duvar, döşeme, kolon, kiriş, merdiven ve şaft olmak üzere altı başlıktan oluşmaktadır. İncelenen yapıda kullanılan CLT ve diğer yapı malzemeleri (beton,

endüstriyel ahşap, çelik) her bir yapı elemanı başlığı altında belirtilmiştir. CLT'nin kullanıldığı yapı elemanları tik işareti (✓) ile işaretlenmiştir.

- Yapı görseli

Kesit, plan, fotoğraf ve/veya 3 boyutlu görsel, iç mekân görseli ve varsa grafiksel anlatım verilmektedir. Araştırma sürecinde kesiti ve/veya planı bulunamayan yapıların yerine fotoğraf kullanılmıştır.

- CLT boyutu; duvar, döşeme ve çatı döşemesi yapı elemanlarına göre uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçüleri verilmektedir. Diğer yapı elemanlarının boyutlarıyla ilgili literatürde yeterince bilgiye rastlanılmadığı için verilmemiştir.

- CLT katman sayısı; duvar, döşeme ve merdiven yapı elemanlarında kullanılan CLT panel katman sayısıdır. Diğer yapı elemanlarının katman sayılarıyla ilgili literatürde yeterince bilgiye rastlanılmadığı için verilmemiştir. Şaft montajında kullanılan CLT panel katman sayısı duvar yapı elemanı ile birlikte ele alınmıştır.

- Ahşap ürünler; yapım sisteminde kullanılan ahşap taşıyıcı elemanlardır.

- Ahşap strüktür formu; yapım sisteminde kullanılan ahşap yapı elemanların biçimidir. Kolon ve kiriş gibi yapı elemanları için çubuk; duvar, döşeme elemanları için panel olarak adlandırılmıştır.

- Ahşap birleşim elemanı; CLT yapı elemanlarının montajı sırasında kullandığı birleşim elemanıdır. Bunlar vida, dübel, kiriş askısı, metal köşebent ve metal plaka başlıklarından oluşmaktadır.

- Ahşap bağlantı türü; CLT yapı elemanlarının montajı sırasında kullanılan bağlantı türüdür. Düz, bindirmeli, lamba-zıvanalı ve ek parçalı birleşim başlıklarından oluşmaktadır.

D- Performansa Dayalı Özellikler

Isı yalıtımı, su ve nem yalıtımı, yangın dayanımı ve akustik yalıtım başlıkları altında yapıda kullanılan yapı malzemeleri ve alınan önlemler verilmiştir.

E- Yapım Aşamaları

Şantiyede yapı montaj sırasındaki görüntüler, iç ve dış mekân fotoğrafları verilmiştir.

2.1.2.3. Yapı Analiz Tabloları ve İncelemeler

Çalışma kapsamında seçilen örnekler Ek Tablo 2.1’de verilen örnek analiz tablosuna göre değerlendirilmiş; örneklerin sürdürülebilirlik, strüktürel özellikler ve performansa dayalı özellikler açısından analizleri yapılmıştır. Belirlenen örnekler Tablo 2.9’da yıllara göre sıralanmış olup yapı numarası, yapı adı, yapı görseli, yapım yılı, yapım yeri, yapı işlevi, kat sayısı, CLT üreticisi, yapı türü, yapım sistemi ve CLT yapı elemanı olmak üzere özet bilgiler tabloda derlenmiştir.

Çalışma kapsamında bulunan örneklerin incelenerek hazırlandığı yapı analiz tabloları “Ekler” kısmında verilmiştir. Bu bölümde literatür taraması sonucu belirlenen örnek yapılar ile ilgili bilgiler ve görsel fotoğraflar yer almıştır. “Analiz Tablolarının Oluşturulması” başlığı altında belirlenen kriterler çerçevesinde her bir örnek aynı düzende incelenmiştir.

Yapı analiz tablolarının oluşturulmasında amaç; örnek yapıların bilgilerini ve fotoğraflarını detaylı ve anlaşılır bir biçimde analiz etmek ve görsel olarak bir sistematik oluşturmaktır. İncelemeler yapılırken kullanılan fotoğraflar, yapıyı strüktürel açıdan en iyi ifade edecek şekilde belirlenmiştir. Örnek yapı incelemeleri yapı elemanı, yapım sistemi açısından yapılmış olup yapım teknolojisi açısından incelemeler kapsam dışı bırakılmıştır.





Tablo 2.9. Seçilen örnek tabloların kimlik bilgileri ve strüktürel özellikleri

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ					STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
1 (192)	 Cambridge Central Mosque	2019	Cambridge/ İngiltere	Cami	Tek katlı	Mayr- Melnhof Holz Reuthe GmbH	Geniş açıklıklı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme
2 (197)	 Cork House, Eton, Berkshire	2019	Eton, Berkshire/ İngiltere	Müstakil konut	Tek katlı	NFP Europe Ltd	Az katlı	Hibrit ahşap	Döşeme
3 (202)	 HOHO (Wooden Tower) Vienna	2019	Viyana/ Avusturya	Konut / Otel / Ofis	24 katlı	Hasslacher Norica Timber	Yüksek katlı	Hibrit	Duvar Döşeme
4 (209)	 Mjøstårnet Tower	2019	Oslo/Norveç	Otel/Ofis/ Konut	18 katlı	Stora Enso	Yüksek katlı	Hibrit	Şaft

Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ						STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER		
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
5 (215)	 Carbon 12	2018	Portland/Oregon/ ABD	Konut /Ticari	8 katlı	Structurlam	Yüksek katlı	Hibrit	Döşeme Şaft
6 (220)	 Multiply	2018	Londra/İngiltere	Pavyon	3 katlı	Construction Scotland Innovation Centre	Diğer	CLT panel	Duvar Döşeme Merdiven
7 (226)	 Streatham & Clapham High School	2018	Londra/İngiltere	Okul	Tek katlı	Klh-UK	Az katlı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme
8 (231)	 Wilderness Restaurant	2018	Gloucestershire/ İngiltere	Restoran	Tek katlı	Skonto CTS and Pabst	Az katlı	Hibrit ahşap	Duvar

Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ					STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
9 (235)	 Brock Commons Tallwood House	2017	Vancouver, Kanada	Konut	18 katlı	SmartLam	Yüksek katlı	Hibrit	Döşeme
10 (241)	 Conversation Plinth	2017	ABD	Pavyon	3 katlı	SmartLam	Diğer	Hibrit	Döşeme
11 (246)	 Dalston Works	2017	Londra/İngiltere	Konut	5 katlı 7 katlı 10 katlı	Binderholz	Yüksek katlı	CLT panel	Duvar Döşeme Merdiven Şaft
12 (250)	 Freemen's School Swimming Pool	2017	Londra/İngiltere	Yüzme okulu	3 katlı	Wiehag	Geniş açıklıklı	Hibrit	Duvar Döşeme

Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ						STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER		
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
13 (256)	 GSK Carbon Neutral Laboratory	2017	İngiltere	Laboratuvar	2 katlı	Binderholz	Geniş açıklıklı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme Merdiven Şaft
14 (261)	 Hastings Pier	2017	Büyük Britanya	Kültürel	2 katlı	Klh-UK	Az katlı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme
15 (266)	 International House Sydney	2017	Sidney, Avustralya	Ofis	7 katlı	Stora Enso	Yüksek katlı	Hibrit	Duvar Döşeme Merdiven Şaft
16 (271)	 John W. Olver Design Building	2017	Massachusetts ABD	Üniversite	4 katlı	Nordic Structures	Geniş açıklıklı	Hibrit	Döşeme Şaft

Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ						STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER		
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
17 (277)	 Maggie's Oldham Cancer Centre	2017	Oldham Birleşik Krallık	Bakım Merkezi	Tek katlı	Merk Timber GmbH	Az katlı	Hibrit	Duvar Şaft
18 (282)	 Origine	2017	Quebec City/Kanada	Konut	13 katlı	Nordic Structures	Yüksek katlı	Hibrit	Duvar Döşeme Şaft
19 (287)	 Albina Yard	2016	Portland, Oregon/ABD	Ofis	4 katlı	D.R. Johnson Lumber Co.	Az katlı	Hibrit ahşap	Döşeme Merdiven Şaft
20 (292)	 Barretts Grove	2016	Londra/İngiltere	Konut	6+1 katlı	Egoın	Az katlı	CLT panel	Duvar Döşeme Merdiven Şaft





Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ					STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
21 (298)	 Belarusian Memorial Chapel	2016	Londra/ Birleşik Krallık	Şapel	Tek katlı	Egoin UK	Az katlı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme
22 (303)	 Command of the Oceans	2016	Birleşik Krallık	Galeri	Tek katlı	Egoin	Az katlı	Hibrit ahşap	Döşeme
23 (308)	 Rievaulx Abbey Visitor Centre	2016	Helmsley, İngiltere	Ziyaret merkezi ve Müze	Tek katlı	Cowley Timber & Partners	Az katlı	Hibrit ahşap	Döşeme
24 (312)	 Salgenreute Chapel	2016	Avusturya	Şapel	Tek katlı	Structurlam	Az katlı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme

Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ					STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
25 (317)	 Sunbeams Music Centre	2016	Penrith, Büyük Britanya	Eğitim merkezi	Tek katlı	Metsä Wood	Az katlı	Hibrit	Duvar
26 (322)	 The Smile London	2016	Londra/İngiltere	Pavyon	Tek katlı	Züblin Timber	Diğer	CLT panel	Duvar Döşeme
27 (326)	 Chicago Horizon	2015	Chicago, ABD	Pavyon	Tek katlı	Nordic Structures	Az katlı	Hibrit ahşap	Döşeme
28 (330)	 FortE Apartments	2015	Avustralya	Konut	10 katlı	Klh	Yüksek katlı	Hibrit	Duvar Döşeme Merdiven Şaft
29 (335)	 Gloucester Services	2015	Gloucestershire/ İngiltere	Otoyol hizmet binası	Tek katlı	Hess Timber GmbH	Geniş açıklıklı	Hibrit ahşap	Döşeme

Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ					STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
30 (339)	 Redstone Hotel/ Candlewood Suites	2015	ABD	Otel	4 katlı	Nordic Structures	Az katlı	Hibrit	Duvar Döşeme Merdiven Şaft
31 (345)	 Sky Health and Fitness Centre	2015	Londra, İngiltere	Sağlık ve Fitness Merkezi	3 katlı	Binderholz	Geniş açıklıklı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme Merdiven Şaft
32 (350)	 Treet Building	2015	Bergen, Norveç	Konut	14 katlı	Moelven Limtre AB	Yüksek katlı	Hibrit	Duvar Merdiven Şaft
33 (355)	 Wenlock Road	2015	Londra, İngiltere	Ticari, konut	10+1 katlı	Binderholz Bausysteme	Yüksek katlı	Hibrit	Duvar Döşeme Merdiven

Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ					STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
34 (360)	 121, St. Clare's, Oxford	2015	Banbury Road, Oxford/İngiltere	Okul	2 katlı	Hasslacher Norica Timber	Az katlı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme
35 (364)	 Alfriston School	2014	Beaconsfield, Buckinghamshire/ İngiltere	Okul - yüzme salonu	2 katlı	Cowley Timberwork	Geniş açıklıklı	Hibrit	Duvar Döşeme
36 (369)	 Arcadia Nursery	2014	Edinburgh/ İskoçya	Kreş	2 katlı	Stora Enso	Geniş açıklıklı	Hibrit	Duvar Döşeme
37 (373)	 Bskyb /Believe in Better Building	2014	Londra/İngiltere	Ofis	4 katlı	Binderholz GmbH	Geniş açıklıklı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme Şaft
38 (378)	 House, Sussex	2014	Sussex, İngiltere	Müstakil konut	2 katlı	Klh-UK	Az katlı	Hibrit	Duvar Döşeme





Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ					STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
39 (382)	 The Wood Innovation and Design Centre	2014	Britanya Kolombiyası, Kanada	Ofis	6 katlı	Structurlam	Geniş açıklıklı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme Şaft
40 (387)	 Keynsham Civic Centre	2014	Keynsham/ Birleşik Krallık	Ofis, Kütüphane Toplum Merkezi	4 katlı	-	Geniş açıklıklı	Hibrit	Duvar Döşeme
41 (391)	 Maggie's Oxford Centre	2014	Oxford/İngiltere	Sağlık merkezi	Tek katlı	Züblin Timber	Az katlı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme
42 (395)	 Woodblock House	2013	Londra, Birleşik Krallık	Müstakil konut, ofis	4 katlı	Züblin Merk Timber	Az katlı	CLT panel	Duvar Döşeme Merdiven Şaft

Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ					STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
43 (400)	 Abbotsford Visitor Reception Building	2012	Melrose/İskoçya	Ziyaretçi merkezi	2 katlı	Metsa Wood	Az katlı	Hibrit	Döşeme
44 (404)	 Downley House	2012	Hampshire/ İngiltere	Müstakil konut	2 katlı 3 katlı	Eurban	Az katlı	Hibrit ahşap	Duvar Döşeme
45 (409)	 The Dyson Centre for Neonatal Care	2011	Bath/İngiltere	Hastane	2 katlı	Klh-UK	Az katlı	CLT panel	Duvar Döşeme Şaft
46 (414)	 Open Academy	2010	Birleşik Krallık	Üniversite	3 katlı	Klh-UK	Geniş açıklıklı	Hibrit	Duvar Döşeme Merdiven Şaft

Tablo 2.9'un devamı

NO (Syf no)	KİMLİK BİLGİLERİ					STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
	Yapı Adı/Görseli	Yapım Yılı	Yapı Yeri	Yapı İşlevi	Kat Sayısı	CLT üreticisi	Yapı Türü	Yapım Sistemi	CLT Yapı Elemanı
47 (419)	 Garden Museum	2009	Londra/İngiltere	Müze	2 katlı	Schilliger Holz	Az katlı	CLT panel	Duvar Döşeme Merdiven
48 (424)	 Stadthaus, 24 Murray Grove	2009	İngiltere	Konut	9 katlı	Klh-UK	Yüksek katlı	CLT panel	Duvar Döşeme Merdiven Şaft
49 (429)	 St-Loup Chapel	2008	İsviçre	Şapel	Tek katlı	-	Az katlı	CLT panel	Duvar Döşeme
50 (434)	 MK 40 Tower	2007	Buckinghamshire/ İngiltere	Pavyon	5 katlı	Klh Massivholz	Diğer	CLT panel	Duvar Döşeme Merdiven

3. BULGULAR VE İRDELEME

Yapılan bu çalışmada endüstriyel ahşap malzemesi olan CLT'nin kullanıldığı uygulamalardan; ödül, sertifika ve/veya belli bir kuruluş tarafından destek almış veya sertifika şartlarını sağlayan 50 örnek yapı seçilmiş ve bu örneklerin analizinden elde edilen bulgular irdelenmiştir. Seçilen örnekler 2007-2019 yılları arasında literatürde uygulaması bitmiş veya inşası devam eden yapılardır.

Ek bölümünde verilen 50 örnek 2007'den 2019'a kadar olan yıllara göre sıralanmıştır. Bu incelenen yapılar ile ilgili elde edilen bulgular ve irdemeler 4 genel başlıktan oluşmaktadır. Bunlar;

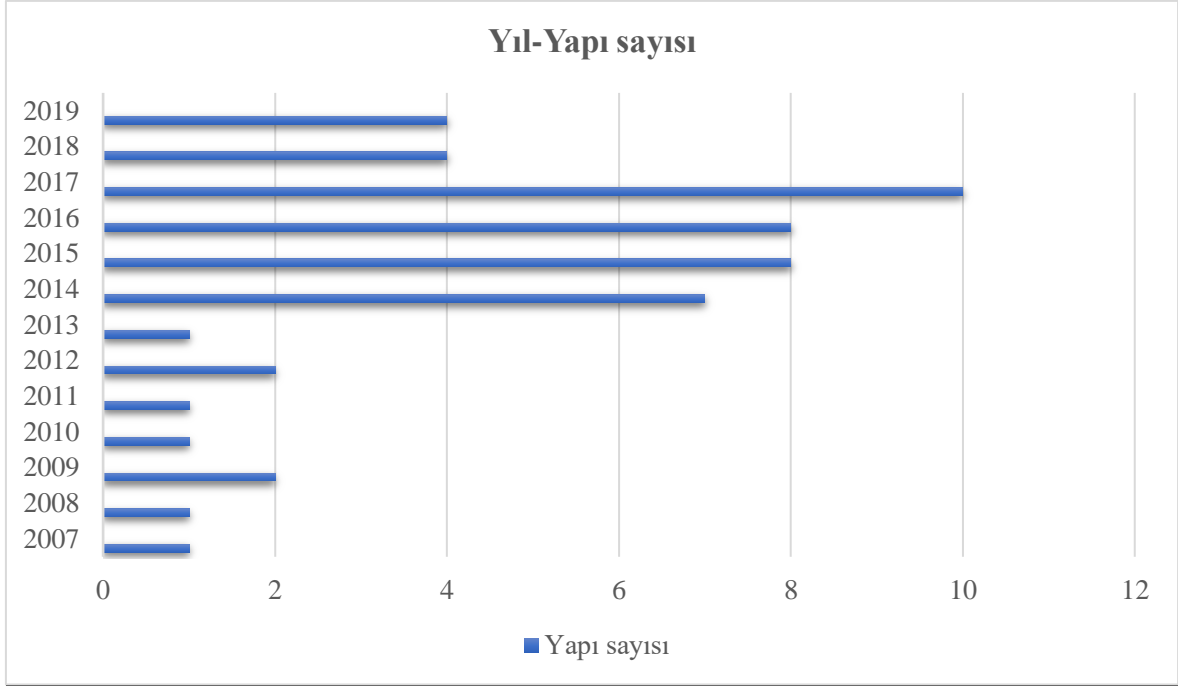
1. Yapı ile ilgili bulgular ve irdemeler
2. Strüktür ile ilgili bulgular ve irdemeler
3. Sürdürülebilirlik ile ilgili bulgular ve irdemeler
4. Performansa dayalı özellikler ile ilgili bulgular ve irdemeler

3.1. Yapı ile İlgili Bulgular ve İrdemeler

Yapım yılı, yapım yeri, yapı işlevi, CLT üreticisi olmak üzere 4 başlıkta elde edilen bulgular ve irdemeler aşağıda yer almaktadır.

- Yapım yılı

Tez kapsamında literatür alanında analiz edilen örnekler 2007 ile 2019 yılları arasında, CLT yapı elemanın kullanıldığı uygulamalar arasından tercih edilmiştir. Özellikle bu yıllar arasında uygulamaların yapılması, son 20 yıl içerisinde CLT uygulama alanının genişlediği anlamına gelmektedir.



Şekil 3.1. Örnek yapıların yıllara göre dağılım grafiği

Analiz edilen örnek yapıların yıllara göre dağılım grafiği Şekil 3.1’de verilmiştir. Bu örneklerden edinilen bulgulara göre 2007-2013 yılları arasında ödül, sertifika gibi özellikleri taşıyan uygulama sayısı az olduğu görülmektedir. Bunun nedeni 1990’lı yılların ortalarında araştırmacılar tarafından geliştirilmeye başlanan CLT yapı elemanının, 2000’li yılların başlarında yapı uygulama sürecinin başlamasıdır. 2014-2017 yılları arasında özellikle deneysel araştırmalar ve programlama ile beraber yapım teknolojisinin gelişmesi, yapılan tasarımın sürdürülebilirlik açısından yönelimlerin artırılması ve yapım sürecinde deneyim kazanılması nitelikli yapı uygulama sayısını arttırmıştır. 2018 ve 2019 yıllarında ise ödül ve sertifika alan yapı uygulama sayısı azalmaktadır. Bunun nedeni son dönemlerde özellikle yüksek katlı ahşap yapı tasarımı ve uygulamasıyla ilgili çalışmaların yapılması ve bu tasarımların boyutsal olarak daha az alana sahip uygulamalara göre tasarım ve uygulama sürecinin uzun sürmesi gösterilebilir. Ayrıca CLT yapı elemanının kullanıldığı uygulama sayısının artmasıyla beraber ödül, sertifika alma şartlarının genişlemesi, son iki yıl içerisinde yapılan uygulamalar ile ilgili bilgilerin literatürde geniş yer bulmasının zaman almasından dolayı analiz edilen uygulama sayısı azalmıştır.

- Yapım yeri

Analiz edilen örneklerin pek çok farklı ülkede uygulama alanı bulunmaktadır. Seçilen örnekler İngiltere, ABD, Kanada, Norveç, Avustralya, Avusturya, İskoçya ve İsviçre olmak üzere 9 farklı ülkede yer almaktadır.

Tablo 3.1. Örnek yapıların ülkelere göre dağılımı

Yapım yeri	İngiltere	ABD	Kanada	Norveç	Avustralya	Avusturya	İskoçya	İsviçre
Örnek yapı sayısı	32	6	3	2	2	2	2	1

Analiz edilen örnek yapıların ülkelere göre dağılımı Tablo 3.1’de verilmiştir. Bu tabloya göre CLT başta Avrupa’da olmak üzere Amerika, Kanada gibi ülkelerde uygulaması yaygın olan bir yapı elemanıdır. Yapılan analizler doğrultusunda özellikle İngiltere’de (Büyük Britanya ve Birleşik Krallık dahil) CLT yapı uygulamalarının sayısı fazladır. Bu sayının fazla olmasında, İngiltere’nin konumundan dolayı CLT yapı malzemesinin üretildiği Almanya, Finlandiya, Fransa, Avusturya, İsviçre gibi ülkelere yakın olmasından dolayı nakliye fiyatının düşük olması, sürdürülebilirlik kriterlerini benimsemesi gibi bazı faktörler etkili olmuştur. ABD ve Kanada’ya göre Avrupa ülkelerinde CLT uygulama alanı daha fazla gelişmiştir. Bunun nedeni ham madde açısından zengin olan Finlandiya, İsveç gibi ülkelerde ormanlık arazilerin geniş olmasıdır.

- Yapı işlevi

CLT yapı elemanının kullanıldığı pek çok farklı işlev bulunmaktadır. İnşa edilmiş bu yapılar üzerinden konut, müstakil konut, kültürel yapı, eğitim yapısı, sağlık yapısı, ofis, konaklama yapısı, tesis ve yeme-içme olmak üzere 10 farklı işleve sahip yapı analiz edilmiştir.

Tablo 3.2. Örnek yapıların yapı işlevlerine göre dağılımı

Yapı işlevi	Konut	Müstakil konut	Kültürel yapı	Dini yapı	Eğitim yapısı	Sağlık yapısı	Ofis	Konaklama yapısı	Tesis	Yeme-içme yapısı
Örnek yapı sayısı	11	4	11	4	8	5	4	1	1	1

Analiz edilen örnek yapıların işlevlere göre dağılımı Tablo 3.2’de verilmiştir. Bu tabloya göre CLT yapı elemanı olarak başta konut olmak üzere kültürel yapılarda ve eğitim yapılarında yoğun bir uygulama alanına sahiptir. Bunların yanı sıra dini yapılarda ve sağlık yapılarında kullanılması CLT ahşap ürünün strüktürel, işlevsel ve tasarımsal açıdan bu alanlarda geliştiğini ve ihtiyaçların karşıladığını göstermektedir. Ayrıca eğitim, sağlık gibi alanlarda tercih edilmesi de sürdürülebilir bir malzeme olarak CLT’nin yapısal ve görsel olarak hem sağlık açısından hem de psikolojik açıdan olumlu etkilere sahip olduğunu gösterir. Özellikle konut yapılarında CLT yapı elemanlarının tercih edilmesi, ayrıca konut yapım teknolojisinde CLT kullanım potansiyelinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

- Maliyet-Alan

Analiz edilen 50 örneğin alan bilgileri, maliyet ve m² başına düşen maliyet bilgileri Tablo 3.3’te verilmiştir. Bu tabloya göre maliyeti en yüksek olan yapı, 25.000 m² yapı alanı ile 2019 yılında yapımı tamamlanmış “HOHO Vienna”; maliyeti en yüksek ikinci yapı ise 2017 yılında 87.500 m² yapı alanı ile “John W. Olver Design Building” olmuştur. M² başına düşen maliyet en az 477 pounddur.

Tablo 3.3. Maliyet-Alan Tablosu

Zo	Yapı adı	Yapı alanı	Maliyet	m ² başına maliyet
1.	Cambridge Central Mosque	-	£23 milyon	-
2.	Cork House	44 m ²	-	-
3.	HOHO Vienna	25.000 m ²	£58,91 milyon	£2.356
4.	Mjøstårnet Tower	11,300 m ²	-	-
5.	Carbon 12	3,902 m ²	-	-
6.	Multiply	133 m ²	-	-
7.	Streatham & Clapham High School	1,625 m ²	£13,7 milyon	£8.430
8.	Wilderness Restaurant	315 m ²	£1,9 milyon	£6.031
9.	Brock Commons Tallwood House	14,593 m ²	£40,9 milyon	£2.807
10.	Conversation Plinth	-	-	-
11.	Dalston Works	155.000 m ²	-	-
12.	Freemen's School Swimming Pool	1,750 m ²	£8,2 milyon	£4.685
13.	GSK Carbon Neutral Laboratory	4,600m ²	£15,8 milyon	£3.434
14.	Hastings Pier	672 m ²	£14,2 milyon	£21.130
15.	International House Sydney	7,920 m ²	£6,10 milyon	£770
16.	John W. Olver Design Building	87.500 m ²	£41,80 milyon	£477
17.	Maggie's Oldham Cancer Centre	260 m ²	£2,5 milyon	£9.615
18.	Origine	-	£20,09 milyon	-
19.	Albina Yard	-	-	-
20.	Barretts Grove	635 m ²	£1,27 milyon	£2.000
21.	Belarusian Memorial Chapel	75 m ²	£364.000	£4.853
22.	Command of the Oceans	2,750 m ²	£8,13 milyon	£2.956
23.	Rievaulx Abbey Visitor Centre	200 m ²	£1,2 milyon	£6.000
24.	Salgenreute Chapel	40 m ²	-	-
25.	Sunbeams Music Centre	600 m ²	£2 milyon	£3.333
26.	The Smile London	153 m ²	-	-
27.	Chicago Horizon	289 m ²	£241.000	£870,5
28.	Forté Apartments	1,755 m ²	£8,84 milyon	£5.038
29.	Gloucester Services	5,574 m ²	£40 milyon	£7.176
30.	Redstone Hotel/ Candlewood Suites	62,688 m ²	-	-
31.	Sky Health and Fitness Centre	1,962 m ²	£7 milyon	£3.567
32.	Treet Building	5,830 m ²	£19,94 milyon	£3.420
33.	Wenlock Road/The Cube Building	6,750 m ²	£8,61 milyon	£1.275
34.	121, St. Clare's, Oxford	-	£4,5 milyon	-
35.	Alfriston School	~300 m ²	-	-
36.	Arcadia Nursery	-	-	-
37.	BSkyB /Believe in better building	3,800 m ²	£25 milyon	£6.578
38.	House, Sussex	-	£1-1,99 milyon	-
39.	The Wood Innovation and Design Centre	4,820 m ²	£20,09 milyon	£4.169
40.	Keynsham Civic Centre	9,600 m ²	£28 Milyon	£2.916
41.	Maggie's Oxford Centre	225 m ²	-	-
42.	Woodblock House	257 m ²	-	-
43.	Abbotsford Visitor Reception Building	-	-	-
44.	Downley House	650 m ²	£2,5 milyon	£3.846
45.	The Dyson Centre for Neonatal Care,	860 m ²	£3 milyon	£3.488
46.	Open Academy	9,500 m ²	£20 milyon	£2.105
47.	Garden Museum (ek yapı)	-	£300,000	-
48.	Stadthaus, 24 Murray Grove	2,890 m ²	£3,9 milyon	£1.349
49.	St-Loup Chapel	-	-	-
50.	MK 40 Tower	40 m ²	£25, 000	£625

3.2. Strüktür ile İlgili Bulgular ve İrdellemeler

Analiz edilen örneklerin kat sayısı, yükseklik, işlev, yapı türü, strüktür malzemesi, yapı elemanı, yapım sistemi, yapı elemanı boyutu, birleşim ve bağlantı türü ve kaplamayla ilgili bulgular verilmiştir. Bu bulgular arasındaki ilişki belli başlıklar altında irdelenmiştir.

- İşlev-Kat Sayısı

Tablo 3.4’te verilen bilgilere göre CLT ve diğer yapı malzemeleri kullanılarak inşa edilen yapıların işlev-kat sayısı ilişkisi incelendiğinde;

Konutların kat sayısı “HOHO Vienna” örneğindeki gibi en fazla 24 katlı, “Cork House” adlı örnekte ise en az tek katlı olmak üzere 2007-2019 yılları arasında CLT yapı elemanı kullanılarak inşa edilmiştir. Bu verilere göre CLT yapı ürünü kullanılarak ahşap teknolojisiyle birlikte kat sayısı 24 kata kadar binaların inşa edilebildiği görülmektedir.

İnşa edilen cami ve şapel gibi dini yapılar tek katlıdır. Bunun nedeni dini yapıların kullanım gereği tek katlı olarak tasarımının uygun olabilmesidir.

CLT ve diğer yapı malzemeleri kullanılarak inşa edilen eğitim yapıları kat sayıları 1-4 kat arasında değişmektedir. “John W. Olver Design Building” adlı yapı 4 katlıyken, “Sunbeams Music Centre” adlı binanın ise tek katlı olduğu görülmektedir.

Hastane, bakım merkezi gibi sağlık yapılarının kat sayıları 1 ile 3 arasında değişmektedir.

Pavyon, restoran, müze, toplum merkezi, galeri, otel gibi kültürel, konaklama ve sosyal faaliyetler gösteren yapıların kat sayıları 1 ile 5 arasındadır.

Ofis yapılarında ise 4, 6 ve 7 kata kadar uygulamaların yapıldığı görülmektedir. “International House Sydney” adlı yapı örneği, incelenen yapılar içerisinde en yüksek ofis yapısıdır.

Tablo 3.4. Kat sayısı-işlev -yapı türü- strüktür malzemesi tablosu

Zo	Yapı adı	Kat sayısı	İşlev	Yapı türü	Strüktür malzemesi
1.	Cambridge Central Mosque	1	Cami	Az katlı	Ahşap
2.	Cork House	1	M. Konut	Az katlı	Ahşap
3.	HOHO Vienna	24	Konut/ofis/otel	Yüksek Katlı	Ahşap, B.A.
4.	Mjøstårnet Tower	18	Konut/ofis/otel	Yüksek Katlı	Ahşap, B.A.
5.	Carbon 12	8	Konut	Yüksek Katlı	Ahşap, çelik
6.	Multiply	3	Pavyon	Diğer	Ahşap
7.	Streatham & Clapham High School	1	Eğitim yapısı	Az katlı	Ahşap
8.	Wilderness Restaurant	1	Restoran	Az katlı	Ahşap
9.	Brock Commons Tallwood House	18	Konut	Yüksek Katlı	Ahşap, çelik, B.A.
10.	Conversation Plinth	3	Pavyon	Diğer	Ahşap, çelik
11.	Dalston Works	10	Konut	Yüksek Katlı	Ahşap
12.	Freemen's School Swimming Pool	3	Eğitim yapısı	Geniş açıklıklı	Ahşap, çelik, B.A.
13.	GSK Carbon Neutral Laboratory	2	Labaratuvar	Geniş açıklıklı	Ahşap
14.	Hastings Pier	2	Sergi alanı	Az katlı	Ahşap
15.	International House Sydney	7	Ofis	Yüksek Katlı	Ahşap, B.A.
16.	John W. Olver Design Building	4	Eğitim yapısı	Geniş açıklıklı	Ahşap, çelik, B.A.
17.	Maggie's Oldham Cancer Centre	1	Sağlık yapıları	Az katlı	Ahşap, çelik
18.	Origine	13	Konut	Yüksek Katlı	Ahşap, B.A.
19.	Albina Yard	4	Ofis	Az katlı	Ahşap
20.	Barretts Grove	6	Konut	Az katlı	Ahşap
21.	Belarusian Memorial Chapel	1	Şapel	Az katlı	Ahşap
22.	Command of the Oceans	1	Galeri	Az katlı	Ahşap
23.	Rievaulx Abbey Visitor Centre	1	Sağlık yapıları	Az katlı	Ahşap
24.	Salgenreute Chapel	1	Şapel	Az katlı	Ahşap
25.	Sunbeams Music Centre	1	Eğitim yapısı	Az katlı	Ahşap, çelik
26.	The Smile London	1	Pavyon	Diğer	Ahşap
27.	Chicago Horizon	1	Pavyon	Az katlı	Ahşap
28.	Forté Apartments	10	Konut	Yüksek Katlı	Ahşap, çelik, B.A.
29.	Gloucester Services	2	Tesis	Geniş açıklıklı	Ahşap
30.	Redstone Hotel/ Candlewood Suites	4	Otel	Az katlı	Ahşap, çelik
31.	Sky Health and Fitness Centre	3	Sağlık yapıları	Geniş açıklıklı	Ahşap
32.	Treet Building	14	Konut	Yüksek Katlı	Ahşap, B.A.
33.	Wenlock Road	10	M. Konut	Yüksek Katlı	Ahşap, çelik, B.A.
34.	121, St. Clare's, Oxford	2	Eğitim yapısı	Az katlı	Ahşap
35.	Alfriston School	2	Eğitim yapısı	Geniş açıklıklı	Ahşap, çelik
36.	Arcadia Nursery	2	Eğitim yapısı	Az katlı	Ahşap, çelik
37.	BSkyB	4	Ofis	Geniş açıklıklı	Ahşap
38.	House, Sussex	2	M. Konut	Az katlı	Ahşap, çelik
39.	The Wood Innovation and Design C.	6	Ofis	Geniş açıklıklı	Ahşap
40.	Keynsham Civic Centre	4	Kütüphane	Geniş açıklıklı	Ahşap, çelik, B.A.
41.	Maggie's Oxford Centre	1	Sağlık yapıları	Az katlı	Ahşap
42.	Woodblock House	4	Konut	Az katlı	Ahşap
43.	Abbotsford Visitor R. Building	1	Toplum merkezi	Geniş açıklıklı	Ahşap, B.A.
44.	Downley House	2/3	M. Konut	Az katlı	Ahşap
45.	The Dyson C. for Neonatal Care	2	Sağlık yapıları	Az katlı	Ahşap
46.	Open Academy	3	Eğitim yapısı	Geniş açıklıklı	Ahşap, çelik
47.	Garden Museum (ek bina)	2	Müze	Az katlı	Ahşap
48.	Stadthaus, 24 Murray Grove	9	Konut	Yüksek Katlı	Ahşap
49.	St-Loup Chapel	1	Şapel	Az katlı	Ahşap
50.	MK 40 Tower	5	Pavyon	Diğer	Ahşap

- Yapı türü

Tablo 3.4'e göre; 24 adet az katlı, 11 adet yüksek katlı, 11 adet geniş açıklıklı yapı ve 5 adet diğer kategorilerinde olmak üzere 50 örnek yapı, yapı türü başlığı altında sınıflandırılmıştır. Bu başlıklar altında, en fazla örneğin az katlı yapı türünde olduğu görülmektedir. Yüksek katlı ve geniş açıklı yapı türlerinde ise aynı sayıda örnek yapı varken, diğer kategorisi altında değerlendirilen örnek yapıların sayısı azdır. Bunun nedeni, ahşap yapı malzemesinin az katlı yapılarda yapım teknolojisi açısından uygulamasının uzun süreçte daha yaygın olmasıdır. Bununla birlikte yapım teknolojinin gelişmesiyle son zamanlarda yüksek katlı ve geniş açıklıklı yapı uygulanabilirliğinin de gelişmiş olduğu görülmektedir.

- Strüktür malzemesi-Yapı türü ilişkisi

İncelenen örneklere bakıldığında strüktür malzemesi olarak CLT -tek başına veya diğer ahşap esaslı ürünler ile birlikte- az katlı yapıda, yüksek katlı yapıda, geniş açıklıklı yapıda ve diğer kategorisi altında olan yapı örneklerinde yapı elemanı olarak kullanılmıştır. Sadece dört örnek yapıda CLT -tek başına veya diğer ahşap esaslı ürünler ile birlikte- geniş açıklıklı yapılarda uygulanırken, iki örnek yapıda (9 katlı-Stadthaus, 24 Murray Grove ve 10 katlı Dalston Works) yüksek katlı yapılarda uygulaması yapılmıştır. Bundan dolayı ahşap yapı malzemesi geleneksel malzemelere ihtiyaç olmadan strüktür malzemesi olarak az katlı, yüksek katlı veya geniş açıklıklı yapı inşasının sağlanmasında kullanılma potansiyeline sahiptir.

Hibrit bir kullanım sağlanan ahşap ile birlikte betonarme strüktür malzemesinin kullanıldığı yapı örneklerine incelediğinde 5 adet yapı yüksek katlı yapı grubuna girerken, bir adet yapı geniş açıklıklı yapı grubunda yer almaktadır. Bu durum, ahşap ve betonarme strüktür yapı malzemelerinin birlikte kullanımının az katlı yapı uygulamaları yerine, yüksek katlı ve geniş açıklı yapı uygulamalarında tercih edildiğini göstermektedir.

İkinci bir hibrit kullanım sağlayan ahşap ve çelik strüktür malzemesinin bir arada kullanıldığı yapı örneklerine bakıldığında 5 adet yapı az katlı yapı örneği grubuna girerken, 2 adet yapı örneği geniş açıklıklı yapı grubuna, 1'er adet yapı örneği yüksek katlı ve diğer kategorisinde yer almaktadır. Ahşap-çelik strüktür malzemesinin, bir arada kullanımının az katlı yapı grubunda tasarım ve uygulama açısından tercih edildiği görülmektedir.

Diğer bir hibrit kullanım sağlayan ahşap, çelik, betonarme strüktür malzemelerinin bir arada kullanıldığı yapı örneklerine bakıldığında 3 adet yapı geniş açıklıklı yapı grubuna girerken, 3 adet yapı yüksek katlı yapı grubunda yer almaktadır. Bundan dolayı bu üç

malzemenin bir arada kullanımını daha çok geniş açıklı yapı türlerinde tercih edilirken, az katlı yapı türünde ve diğer kategorisi içerisinde hiç kullanılmamıştır. CLT ve hibrit ahşap yapım sisteminin geniş açıklıklı, az katlı yapı ve diğer kategorisinde yer alan yapıların uygulamasında; hibrit yapım sisteminin ise yüksek katlı ve geniş açıklıklı yapıların uygulamasında strüktürel açıdan yeterli olduğunu göstermektedir.

İncelenen örnekler içerisinde “Cork House” adlı örnek yapıda diğer örnek yapılardan farklı olarak strüktür malzemesi olarak CLT ile birlikte “mantar blok” olarak adlandırılan farklı bir malzeme kullanılmıştır.

- Yapım sistemi

Tablo 3.5’te verilen bilgilere göre 50 adet örnek yapının yapım sistemi; 10 adet CLT yapım sistemi, 19 adet hibrit ahşap yapım sistemi ve 21 adet hibrit yapım sistemi başlıklarında sınıflandırılmıştır. Bu verilere göre yapım sistemi açısından, en çok hibrit yapım sisteminin uygulama potansiyelinin diğer yapım sistemlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeni CLT yapı elemanının akustik, yangın, nem dayanım performansını arttırmak, en uygun yapı maliyetini sağlamak ve en verimli tasarımsal ve işlevsel çözümler ortaya koymaktır.

Kat sayısı ve yapım sistemi açısından bakıldığında CLT panel yapım sisteminin kullanıldığı yapıların kat sayıları 1 ile 10; hibrit ahşap yapım sisteminin kullanıldığı kat sayıları 1-6; hibrit yapım sisteminin kullanıldığı yapıların kat sayıları 1 ile 24 arasında değişmektedir. Buna göre 11 ve üzeri katlı yapılarda hibrit yapım sisteminin tercih edildiği görülmektedir. Bunun nedeni yüksek katlı yapı uygulamalarında, CLT ve diğer ahşap ürünlerin ile birlikte geleneksel yapı malzemeleri kullanımının yapısal performans ve dayanımı arttırmasıdır.

Yapım sistemi ve yapı türü arasındaki ilişki bakımından incelendiğinde; CLT panel yapım sisteminde 5 adet az katlı yapı, 2 adet yüksek katlı yapı ve 2 adet diğer kategorisindeki yapı uygulaması, hibrit ahşap yapım sisteminde 13 adet az katlı ve 6 adet geniş açıklı yapı uygulaması ve hibrit yapım sisteminde 5 adet az katlı yapı, 6 adet geniş açıklıklı yapı, 9 adet yüksek katlı yapı ve 1 adet diğer kategorisinde yapı uygulaması bulunmaktadır.

- Yapı elemanı-Malzeme ilişkisi

Tablo 3.5’te duvar, döşeme, kolon, giriş, merdiven ve şaft olmak üzere yapı elemanı başlığı altı alt başlık altında sınıflandırılmıştır. Bu yapı elemanlarında kullanılan malzemeler incelenen her bir örnek yapı üzerinden renkler ile belirtilmiştir. İşaretlerin rengine bağlı olarak siyah olan CLT, kırmızı olan GLT, LVL, PSL ile türü bilinmeyen ahşap malzemeleri,

sarı çelik malzemesini ve yeşil beton/betonarme yapı malzemesi ifade etmektedir. Bu verilere göre incelenen örnek yapılarda CLT; duvar, döşeme, şaft ve merdiven yapı elemanı olarak kullanılmıştır. Kolon ve kiriş olarak kullanılan yapı örneğine rastlanılmamıştır. Örnek yapılarda kolon ve kiriş elemanlar genellikle GLT'den üretilmiştir. “Wilderness Restaurant” adlı yapı örneğinde (Örnek Yapı No: 8) ise CLT malzeme, kemer görevi üstlenmektedir ve duvar kategorisi içerisinde değerlendirilmiştir. Diğer ahşap ürünlerden olan GLT, yapı elemanı olarak kolon ve kirişlerde kullanılmaktadır. Sadece bir örnek yapıda merdiven uygulaması da bulunmaktadır. İkinci bir ahşap ürünü olan PSL, çok az yapıda kullanılmış olup kolon ve kiriş yapı elemanı olarak uygulanmıştır. Diğer bir ahşap ürün olan LVL'nin ise duvar, döşeme, kolon, kiriş ve merdiven yapı elemanlarında kullanıldığı görülmüştür.

Geleneksel yapı malzemelerinden beton yapı malzemesi, CLT ve/veya diğer yapı malzemeleriyle kullanılırken duvar, döşeme, kolon, kiriş merdiven ve şaft yapı elemanlarının hepsinde birlikte kullanılmıştır. Betonarmenin özellikle birinci katta uygulandığı, diğer katların strüktür malzemesi olarak tamamen ahşap yapı elemanlarıyla yapıldığı görülmektedir. Bunun nedeni, beton yapı elemanın fiziksel ve yapısal özellikleri gereği su ve nem yalıtımı, akustik, yangın gibi performans açısından dayanımının yüksek olmasıdır. Diğer geleneksel yapı malzemesi olan çelik ise yapı elemanı olarak CLT ve/veya diğer yapı malzemeleriyle kullanılırken sadece kiriş ve kolon yapı elemanı olarak uygulaması yapılmıştır.

- Kat sayısı-Yapım yeri-Yapı yılı ve Yapı işlevi ilişkisi

Tablo 3.5'te verilen kat sayısı, yapım yeri, yapı yılı ve yapı işlevi açısından incelenen örneklerle ilgili bulgular irdelenmiştir. Örnek yapılar üzerinden yapılan bu analizlere göre İngiltere'de CLT kullanılarak inşa edilen yapıların kat sayısı 1 ile 10 arasında değişmektedir. Bu yapıların işlevleri cami, konut, pavyon, restoran, laboratuvar, müze ve sağlık merkezi gibi çok farklıdır. İngiltere'de en yüksek katlı yapı 10 kat olarak 2015 yılında inşa edilen “Wenlock Road” adlı konut yapısı ile 2017 yılında inşa edilen “Dalston Works” adlı konut yapısı olmuştur. 2009 yılında ise “Stadthaus, 24 Murray Grove” adlı konut yapısı, ilk inşa edilen en yüksek CLT panel yapısıdır. ABD'de en yüksek katlı yapının 2018 yılında inşa edilen 8 katlı “Carbon 12” adlı konut yapısının olduğu görülmektedir. Kanada'da ise 2017 yılında 13 katlı “Origine” adlı konut yapısı Doğu Kuzey Amerika'daki en yüksek ahşap binası olmuştur. Yine aynı yılda inşa edilen 18 katlı “Brock Commons” adlı konut yapısı dünyanın en yüksek hibrit ahşap yapısı unvanını 2017 yılında almıştır.

Norveç'te CLT kullanılarak inşa edilen 14 katlı "Treet Building" adlı konut yapısı 2015 yılında, "Mjøstårnet Tower" adlı karma kullanıma (konut, otel, ofis) sahip olan yapı ise 85,4 m yüksekliğiyle 2019 yılında dünyadaki en yüksek ahşap yapı olmuştur. 10 katlı "Forté Apartments" adlı yapı, Avustralya'da CLT kullanılarak inşa edilen ilk binadır. 2015 yılında dünyanın en yüksek katlı ahşap konutu olmuştur. Avustralya'da 2017 yılında ahşaptan inşa edilen ilk ticari ofis binası olan "International House Sydney" 7 katlıdır. Avusturya'da inşa edilen 24 katlı "Hoho Vienna", 84 m yüksekliğe sahip dünyanın en yüksek katlı ahşap konut yapısıdır. İskoçya'da ise incelenen örneklerde 2012 ve 2014 yıllarında inşa edilen iki katlı yapılar bulunmaktadır.

- Kaplama malzemesi

Örnek yapılarda kullanılan cephe malzemeleri genel olarak ahşap kaplama, metal esaslı ürünler, taş kaplama, tuğla kaplama, fiber (çimento esaslı) kaplama olmakla beraber CLT yapı eleman kaplamasız olarak da kullanılmaktadır. CLT yapı elemanı ile birlikte en çok tercih edilen cephe kaplama malzemesi ahşaptır. Kaplamasız olarak kullanılan yapılar pavyon, şapel gibi kültürel ve dini yapılardır. Bu yapılardan bazılarında CLT panel üzerine hiçbir kimyasal madde sürülmezken bazı yapılarda ise vernik gibi koruyucu kimyasal madde kullanılmıştır.

Tablo 3.6'da iç mekân fotoğrafları ve bilgiler dahilinde incelenen yapılar üzerinden yapının iç mekânının kaplamalı veya kaplamasız olduğuyla ilgili analizler yapılmıştır. İncelenen örneklerin iç mekânında CLT'nin ve diğer ahşap ürünlerin yüzeyleri çoğunlukla kaplama kullanılmadan açıkta bırakılmıştır. Bazı örnek yapılarda ise mekânında hem kaplamalı hem de kaplamasız yapı elemanları olduğu görülmektedir. Özellikle şapel, restoran, galeri, pavyon, konut, sağlık merkezi gibi yapılarda CLT yapı elemanının kaplamasız olarak kullanımı tercih edilmiştir. Bu durumun oluşmasında CLT'nin yangın, nem ve akustik açıdan yüksek dayanıma sahip olması, görsel olarak iyi bir etki bırakması ve sağlığı olumlu etkilemesi etken olmuştur.

- CLT boyutu (kalınlık)-Yapı elemanı ilişkisi

CLT duvar, döşeme ve çatı paneli kalınlığı; yapılan uygulamanın yapısal dayanımına, tasarımına, yapı türüne göre değişmektedir. Tablo 3.7'de incelenen örneklerin duvar, döşeme ve çatı panellerinin kalınlıkları verilmiştir. Bu verilere göre kullanılan CLT duvar panelinin kalınlığı en az 4 cm, en fazla 29,5 cm kalınlığında uygulanmaktadır. Yapı türü açısından bakıldığında kalınlık, yüksek katlı yapılarda en az 10 cm- 29,5 cm arasında değişmektedir. Geniş açıklıklı yapı türünde ise verilen bilgiler göre 8 cm ve 16,2 cm

kalınlığında duvar paneli kullanılmaktadır. Az katlı ve diğer kategori altındaki yapılarda ise en az 4 cm olmak üzere 21,5 cm duvar kalınlığında uygulama yapılmıştır.

Döşeme kalınlıklarıyla ilgili verilen bulgulara göre CLT döşeme panelinin kalınlığı en az 4 cm olmakla birlikte en fazla 22 cm kalınlığında kullanılmıştır. Yapı türüne göre yüksek katlı yapılarda en az 10 cm en fazla 20 cm kalınlığında; geniş açıklıklı yapılarda 9,9-22 cm arasında; az katlı ve diğer kategori altındaki yapılarda ise 4 cm ile 20 cm arasında değişmektedir. Çatı döşemesinde ise geniş açıklıklı uygulama örneklerinde kalınlıklar en az 2,1 cm, en fazla 24 cm kalınlığında kullanılmaktadır. CLT çatı panelinin taşıyıcılık görevi üstlenmediği için 2,1 cm kalınlığında uygulaması yapılmaktadır. Yüksek katlı yapılarda 13 cm kalınlığında çatı paneli kullanılmaktadır. Az katlı ve diğer kategori altındaki yapılarda ise en az 4,2 cm olmak üzere 21 cm kalınlıkta çatı paneli uygulaması yapılmıştır.

- CLT boyutu (yükseklik-genişlik)-Yapı elemanı ilişkisi

CLT duvar, döşeme ve çatı panelinin uzunluk ve genişliği yapının tasarımına, üretici firma boyutlarına ve ülkelerin nakliyat sınırlarına göre değişmektedir. Tablo 3.8'de incelenen örneklerin duvar, döşeme ve çatı panellerinin yükseklik ve genişlikleri verilmiştir. Bu verilere göre incelenen örneklerde boyutları en fazla 14 m yükseklikte ve 3,5 m genişlikte olan CLT duvar paneli kullanılmıştır. Bir diğer yapı elemanı olan döşemede uzunluğu en fazla 19,5 m ve genişliği 4 m olan CLT paneller uygulanmıştır. Çatı döşemesinde ise en fazla 18 m uzunlukta 5,2 m genişlikte panel kullanımı sağlanmıştır.

- Katman sayısı

Eklerde verilen örnek analiz tablolarına göre CLT duvar, döşeme ve merdiven yapı elemanlarının katman sayıları gösterilmiştir. İrdelenen örneklere göre döşemede kullanılan CLT panel katman sayısının 3, 5 ve 7 olduğu görülmektedir. Bu katman sayısı genel olarak tasarıma ve yapısal dayanıma (yük, deprem, yangın gibi) bağlı olarak yapılan hesaplara göre değişiklik göstermektedir. İncelenen örneklere göre genelde döşeme katman sayısı 3 ve 5 olmakla birlikte 7 katmanlı olarak kullanıma geniş açıklı yapıda rastlanmıştır. İkinci bir yapı elemanı olan CLT duvar panel katman sayısının 3, 5, 7 ve 9 olduğu görülmektedir. İncelenen örneklere göre genelde duvar katman sayısı 3 ve 5 olmakla birlikte 7 ve 9 katmanlı CLT duvar paneli kullanımı da tespit edilmiştir. Diğer bir yapı elemanı olan merdivende kullanılan CLT katman sayısı 3 ve 5 olarak örneklerden tespit edilmiştir.

- Birleşim elemanı-bağlantı sistemi ve yapı elemanı

CLT yapı elemanlarının montajında kullanılan bağlantı elemanları ve bağlantı türleri incelenen örnekler üzerinden analiz edilmiştir. Bu incelemelere göre vida, akıllı vida, çivi,

çelik plaka, kiriş askısı cıvata, metal köşebent (braket), bulon ve buji gibi bağlantı elemanları CLT yapı elemanlarının birleşiminde kullanılmıştır. Bu bağlantı elemanlarından metal köşebent duvar-duvar bağlantısında veya duvar döşeme bağlantısında uygulanmıştır. Vida, akıllı vida, çivi, cıvata, bulon; duvar-duvar, duvar-döşeme, döşeme-döşeme gibi yapı elemanların birleşiminde en çok kullanılan bağlantı sistemi elemanları olmuştur.

CLT yapı elemanlarının montajında farklı bağlantı türleri kullanılmıştır. İncelenen örneklerde düz bağlantı sistemi, ek parçalı bağlantı sistemi, bindirmeli bağlantı sistemi ve kurtağzı bağlantı sistemi kullanılmıştır. Kullanılan bu bağlantı sistemlerine göre döşeme-döşeme birleşiminde genel olarak bindirmeli ve ek parçalı bağlantı sistemi; duvar-döşeme birleşiminde bindirmeli ve düz bağlantı sistemi kullanımı tercih edilmiştir.



Tablo 3.5. Yapı kimlik bilgileri ve strüktürel özellikler

No	Yapı Adı	Yapım yeri	Strüktürel Özellik		Yapı Türü			Strüktür malzemesi				Yapı Elemanı						Yapım Sistemi						
			Kat sayısı	Yükseklik (m)	Geniş açıklıklı	Az katlı	Yüksek katlı	Diğer	Ahşap	Beton/Betonar	Çelik	Diğer	Duvar	Döşeme	Kolon	Kiriş	Merdiven	Şaft	CLT panel	Hibrit ahşap	Hibrit			
1	Cambridge Central Mosque	İngiltere	1	8,5		●						●	●		●							●		
2	Cork House	İngiltere	1	5,6		●								●	●		●						●	
3	HOHO Vienna	Avusturya	24	84			●				●	●		●	●	●	●	●	●					●
4	Mjøstårnet Tower	Norveç	18	85,4			●				●	●		●	●	●			●					●
5	Carbon 12	ABD	8	26			●				●			●	●	●	●		●					●
6	Multiply	İngiltere	3	9							●			●	●			●				●		
7	Streatham & Clapham H. School	İngiltere	1	~5		●					●			●	●	●	●						●	
8	Wilderness Restaurant	İngiltere	1	6,5		●					●				●								●	
9	Brock Commons Tallwood House	Kanada	18	53			●				●	●	●		●	●	●	●	●					●
10	Conversation Plinth	ABD	3	~4,5							●			●										●

Tablo 3.5'in devamı

No	Yapı Adı	Yapım yeri	Strüktürel Özellik		Yapı Türü				Strüktür malzemesi				Yapı Elemanı						Yapım Sistemi		
			Kat sayısı	Yükseklik (m)	Geniş açıklıklı	Az katlı	Yüksek katlı	Diğer	Ahşap	Beton/Betonarme	Çelik	Diğer	Duvar	Döşeme	Kolon	Kiriş	Merdiven	Şaft	CLT panel	Hibrit ahşap	Hibrit
11	Dalston Works	İngiltere	10	33,8			●			●			●	●			●	●	●		
12	Freemen's School Swimming Pool	İngiltere	3	~6,3	●				●	●	●		●	●		●	●				●
13	GSK Carbon Neutral Laboratory	İngiltere	2	22	●				●				●	●		●	●				●
14	Hastings Pier	İngiltere	2	7		●			●				●	●		●					●
15	International House Sydney	Avustralya	7	30			●		●	●			●	●		●	●				●
16	John W. Olver Design Building	ABD	4	-	●				●	●	●			●		●	●				●
17	Maggie's Oldham Cancer Centre	İngiltere	1	4,5		●			●		●		●	●		●	●				●
18	Origine	Kanada	13	40,9			●		●	●			●	●		●	●				●
19	Albina Yard	ABD	4	~14		●			●					●		●	●				●
20	Barretts Grove	İngiltere	6+1	15		●			●				●	●		●	●			●	

Tablo 3.5'in devamı

No	Yapı Adı	Yapım yeri	Strüktürel Özellik		Yapı Türü				Strüktür malzemesi				Yapı Elemanı						Yapım Sistemi			
			Kat sayısı	Yükseklik (m)	Geniş açıklıklı	Az katlı	Yüksek katlı	Diğer	Ahşap	Beton/Betonarme	Çelik	Diğer	Duvar	Döşeme	Kolon	Kiriş	Merdiven	Şaft	CLT panel	Hibrit ahşap	Hibrit	
21	Belarusian Memorial Chapel	İngiltere	1	~6,5		●				●			●	●	●	●				●		
22	Command of the Oceans	İngiltere	1	~8		●				●			●	●	●	●				●		
23	Rievaulx Abbey Visitor Centre	İngiltere	1	-		●				●				●	●	●				●		
24	Salgenreute Chapel	Avusturya	1	7		●				●			●	●	●	●				●		
25	Sunbeams Music Centre	İngiltere	1	-		●				●	●		●		●	●						●
26	The Smile London	İngiltere	1	~6					●	●			●	●						●		
27	Chicago Horizon	ABD	1	~3,2		●				●				●	●	●		●		●		
28	Forté Apartments	Avustralya	10	32			●			●	●	●	●	●			●	●				●
29	Gloucester Services	İngiltere	2	-	●					●				●	●	●				●		
30	Redstone Hotel	ABD	4	18		●				●	●		●	●	●	●	●	●				●

Tablo 3.5'in devamı

No	Yapı Adı	Yapım yeri	Strüktürel Özellik		Yapı Türü				Strüktür malzemesi				Yapı Elemanı						Yapım Sistemi				
			Kat sayısı	Yükseklik (m)	Geniş açıklıklı	Az katlı	Yüksek katlı	Diğer	Ahşap	Beton/Betonarme	Çelik	Diğer	Duvar	Döşeme	Kolon	Kiriş	Merdiven	Şaft	CLT panel	Hibrit ahşap	Hibrit		
31	Sky Health and Fitness Centre	İngiltere	3	14,5	●					●				●	●	●	●	●	●		●		
32	Treet Building	Norveç	14	49			●			●	●		●	●	●	●	●	●	●				●
33	Wenlock Road	İngiltere	10 +1	33			●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●
34	121, St. Clare's	İngiltere	2	~3,7		●				●			●	●	●	●	●	●	●				●
35	Alfriston School	İngiltere	2	~9	●					●		●	●	●	●	●	●	●	●				●
36	Arcadia Nursery	İskoçya	2	-		●				●		●	●	●	●	●	●	●	●				●
37	BSkyB	İngiltere	4	28	●					●			●	●	●	●	●	●	●				●
38	House, Sussex	İngiltere	2	-		●				●		●	●	●	●	●	●	●	●				●
39	The Wood Innovation and Design Centre	Kanada	6	29,5	●					●			●	●	●	●	●	●	●				●
40	Keynsham Civic Centre	İngiltere	4	-	●					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●

Tablo 3.5'in devamı

No	Yapı Adı	Yapım yeri	Strüktürel Özellik		Yapı Türü				Strüktür malzemesi				Yapı Elemanı						Yapım Sistemi			
			Kat sayısı	Yükseklik (m)	Geniş açıklıklı	Az katlı	Yüksek katlı	Diğer	Ahşap	Beton/Betonarme	Çelik	Diğer	Duvar	Döşeme	Kolon	Kiriş	Merdiven	Şaft	CLT panel	Hibrit ahşap	Hibrit	
41	Maggie's Oxford Centre	İngiltere	1	8		●			●				●	●	●	●				●		
42	Woodblock House	İngiltere	4	~12		●			●				●	●			●	●	●			
43	Abbotsford Visitor Reception Building	İskoçya	2	~9,3	●				●	●				●	●	●	●					●
44	Downley House	İngiltere	2/3	~7,4		●			●				●	●	●	●						●
45	The Dyson Centre for Neonatal Care	İngiltere	2	~6,6		●			●				●	●				●		●		
46	Open Academy	İngiltere	3	~18	●				●		●		●	●	●	●	●					●
47	Garden Museum	İngiltere	2	6,6		●			●				●	●				●		●		
48	Stadthaus, 24 Murray Grove	İngiltere	9	~30			●		●				●	●				●	●	●		
49	St-Loup Chapel	İsviçre	1	7		●			●				●	●						●		
50	MK 40 Tower	İngiltere	5	19				●	●				●	●				●		●		

Tablo 3.6. Kat Sayısı-İşlev-İç mekân kaplama

Z ^o	Yapı adı	Kat sayısı	İşlev	İç mekân kaplama
1.	Cambridge Central Mosque	1	Cami	Kaplamasız ve kaplamalı
2.	Cork House	1	M. Konut	Kaplamasız
3.	HOHO Vienna	24	Konut/ofis/otel	Kaplamasız (görsele göre)
4.	Mjøstårnet Tower	18	Konut/ofis/otel	Kaplamasız ve kaplamalı
5.	Carbon 12	8	Konut	Kaplamasız ve kaplamalı
6.	Multiply	3	Pavyon	Kaplamasız
7.	Streatham & Clapham High School	1	Eğitim yapısı	Kaplamasız
8.	Wilderness Restaurant	1	Restoran	Kaplamasız
9.	Brock Commons Tallwood House	18	Konut	Kaplamasız ve kaplamalı
10.	Conversation Plinth	3	Pavyon	Kaplamasız
11.	Dalston Works	10	Konut	Kaplamalı
12.	Freemen's School Swimming Pool	3	Eğitim yapısı	Kaplamasız
13.	GSK Carbon Neutral Laboratory	2	Labaratuvar	Kaplamasız
14.	Hastings Pier	2	Sergi alanı	Kaplamasız
15.	International House Sydney	7	Ofis	Kaplamasız
16.	John W. Olver Design Building	4	Eğitim yapısı	Kaplamasız ve kaplamalı
17.	Maggie's Oldham Cancer Centre	1	Sağlık yapıları	Kaplamasız
18.	Origine	13	Konut	Kaplamalı
19.	Albina Yard	4	Ofis	Kaplamasız ve kaplamalı
20.	Barretts Grove	6	Konut	Kaplamasız ve kaplamalı
21.	Belarusian Memorial Chapel	1	Şapel	Kaplamasız
22.	Command of the Oceans	1	Galeri	Kaplamasız
23.	Rievaulx Abbey Visitor Centre	1	Sağlık yapıları	Kaplamasız
24.	Salgenreute Chapel	1	Şapel	Kaplamasız
25.	Sunbeams Music Centre	1	Eğitim yapısı	Kaplamasız ve kaplamalı
26.	The Smile London	1	Pavyon	Kaplamasız
27.	Chicago Horizon	1	Pavyon	Kaplamasız
28.	Forté Apartments	10	Konut	Kaplamalı
29.	Gloucester Services	2	Tesis	Kaplamasız
30.	Redstone Hotel/ Candlewood Suites	4	Otel	Kaplamalı
31.	Sky Health and Fitness Centre	3	Sağlık yapıları	Kaplamasız
32.	Treet Building	14	Konut	Kaplamalı
33.	Wenlock Road	10	M. Konut	Kaplamalı
34.	121, St. Clare's, Oxford	2	Eğitim yapısı	Kaplamasız
35.	Alfriston School	2	Eğitim yapısı	Kaplamalı
36.	Arcadia Nursery	2	Eğitim yapısı	Kaplamasız ve kaplamalı
37.	BSkyB	4	Ofis	Kaplamasız ve kaplamalı
38.	House, Sussex	2	M. Konut	Kaplamasız ve kaplamalı
39.	The Wood Innovation and Design C.	6	Ofis	Kaplamasız ve kaplamalı
40.	Keynsham Civic Centre	4	Kütüphane	Kaplamasız ve kaplamalı
41.	Maggie's Oxford Centre	1	Sağlık yapıları	Kaplamasız
42.	Woodblock House	4	Konut	Kaplamasız
43.	Abbotsford Visitor R. Building	1	Toplum merkezi	Kaplamasız ve kaplamalı
44.	Downley House	2/3	M. Konut	Kaplamasız ve kaplamalı
45.	The Dyson C. for Neonatal Care	2	Sağlık yapıları	Kaplamasız ve kaplamalı
46.	Open Academy	3	Eğitim yapısı	Kaplamasız ve kaplamalı
47.	Garden Museum (ek bina)	2	Müze	Kaplamasız
48.	Stadthaus, 24 Murray Grove	9	Konut	Kaplamalı
49.	St-Loup Chapel	1	Şapel	Kaplamasız
50.	MK 40 Tower	5	Pavyon	Kaplamasız

Tablo 3.7. CLT yapı elemanları kalınlık boyutları

№	Yapı adı	Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
1.	Cambridge Central Mosque	7 cm	Yok	-
2.	Cork House	Yok	13 cm	Yok
3.	HOHO Vienna	14 cm	-	-
4.	Mjøstårnet Tower	Yok	Yok	Yok
5.	Carbon 12	Yok	13,9 cm	13,9 cm
6.	Multiply	6 cm	10 cm	10 cm
7.	Streatham & Clapham High School	-	-	9 cm
8.	Wilderness Restaurant	-	Yok	Yok
9.	Brock Commons Tallwood House	Yok	16,9 cm	Yok
10.	Conversation Plinth	Yok	6,6 ve 9,2 cm	Yok
11.	Dalston Works	~10-14 cm	~10-20 cm	-
12.	Freemen's School Swimming Pool	8 cm	-	8 cm
13.	GSK Carbon Neutral Laboratory	-	22 cm	10 cm
14.	Hastings Pier	11,7/14 cm	-	9 cm
15.	International House Sydney	-	-	-
16.	John W. Olver Design Building	Yok	15,24 cm	24 cm
17.	Maggie's Oldham Cancer Centre	10 cm	Yok	Yok
18.	Origine	17,5/29,1 cm	17,5 cm	13,1 cm
19.	Albina Yard	-	10,16 cm	-
20.	Barretts Grove	11 cm	21 cm	11 cm
21.	Belarusian Memorial Chapel	14 cm	-	20 cm
22.	Command of the Oceans	Yok	Yok	6 cm
23.	Rievaulx Abbey Visitor Centre	-	Yok	4,2 cm
24.	Salgenreute Chapel	-	-	7,8 cm
25.	Sunbeams Music Centre	5-6,9 cm	Yok	Yok
26.	The Smile London	10-14 cm	10 cm	10 cm
27.	Chicago Horizon	-	Yok	21 cm
28.	Forté Apartments	12,8 cm	14,8 cm	-
29.	Gloucester Services	Yok	Yok	10 cm
30.	Redstone Hotel/ Candlewood Suites	7,6/10,16/12,7 cm	17,5 cm	-
31.	Sky Health and Fitness Centre	-	-	-
32.	Treet Building	-	-	-
33.	Wenlock Road	20 cm	20 cm	-
34.	121, St. Clare's, Oxford	14 cm	10 cm	14 cm
35.	Alfriston School	Yok	Yok	2,1 cm
36.	Arcadia Nursery	10 cm	14 cm	-
37.	BSkyB	-	22 cm	-
38.	House, Sussex	9,4 cm	14,5 cm	11,7 cm
39.	The Wood Innovation and Design C.	-	9,9 ve 16,9 cm	-
40.	Keynsham Civic Centre	-	-	-
41.	Maggie's Oxford Centre	-	-	Yok
42.	Woodblock House	~9 cm	~9 cm	-
43.	Abbotsford Visitor R. Building	-	-	-
44.	Downley House	-	-	~6 cm
45.	The Dyson C. for Neonatal Care	21,5 cm	-	19,8 cm
46.	Open Academy	16,2 cm	22 cm	7,8 cm
47.	Garden Museum (ek bina)	-	-	Yok
48.	Stadthaus, 24 Murray Grove	11,7-12,8 cm	14,6 cm	-
49.	St-Loup Chapel	4 cm	4 cm	6 cm
50.	MK 40 Tower	-	-	-

Tablo 3.8. CLT yapı elemanlarının uzunluk(boy) ve genişlik(en) boyutları

No.	Yapı adı	Duvar (cm)		Döşeme (cm)		Çatı döşemesi(cm)	
		Boy	En	Boy	En	Boy	En
1.	Cambridge Central Mosque	-	-	Yok	Yok	Yok	Yok
2.	Cork House	Yok	Yok	1300	400	Yok	Yok
3.	HOHO Vienna	-	~350	-	-	-	-
4.	Mjøstårnet Tower	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
5.	Carbon 12	Yok	Yok	1800	370	1800	370
6.	Multiply	300	260	300	260	300	260
7.	Streatham & Clapham High School	-	-	-	-	-	-
8.	Wilderness Restaurant	-	400	Yok	Yok	Yok	Yok
9.	Brock Commons Tallwood House	Yok	Yok	600-1200	285	Yok	Yok
10.	Conversation Plinth	Yok	Yok	101,6	25,4	Yok	Yok
11.	Dalston Works	-	-	-	-	-	-
12.	Freemen's School Swimming Pool	-	~450	-	-	-	-
13.	GSK Carbon Neutral Laboratory	-	-	-	-	-	-
14.	Hastings Pier	-	~325	-	-	-	-
15.	International House Sydney	-	-	-	-	-	-
16.	John W. Olver Design Building	Yok	Yok	-	-	-	-
17.	Maggie's Oldham Cancer Centre	1200	293	Yok	Yok	Yok	Yok
18.	Origine	900	240	1950	240	-	-
19.	Albina Yard	-	-	731	304	-	-
20.	Barretts Grove	1100	240	600	-	-	-
21.	Belarusian Memorial Chapel	~250	-	-	-	~730	-
22.	Command of the Oceans	Yok	Yok	Yok	Yok	-	-
23.	Rievaulx Abbey Visitor Centre	Yok	Yok	Yok	Yok	~360	-
24.	Salgenreute Chapel	-	-	-	-	-	-
25.	Sunbeams Music Centre	960	180/250	-	-	-	-
26.	The Smile London	1400	350	1400	450	1400	450
27.	Chicago Horizon	-	-	Yok	Yok	1700	243
28.	Forté Apartments	-	-	-	-	-	-
29.	Gloucester Services	Yok	Yok	Yok	Yok	-	-
30.	Redstone Hotel/ Candlewood Suites	1125	-	1500	240	-	-
31.	Sky Health and Fitness Centre	-	-	-	-	-	-
32.	Treet Building	-	-	~800	160	-	-
33.	Wenlock Road	1200	-	1200	-	-	-
34.	121, St. Clare's, Oxford	-	-	-	-	-	-
35.	Alfriston School	Yok	Yok	Yok	Yok	1500	520
36.	Arcadia Nursery	-	-	-	-	-	-
37.	BSkyB	-	-	-	-	-	-
38.	House, Sussex	-	-	-	-	-	-
39.	The Wood Innovation and Design C.	-	-	-	-	-	-
40.	Keynsham Civic Centre	-	-	-	-	-	-
41.	Maggie's Oxford Centre	-	-	-	-	Yok	Yok
42.	Woodblock House	-	-	-	100	-	-
43.	Abbotsford Visitor R. Building	-	-	-	-	-	-
44.	Downley House	-	-	-	-	~600	-
45.	The Dyson C. for Neonatal Care	~1310	-	-	-	-	-
46.	Open Academy	-	60/250	-	-	-	-
47.	Garden Museum (ek bina)	-	-	-	-	-	-
48.	Stadthaus, 24 Murray Grove	-	-	-	-	-	-
49.	St-Loup Chapel	430-740	90-200	-	-	1170	90-200
50.	MK 40 Tower	-	-	-	-	Yok	Yok

3.3. Sürdürülebilirlik ile İlgili Bulgular ve İrdelemeler

- Ağaç Türü

Tablo 3.9’da incelenen örnek yapılarda CLT ve diğer ahşap ürünlerin üretiminde kullanılan ağaç türlerinin adları verilmiştir. CLT üretiminde en çok kullanılan yumuşak ağaç türleri, başta ladin olmakla birlikte sırasıyla ladin, karaçam, köknar ve Douglas köknarıdır. Bu ağaç türleriyle birlikte sert ağaç grubunda yer alan lale ağacının da kullanıldığı bazı örnek uygulamalar vardır. Lale ağacı; ladin, karaçam gibi ağaç türlerine göre daha sürdürülebilir, yüksek mukavemetli ve daha hafif bir yapıya sahiptir. Ancak CLT üretiminde ladin, en çok tercih edilen ağaç türüdür. Bunun nedeni işlem sürecinin ve montajının kolay olması, esnek bir yapıya sahip olması ve mantar gibi biyolojik etkenlere karşı dayanıklı olmasıdır.

Ladin ağacının yetiştirildiği ülkeye göre farklı türleri örnek yapılardaki ahşap ürünlerinde kullanılmıştır. Bunlar; Alman, Avusturya, Norveç ve Fin ladini olarak adlandırılmaktadır. Aynı şekilde çam ağacı için de Radiata çamı, İskoç çamı, Karaçam, Avrupa beyaz çamı gibi farklı türlerinde CLT yapı elemanı ve diğer ahşap ürünlerinde kullanıldığı bulgularda verilmektedir. Batı kırmızı sedir, meşe, huş ağacı gibi ağaç türleri de bulunmaktadır. Bu ağaç türleri daha çok iç kaplama, cephe kaplamasında kullanılırken; ladin, çam ve köknar gibi ağaç türleri CLT, GLT gibi strüktür malzemesinin üretiminde tercih edilmektedir.

- Yaşam döngüsü

CLT kullanılarak inşa edilen bir yapı, yaşam döngüsü boyunca CO₂ depolar. Bundan dolayı CLT, ahşap esaslı bir yapı elemanı olarak sürdürülebilir özelliğe sahiptir. Tablo 3.12’de sertifika, pasif enerji kazanımı ve mekanik enerji kazanımı olmak üzere üç başlık altında incelenen örnekler üzerinden bulgular toplanmıştır.

Sertifika:

LEED, BREEAM ve EPC; yapıların sürdürülebilirlik kriterlerini oluşturan önemli sertifika programlarıdır. Bu sertifikaya sahip olan yapı isimleri tablo 3.11’de verilmiştir. Buna göre incelenen örnekler kapsamında “GSK Carbon Neutral Laboratory” adlı örnek hem LEED hem de BREEAM sertifikasını alan tek yapıdır.

Pasif enerji kazanımı:

Yeşil çatı, çatı penceresi, baca etkili havalandırma, güneş kırıcı ve saçak gibi uygulamalar pasif enerji kazanımını sağlayan elemanlardır. İncelenen örnekler üzerinden irdelemeler yapılarak Tablo 3.11. bu başlıklar altında verilmiştir. Buna göre CLT yapı

elemanının kullanıldığı yapılarda yeşil çatı uygulaması yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra çatı penceresi ve cephede uygulanan güneş kırıcı eleman kullanımı da incelenen örneklerde en çok tercih edilen pasif enerji kazanım elemanları olmuştur.

Mekanik enerji kazanımı:

İncelenen örneklerde çok farklı mekanik eleman kullanımı olduğu görülmektedir. Tablo 3.11’de ısı pompası/ toprak kaynaklı ısı pompası, PV panel, yerden ısıtma, ısı geri kazanım sistemi, soğutma borulu beton döşeme sistemleri gibi mekanik enerji kazanım sağlayan elemanların incelenen örneklerde uygulandığı görülmektedir. İncelenen yapılarda PV panel kullanımı ve yerden ısıtma sistemi en çok kullanılan enerji kazanım elemanları olmuştur. Ayrıca soğutma borulu beton döşeme uygulaması “Keynsham Civic Centre” adlı örnekte uygulanmıştır.

- Depolanan CO₂ Miktarı

Tablo 3.10’da incelenen örnek yapıların yapı alanı, yapının tüm yaşam döngüsü boyunca depoladığı CO₂ miktarı ve kullanılan endüstriyel ahşap ürünler verilmiştir. Bu bilgilere göre yapının alanına ve kullanılan ahşap miktarına göre doğru orantılı olarak yapının ömrü boyunca depolayacağı CO₂ miktarı değişmektedir. Bu depolanan miktar, 618 kg ile 21.000 ton arasındadır.

Tablo 3.9. Ağaç Türü tablosu

№	Yapı adı	Ağaç türü
1.	Cambridge Central Mosque	Avrupa ladini, meşe ağacı, maun ağacı
2.	Cork House	Amerikan beyaz meşe, Ladin, Batı kırmızı sedir, Radiata Çam
3.	HOHO Vienna	Ladin
4.	Mjøstårnet Tower	Norveç ladini, İskoç çamı
5.	Carbon 12	Douglas köknar
6.	Multiply	Amerikan lale ağacı
7.	Streatham & Clapham High School	Avusturya ladini
8.	Wildernesse Restaurant	Ladin, Köknar, Çam
9.	Brock Commons Tallwood House	Ladin, Çam, Köknar
10.	Conversation Plinth	Kayın, Meşe, Akçaağaç, Kuzey Amerika Cevizi, Dişbudak
11.	Dalston Works	Ladin
12.	Freemen's School Swimming Pool	Avusturya ladini
13.	GSK Carbon Neutral Laboratory	Alman ladini, Avusturya ladini, Batı kırmızı sedir
14.	Hastings Pier	Ladin
15.	International House Sydney	Ladin, Kayın
16.	John W. Olver Design Building	-
17.	Maggie's Oldham Cancer Centre	Amerikan Lale ağacı, Amerikan ak meşe
18.	Origine	Ladin
19.	Albina Yard	Douglas köknar
20.	Barretts Grove	Ladin
21.	Belarusian Memorial Chapel	Radiata çamı, Kanada Batı Kırmızı Sedir, Douglas köknar
22.	Command of the Oceans	Akağaç ladini, Douglas köknarı
23.	Rievaulx Abbey Visitor Centre	İskandinav Ladini
24.	Salgenreute Chapel	Gümüş köknar, Karaçam
25.	Sunbeams Music Centre	Huş ve meşe ağacı, Sibiryaya karaçamı, Avrupa beyaz çamı Kanada batı kırmızı sedir
26.	The Smile London	Amerikan lale ağacı
27.	Chicago Horizon	-
28.	Forté Apartments	-
29.	Gloucester Services	Avrupa ladini
30.	Redstone Hotel/ Candlewood Suites	-
31.	Sky Health and Fitness Centre	-
32.	Treet Building	Norveç ladini
33.	Wenlock Road	Batı kırmızı sedir
34.	121, St. Clare's, Oxford	Avrupa meşesi, Avrupa ladin
35.	Alfriston School	Fraké Afrika tropik ağaç, Avrupa ve İskandinav çam ağacı
36.	Arcadia Nursery	Avusturya ladin, Sibiryaya karaçam, İskoç karaçamı
37.	BSkyB	Huş ve meşe ağacı, Avusturya Ladin
38.	House, Sussex	Meşe, Ladin, Batı kırmızı sedir
39.	The Wood Innovation and Design C.	Douglas köknar, Baldıran otu, Çam, Ladin, Batı kırmızı sedir
40.	Keynsham Civic Centre	-
41.	Maggie's Oxford Centre	Avrupa meşe ağacı, Norveç ladin, beyaz köknar, İskoç çam, Avrupa karaçam, Douglas köknar, İsviçre taş çam
42.	Woodblock House	Karaçam
43.	Abbotsford Visitor R. Building	Avrupa meşe, Garapa, Venge, Fin ladini
44.	Downley House	-
45.	The Dyson C. for Neonatal Care	Avusturya ladini
46.	Open Academy	Sedir
47.	Garden Museum (ek bina)	-
48.	Stadthaus, 24 Murray Grove	Ladin, Avrupa beyaz çamı
49.	St-Loup Chapel	Ladin
50.	MK 40 Tower	-

Tablo 3.10. Yapı alanı-CO₂-Ahşap ürün

Zo	Yapı adı	Yapı alanı	CO ₂ miktarı	Ahşap ürün
1.	Cambridge Central Mosque	-	70,9 ton	CLT, GLT
2.	Cork House	44 m ²	618 kg	CLT
3.	HOHO Vienna	25.000 m ²	2,800 ton	CLT, GLT
4.	Mjøstårnet Tower	11,300 m ²	-	CLT, GLT, LVL
5.	Carbon 12	3,902 m ²	-	CLT, GLT
6.	Multiply	133 m ²	30 ton	CLT
7.	Streatham & Clapham High School	1,625 m ²	8,7 kg m ² (yıllık)	CLT, GLT
8.	Wilderness Restaurant	315 m ²	-	CLT, GLT
9.	Brock Commons Tallwood House	14,593 m ²	1.753 ton	CLT, GLT, PSL
10.	Conversation Plinth	-	80 ton	CLT
11.	Dalston Works	155.000 m ²	~2600 ton	CLT
12.	Freemen's School Swimming Pool	1,750 m ²	-	CLT, GLT
13.	GSK Carbon Neutral Laboratory	4,600m ²	1,600 ton	CLT, GLT
14.	Hastings Pier	672 m ²	-	CLT, GLT
15.	International House Sydney	7,920 m ²	-	CLT, LVL, GLT
16.	John W. Olver Design Building	87.500 m ²	2,681 ton	CLT, GLT
17.	Maggie's Oldham Cancer Centre	260 m ²	-	CLT, LVL
18.	Origine	-	2,295 ton	CLT, GLT
19.	Albina Yard	-	295 ton	CLT, GLT
20.	Barretts Grove	635 m ²	10,670 kg (yıllık)	CLT
21.	Belarusian Memorial Chapel	75 m ²	-	CLT
22.	Command of the Oceans	2,750 m ²	62 ton	CLT, GLT
23.	Rievaulx Abbey Visitor Centre	200 m ²	43.02 ton	CLT, GLT
24.	Salgenreute Chapel	40 m ²	-	CLT
25.	Sunbeams Music Centre	600 m ²	-	CLT
26.	The Smile London	153 m ²	71.6 ton	CLT
27.	Chicago Horizon	289 m ²	-	CLT, GLT
28.	Forté Apartments	1,755 m ²	1,451 ton	CLT
29.	Gloucester Services	5,574 m ²	-	CLT, GLT
30.	Redstone Hotel/ Candlewood Suites	62,688 m ²	1,770 ton	CLT, GLT
31.	Sky Health and Fitness Centre	1,962 m ²	-	CLT, GLT
32.	Treet Building	5,830 m ²	~21,000 ton	CLT, GLT
33.	Wenlock Road/The Cube Building	6,750 m ²	1.040 ton	CLT
34.	121, St. Clare's, Oxford	-	-	CLT, GLT
35.	Alfriston School	~300 m ²	-	CLT, GLT
36.	Arcadia Nursery	-	-	CLT, GLT
37.	BSkyB /Believe in better building	3,800 m ²	1,787 ton	CLT, GLT
38.	House, Sussex	-	-	CLT
39.	The Wood Innovation and Design Centre	4,820 m ²	1,099 ton	CLT, GLT, PSL, LVL
40.	Keynsham Civic Centre	9,600 m ²	-	CLT
41.	Maggie's Oxford Centre	225 m ²	-	CLT, GLT, LVL
42.	Woodblock House	257 m ²	-	CLT
43.	Abbotsford Visitor Reception Building	-	-	CLT, LVL
44.	Downley House	650 m ²	-	CLT, GLT
45.	The Dyson Centre for Neonatal Care,	860 m ²	248,5 ton	CLT
46.	Open Academy	9,500 m ²	3,000 ton	CLT, GLT
47.	Garden Museum (ek yapı)	-	200 ton	CLT
48.	Stadthaus, 24 Murray Grove	2,890 m ²	~310 ton	CLT
49.	St-Loup Chapel	-	-	CLT
50.	MK 40 Tower	40 m ²	24 ton	CLT

Tablo 3.11. Yaşam Döngüsü

SERTİFİKA		PASİF ENERJİ KAZANIMI		MEKANİK ENERJİ KAZANIMI	
LEED	Treet Building Redstone Hotel/ Candlewood Suites The Wood Innovation and Design Centre GSK Carbon Neutral Laboratory HOHO Vienna John W. Olver Design Building Origine	Yeşil çatı	Cambridge Central Mosque Streatham & Clapham High School GSK Carbon Neutral Laboratory John W. Olver Design Building Gloucester Services Sunbeams Music Centre BSkyB /Believe in better building Abbotsford Visitor Reception Building The Dyson Centre for Neonatal Care	Isı pompası/ Toprak kaynaklı ısı pompası	Cambridge Central Mosque Sunbeams Music Centre Keynsham Civic Centre
					Maggie's Oxford Centre Downley House
BREEAM	GSK Carbon Neutral Laboratory Gloucester Services Sky Health and Fitness Centre The Dyson Centre for Neonatal Care Open Academy Arcadia Nursery	Çatı penceresi/ Baca etkili havalandırma	Cambridge Central Mosque Cork House, Eton, Berkshire Streatham & Clapham High School John W. Olver Design Building Sunbeams Music Centre Gloucester Services 121, St. Clare's, Oxford Arcadia Nursery House, Sussex Maggie's Oxford Centre The Dyson Centre for Neonatal Care Open Academy Downley House GSK Carbon Neutral Laboratory Belarusian Memorial Chapel	PV panel	Carbon 12 International House Sydney Command of the Oceans Sunbeams Music Centre BSkyB /Believe in better building Keynsham Civic Centre Open Academy Stadthaus, 24 Murray Grove
					John W. Olver Design Building Maggie's Oldham Cancer Centre Barretts Grove Wenlock Road Arcadia Nursery Maggie's Oxford Centre Abbotsford Visitor Reception Building
EPC	Cambridge Central Mosque Keynsham Civic Centre	Güneş kırıcı/Saçak	Cambridge Central Mosque John W. Olver Design Building Sky Health and Fitness Centre House, Sussex Keynsham Civic Centre Maggie's Oxford Centre Cambridge Central Mosque Rievaulx Abbey Visitor Centre Abbotsford Visitor Reception Building	Isı geri kazanım sistemi	Treet Building Downley House
					Keynsham Civic Centre

3.4. Performans ile İlgili Bulgular ve İrdelemeler

CLT yapı elemanlarıyla birlikte yapının performansal dayanımını arttırmak için bazı ek malzemeler kullanılmakta ve uygulamalar yapılmaktadır. Örnek yapılarda uygulanan önlemler; ısı yalıtımı, su ve nem yalıtımı, yangın dayanımı ve akustik yalıtım açısından duvar, döşeme, cephe, çatı, merdiven ve şaft olmak üzere beş başlık altında incelenmiş ve Tablo 3.12’de bu bilgiler derlenmiştir.

Duvar, döşeme ve çatı paneli olmak üzere CLT yapı elemanı ile birlikte pek çok yalıtım malzemesi örnek yapılarda kullanılmıştır. Kullanılan bu yalıtım malzemeleri sırasıyla; mineralli yün yalıtımı, köpüklü cam yalıtımı, ahşap lifli yalıtım, EPS yalıtım, koyun yünü yalıtım, taş yünü yalıtım, XPS yalıtım, ahşap elyaf keçe yalıtımı, folyo kaplı yalıtım olmak üzere 9 farklı türdedir. Özellikle bu yalıtım malzemeleri içerisinde ahşap lifli yalıtımın, CLT yapı elemanı ile kullanımı daha çok tercih edilmiştir. İncelenen örneklerde İngiltere’de olmak üzere kullanılan yalıtım malzemelerinin kalınlıkları 80-330 mm arasındadır. Bu kalınlıklar, malzemenin uygulandığı yapı türü, tasarımı, yapım yerinin iklimi gibi özelliklere göre değişebilmektedir.

CLT yapı elemanın kullanıldığı yapılarda su ve nem yalıtımı ile ilgili bazı önlemler alınmaktadır. Genel olarak en çok tercih edilen önlemler; çatıda kauçuk esaslı yalıtım malzemesi kullanımı, yağmur perdeli cephe sistemi uygulaması, cephe ve çatıda nemin giderilmesi, cephede hava boşluğu bırakılması ve sedir, meşe gibi ahşap kaplamaların cephe ve çatıda kullanılması bulunmaktadır.

CLT kendi başına yangın dayanımı sağlayan bir malzemedir. Bununla birlikte yangın dayanım süresini arttırmak için bazı ek uygulamalar yapılmaktadır. Yangın dayanım süresini arttırmak için en çok tercih edilen döşeme, şaft ve merdiven duvarında, X tipi (yangına dayanımlı) alçı panel uygulamasıyla beraber döşemede sprinkler sistemi kullanımı, duvar ve döşemede yangın geciktirici boya, astar ve çimento esaslı levha kullanılmaktadır.

Akustik dayanımda ise genellikle duvarda iki kat çimento levha kullanımı, ahşap lifli veya koyun yünü yalıtım; döşemede asma tavan uygulamasının yanı sıra, ahşap lifli veya koyun yünü yalıtım uygulaması, halı kullanımı, keçe veya esnek bir döşeme kaplaması akustik sönümleyici olarak tercih edilmektedir.

Tablo 3.12. Performansa dayalı özellikler

	Duvar	Döşeme	Cephe	Çatı	Merdiven ve şaft
Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> Mantar yalıtım malzemesi kullanımı Köpüklü cam yalıtım uygulaması Ahşap fibre yalıtım uygulaması EPS yalıtım uygulaması Koyun yünü yalıtım uygulaması Taş yünü yalıtım kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> Taş yünü yalıtım kullanımı 40 mm ahşap lifli yalıtım kullanımı Mineral yünlü yalıtım uygulaması 100 ve 200 cm EPS yalıtım uygulaması 25 mm cam elyaf yalıtım levhası kullanımı Koyun yünü yalıtım kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> Çok katmanlı cephe malzemesi kullanımı Fiber glass keçe yalıtım uygulaması Folyo kaplı ısı yalıtım uygulaması 	<ul style="list-style-type: none"> Kauçuk polimer yalıtım uygulaması Rijit yalıtım uygulaması 200 mm ahşap lifli yalıtım kullanımı Yalıtımlı kompozit panel kullanımı 170 mm polistiren (XPS) yalıtım uygulaması 	-
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> Derz arası köpük bandı kullanımı Havalandırılmalı membran kullanımı Metal eleman yüzeylerine toz boya uygulaması 	<ul style="list-style-type: none"> Derz arası köpük bandı kullanımı Termal olarak modifiye edilmiş ahşap kullanımı Neme dayanımlı alçı panel kullanımı Buhar bariyeri Vernik uygulaması Yükseltilmiş döşeme uygulaması Elastomerik membran uygulaması Dolgu macunu uygulaması Metal eleman yüzeylerine toz boya uygulaması Yükseltilmiş döşeme sistemi Nem dedektörü Meşe döşeme paneli uygulaması 	<ul style="list-style-type: none"> Buhar bariyeri kullanımı Drenajlı yalıtım cephe kaplaması 	<ul style="list-style-type: none"> Batı kırmızı sedir kaplaması uygulaması Membran uygulaması Seramik karo cephe kaplaması Hava alan membran uygulaması Ahşap yüzeyine mum yağı uygulaması Yalıtımlı çinko levha çatı kaplaması 	-

Tablo 3.12'nin devamı

Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yangın geciktirici badana boyası uygulaması • 2 katmanlı X tipli alçı panel kullanımı • Çelik dübel montaj elemanlarının kapatılması • 15-16 mm X tipi alçı panel kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> • Isıyla şişen yangın koruma şeridi • Şeffaf astar uygulaması • Çelik dübel montaj elemanlarının kapatılması • X tipi alçı panel uygulaması • Alçı beton uygulaması • Yanmaz derz dolgu • Beton döşemeyle binanın yatay olarak bölünmesi • Sprinkler sistemi 	<ul style="list-style-type: none"> • Yangına dayanıklı batı kırmızı sedir kaplaması uygulaması • Firestop uygulaması 	<ul style="list-style-type: none"> • Şeffaf astar uygulaması • Ahşap yüzeyine alev geciktirici işlem uygulanması • Yangın geciktirici boya uygulaması 	<ul style="list-style-type: none"> • Yangın geciktirici boya uygulaması • Alçı levha kullanımı • Yangına dayanıklı cam ile kaplama • İki adet 1,5 cm X tipi alçı levha kullanımı • Şaft astar kaplaması • Çift duvar arası yalıtım katmanı uygulaması
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • İki kat 18mm çimento levha kullanımı • Mantar yalıtım malzemesi kullanımı • 220 mm ahşap fibre yalıtım uygulaması • Çift kat alçı panel uygulaması • 150 mm mineral lifli akustik malzeme 	<ul style="list-style-type: none"> • Beton döşeme uygulaması • Kauçuk paspas kullanımı • Hava boşluğu bırakma • Duvar ve döşeme arası yalıtım köpüğü • Keçe uygulaması • Çift kat döşeme • CLT panel üstü beton ile kaplama • Yükseltilmiş döşeme uygulaması • Halı kullanımı • Akustik membran uygulaması • Kauçuk esaslı malzeme kullanımı • Yüzer döşeme uygulaması • Asma tavan • Delikli ladin ahşap panel • Vinil döşeme kaplama 	<ul style="list-style-type: none"> • Çift cephe kullanımı • Akustik güneş kırıcı pencere sistemi kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> • Alçı panel uygulaması • Çıtalı ahşap yalıtımlı akustik tavan paneli uygulaması 	<ul style="list-style-type: none"> • Çift duvar arası yalıtım katmanı uygulaması

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ahşap, insanlığın var olduğu günden beri ihtiyaçlarını karşılamada kullanılan, varlığı en uzun süreye sahip yapı malzemelerinden biridir. Yaklaşık 10.000 sene öncesine dayanan ilk ahşap, konut yapımından beri özellikle insanların barınma ve dini mekân ihtiyacını karşılamada önemli rol oynamıştır. Gelişen süreç içerisinde sanayi devrimi, makineleşme ve ardından gelen teknolojik ilerlemeler yapılarda çelik ve betonun kullanımını arttırmıştır. Zaman içerisinde artan teknolojik faaliyetler ve fabrika endüstrisinin gelişimi; hava kirliliği, sera gazı ve toprak kirliliği gibi sorunların oluşmasına neden olmuştur. Bu durum yapı sektöründe, üreticilerin ve araştırmacıları beton ve çelikten başka strüktürel dayanımı yüksek alternatif ahşap yapı malzemesi arayışına yönlendirmiştir. Günümüze yaklaştıkça özellikle üretim ve tasarım alanında gelişen program kullanımı, malzeme çeşitliliği ve yapısal dayanımını arttıracak araştırmaların ortaya koyulması; çevre dostu, yenilebilir ve insan sağlığı açısından zararsız sayılabilecek endüstriyel ahşap olan CLT ve diğer ahşap yapı malzemelerinin kullanım potansiyelinde artış sağlamıştır. Böylece CLT ve diğer yapı malzemeleriyle birlikte az katlı yapılardan yüksek katlı yapılara ve geniş açıklıklı yapılara kadar pek çok yapı türünde endüstriyel ahşap kullanımı gerçekleştirilmiştir. Bunların yanı sıra ahşap malzemesi karbon depolama özelliği sayesinde diğer yapı malzemelerine göre sürdürülebilir çevrenin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır.

Bu çalışmada CLT yapı elemanın kullanıldığı ve ödül/sertifika almış güncel yapılar üzerinden seçilen 50 adet örnek yapı; malzeme, yapı elemanı, yapım sistemi, yapı türü ve performans özellikleri açısından analiz edilerek sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar sırasıyla;

1. Yapı ile İlgili Sonuçlar
2. Strüktür ile İlgili Sonuçlar
3. Sürdürülebilirlik ile İlgili Sonuçlar
4. Performans ile İlgili Sonuçlar

olmak üzere dört başlık altında sınıflandırılmıştır.

4.1. Yapı ile İlgili Sonuçlar

Endüstriyel ahşap yapı malzemesi olan CLT, sürdürülebilir ve çevre dostu bir yapı malzemesi olarak inşaat sektöründe kullanım potansiyeline sahiptir. Bu çalışma kapsamında incelenen 50 örnek üzerinden belirlenen başlıklar altında analizler yapılmış ve yapılan irdelemeler ile yapı ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar sırasıyla aşağıda verilmiştir:

- Örnek yapılara bakıldığında ödül/sertifika almış 2007-2013 yılları arasında CLT yapı elemanının kullanıldığı uygulamalar azdır. Ancak 2014-2017 yılları arasında CLT yapı elemanının kullanıldığı ahşap yapı uygulamaları artmıştır. 2018 ve 2019 yıllarında ise inşası tamamlanan yapı uygulaması azalmıştır.

- Pek çok farklı ülkede CLT'nin kullanıldığı yapı uygulamaları bulunmaktadır. İngiltere, CLT yapı elemanının kullanıldığı en çok uygulamaya sahip olan ülke olmuştur.

- Son yirmi yılda CLT, başta Avrupa ve Amerika olmak üzere pek çok farklı kıtada uygulanmaya ve üretilmeye başlanmıştır ve üretimi devam etmektedir. Türkiye'de ise ödül/sertifika şartlarını sağlayan uygulama bulunmamaktadır. Ancak CLT yapı ürünün Türkiye'de üretim tesisi ve CLT yapı elemanının kullanıldığı uygulamalar vardır.

- CLT ile ilgili deneysel araştırmaların Avrupa'da Amerika'ya göre önceden başlaması ve CLT üretimin ilk olarak Almanya ve Avusturya'da yapılması, Avrupa'da inşa edilen CLT yapıların sayısını arttırmıştır.

- CLT; performans, tasarım ve uygulanabilirlik yönüyle konut, dini yapı, ofis, sağlık merkezi, eğitim yapısı, galeri ve pavyon gibi pek çok farklı işlevde kullanılabilen bir yapı elemanıdır.

- CLT, eski yapıların restorasyonunda ve ek bina uygulamalarında kullanılmaktadır.
- Sürdürülebilir, çevre dostu ve insan sağlığı ve psikolojisi açısından olumlu etki bırakan CLT eğitim yapılarında, sağlık ve ofis yapılarında tercih edilmektedir.

- CLT yapı elemanının kullanıldığı ahşap uygulamalarında maliyet sadece alana göre değil, yapı türüne, tasarımına, yapım yerine, sürdürülebilirlik kriterlerine ve yapı malzemelerinin güncel maliyet tablosuna göre değişmektedir.

- CLT malzemesi ve diğer yapı malzemeleri kullanılarak 87,500 m²'ye kadar yapı uygulanabilmektedir.

4.2. Strüktür ile İlgili Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında incelenen 50 örnek yapı üzerinden belirlenen başlıklar altında analizler yapılmış ve elde edilen bulgular üzerinden yapı malzemesi, yapı elemanı, yapım sistemi ile ilgili strüktürel sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar sırasıyla aşağıda verilmiştir:

- CLT duvar, döşeme, şaft ve merdiven yapı elemanlarında strüktürel açıdan kullanımı uygun olan bir malzemedir. Kolon yapı elemanı olarak kullanılmamaktadır; kiriş olarak kullanımı yaygın değildir. Kiriş ve kolon yapı elemanlarında CLT yerine başta GLT olmak üzere PSL, LVL gibi diğer endüstriyel ahşap malzemeler tercih edilmektedir.

- CLT ile birlikte kullanılan PSL kolon ve kiriş yapı elemanlarında; LVL ise duvar, döşeme, kolon, kiriş ve merdiven gibi yapı elemanlarında kullanılmaktadır.

- CLT taşıyıcı veya bölücü yapı elemanı, düz ve pürüzsüz bir yüzey oluşturarak cephede ve iç mekânda üzerine uygulanacak kaplama için kolay uygulama ve montaj sağlar.

- CLT panel montajında duvar ve döşemede düz bağlantı sistemi yerine ek parçalı veya bindirmeli bağlantı sistemi kullanılmaktadır.

- CLT duvar, döşeme ve çatıda kolay ve hızlı montaj sağlayan akıllı vida, metal köşebent (braket), çelik plaka gibi bağlantı elemanları kullanılmıştır.

- CLT panel kalınlığı yapı türüne, yapı elemanına, taşıyıcı eleman olarak görev yapıp yapmamasına, akustik, yangın dayanımı gibi faktörlere göre değişmektedir. CLT panel kalınlığı 2,1 cm ile 29,5 cm arasında üretilmektedir.

- Yapı türüne göre duvar panel kalınlığı değişmektedir. Yüksek katlı yapıda CLT duvar paneli kalınlığı en az 10 cm, az katlı yapıda en az 4 cm ve geniş açıklıklı yapıda 8 cm olarak uygulanmaktadır.

- CLT panel uzunluğu ve genişliği tasarıma, ülkelerin nakliyat kurallarına ve üretim tesislerinin kapasitelerine bağlı olarak değişmektedir. CLT panel boyutları en fazla 19,5 m uzunluğunda ve 5,2 m genişlikte üretilebilir.

- CLT yapı elemanı ve diğer yapı malzemeleri kullanılarak en fazla 24 katlı ve yüksekliği en fazla 85,4 m bina yapılabilir.

- Çatı panelinin kalınlığı diğer yapı elemanlarına göre daha azdır.

- Binada taşıyıcılık görevi üstlenen CLT döşeme paneli 10 cm kalınlıkta; CLT duvar panel kalınlığı taşıyıcı olup olmamasına bağlı olarak 4 ile 21,5 cm arasında olmalıdır.

- CLT panel kalınlığına bağlı olarak katman sayısı değişmektedir. Buna göre duvarlarda, döşemelerde ve merdivenlerde kullanılan panel katman sayısı farklıdır. Duvarlarda ve döşemelerde, daha çok 3 ve 5 katmanlı panel kullanılırken 7 ve 9 katmanlı CLT panel kullanımı projenin tasarımının gerekliliğine ve maliyetin uygunluğuna göre tercih edilmektedir.

- Hibrit yapım sistemi ahşap yapılar da diğer yapım sistemlerine göre daha fazla kullanılmıştır.

- CLT panel yapım sisteminin az katlı yapılar da uygulanma olanağı gelişmişken yüksek katlı yapı ve geniş açıklıklı yapılar da uygulanması; strüktürel, fiziksel ve performans açısından yeterli değildir. Hibrit ahşap yapım sisteminin ise az katlı ve geniş açıklıklı yapılar da kullanım ve uygulama olanağı gelişmişken, yüksek katlı yapılar da kullanımı tercih edilmemektedir. Hibrit yapım sistemi daha çok yüksek katlı ve geniş açıklı yapı türünde tercih edilmektedir.

- CLT panel sistemi ile 10 kat ve hibrit ahşap yapım sistemiyle 6 kata kadar bina inşa edilirken, hibrit yapım sistemiyle 24 kata kadar bina uygulaması yapılmaktadır.

- CLT az katlı yapılar da diğer yapı malzemeleri kullanılmadan taşıyıcı ve bölücü duvar ve döşeme görevi üstlenir.

- CLT genel olarak endüstriyel ahşap malzemeler, elik ve betonarme malzemelerin biri veya birkaçı ile birlikte yüksek katlı ve geniş açıklıklı yapılar da kullanılmaktadır.

- CLT, beton ve/veya elik ile birlikte kullanılarak kompozit döşeme paneli binalar da uygulanmıştır.

- CLT ile birlikte mantar bloğu gibi farklı ve yeni sürdürülebilir yapı malzemeleriyle kullanım sağlanabilir.

- Yapısal esnekliğe sahip olan CLT, tonoz ve kemer olarak da kullanılmaktadır.

- CLT retim aşamasında eğrisel olarak kesilebilen bir yapı malzemesidir.

- CLT yapı elemanın kullanıldığı dini yapılar tek katlı ve eğitim yapıları ise 4 kata kadar uygulanmaktadır.

- CLT kullanılarak inşa edilen az katlı yapı sayısı diğer yüksek katlı yapı ve geniş açıklıklı yapı sayısına göre daha fazladır.

- CLT ile inşa edilen yapıların kat sayısı ülke standartlarına göre iklim, depreme, rüzgâr gibi dış yüklere göre değişmektedir. Buna göre CLT yapı elemanıyla inşa edilen en yüksek katlı yapılar Norveç ve Avusturya'da bulunmaktadır.

- Tokyo’da 350 metre yüksekliğinde yapılması planlanan W350 Kulesi’nin, 2041 yılına kadar inşa edilmesi beklenmektedir.

4.3. Sürdürülebilirlik ile İlgili Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında incelenen 50 örnek yapı üzerinden belirlenen başlıklar altında analizler yapılmış ve elde edilen bulgular üzerinden CLT yapı elemanının sürdürülebilirliği ilgili sonuçları elde edilmiştir. Bu sonuçlar sırasıyla aşağıda verilmiştir:

- Lifli ve higroskopik yapıya sahip olan ahşaptan üretilen CLT, yapısı gereği karbon depolayan, çevre dostu ve yenilenebilir endüstriyel ahşap ürünüdür. Diğer geleneksel malzemelere ve yapıştırılmış lamine kerestelere göre karbon ayak izi en düşük yapı malzemesidir.
- Geri dönüştürülebilir olduğu için başka projelerde tekrar kullanılabilir veya biyoyakıt olarak kullanılmak üzere dönüştürülebilir.
- CLT yapı elemanı kullanılan bazı örnek yapılar LEED, EPC ve/veya BREEAM sertifikası almıştır.
- CLT üretiminde yumuşak ve sert ağaç olmak üzere iki farklı türde ahşap malzeme kullanılır. Panel üretiminde en çok tercih edilen yumuşak ağaç türleri olmuştur.
- Ahşap esaslı ürün olan CLT panel üretiminde en çok yumuşak ağaç türünden olan ladin ağacı kullanılmakla beraber karaçam, köknar gibi farklı ağaç türleri de üretimde ham madde olarak tercih edilmektedir.
- Son yıllara doğru inşa edilen bazı örneklerde sert ağaç türünden olan lale ağacı CLT üretiminde kullanılmıştır
- Dış kaplama olarak CLT yapı elemanı üzerine ahşap esaslı, tuğla, taş, metal, çimento esaslı (fiber) levha gibi kaplamalar kullanılmıştır.
- Batı sediri, huş ağacı, meşe gibi ağaç türleri fiziksel ve yapısal olarak dış hava koşullarına dayanımlı olduğu için yapılarda dış kaplama olarak kullanımı tercih edilmiştir.
- Analiz edilen pek çok yapı enerji etkin tasarım özelliği gösterir. Çatı penceresi, güneş kırıcı, saçak, baca etkili havalandırma gibi pasif enerji kazanımı sağlayan uygulamalar bulunmaktadır.

- CLT, mekanik enerji kazanımı sağlayan havalandırma, ısıtma ve soğutma gibi araçların kullanımına uygun yapı elemanıdır. CLT döşeme paneliyle birlikte tesisat boruları entegre edilerek kullanılmaktadır.

- CLT döşeme paneli üzerine soğutma borulu beton döşeme sistemi ve CLT çatı paneli üzerine PV panelin uygulaması yapılmak ile birlikte ısı geri kazanımlı sistem, ısı pompası ve toprak kaynaklı ısı pompası gibi farklı mekaniksel çözümler CLT ile birlikte kullanımı uygundur.

- Yeşil çatı sistemi, CLT çatı paneli kullanılan binalarda uygun bir yalıtım ve tasarımla yapılmaktadır.

4.4. Performans ile İlgili Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında incelenen 50 örnek yapı belirlenen başlıklar altında analiz edilmiş ve elde edilen bulgular üzerinden CLT yapı elemanının ısı yalıtımı, su ve nem, akustik ve yangın dayanımıyla ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar sırasıyla aşağıda verilmiştir:

- CLT duvar ve döşeme paneliyle beraber ısı yalıtım performansını arttırmak için bazı ek yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Ahşap lifli yalıtım başta olmak üzere mineral yünlü yalıtım, koyun yünü yalıtım gibi yalıtım türleri daha çok tercih edilmektedir. Ahşap lifli yalıtım ve koyun yünü yalıtım kullanılmasının nedeni yün, ahşap gibi atık malzemelerden üretilmesi, geri dönüştürülebilir ve higroskopik yapıya sahip olmasıdır.

- CLT duvar, döşeme ve çatı panelinde kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlığı değişiklik gösterebilir.

- CLT yapı elemanı olarak tek başına yangın dayanımı sağlayan kömürleşme katmanına sahip endüstriyel ahşap ürünüdür. Ancak binaların yangın dayanım süresini arttırmak için ek uygulamalar yapılmış ve önlemler alınmıştır. X tipi (yangına dayanıklı) alçı panel kullanımı başta olmak üzere sprinkler sistem uygulaması, yangın geciktirici boya, astar gibi uygulamalar yapılmıştır. X tipi alçı panel bazı yapılarda iki kat olarak kullanılmaktadır.

- Katman sayısı dış ve iç yüke, yangın dayanım süresine ve akustik yalıtımının sağlanmasına göre değişiklik gösterir. Katman sayısı arttıkça yangın dayanım süresi artar.

- Yangın dayanım süresini arttırmak için alınan önlemler özellikle binanın şaft kısmında uygulanmaktadır.

- CLT tek başına akustik açıdan yeterli yalıtım sağlayan bir yapı elemanı değildir. Bundan dolayı CLT duvar ve döşeme paneliyle birlikte asma tavan, keçe yalıtımı, lifli yalıtım malzemeleri, halı ve esnek döşeme kaplama kullanımı tercih edilmektedir.

- İki tane CLT panel yan yana veya üst üste koyularak akustik açıdan performans artışı sağlanabilmektedir.

- CLT, cephede üzerine kaplama gelebilecek şekilde kullanılabilirdiği gibi kaplamasız olarak da yapılarda uygulanmaktadır. Bu durum CLT'nin yapı elemanı olarak nem, güneş, haşere gibi dış hava koşullarına karşı dayanım gösterebildiğini ortaya koyar. Aynı şekilde CLT yapı elemanı iç mekânda da hem kaplamalı hem de kaplamasız olarak kullanıma uygundur.

- İç mekânda kaplamasız kullanımda panel yüzeyi evsel görsel kaliteye sahip olacak şekilde üretilmiş CLT ürünler tercih edilmelidir. Eğer CLT panel yüzeyine kaplama uygulanırsa maliyet açısından daha uygun fiyatta olan endüstriyel kaliteye veya görünmeyen kaliteye sahip panel ürünleri kullanılmalıdır.

- Bazı yapılarda (Örnek numarası: 2) CLT döşeme yapı elemanı strüktür elemanları kullanılarak yükseltilmiştir.

- CLT, yüzme havuzu gibi ıslak mekân işlevini gösteren yapılarda kullanıma uygundur.

4.5. Öneriler

Geleneksel bir malzeme olan ahşap, gelişen çağda 20. yüzyıla kadar diğer yapı malzemeleri gibi fütüristik bir malzeme olarak görülmemiştir. Bu genel düşüncenin oluşmasında üretiminde kullanılan ahşabın mekanik ve fiziksel özelliklerinin yetersiz görülmesi neden olmuştur. Ancak CLT, geleceğe yönelik ticari ve endüstriyel yapılar için iyi bir çözüm ortaya çıkartmıştır. Prefabrike yapı ürünü olmasının yanı sıra çevre dostu bir yapı malzemesi olarak görülmesiyle sürdürülebilir yapı çevresinin gelişmesine destek olmuştur. Son 10-15 yıla kadar ahşap çerçeve sistemiyle beş kata kadar bina inşa edilmiştir. CLT, GLT gibi yeni ahşap teknolojileri ile 24 katlı konutlar inşa edebilecek kapasite ve performansla sahip olunmuştur. CLT ile yapılacak binaların Kanada'da 30 kata kadar, Finlandiya'da ise 40 kata kadar inşasına izin verilmiştir. Bazı ülkelerde ise yüksek katlı binalar inşa etmek için ahşabın strüktürel bir malzeme olarak kullanımını kısıtlanmıştır.

Kökeni Avusturya ve Almanya'ya dayanan CLT sadece bu bölgelerle sınırlı kalmayıp ABD, Kanada, İngiltere gibi dünyanın pek çok ülkesinde kullanılmaya başlamıştır. Türkiye'de ise CLT üretimi diğer ülkeler kadar yaygın değildir.

Türkiye'de ve dünyada CLT'nin üretiminin gelişmesi ve uygulama alanlarının yaygın hale gelmesi için bazı araştırmalar ve çalışmalar yapılmalıdır:

Türkiye'de yapılacak çalışmalar:

- CLT üretim alt yapısının geliştirilmesi için yatırımlar yapılmalı ve desteklenmelidir.
- CLT için ham madde kaynağı sağlayacak sürdürülebilir ormanlar yetiştirilmelidir.
- CLT üretiminin ve kullanımının yaygınlaşması için strüktürel ve performans açısından dayanımlı, karbon depolayan, sürdürülebilir ve çevre dostu bir ahşap ürün olarak tanıtımı ve uygulaması yapılmalıdır.
- Çelik ve betonarmeye alternatif olarak CLT malzemesinin kullanım alanı genişletilmelidir.

Dünya genelinde yapılacak çalışmalar:

- Akustik, su ve nem, ısı yalıtımı ve yangın dayanımı ile ilgili üniversitelerde, laboratuvarlarda ve ahşap araştırma endüstrilerinde araştırmacılar ve firmalar tarafından yapılan deneyler ve çalışmalar her iklim şartlarına uygun geliştirilmelidir.
- CLT ve diğer ahşap ürünleriyle kullanımıyla ilgili hibrit sistemli yapıların inşası için uygulamalar yapılmalıdır.
- CLT panel sistemiyle inşa edilen binaların kat sayısı artırılması için gerekli çalışmalar yürütülmelidir.
- En yüksek katlı ahşap bina 24 katlıdır. Daha yüksek katlı ahşap binalar inşa edilmesi için fiziksel ve strüktürel olarak yeni çözümler önerilmelidir.
- CLT yapı elemanının diğer ahşap, çelik, betonarme gibi yapı malzemeleri olmadan yüksek katlı ve geniş açıklıklı yapı türünde kullanımı geliştirilmelidir.
- Fiziksel ve yapısal dayanımı daha yüksek olan farklı ağaç türlerinden elde edilen ahşaptan CLT panel üretimi çalışmaları yapılmalıdır.

- CLT yapı elemanın tamamen sürdürülebilir malzeme olması için kullanılan yapıştırıcıların içeriklerinde zararlı malzemeler yerine sağlığı olumsuz etkilemeyen (solvent içermeyen) malzemeler kullanılmalıdır.
- Gelecek çalışmalarda CLT ve diğer sürdürülebilir yapı malzemelerinin kullanımıyla ilgili performans açısından deneysel çalışmalar yapılabilir.
- Hızlı ve gelişen yenilikçi teknoloji sayesinde CLT ile beraber kullanılmak üzere yeni endüstriyel ahşap ürünler geliştirilebilir.



5. KAYNAKLAR

- Abrahamsen, R. B. ve Malo, K. A., Structural Design and Assembly of “Treet”- A 14-Storey Timber Residential Building in Norway, <https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/Strucural-Design-and-assembly-of-Treet.pdf> 02 Ocak 2019.
- Abrahamsen, R., Mjøstårnet- 18 storey timber building completed. <https://www.moelven.com/globalassets/moelvenlimtre/mjostarnet/mjostarnet---18-storey-timber-building-completed.pdf> 09 Nisan 2020.
- Abrahamsen, R., Mjøstårnet- Construction of an 81 m tall timber building. <https://www.moelven.com/globalassets/moelven-limtre/mjostarnet/mjostarnet---construction-of-an-81-m-tall-timber-building.pdf> 09 Nisan 2020.
- Ahvenainen, J. ve Sousa H., S., Multistorey building made of CLT: How to design it right? https://www.researchgate.net/publication/311558471_Multistorey_building_made_of_CLT_How_to_design_it_right 11 Nisan 2019.
- Allen, E. ve Rand, P., 2016. Architectural Detailing, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Third edition, United States of America. 174 s.
- Albee, R. R., Muszyński, L., Hansen, E. N., Knowles, C. D., Larasatie, P. ve Guerrero, J., E., Recent Developments in Global Cross-Laminated Timber (CLT) Market, https://www.researchgate.net/publication/327208938_RECENT_DEVELOPMENTS_IN_GLOBAL_CROSS_LAMINATED_TIMBER_CLT_MARKET 9 Haziran 2019.
- American Wood Council (AWC) ve International Code Council (ICC), Code Conforming Wood Design, https://www.awc.org/pdf/building_codes/ccwd/CCWD_Complete_2015.pdf. 9 Haziran 2019.
- ANSI /APA PRG 320, 2018. Standard for Performance-Rated Cross-Laminated Timber, APA, Tacoma, 5 s.
- APA S500, 2016. North American CLT vs. Imported Product, Tacoma.
- Aranha, C., Branco, J. M. ve Lourenco, P. B., Finite Element Modelling of the Cyclic Behaviour of CLT Connectors and Walls. https://www.researchgate.net/publication/312472105_Finite_Element_Modelling_of_the_Cyclic_Behaviour_of_CLT_Connectors_and_Walls 08 Mart 2020.
- Ay, N. ve Örs, Y., 1999. Duglas Göknarı [Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco] Odunu Yoğunluğuna Orijin ve Bölge Farklılığının Etkisi. Tr. J. of Agriculture and

- Forestry, 23,2, 383-387.
- BCA, Design for Manufacturing and Assembly (DfMa) Mass Engineered Timber.
https://www.bca.gov.sg/BuildableDesign/others/MET_Guidebook_2018.pdf
 30 Mayıs 2019.
- Binderholz, Processing Guideline Binderholz CLT BBS.
https://www.binderholz.com/fileadmin/user_upload/pdf/products/bbs-processing-guideline.pdf 5 Mart 2019.
- Bejder, A. K., 2012. Aesthetic Qualities of Cross Laminated Timber Bejder, Yüksek Lisans Tezi, The Faculty of Engineering and Science, Aalborg University, Aalborg.
- Borgström, E. ve Fröbel, J., 2019. The CLT Handbook, Research Institutes of Sweden, Stockholm.
- Breneman, S., CLT Floor Design: Strength, Deflection and Vibrations.
<https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/TTWB-2014-Breneman-CLT-Floor-Design.pdf> 26 Temmuz 2019.
- Butler, T., International House Sydney, 22. Internationales Holzbau-Forum, Aralık, Partenkirchen. http://www.forum-holzbau.com/pdf/29_IHF_2016_Butler.pdf
 30 Kasım 2018.
- BS ISO 16696-1:2019, 2019. Timber structures — Cross laminated Timber, BSI Standards Limited, Switzerland, First edition.
- Bslc, Summary Report: Survey of International Tall Wood Buildings.
<https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/Survey-tall-wood-report.pdf>
 30 Aralık 2018.
- Burback, B., 2016. Potential of Cross Laminated Timber in Single Family Residential Construction, Yüksek Lisans Tezi, Colorado School of Mines, Civil and Environmental Engineering, Golden.
- Carsten, H. ve Arup, 2014. Developing Hybrid Timber Construction For Sustainable Tall Building, CTBUH Journal, 3,42-43.
- Chen, C. X., Pierobon, F. ve Ganguly, I., 2019. Life Cycle Assessment (LCA) of Cross-Laminated Timber (CLT) Produced in Western Washington: The Role of Logistics and Wood Species Mix. Sustainability, 11, 5.
- Cullen, M., Six Storey Glass Encased Wooden Office Block Rises in Barangaroo.
https://www.hesstimmer.com/fileadmin/medien/service/presse/2016/20160830_Daily_Telegraph_Six_storey_glass_encased_wooden_office_block.pdf
 15 Şubat 2020.
- Crespell, P. and Gagnon, S., 2010. Cross Laminated Timber: a Primer. Special

Publication 52. FP Innovations.

Cruz, P. J. S., 2019. Structures and Architecture, CRC Press, No:11 Londra, 1153 s.

d'Errico, H. K., 2016. Tall, cross-laminated and massive timber buildings: a United States perspective, Master's thesis, Faculty of Mississippi State University, Department of Sustainable Bioproducts, Mississippi.

Divekar, N., 2016. Introduction to New Material- Cross Laminated Timber, International Journal of Engineering Research, 5,3, 675-679.

Egoïn, CLT and CLT-MIX CLT Structural Properties & Connection Details. https://uk.egoïn.com/?media_dl=1782 11 Mayıs 2019.

Eriç, M., 1994. Yapı Fiziği ve Malzemesi, 1. Baskı, Motif Basımevi, Literatür Yayınları, İstanbul.

Espinoza, O., Mallo, M. L. ve Trujillo, V. R., Identification of Research Areas to Advance the Adoption of Cross- Laminated Timber in North America https://www.researchgate.net/publication/305904072_Identification_of_Research_Areas_to_Advance_the_Adoption_of_Cross-_Laminated_Timber_in_North_America 11 Aralık 2019.

Exova BM Trada, 2017. Cross-laminated Timber Design and performance, Exova (UK) Ltd.

Falk, A., Buelow, P. V. ve Kirkegaard, P., H., Folded Plate Structures As Building Envelopes. https://www.researchgate.net/publication/265054137_FOLDED_PLATE_STRUCTURES_AS_BUILDING_ENVELOPES 27 Şubat 2019.

Farrelly, L., 2012. Yapım+Malzeme, Çev.: Derya Nühket Özer, 1. Baskı, Ömür Matbaacılık, Literatür Yayınları, İstanbul.

Ferrari, E. p., St Loup Chapel. https://issuu.com/epferrari/docs/e_p_ferrari_st_loup_chapel 27 Şubat 2019.

Fischer, D., 2018. Britisch-muslimisch, ökologisch-modern, TEC21, 18,19, 24-32.

Filiz, M., Usta, P. ve Sahin, H., T., Melamin, Üre Formaldehit Tutkalı, Kızılçam Ve Çay Atıkları İle Elde Edilen Yonga Levhanın Bazı Teknik Özelliklerinin Değerlendirilmesi, https://www.researchgate.net/publication/307738578_Melamin_Ure_Formaldehit_Tutkali_Kizilcam_Ve_Cay_Atiklari_Ile_Elde_Edilen_Yonga_Levhanin_Bazi_Teknik_Ozelliklerinin_Degerlendirilmesi 18 Mart 2019.

Ford, J., A resilient timber architecture in the city and a vision for mass customization, Urban Timber, 82-83. https://issuu.com/jamesford64/docs/urban_timber_web 20 Temmuz 2019.

- FPInnovations, Wood & Human Health, https://www.nordic.ca/data/files/publication/Wood_Human_Health_final-single.pdf 29 Mart 2019.
- Fraser, J., 2017. Knock on (Engineered) Wood: Pathways to Increased Deployment of Cross-Laminated Timber A Case Study of the Building Sector in Sweden, Yüksek Lisans Tezi, Lunds university, International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund.
- Gasparri, E., Lucchini, A. ve Mazzucchelli, E.S., Construction management for tall CLT buildings: From partial to total prefabrication of façade elements https://www.researchgate.net/publication/282271239_Construction_management_for_tall_CLT_buildings_From_partial_to_total_prefabrication_of_facade_elements 29 Şubat 2020.
- Gagnon, S., CLT – Acoustic Performance. <http://www.woodusematrix.com/database/rte/files/CLT- Acoustic %20Performance. pdf> 03 Mart 2020.
- Georgia Forestry Association (GFA), CLT Guide. <http://gfagrow.org/wp-content/uploads/2018/06/ CLT-Guide-PDF.pdf> 26 Aralık 2019.
- Grasser, K., K., 2015. Development of Cross Laminated Timber in the United States of America, Yüksek Lisans Tezi, The University of Tennessee, Knoxville.
- Gu, M., 2017. Strength And Serviceability Performances of Southern Yellow Pine Cross-Laminated Timber (CLT) and CLT-Glulam Composite Beam Room Fires, Yüksek Lisans Tezi, Clemson University, Civil Engineering, South Carolina.
- Hasan, Z. G., Inside Vancouver's Brock Commons, the World's Tallest Mass Timber Building. <https://www.archdaily.com/879625/inside-vancouvers-brock-commons-the-worlds-tallest-timber-structured-building> 17 Şubat 2020.
- Hegger, M., Drexler, H. ve Zeumer, M., 2016. Adım Adım Yapı Malzemeleri, Çev.: Volkan Atmaca, 2. Baskı, Yapı-Endüstri Merkezi A.Ş., İstanbul.
- Horx-Strathern, O., Varga, C. ve Guntschnig, G., The future of Timber Construction CLT – Cross Laminated Timber. <http://keithtimber.com.au/wp-content/uploads/2013/10/StoraEnso-The-future-of-timber-construction-June-2017.pdf> 13 Haziran 2019.
- Hudert, M. ve Pfeiffer, S., 2019. Rethinking Wood: Future Dimensions of Timber Assembly, Birkhäuser Basel, İsviçre. 128-133.
- Hyams, A., 2018. Not costing the earth, Timber 2018 Industry Yearbook, 66-71.
- IBC, 2015. International Building Code, International Wood Council, U.S.A.
- ISO 16696-1, 2019. Timber structures — Cross laminated timber — Part 1: Component performance, production requirements and certification scheme.

- Johnson, N., Forte by Lend Lease commended at 2014 Sustainability Awards.
<https://www.architectureanddesign.com.au/awards-1/2014-winners/forte-by-lend-lease-commended-at-2014-sustainability> 19 Şubat 2020.
- Karacabeyli, E. ve Douglas, B., 2013. CLT Handbook: Cross-Laminated Timber, FPInnovations and Binational Softwood Lumber Council.
- Khan, S., 2017. Basic of Cross Laminated of Timber and Optimal Location for New CLT Plant, Yüksek Lisans Tezi, Industrial Management, Centria University of Applied Sciences, Kokkola.
- KLH (Massivholz GmbH), Cross-Laminated Timber,
http://www.klhuk.com/media/33471/klh_component%20catalogue%20for%20cross%20laminated%20timber_version%2001_2011.pdf 13 Aralık 2019.
- Kolb, J., 2008. Systems in Timber Engineering, Birkhauser, Second edition, Switzerland.
- Kuzman, M. K. ve Sandberg, D., 2017. Comparison of Timber-House Technologies And Initiatives Supporting Use of Timber in Slovenia And in Sweden - The State of The Art.
- Kwok, A. G., Zalusky, H., Rasmussen, L., Rivera, I. ve McKay, H., 2019. Cross-Laminated Timber Buildings: A WBLCA Case Study Series.
- Lane, T., The rise of cross-laminated Timber. <https://www.building.co.uk/technical-case-studies/the-rise-of-cross-laminated-timber/5069291>.article 14 Mart 2020.
- Leroux, M. ve Grosselin L., Optimisation of Glazing Area Façade and Glass Type of a Low-Energy Office Building with CLT and Concrete Floor Slabs.
<https://www.yumpu.com/en/document/read/20037402/optimisation-of-glazing-area-facade-and-glass-type-of-a-low-energy-27> Şubat 2020.
- Lewis, K., Shrestha, R. ve Crews, K. I., 2014. Introduction to Cross Laminated Timber and Development of Design Procedures for Australia and New Zealand, 23rd Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials (ACMSM23), December, Lismore, vol. I, 601-606.
- Loss J., Piazza, M. ve Zandonini, R., Hybrid Wood-Based Structural Systems for Multi-Storey Buildings, https://www.researchgate.net/publication/304496608_Hybrid_wood_based_structural_systems_for_multi-storey_buildings 9 Haziran 2019.
- Mallo, M., F., L., 2014. Awareness, Perceptions and Willingness to Adopt Cross-Laminated Timber in the United States, Yüksek Lisans Tezi, University of Minnesota, Minneapolis.
- Mayo, J., 2015. Solid Wood: Case Studies in Mass Timber Architecture, Technology and

Design, New York.

- Mohammad, M., Gagnon, S., Douglas B., K. ve Podesto, L., 2013. Introduction to Cross Laminated Timber. Wood Design Focus V. 22,2.
- Mollard, M., RIBA Stirling Prize: Barrett's Grove by Groupwork + Amin Taha. <https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/riba-stirling-prize-barretts-grove-by-groupwork-amin-taha/10023825>.article 10 Nisan 2020.
- MyTiCon Timber Connectors (MTC), CLT Connections Design Guide. <https://mtcsolutions.com/wp-content/uploads/2019/07/Design-Guide-CLT-US-portland-2019.pdf> 06 Mart 2020.
- Naturally:wood, Design And Preconstruction of a Tall Wood Building- Brock Commons Phase 1: Overview. <https://www.naturallywood.com/sites/default/files/documents/resources/brock-commons-overview.pdf> 17 Şubat 2020.
- Naturally:wood, Brock Commons Tallwood House: Construction Overview. https://seagatestructures.com/wp-content/uploads/2017/04/brock_commons_-_construction_overview.pdf 17 Şubat 2020.
- Naskali, J., 2017. Market Entry Potential for Foreign Competitors Vis-À-Vis Finish Wood Construction Markets with an Emphasis on Structural Connections, Yüksek Lisans Tezi, Tampere University of Technology, Tampere.
- NDS, 2015. National Design Specification® for Wood Construction, American Wood Council, Leesburg, Third Web Version.
- Neve, O., 2017. How does CLT Perform in a Fire, Timber 2017 Industry Yearbook, 101-107.
- Norwood, W. S., 2016. Timber Two: Wood Innovation on the Olympic Peninsula, Yüksek Lisans Tezi, University of Washington, Washington.
- Okabe, M., Yasumura, M., Kobayashi, K. ve Fujita, K., 2014. Prediction of Bending Stiffness and Moment Carrying Capacity of Sugi Cross-Laminated Timber, Journal of Wood Science,60,1, 49-58.
- Open Eco Homes, Cambridge Mosque, CB1 3DF. <http://openecohomes.org/production/wp-content/uploads/Cambridge-Mosque-2017-final-pdf.pdf> 13 Şubat 2020.
- Pabst Timber, Sustainable Growth. Rooted & Authentic. <https://pabst-holz.com/wp-content/uploads/2018/04/JPHI-Imagefolder-2018-EN-WEB-1.pdf> 07 Haziran 2019.
- Pagnoncelli, L. ve Morales, F., Cross-Laminated Timber System (CLT): Laboratory and in Situ Measurements of Airborne and Impact Sound Insulation.

- <http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Oporto16/80.pdf> 24 Mart 2019.
- Pei, S., Rammer, D., Popovski, M., Williamson T., Line, P. ve van de Lindt, J. W., An Overview of CLT Research and Implementation in North America, https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2016/fpl_2016_pei001.pdf 23 Kasım 2018.
- Pryda, Product Catalogue. <https://www.pryda.co.nz/wp-content/uploads/2016/05/Product-Catalogue-Web-Oct-14.pdf> 06 Temmuz 2019.
- Radiusholz, Das Brettsperrholz (BSP). <https://holzbau-unterrainer.at/wp-content/uploads/02-Radiusholz-Brettsperrholz-2018.pdf> 9 Eylül 2019.
- Radoń, M. ve Nowak, G., Innovative Timber Construction Systems In Terms Of Design And Structure Physics Solutions. <http://www.ejournals.eu/pliki/art/4925/> 23 Haziran 2020.
- Ravenscroft, T., Hitting New Heights, CONSTRUCTION MANAGER, 30-33. <https://urbannext.net/the-cube/> The Cube.14 Mart 2020.
- Riikonen, V., 2018. Wind-Induced Vibration in High-Rise Massive Timber Panel Buildings, Yüksek Lisans Tezi, Aalto University, Finland.
- Rothoblaas, Handbook for CLT Building. <https://issuu.com/rothoblaas/docs/handbook-for-clt-buildings-en> 06 Temmuz 2019.
- Salvadori, V., The Development of a Tall Wood Building. https://issuu.com/salvadori.vittorio/docs/thesis_vittorio_salvadori_9719eae06a9d03 08 Nisan 2020.
- Scalet, T., 2015. Cross Laminated Timber as Sustainable Construction Technology for the Future, Yüksek Lisans Tezi, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, Helsinki.
- Schilliger Holz, CLT: Details of Construction. <https://www.schilliger.ch/wpcontent/uploads/2019/04/Details-of-construction.pdf> 11 Mayıs 2019.
- Schmidt, E., Large Scale Research into Durability of Cross Laminated Timber (CLT) Connections. <https://www.structuremag.org/?p=14264> 23 Haziran 2020.
- Sirkka, A. ve Pirttinen, V., CLT – Versatile, Fast and Ecological Construction Material, <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/139240/B%2018%202017%20Sirkka%20Pirttinen.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 3 Şubat 2019.
- Smith, A., 17-21 Wenlock Road – Building a 10 Storey Hybrid Structure in London. http://www.forum-holzbau.com/pdf/41_IHF_2014_Smith.pdf 14 Mart 2020.
- Smyth, M., 2018. A Study of the Viability of Cross Laminated Timber for Residential

Construction, Yüksek Lisans Tezi, Examensarbete Inom The Built Environment,

- Stauder, C., 2013. Cross-Laminated Timber An Analysis of the Austrian Industry and Ideas for Fostering its Development in America, Yüksek Lisans Tezi, Fachhochschule Salzburg: University of Applied Sciences, Salzburg. Stockholm.
- Steinhardt, D. A, Manley, K. ve Miller W., 2013. Reshaping Housing – The Role of Prefabricated Systems, Science and Engineering Faculty, Queensland University of Technology.
- Stora Enso, Linear Thermal Transmittance (Ψ) and Temperature Factor (f).
<https://www.clt.info/wp-content/uploads/2013/04/07-Thermal-bridges-english.pdf> 15 Mayıs 2019.
- Stora Enso, Technical folder - Stora Enso Building Solutions CLT – EN.
https://issuu.com/storaenso/docs/01_technical_folder_-_stora_enso_bu 04 Mart 2020.
- Stora Enso Wood Products GmbH, 2015. Arcadia Nursery, University of Edinburgh, UK.
- Structurlam, CROSSLAM®CLT Technical Design Guide.
<https://www.Structurlam.com/wp-content/uploads/2016/10/CrossLam-CLT-CA-Design-Guide-1.pdf> 16 Mayıs 2019.
- Structurlam, Unloading | Handling | Storage <https://www.Structurlam.com/wp-content/uploads/2016/10/CrossLam-Unloading-Handling-Storage-2017.pdf> 18 Ağustos 2019.
- Sutton, A., Black, D. ve Walker, P., CROSS-LAMINATED TIMBER An introduction to low-impact building materials.
https://www.bre.co.uk/filelibrary/pdf/projects/low_impact_materials/IP17_11.pdf 09 Mayıs 2020.
- Taylor, M., Mass Timber Methods.
https://issuu.com/mollytaylor/docs/masstimbermethodsreport_180309_fina 14 Mart 2020.
- Teibinger, M. ve Matzinger, I., Construction with Cross-Laminated Timber in Multi-Storey Buildings. http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Folder/Sonstige/Planungsbroschuere-Brettspertholz_en.pdf 20 Mart 2019.
- Texas A&M Forest Service, Cross Laminated Timber (CLT) Talking Points.
[https://tfsweb.tamu.edu/uploadedFiles/TFSMain/Data_and_Analysis/Forest_Economics_and_Resource_Analysis/Contact_Us\(3\)/CLT%20talking%20points.pdf](https://tfsweb.tamu.edu/uploadedFiles/TFSMain/Data_and_Analysis/Forest_Economics_and_Resource_Analysis/Contact_Us(3)/CLT%20talking%20points.pdf) 19 Mayıs 2019.

- Thivierge, C., 2011. Building with CLT Panels Durability Considerations, Wood Design & Building, 57, 38-41.
- Timber Media Limited, 2018. Alfriston School Case Study, Timber Construction Magazine, 3,15.
- Trada, Stadthaus, 24 Murray Grove, London eight storeys of apartments featuring cross-laminated timber panels. https://eoinc.weebly.com/uploads/3/0/5/1/3051016/murray_grove_case_study.pdf 17 Aralık 2018.
- Trada, <https://www.trada.co.uk/media/8122/norwich-academy-timber-solution.pdf> Cross-laminated timber panel school Open Academy, Norwich. 25 Şubat 2019.
- Trada, Timber Connections Metal connectors. <https://www.trada.co.uk/media/3308/metal-connectors.pdf> 06 Mart 2020.
- Trada, Abbotsford Visitor Reception Building. <https://www.trada.co.uk/case-studies/abbotsford-visitor-reception-building/> 15 Mart 2020.
- Trada, Alfriston School, Beaconsfield, Buckinghamshire. <https://www.trada.co.uk/case-studies/alfriston-school-beaconsfield-buckinghamshire/> 15 Mart 2020.
- Trada, Believe in Better Building, BSKyB, Osterley, West London. <https://www.trada.co.uk/case-studies/believe-in-better-building-osterley-london/> 22 Şubat 2020.
- Trada, House Sussex. https://www.trada.co.uk/media/7531/sussex_house_210716_digi.pdf 6 Ocak 2019.
- Trada, Arcadia Nursery, Edinburgh, Nursery. <https://www.trada.co.uk/case-studies/arcadia-nursery-edinburgh-city-of-edinburgh/> 21 Mart 2020.
- Trada, A Short Introduction to Cross-Laminated Timber. <http://software.trada.co.uk/publications/download/?id=20F632B1-120A-4324-B027-BB16225F5FB9> 08 Mart 2020.
- Trada, Cross-laminated timber: structural principles. https://www.trada.co.uk/media/11637/wis-2_3-62_2019.pdf 08 Mart 2020.
- Trada, Hastings Pier, Hastings. https://www.trada.co.uk/media/10307/hastings-pier_100518_digi.pdf 21 Şubat 2020.
- Trada, Maggie's Oxford Centre, Oxford, Oxfordshire. <https://www.trada.co.uk/case-studies/maggies-oxford-centre-oxford-oxfordshire/> 26 Mart 2020.
- Trada, Sunbeams Music Centre, Penrith, Cumbria.

<https://www.trada.co.uk/case-studies/sunbeams-music-centre-penrith-cumbria/>
22 Şubat 2020.

Trada, The Dyson Centre for Neonatal Care, Bath. https://www.burohappold.com/wp-content/uploads/2016/04/BH_project_The-Dyson-Centre-for-Neonatal-Intensive-Care.pdf 23 Ocak 2019.

Trada, <https://www.trada.co.uk/case-studies/gloucester-services/> Gloucester Services. 25 Mart 2020.

Trada, 121, St. Clare's, Oxford. <https://www.trada.co.uk/case-studies/121-st-clares-oxford/> 6 Ocak 2019.

Trada, Maggie's Oldham.
https://www.trada.co.uk/media/10829/maggies_oldham_260918_digi.pdf
16 Şubat 2020.

Trada, Rievaulx Abbey Visitor Centre.
<https://www.simpsonandbrown.co.uk/architecture/museums-galleries-visitor-centres/rievaulx-abbey-visitor-centre/> 22 Şubat 2020.

Trada, Belarusian Memorial Chapel, Woodside Park, London,
https://www.trada.co.uk/media/9951/belarusian_chapel_200318_digi.pdf
23 Aralık 2018.

Trada, Command of the Oceans, The Historic Dockyard, Chatham, Kent.
<https://www.trada.co.uk/case-studies/command-of-the-oceans-the-historic-dockyard-chatham-kent/> 23 Şubat 2020.

Trada, Cork House, Eton, Berkshire.
<https://www.trada.co.uk/case-studies/cork-house-eton-berkshire/>
15 Mart 2020.

Trada, Timber Industry Yearbook 2019. https://issuu.com/open-box/docs/trada_2019 05 Mart 2020.

Trada, Streatham & Clapham High School, London.
https://www.trada.co.uk/media/11326/streatham-clapham-high-school_digi.pdf 25 Nisan 2019.

Trada, City of London Freeman's School Swimming Pool, Ashtead, Surrey.
<https://www.freemens.org/newpool> 20 Şubat 2020.

Trada, GlaxoSmithKline Carbon Neutral Laboratory for Sustainable Chemistry.
https://www.trada.co.uk/media/11160/gsk_carbon-neutral-laboratory-for-sustainable-chemistry_090119_digi.pdf 17 Şubat 2019.

Trada, Cambridge Central Mosque, Mill Road, Cambridge.
<https://www.trada.co.uk/case-studies/cambridge-central-mosque-mill-road->

cambridge/ 20 Şubat 2020.

- Wang, J. Y., Stirling, R., Morris, P. I., Taylor, I., Lloyd, J., Kirker, G., Lebow, S., Mankowski, M., Barnes, H. M. ve Morrell, J. J., 2018. Durability of Mass Timber Structures: A Review of The Biological Risks, Wood and Fiber Science, 50, 110-127.
- Waugh, A. ve Thistleton, A., 2018. 100 Projects UK CLT, Canada: Waugh Thistleton Architects.
- Weinand, Y., 2016. Advanced Timber Structures: Architectural Designs and Digital Dimensioning, Birkhauser Basel, 45 s.
- Woodproducts.fi, Ahşap Ürün Satın Alma Kılavuzu. https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/AH%C5%9EAP%20%C3%9CR%C3%9CN%20SATIN%20ALMA%20KILAVUZU_2018.pdf 24 Şubat 2019.
- WoodWorks, Solid Advantages. <https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/CLT-Solid-Advantages.pdf> 17 Aralık 2019.
- WoodWorks, Construction Advantages Sell Hotel Developer on CLT. <https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/4-Story-CLT-Hotel-WoodWorks-Case-Study-Redstone-Arsenal-01-05-16.pdf> 21 Mart 2019.
- WoodWorks, Inspiration through Innovation At UMass Amherst, an Exposed Mass Timber Structure is a Teaching Tool. <https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/UMass-Amherst-Olver-Design-Building-WoodWorks-Case-Study.pdf> 10 Mart 2020.
- XLam, XLam AirStair. <http://www.xlaminfo.com/sites/default/files/XLam%20Site%20Solutions%20-%20AirStair.pdf> 30 Mayıs 2019.
- Yuvaraj, V. ve Dharman, R., 2016. Present Application of resource Management in Prefabricated and In-Situ Construction, Civil Engineering and Urban Planning: An International Journal, 3,2, 63-74.
- Zhang, X., Azim, M., R., Bhat, P., Popovski, M. ve Tannert, T., 2017. Seismic Performance of Embedded Steel Beam Connection in Cross-Laminated Timber Panels for Tall-Wood Hybrid System, Canadian Journal of Civil Engineering, 44, 611-618.
- Zumbrunnen, P., Pure CLT-Concepts and Structural Solutions for Multi Timber Structures. http://www.forum-holzbau.com/pdf/67_IHF2017_Zumbrunnen.pdf 6 Haziran 2019.
- Züblin, LENO® Cross Laminated Timber (CLT) https://www.zueblin-timber.com/fileadmin/downloads/ZUEBLIN_Timber_LENO_Cross_Laminated_Timber_EN.pdf 07 Mart 2020.

- URL-1, <http://www.metaldunyasi.com.tr/tr/guncel/86/demir-ve-celik-uretiminin-kisa-bir-tarihcesi.html> 26 Aralık 2018.
- URL-2, <http://www.simbeton.com.tr/p25-betonun-tarihi> 26 Aralık 2018.
- URL-3, <https://www.timber-online.net/holzprodukte/2017/06/brettsperrholz-produktion-in-europa---20162020.html> 26 Aralık 2018.
- URL-4, <https://www.britannica.com/technology/prefabrication> Prefabrication. 10 Ocak 2020.
- URL-5, <http://futurearchitectureplatform.org/projects/c67c2296-bbd8-4a59-a9b0-d6b62410aac1/> 28 Ocak 2020.
- URL-6, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Prefabrikasyon> 28 Ocak 2020.
- URL-7, <https://www.woodproducts.fi/content/typical-structural-systems> Typical structural systems. 22 Haziran 2020.
- URL-8, <https://www.woodworks.org/design-and-tools/building-systems/> 23 Haziran 2020.
- URL-9, <https://www.woodproducts.fi/content/typical-structural-systems> Typical structural Systems. 23 Haziran 2020.
- URL-10, <https://i.pinimg.com/originals/89/f4/13/89f4136e6fd66ccb2aacb3f5c79f1a57.jpg> 23 Haziran 2020.
- URL-11, https://www.cpci.ca/en/about_us/project_month/may_2018/ 01 Şubat 2020.
- URL-12, <http://www.fss-china.com/steel-building/steel-structure-building/high-quality-multi-storey-prefabricated-steel.html> 01 Şubat 2020.
- URL-13, <https://easytimberframe.co.uk/technical-information/building-timber-frame-house/> 01 Şubat 2020.
- URL-14, <https://www.aircrete.com/aircrete-building-system/> 01 Şubat 2020.
- URL-15, <https://emlakkulisi.com/prefabrikasyon-nedir/168999> 31 Ocak 2020.
- URL-16, <https://slideplayer.biz.tr/slide/9148872/> 31 Ocak 2020.
- URL-17, <https://www.youtube.com/watch?v=BWSFOPs45PY> Swiss Building 02 The St Loup wooden Chapel Swissinfo A1. 27 Şubat 2019.
- URL-18, <https://inspiration.detail.de/st-loup-chapel-in-pompaples-103521.html?lang=en> St Loup Chapel in Pompaples. 27 Şubat 2019.
- URL-19, <https://www.epfl.ch/labs/ibois/projects/completed-projects/chapelle-saint-loup/>

Chapel of St.-Loup. 27 Şubat 2019.

- URL-20, <https://newnordictimber.com/articles/engineered-wood-products> Engineered wood products 04 Şubat 2020.
- URL-21, https://www.wikiwand.com/en/Engineered_wood Engineered Wood. 04 Şubat 2020.
- URL-22, <https://www.fastepp.com/wp-content/uploads/FE-PSL-Weyerhaeuser-credit-FE-3-1798x1200.jpg> 26 Şubat 2020.
- URL-23, <https://www.dataholz.eu/en/building-materials/particle-composites/laminated-strand-lumber-lsl.htm> 26 Şubat 2020.
- URL-24, <https://treesource.org/news/goods-and-services/mass-timber-primer/attachment/naillaminated-timber-treehugger/> 26 Şubat 2020.
- URL-25, <https://woodtech.events/first-dowel-laminated-timber-building-in-the-u-s/> 26 Şubat 2020.
- URL-26, <https://www.indiamart.com/proddetail/laminated-veneer-lumber-19724343155.html> 26 Şubat 2020.
- URL-27, <https://www.bimobject.com/tr/boisecascade/product/boise08> 26 Şubat 2020.
- URL-28, <https://cwc.ca/how-to-build-with-wood/wood-products/structural-composite/oriented-strand-lumber/> 26 Şubat 2020.
- URL-29, <http://www.naswood.com.tr/clt-panel-cross-laminated-timber> 26 Şubat 2020.
- URL-30, <https://www.awc.org/pdf/education/mat/ReThinkMag-MAT240A-CLT-131022.pdf> Cross Laminated Timber. 19 Mart 2019.
- URL-31, <https://benwood.com/benwood-clt-columbus-indiana/> Engineering the Conversation Plinth. 21 Kasım 2018.
- URL-32, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Anizotropi> 17 Aralık 2019.
- URL-33, <https://www.archdaily.com/922980/is-cross-laminated-timber-clt-the-concrete-of-the-future> Is Cross-Laminated Timber (CLT) the Concrete of the Future?. 20 Aralık 2019.
- URL-34, <https://www.transparencymarketresearch.com/crosslaminated-timber-market-2018-2026.html> Cross-laminated Timber Market – Snapshot. 20 Aralık 2019.
- URL-35, https://pdfs.semanticscholar.org/cc91/7a7043622cd9601609aa841252ada5b29433.pdf?_ga=2.211494807.328994626.1563618788-1603297469.1563618788 Introduction to Cross Laminated Timber. 20 Temmuz 2019.

- URL-36, <http://www.betterinteriors.in/news/anders-berensson-plans-wooden-skyscraper-in-stockholm/19246/> Anders Berensson plans wooden skyscraper in Stockholm. 27 Ağustos 2020.
- URL-37, <https://articles.extension.org/pages/73233/plantation-forests-and-climate-change> 20 Mart 2019.
- URL-38, <https://www.storaenso.com/en/sustainability/environmental/forests-plantations-and-land-use> Forests, plantations, and land use. 20 Mart 2019.
- URL-39, <https://www.woodproducts.fi/tr/content/orman-sertifikasi> Orman sertifikası 12 Aralık 2019.
- URL-40, <https://www.flickr.com/photos/w-heartwood/6144894640/in/photostream/> 20 Mart 2019.
- URL-41, <https://www.flickr.com/photos/w-heartwood/6144338585/in/photostream/> 20 Mart 2019.
- URL-42, <https://www.invest-in-southwestfrance.com/business/forest-products-and-sustainable-construction> Forest Products And Sustainable Building. 11 Mart 2019.
- URL-43, <https://www.woodproducts.fi/tr/content/orman-rezervleri> Orman rezervleri. 11 Mart 2019.
- URL-44, http://www.borealforest.org/world/world_finland.htm Finland-Forests and Forestry. 11 Mart 2019.
- URL-45, <https://www.telegraph.co.uk/travel/maps-and-graphics/maps-that-will-change-the-way-you-see-the-world/> 15 fascinating maps that will change the way you see the World 11 Mart 2019.
- URL-46, <https://medium.com/@gardenfurnitureland/hardwood-vs-softwood-whats-the-difference-and-which-is-best-for-the-garden-24920ec47ef> Hardwood vs. Softwood — What's the difference and which is best for the garden? 19 Mart 2019.
- URL-47, <https://www.cbi.eu/node/2395/pdf/> CBI Product Factsheet: Cross Laminated Timber (CLT) Western Europe 2015. 25 Temmuz 2019.
- URL-48, <https://www.coniferousforest.com/austrian-pine.htm> Austrian Pine. 27 Şubat 2020.
- URL-49, <https://www.trada.co.uk/publications/wood-information-sheets/introducing-wood/> Introducing Wood. 25 Temmuz 2019.
- URL-50, <https://www.orsiad.com.tr/dunya-kereste-talebinde-rekor.html> Dünya Kereste

Talebinde Rekor 27 Şubat 2020.

- URL-51, <https://hrcak.srce.hr/file/283082> Cross Laminated Timber (CLT) as an Alternative Form of Construction Wood. 25 Temmuz 2019.
- URL-52, <https://www.tboake.com/2018/CLT%20primer.pdf> Cross Laminated Timber: a Primer. 06 Aralık 2018.
- URL-53, [https://www.binderholz.com/fileadmin/user_upload/books/en/clt_bbs/2/Binderholz CLT BBS](https://www.binderholz.com/fileadmin/user_upload/books/en/clt_bbs/2/Binderholz_CLT_BBS.pdf). 22 Temmuz 2019.
- URL-54, <https://www.trada.co.uk/publications/magazine-articles/a-short-introduction-to-cross-laminated-timber/> A Short Introduction to Cross-Laminated Timber. 22 Temmuz 2019.
- URL-55, https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-laminated_timber Cross-laminated Timber. 25 Temmuz 2019.
- URL-56, <https://www.woodproducts.fi/content/quality-classes-names-and-dimensions> Quality classes, names and dimensions. 26 Temmuz 2019.
- URL-57, <https://www.hepsiburada.com/kilizman-masif-ahsap-plaka-50-cm-en-80-cm-boy-25-mm-levha-kalinligi-pm-HB0000013TRS> 28 Şubat 2020.
- URL-58, <https://alimsozluk.com/2019/09/10/planya-nedir-planya-ne-demek/> Planya nedir, planya ne demek. 28 Şubat 2020.
- URL-59, <https://www.clt.info/wp-content/uploads/2016/10/General-finger-joint-for-CLT-EN.pdf> General finger joint for CLT Technical data. 03 Ağustos 2019.
- URL-60, <https://www.duayen.com.tr/urun/14-a-121-poliuretan-yapistiricihali-saha-yapistiricisi-cim-saha-yapistiricisi/> A-121 Poliüretan Yapıştırıcı(Halı Saha Yapıştırıcısı, Çim Saha Yapıştırıcısı). 07 Mart 2020.
- URL-61, <https://www.woodproducts.fi/content/adhesives-wood-construction> Adhesives in wood construction. 07 Mart 2020.
- URL-62, https://www.jowat.com/en-US/applications/wood-industry/solid-wood-processing/glulam/?tx_news_pi1%5Bnews%5D=556&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail A supporting role – Special adhesives for load-bearing glulam 07 Mart 2020.
- URL-63, <https://adhesives.specialchem.com/news/product-news/two-part-acrylic-based-epi-franklin-000184009> Acrylic-based Emulsion Polymer Isocyanate System by Franklin. 18 Mart 2019.
- URL-64, <https://woodadhesives.akzonobel.com/adhesive-technologies/melamine-formaldehyde-based> Wood Adhesives 18 Mart 2019.

- URL-65, <https://www.henkel.com/press-and-media/press-releases-and-kits/2017-05-02-continuing-the-success-story-764462> Continuing the success story. 07 Mart 2020.
- URL-66, <http://www.greenspec.co.uk/building-design/cross-laminated-timber-manufacturing-process/> Crosslam timber / CLT: Manufacturing process. 25 Temmuz 2019.
- URL-67, <http://www.woodtec.ch/media/archive3/Products/Vacuum%20Press/Documentation%20Vacuum%20Press%20en.pdf> Vacuum Press. 11 Ağustos 2019.
- URL-68, <https://www.youtube.com/watch?v=XPiMRwGKBT0> 11 Ağustos 2019.
- URL-69, https://www.derix.de/data/XLAM_Derix_EN.pdf Cross-Laminated Timber. 16 Mayıs 2019.
- URL-70, <https://www.youtube.com/watch?v=FPt3a-l-W9g> 18 Ağustos 2019.
- URL-71, <https://www.byko.is/Files/Images/BYKO/GluggarHurdir/CLT%20einingar/Qualities.pdf> CLT Qualities. 07 Mart 2020.
- URL-72, <https://www.woodsolutions.com.au/articles/quality-control> Quality control. 18 Ağustos 2019.
- URL-73, <http://www.mudinmakine.com/cnc+tezgahlari.html> 11 Ağustos 2019.
- URL-74, <https://www.gurmas.com/blog/cnc-makine-nedir-nasil-calisir/> 18 Ağustos 2019.
- URL-75, <https://www.woodworkingnetwork.com/technology/cnc-machining-designed-clt-wood-building-construction> CNC machining debut for CLT wood building construction. 18 Ağustos 2019.
- URL-76, <http://www.hoisko.fi/en/clt-technology/> HOISKO CLT technology. 18 Ağustos 2019.
- URL-77, <https://www.pfeifergroup.com/en/news-room/timber-blog/news/detail/i-feel-very-closely-connected-to-our-product/> 18 Ağustos 2019.
- URL-78, <https://aec-business.com/digitalizing-cross-laminated-timber-construction/> Digitalizing Cross-Laminated Timber Construction 07 Mart 2020.
- URL-79, <https://www.fastcompany.com/90166771/robots-enable-wood-structures-previously-too-complex-to-build> Robots build wood structures too complex for humans. 07 Mart 2020.
- URL-80, https://www.timber-online.net/wood_products/2018/11/CLT-production-2017-growing-market.html CLT market keeps growing briskly 09 Haziran 2019.

- URL-81, <https://www.oliverdavidkrieg.com/?p=690> DADA 2015 Digital Factory Workshop. 07 Mart 2020.
- URL-82, <https://worldarchitecture.org/article-links/ecpne/the-curved-urbach-tower-was-built-from-selfshaping-wood-on-the-rem-s-valley.html> The Curved Urbach Tower Was Built From Self-Shaping Wood On The Rems Valley. 09 Nisan 2020.
- URL-83, <https://www.archdaily.com/909952/hammerfest-hiking-cabins-spinn-arkitekter> Hammerfest Hiking Cabins. 09 Nisan 2020.
- URL-84, <https://www.archdaily.com/875260/ventilation-towers-for-the-northern-link-rundquist-arkitekter> Ventilation Towers for the Northern Link / Rundquist Arkitekter. 09 Nisan 2020.
- URL-85, <https://forum.donanimhaber.com/dunya-haritasini-boyuyoruz--87580573> 09 Eylül 2019.
- URL-86, https://ms.pngtree.com/freepng/vector-location-icon_3989706.html 09 Eylül 2019.
- URL-87, https://www.xlamdolomiti.it/assets/site/doc/Xlam_Dolomiti_Production.pdf The Wood Building R-Evolution. 08 Mart 2020.
- URL-88, https://www.rubner.com/fileadmin/marken/holzbau/Solutions/Supply/ENG_X-Lam_CLT_Technical_Data_06-2018.pdf Cross Laminated Timber Panels XLAM-CLT. 7 Haziran 2019.
- URL-89, <http://www.crosstimbersystems.com/wp-content/uploads/2016/06/Transport.pdf> Type of transportation. 18 Ağustos 2019.
- URL-90, <https://talkbusiness.net/2018/02/ua-high-density-storage-building-is-first-in-arkansas-built-with-clt-engineered-wood/> UA high-density storage building is first in Arkansas built with CLT engineered Wood 29 Şubat 2020.
- URL-91, <https://fatpencilstudio.com/blog/clt-construction/> CLT construction. 6 Temmuz 2019.
- URL-92, <https://www.constructioncanada.net/showcasing-engineered-woods-potential-for-modular-design/> Showcasing engineered wood's potential for modular design. 07 Aralık 2019.
- URL-93, <http://www.cltcrosslaminatedtimber.com.au/services/installation> Installation. 6 Temmuz 2019.
- URL-94, <https://bigreddog.com/5-reasons-wood-would-be-good-for-your-next-project/> 5 Reasons Wood Would be Good for Your Next Project. 08 Aralık 2019.
- URL-95, <https://www.youtube.com/watch?v=MB4DBhwtcb4> Building with CLT.

18 Ağustos 2019.

URL-96, <https://www.mbmfp.co.uk/media/1096/informationcentre-advice-notes-staadvicenote14part4-constructionprocessbestpractice010317-1.pdf> STA Advice Note 14 Robustness of CLT Structures. 08 Aralık 2019.

URL-97, <https://www.youtube.com/watch?v=pNr635IIUWg> Résidence Dezobry, St Denis, JTB/Lignatec/PCH _ KLH. 08 Aralık 2019.

URL-98, <https://www.youtube.com/watch?v=MB4DBhwtcb4> Building with CLT. 08 Aralık 2019.

URL-99, <http://www.clthouse.com/products/?lang=en> 29 Şubat 2020.

URL-100, <https://www.woodproducts.fi/wood-elements/clt-frame-contracts> CLT-Frame Contracts. 29 Şubat 2020.

URL-101, https://en.wikipedia.org/wiki/Self-tapping_screw Self-tapping screw. 06 Mart 2020.

URL-102, <https://www.concretescrews.org/concretescrews/self-tapping-screws.html> Self-tapping Screws - Perfect for Metal, Plastic and Wood Work. 06 Mart 2020.

URL-103, <https://home.howstuffworks.com/lag-screws.htm> What are lag screws? 17 Eylül 2019.

URL-104, https://www.jjsdepot.com/?attachment_id=3372 4" Wood Nail. 06 Mart 2020.

URL-105, https://www.schilliger.ch/wpcontent/uploads/pdf/Flyer_CLT_Cross_laminated_timber.pdf Cross-Laminated Timber. 14 Eylül 2019.

URL-106, <https://engineeringcenter.bnppmedia.com/courses/think-wood/connection-options-for-woodframe-and-heavy-timber-buildings/2/> Connection Options for Wood-Frame and Heavy Timber Buildings. 06 Mart 2020.

URL-107, <https://www.mpmoran.co.uk/blog/2019/08/28/what-are-timber-connectors-used-for/> What Are Timber Connectors Used For? 06 Mart 2020.

URL-108, <https://www.strongtie.co.uk/products/detail/heavy-masonry-hanger-for-i-joists-and-metal-web-joists/340> Heavy Masonry Hanger for I-Joists and Metal Web Joists. 06 Mart 2020.

URL-109, <https://www.strongtie.co.uk/products/detail/concealed-beam-hanger/481> Concealed Beam Hanger 06 Mart 2020.

URL-110, <https://www.rothoblaas.com/attachments?id=8894> Spider Connector. 14 Eylül 2019.

URL-111, <http://penyrheol-comp.net/technology/wp-content/uploads/sites/2/2014/04/3.3->

Joining-methods.pdf Joining Methods Factsheet Temporary. 17 Eylül 2019.

- URL-112, <http://www.cltcrosslaminatedtimber.com.au/products/connectors-brackets-fixings/clt-panel-panel-connection> CLT Panel to Panel Connection. 17 Eylül 2019.
- URL-113, <https://www.cltcrosslaminatedtimber.com.au/clt/sustainable> CLT Sustainability. 02 Şubat 2020.
- URL-114, <https://www.rcdparchitects.com/timber> How to grow buildings in your backyard. 27 Ağustos 2020.
- URL-115, https://openei.org/wiki/Cross-Laminated_Timber_Panels Cross-Laminated Timber Panels. 17 Aralık 2019.
- URL-116, <http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=sky-health-fitness-centre> Sky Health & Fitness Centre. 02 Şubat 2020.
- URL-117, <https://www.woodworkingnetwork.com/sites/woodworking/files/field/image/aldera-construction.jpg> 02 Şubat 2020.
- URL-118, <https://www.strongtie.co.uk/simpson/news/what-you-should-know-about-cross-laminated-timber-construction> What You Should Know About Cross-Laminated Timber Construction. 02 Şubat 2020.
- URL-119, <http://www.greenspec.co.uk/building-design/crosslam-timber-performance-characteristics/> Crosslam timber / CLT- Performance characteristics. 19 Aralık 2019.
- URL-120, <https://www.Structurlam.com/whats-new/news/concrete-vs-cross-laminated-timber/> Concrete vs. CLT 18 Aralık 2019.
- URL-121, <https://www.thinkwood.com/news/how-mass-timber-can-cut-construction-costs> How Mass Timber Can Cut Your Construction Costs 02 Şubat 2020.
- URL-122, <https://www.archdaily.com/34235/the-termite-pavilion> The Termite Pavilion. 09 Nisan 2020.
- URL-123, <https://www.xlam.co.nz/technical.html> Design. 13 Aralık 2019.
- URL-124, <http://www.greenspec.co.uk/building-design/woodfibre-insulation-intro/> Wood fibre insulation: Introduction. 28 Haziran 2019.
- URL-125, <https://www.isoheмп.com/en/reference/new-construction-apartments-pont-celles> New construction - Apartments - Pont-à-Celles. 03 Mart 2020.
- URL-126, <http://www.greenspec.co.uk/building-design/crosslam-timber-intermediate-floors/> Crosslam timber / CLT- Intermediate floor construction. 03 Mart 2020.

- URL-127, <https://www.clt.info/en/product/technical-specifications/thermal-inertia/> Thermal inertia of Stora Enso CLT in comparison to other building materials such as masonry or concrete. 28 Haziran 2019.
- URL-128, <http://www.xpsturkiye.org/sayfa.asp?ID=129> XPS Nedir? 28 Haziran 2019.
- URL-129, https://www.awc.org/pdf/codes-standards/fire/Mass-Timber_Performing-to-the-Highest-Standards.pdf What is Mass Timber?. 10 Aralık 2018.
- URL-130, <http://www.greenspec.co.uk/building-design/crosslam-timber-fire-resistance-and-rating/> Crosslam timber / CLT- Fire resistance and rating. 16 Mart 2019.
- URL-131, <https://www.ecobuilding.org/code-innovations/case-studies/structural-strength-of-8-storey-wood-innovation-design-centre> 30 Mayıs 2019.
- URL-132, https://www.oregon4biz.com/assets/docs/CLT_Mfg_2017OregonBEST.pdf Advanced Wood Product Manufacturing Study for Cross-Laminated Timber Acceleration in Oregon & Sw Washington. 08 Aralık 2019.
- URL-133, <https://hiveminer.com/Tags/clt%2CStructurlam> 21 Ağustos 2019.
- URL-134, <https://cwc.ca/wp-content/uploads/publications-Tall-Wood.pdf> Tall Wood. 04 Nisan 2019.
- URL-135, https://www.thinkwood.com/wpcontent/uploads/2018/11/ThinkWood_CEU_Designing-for-Earthquakes_Print_Full_PRINT.pdf Designing for Earthquakes. 04 Nisan 2019.
- URL-136, <https://www.nordic.ca/en/products/nordic-x-lam-cross-laminated-timber-clt> NORDIC X-LAM Cross-Laminated Timber (CLT). 04 Mart 2020.
- URL-137, <https://3sr051217ihe1u4u613nqp53-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/02/Elevator5-e1486748062779.jpg> 04 Mart 2020.
- URL-138, <https://www.eboss.co.nz/library/x-lam-cross-laminated-timber/xlam-airstair> XLam Cross Laminated Timber Panels. 04 Mart 2020.
- URL-139, <http://pdhl.co.uk/> CLT Floor Panels. 04 Mart 2020.
- URL-140, https://www.woodproducts.fi/sites/default/files/imagebroschure_final_2016-04-22_-_en-web.pdf Stora Enso CLT Wood: The World's Oldest and Yet Most Modern Building Material. 31 Mayıs 2019.
- URL-141, <https://www.constructionspecifier.com/timber-concrete-composite-floor-systems-for-tall-buildings/> Timber-concrete composite floor systems for tall buildings. 09 Mayıs 2020.
- URL-142, https://www.hasslacher.com/data/_dateimanager/broschuere/HNTBrettsperrholzEN.pdf Cross Laminated Timber The Building Product of The Future.

14 Haziran 2019.

- URL-143, http://www.panelesclt.com/documentos/catalogo-clt-egoin_eng.pdf
EGO_CLT, EGO_CLT MIX. 3 Şubat 2019.
- URL-144, <https://www.Structurlam.com/construction/products/d/cross-laminated-timber-clt/> Cross Laminated Timber (CLT). 04 Mart 2020.
- URL-145, <https://www.ahsapkarkas.com/urunler/yapisal-lamine-ahsap-doseme-tabliyeleri/>
Yapısal Lamine Ahşap Döşeme Tabliyeleri. 04 Mart 2020.
- URL-146, <https://wigo.info/production/cross-laminated-timber/clt-floor-roof-ceiling/> CLT is the perfect construction material for floor, roof and ceiling construction. 09 Mayıs 2020.
- URL-147, https://dpyxfsj0mft.cloudfront.net/laminatedtimbersolutions/FOLDERS/LTS_FOLDER_EN_WEB.pdf?1519995970 Timber Solutions of Premium Quality. 11 Mayıs 2019.
- URL-148, <https://archello.com/product/ligno-akustik-3d#product-description>
11 Mayıs 2019.
- URL-149, <https://www.architectsjournal.co.uk/home/made-in-uk-the-best-emerging-products-at-ecobuild-this-year/8643966.article> 04 Mart 2020.
- URL-150, <http://www.greenspec.co.uk/building-design/crosslam-timber-roofing-examples/>
Crosslam timber / CLT- Roof construction examples. 15 Mayıs 2019.
- URL-151, <https://www.thinkwood.com/products-and-systems/mass-timber/cross-laminated-timber-clt-handbook> How CLT Can Be Used. 05 Mart 2020.
- URL-152, <https://www.strongtie.co.uk/simpson/news/what-you-should-know-about-cross-laminated-timber-construction> What You Should Know About Cross-Laminated Timber Construction. 15 Mayıs 2019.
- URL-153, <https://www.rothoblaas.com/cross-laminated-timber> Cross Laminated Timber 15 Mayıs 2019.
- URL-154, <https://www.eboss.co.nz/library/x-lam-cross-laminated-timber/xlam-airstair>
XLam Cross Laminated Timber Panels 30 Mayıs 2019.
- URL-155, <http://www.eurban.co.uk/material-component/other-components-materials/>
Other Components & Materials. 30 Mayıs 2019.
- URL-156, <http://www.theforestblog.com/europe-now-america-next/>
Europe Now, America Next. 30 Mayıs 2019.
- URL-157, http://wood-works.ca/wp-content/uploads/Midrise.3.col_.v.14.LR_.pdf
Innovative Approaches to Mid-Rise Wood Frame Construction 6 Haziran 2019.

- URL-158, <http://www.ikeogroup.com/sustainable-clt.html> Sustainable CLT. 05 Mart 2020.
- URL-159, <https://www.forconstructionpros.com/sustainability/article/12275148/first-elevator-shaft-built-with-cross-laminated-timber-saves-time-money> First Elevator Shaft Built with Cross Laminated Timber Saves Time, Money 05 Mart 2020.
- URL-160, <https://www.europeanwood.org.cn/en/clt-construction> Building with CLT, a Leading Solid Wood Panel System. 05 Mart 2020.
- URL-161, <https://www.treehugger.com/green-architecture/gorgeous-little-office-building-built-cross-laminated-timber.html> Gorgeous little office building is built of Cross Laminated Timber. 6 Haziran 2019.
- URL-162, <http://www.eurban.co.uk/project/press-house/> Press House. 05 Mart 2020.
- URL-163, <https://woodforgood.com/why-choose-wood/hybrid-solutions> Hybrid Solutions. 05 Mart 2020.
- URL-164, <https://www.canadianarchitect.com/reaching-new-heights-2/> 6 Haziran 2019.
- URL-165, https://leverarchitecture.com/research/what_is_crosslaminated_timber What is Cross-Laminated Timber? 6 Haziran 2019.
- URL-166, <https://www.holmesstructures.com/portfolio-articles/confidential-corporate-campus/> North America's Largest Mass Timber Building. 6 Haziran 2019.
- URL-167, [http://www.nadaaa.com/blog/new-englands-first-hybrid-clt-steel-structure /](http://www.nadaaa.com/blog/new-englands-first-hybrid-clt-steel-structure/) 6 Haziran 2019.
- URL-168, <https://www.naturallywood.com/emerging-trends/hybrid-construction> Hybrid Construction. 6 Haziran 2019.
- URL-169, <https://www.archdaily.com/793585/soms-timber-tower-system-successfully-passes-strength-testing/57b614b4e58ecec2080002b2-soms-timber-tower--system-successfully-passes-strength-testing-image> 6 Haziran 2019.
- URL-170, <https://forterra.org/subpage/clt> Cross Laminated Timber. 15 Mayıs 2019.
- URL-171, <https://www.bdcnetwork.com/mass-timber-what-heck-wow> Mass timber: From 'What the heck is that?' to 'Wow!'. 15 Mayıs 2019.
- URL-172, https://www.fordaq.com/news/Stora_Enso_CLT_construction_38422.html School build out of CLT from Stora Enso. 15 Mayıs 2019.
- URL-173, <https://www.klh.at/en/product/klh/> Cross Laminated Timber. 9 Eylül 2019.
- URL-174, <https://www.storaenso.com/en> Unilever switches Ingman ice cream to fully

renewable packaging material from Stora Enso. 9 Eylül 2019.

URL-175, <https://www.universalply.com/brands/agrop-nova/> AGROP NOVA. 9 Eylül 2019.

URL-176, <https://www.binderholz.com/> Der intelligente und vielseitige Rohstoff. 9 Eylül 2019.

URL-177, <https://www.eugen-decker.de/de/produkte/bsp-brettsperrholz.html> ED BSP | Brettsperrholz. 9 Eylül 2019.

URL-178, <https://www.derix.de/en/produkte/x-lam-brettsperrholz> Cross Laminated Timber (X-LAM) Solid Timber Panels. 9 Eylül 2019.

URL-179, <https://www.hasslacher.com/brettsperrholz> Brettsperrholz. 9 Eylül 2019.

URL-180, <http://www.huberholz.eu/> 9 Eylül 2019.

URL-181, <https://www.lignotrend.de/en/company/about-us/> Creative timber construction. 9 Eylül 2019.

URL-182, https://www.glassdoor.com/Overview/Working-at-Mayr-Melnhof-Holz-EI_IE1067618.11,28.htm 9 Eylül 2019.

URL-183, <https://www.merkleholz.de/en/X-Lam-10980-300.html> 9 Eylül 2019.

URL-184, <https://www.schilliger.ch/> Kompetenz und Innovation. 9 Eylül 2019.

URL-185, <https://holzbau-unterrainer.at/> Herzlich willkommen bei Holzbau Unterrainer GmbH. 9 Eylül 2019.

URL-186, <https://www.weinberger-holz.at/> 9 Eylül 2019.

URL-187, <https://www.xlamdolomiti.it/> 9 Eylül 2019.

URL-188, <https://www.zueblin-timber.com/en/services-products/zueblin-timber-building-elements/cross-laminated-timber-leno.html> Cross Laminated Timber – LENO. 9 Eylül 2019.

URL-189, <https://www.timber-online.net/holzprodukte/2018/11/CLT-production-2017-growing-market.html> CLT market keeps growing briskly. 9 Eylül 2019.

URL-190, <https://www.klh.at/en/product/technical/> Panel Types, Surfaces & Technical Characteristics. 07 Haziran 2019.

URL-191, <https://woodist.jimdo.com/%E6%9D%90%E6%96%99%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6/clt/> Cross Laminated Timber. 07 Haziran 2019.

- URL-192, <http://www.mm-holz.com/en/products/further-processing/mm-crosslam/> Modern, ecological and flexible – developed to be used in constructive wood building. 07 Haziran 2019.
- URL-193, <https://www.eugen-decker.de/en/products/ed-bsp-cross-laminated-timber.html> ED BSP | Cross laminated Timber. 07 Haziran 2019.
- URL-194, <https://www.schilliger.ch/wp-content/uploads/2019/06/CLT-Cross-laminated-timber.pdf> Cross Laminated Timber (CLT) – Made of Swiss Wood. 27 Ağustos 2019.
- URL-195, http://www.crosstimbersystems.com/wp-content/uploads/2014/11/CTS_bros.pdf Meet The CLT Technology. 07 Haziran 2019.
- URL-196, <http://www.panneau-plicroise.fr/les-caracteristiques-techniques/> Les caractéristiques techniques. 9 Eylül 2019.
- URL-197, <https://structurecraft.com/materials/mass-timber/cross-laminated-timber> Cross Laminated Timber – CLT. 9 Eylül 2019.
- URL-198, <http://www.nasreddingroup.com/clt-panel-cross-laminated-timber> CLT Panel Cross Laminated Timber. 9 Eylül 2019.
- URL-199, <https://elementfive.co/products/> Elements. 9 Eylül 2019.
- URL-200, <https://www.universalply.com/product/novaspruce-clt/> Novaspruce – Cross Laminated Timber (CLT). 9 Eylül 2019.
- URL-201, https://www.schneiderholz.com/fileadmin/redaktion/pdf_EN/Preislisten_holz/EN_OP_HOLZ_2019.pdf TIMBER 2019 Product Information. 9 Eylül 2019.
- URL-202, <https://www.weinberger-holz.at/en/primolam/> Cross laminated beam system for walls & ceilings. 9 Eylül 2019.
- URL-203, <http://www.huberholz.eu/agb.html> Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB). 9 Eylül 2019.
- URL-204, <https://www.lignotrend.de/en/company/about-us/> Creative timber construction. 9 Eylül 2019.
- URL-205, <https://www.awc.org/Code-Officials/2012-IBC-Challenges> 25 Aralık 2019.
- URL-206, <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/41583> The North American Product Standard for Cross-Laminated Timber 25 Aralık 2019.
- URL-207, <https://www.en-standard.eu/bs-en-16351-2015-timber-structures-crosslaminated-timber-requirements/> BS EN 16351:2015 Timber structures. Cross laminated Timber Requirements. 15 Mayıs 2020.

- URL-208, <https://www.solidtimber.nl/en/clt-producten/clt-panelen/> 15 Mayıs 2019.
- URL-209, https://en.wikipedia.org/wiki/Cambridge_Central_Mosque 13 Şubat 2020.
- URL-210, <https://marksbarfield.com/projects/cambridge-mosque/?filter=alphabetical> Cambridge Mosque. 13 Şubat 2020.
- URL-211, <https://www.pricemyers.com/projects/cambridge-central-mosque-23> Cambridge Central Mosque. 13 Şubat 2020.
- URL-212, <https://arcspace.com/feature/cambridge-central-mosque-marks-barfield-architects/> Cambridge Central Mosque / Marks Barfield Architects. 13 Şubat 2020.
- URL-213, <https://www.brick.org.uk/bulletin/cambridge-mosque> Cambridge Central Mosque. 13 Şubat 2020.
- URL-214, <https://www.lehmann-gruppe.ch/dam/jcr:67cb8348-a653-4491-addc-907dd270673f/2019-08-cibse-journal-cambridge-mosque-cool-to-prayer.pdf> Cambridge Central Mosque. 13 Şubat 2020.
- URL-215, <https://www.lehmann-gruppe.ch/dam/jcr:bafa75c4-6040-40e4-bace-4a89e65fbeat/2019-07-aj-the%20architects-journal-defining-the-english-mosque.pdf> Defining the English mosque. 15 Şubat 2020.
- URL-216, <https://www.ribaj.com/culture/marks-barfield-cambridge-central-mosque-shahed-saleem> Ecological, ethical Cambridge Mosque ties west and east. 15 Şubat 2020.
- URL-217, <https://www.youtube.com/watch?v=Jv18Pc0jt0o> Cambridge Mosque Construction Montage. 15 Şubat 2020.
- URL-218, <https://www.architecture.com/awards-and-competitions-landing-page/awards/riba-regional-awards/riba-south-award-winners/2019/cork-house> Cork House. 15 Mart 2020.
- URL-219, <https://www.ft.com/content/802def10-9f3b-11e9-9c06-a4640c9feebb> Cork House: take a look around the Stirling Prize-shortlisted home. 15 Mart 2020.
- URL-220, <https://www.architectsjournal.co.uk/news/manser-medal-aj-house-of-the-year-winner-revealed/10045316.article> Manser Medal – AJ House of the Year winner revealed. 15 Mart 2020.
- URL-221, <https://www.hasslacher.com/hoho-vienna-en> HoHo Vienna The tallest timber building is being erected in Seestadt Aspern. 13 Mart 2020.
- URL-222, <https://www.woschitzgroup.com/en/projekte/hoho-vienna-wooden-tower/> HOHO (WOODEN TOWER) VIENNA. 13 Mart 2020.

- URL-223, <https://www.skyscrapercenter.com/building/hoho/18763> Hoho. 13 Mart 2020.
- URL-224, <https://architizer.com/projects/hoho-wien/> Yes, we are: Timber Tower under construction. 13 Mart 2020.
- URL-225, [http://www.hoho-wien.at/getattachment/be959e0f-f137-497a-a4b0c3d7352b908c/NoHo-Wien_Wande-Webseite_2018-09-13-\(1\).jpg](http://www.hoho-wien.at/getattachment/be959e0f-f137-497a-a4b0c3d7352b908c/NoHo-Wien_Wande-Webseite_2018-09-13-(1).jpg)
13 Mart 2020.
- URL-226, <http://norvex.pro/company/blog/hoho-wien-vena-avstriya-24-etazhnoe-zdanie-iz-dereva-i-zhelezobetona-derevyannoe-domostroenie-v-goro/> Главная / О компании / Блог / НОНО WIEN (ВЕНА, АВСТРИЯ) - 24-ЭТАЖНОЕ ЗДАНИЕ ИЗ ДЕРЕВА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА- ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ. 13 Mart 2020.
- URL-227, <https://www.beuth.de/blob/155732/543999ae557cd2a3ec26417514b24159/holzbauforum-2016-sterl-data.pdf> HoHo Wien Holzhochhaus Seestadt Aspern. 13 Mart 2020.
- URL-228, <https://architectnews.tumblr.com/post/151651549979/timber-tower-hoho-in-vienna> Timber Tower HoHo in Vienna. 13 Mart 2020.
- URL-229, <http://www.hoho-wien.at/News/2019/LEED-Zertifizierung-in-Gold> LEED Certification in Gold. 13 Mart 2020.
- URL-230, <https://www.glassonline.com/edgetech-super-spacer-in-the-hoho-wien/> HoHo Wien'de Edgetech Super Spacer®. 13 Mart 2020.
- URL-231, <https://www.treehugger.com/green-architecture/vienna-get-worlds-tallest-plyscrapper-24-stories.html> Vienna to get world's tallest plyscrapper at 24 stories. 13 Mart 2020.
- URL-232, <https://inhabitat.com/vienna-set-to-build-the-worlds-tallest-wooden-skyscraper/> Vienna set to build the world's tallest wooden skyscraper. 05 Nisan 2020.
- URL-233, https://www.moelven.com/globalassets/moelven-limtre/mjostarnet/mjostarnet---construction-of-an-81-m-tall-timber-building_presentation.pdf Mjøstårnet – Construction of an 81 m tall timber building. 09 Nisan 2020.
- URL-234, <https://www.skyscrapercenter.com/building/mjostarnet/26866> 09 Nisan 2020.
- URL-235, <https://www.woodsolutions.com.au/inspiration-case-study/mj%C3%B8st%C3%A5rnet-mixed-use-tower> 09 Nisan 2020.
- URL-236, <https://www.designbuild-network.com/projects/mjosa-tower-mjostarnet/> Mjosa Tower (Mjøstårnet). 09 Nisan 2020.
- URL-237, <https://www.moelven.com/news/news-archive2/2018/mjostarnet-awarded->

norwegian-tech-award/ Mjøstårnet awarded Norwegian Tech Award. 09 Nisan 2020.

URL-238, <https://references.buildingsolutions.storaenso.com/storaensolibrary/api/sitecore/ProjectData/projectpdfdetail?currentItemId=%7B0387E827-5AA5-4CE0-AD09-197D97D32B5E%7D> About Timber building Mjøstårnet. 09 Nisan 2020.

URL-239, <https://urbanland.uli.org/sustainability/a-mass-timber-tower-rises-in-portland/> A Mass Timber Tower Rises in Portland. 06 Nisan 2020.

URL-240, <https://buildingcarbon12.com/design-and-approval/> A Leap Into the Unknown. 06 Nisan 2020.

URL- 241, http://tallwoodinstitute.org/sites/twi/files/Case_Studies_Final_2.pdf 06 Nisan 2020.

URL-242, <https://buildingcarbon12.com/construction/> New Heights in Mass Timber. 06 Nisan 2020.

URL-243, <https://www.carbon12pdx.com/about> INNOVATION AND ELEGANCE. 06 Nisan 2020.

URL-244, <https://www.Structurlam.com/wp-content/uploads/2017/04/Carbon-12-Case-Study-2.pdf> Structurlam Case Study Carbon 12. 06 Nisan 2020.

URL-245, <https://www.thinkwood.com/our-projects/carbon12> 06 Nisan 2020.

URL-246, <https://designerati.co.uk/madrid-sustainable-building-concept/> Madrid Stop For Sustainable Building Concept. 10 Mart 2020.

URL-247, <https://www.americanhardwood.org/en/examples/our-projects/multiply/making> Multiply | Making. 10 Mart 2020.

URL-248, <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/products/multiply> MultiPly. 10 Mart 2020.

URL-249, <http://waughthistleton.com/news/18/09/20/concepts-inspired-multiply/> THE CONCEPTS THAT INSPIRED MULTIPLY. 10 Mart 2020.

URL-250, <https://www.architecture.com/find-an-architect/forward-studio/london/multiply> Multiply. 10 Mart 2020.

URL-251, <https://www.detail-online.com/article/multiply-by-waugh-thistleton-architects-london-design-festival-2018-32994/> MultiPly by Waugh Thistleton Architects – London Design Festival 2018. 10 Mart 2020.

URL-252, <https://adesigneratheart.com/multiply-sustainable-architecture-1df18-andrew-waugh/> MULTIPLY BY WAUGH THISTLETON ARCHITECTS |

SUSTAINABLE ARCHITECTURE AT LDF18. 10 Mart 2020.

- URL-253, <https://www.ribaj.com/buildings/regional-awards-2018-streatham-and-clapham-high-school-phases-1-and-2-london-cottrell-vermeulen> Streatham and Clapham High School phases 1 and 2. 25 Nisan 2019.
- URL-254, <https://woodawards.com/streatham-clapham-high-school/> Streatham & Clapham High School Education & Public Sector. 25 Nisan 2019.
- URL-255, <https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/case-study-streatham-and-clapham-high-school-dining-by-cottrell-and-vermeulen/10045224.article> Case study: Streatham and Clapham High School Dining by Cottrell & Vermeulen. 13 Mart 2020.
- URL-256, <https://www.detail-online.com/blog-article/streatham-and-clapham-high-school-32490/> Streatham and Clapham High School. 13 Mart 2020.
- URL-257, <https://twitter.com/bfastfriends/status/833942119429586944> 19 Mart 2020.
- URL-258, <https://woodawards.com/wildernesse-restaurant/> Wildernesse Restaurant. 19 Mart 2020.
- URL-259, <http://barbarawinklehner.squarespace.com/blog?logout=true> 19 Mart 2020.
- URL-260, <https://morrisand.company/work/restaurant> 19 Mart 2020.
- URL-261, <https://www.metropolismag.com/architecture/wildernesse-restaurant-morris-company/> A New Restaurant in the U.K. Experiments with Cross-Laminated Timber 19 Mart 2020.
- URL-262, <https://www.pinterest.dk/pin/298504281556177513/> 19 Mart 2020.
- URL-263, <https://www.archdaily.com/916248/wildernesse-restaurant-morris-plus-company> Wildernesse Restaurant / Morris+Company 19 Mart 2020.
- URL-264, <https://www.fastepp.com/portfolio/ubc-tallwood-house-at-brock-commons-2/> 17 Şubat 2020.
- URL-265, <https://sabmagazine.com/residential-large-award-winner/> 17 Şubat 2020.
- URL-266, <https://www.actonstry.ca/project/brock-commons-tallwood-house/> 17 Şubat 2020.
- URL-267, <http://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/CS-BrockCommon-Study-23/#page=1> 17 Şubat 2020.
- URL-268, <https://www.canadianarchitect.com/brock-commons-acton-ostry-standing-tall/> 17 Şubat 2020.

- URL-269, <https://www.canadianarchitect.com/b-c-building-code-adjusted-upwards-to-allow-12-storey-wood-buildings/> 17 Şubat 2020.
- URL-270, https://raic.org/sites/raic.org/files/civcrm/persist/contribute/files/bulletin/2016/march/brock_eng.pdf Acton Ostry Architects, Brock Commons Phase 1, Canada. 17 Şubat 2020.
- URL-271, <https://benwood.com/benwood-clt-columbus-indiana/> The hardwood CLT structure is the first in the United States 21 Kasım 2018.
- URL-272, <https://designawards.core77.com/Built-Environment/71673/Conversation-Plinth-Indiana-Hardwood-CLT-Project> Runner Up Built Environment Award. 21 Kasım 2018.
- URL-273, https://www.archdaily.com/878725/indiana-hardwood-clt-ikd?ad_source=search&ad_medium=search_result_all Indiana Hardwood CLT / IKD 21 Kasım 2018.
- URL-274, <https://architizer.com/projects/conversation-plinth-indiana-hardwood-clt-project/> Conversation Plinth: Indiana Hardwood CLT project 21 Kasım 2018.
- URL-275, <https://www.dlupal.com/en/downloads-and-information/references/customer-projects/001114> 14 Şubat 2020.
- URL-276, <https://www.archdaily.com/903839/worlds-largest-clt-building-provides-a-model-for-high-density-urban-housing> World's Largest CLT Building Provides a Model for High Density Urban Housing. 4 Aralık 2018.
- URL-277, https://www.architectmagazine.com/technology/detail/dalston-works-the-largest-clt-building-in-the-world_o Dalston Works, the Largest CLT Building in the World 4 Aralık 2018.
- URL-278, <http://waughthistleton.com/dalston-works/> Dalston Works The World's Largest CLT building. 16 Şubat 2020.
- URL-279, <https://www.binderholz.com/en-us/mass-timber-solutions/dalston-lane-london-great-britain/> Dalston Lane, London | Great Britain. 16 Şubat 2020.
- URL-280, <https://www.timbermedia.co.uk/the-rise-of-clt/> The Rise of CLT. 16 Şubat 2020.
- URL-281, <https://www.binderholz.com/bauloesungen/dalston-lane-london-grossbritannien/> 16 Şubat 2020.
- URL-282, https://www.binderholz.com/fileadmin/user_upload/aktuelles/the_highest_the_tallest/Dalston_Lane.pdf Dalston Lane, London | Grossbritannien. 16 Şubat 2020.

- URL-283, <https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/high-density-low-carbon-dalston-works-by-waugh-thistleton/10024002.article> High density, low carbon: Dalston Works by Waugh Thistleton. 19 Şubat 2020.
- URL-284, <https://www.detail-online.com/blog-article/swimming-in-the-midst-of-nature-swimming-pool-by-hawkinsbrown-in-surrey-32591/> Swimming in the midst of nature: Swimming pool by Hawkins\Brown in Surrey. 25 Aralık 2018.
- URL-285, <http://en.timberconstruction.wiehag.com/References/Swimming-Pool-Freemen-School> Swimming Pool Freeman School. 25 Aralık 2018.
- URL-286, <https://woodawards.com/portfolio/city-of-london-freemens-school-swimming-pool-2/> City of London Freeman's School Swimming Pool. 25 Aralık 2018.
- URL-287, <https://www.archdaily.com/885514/freemens-school-swimming-pool-hawkins-brown> Freeman's School Swimming Pool / Hawkins\Brown. 25 Aralık 2018.
- URL-288, <https://www.eocengineers.com/en/projects/city-of-london-freemens-school-swimming-pool-299> City of London Freeman's School Swimming Pool. 25 Aralık 2018.
- URL-289, <http://www.klhsustainability.com/projects/carbon-neutral-laboratory/> GSK Carbon Neutral Laboratory University of Nottingham. 17 Şubat 2019.
- URL-290, <https://www.bkstructures.co.uk/case-studies/gsk-laboratory-nottingham> GSK Laboratory Nottingham. 17 Şubat 2019.
- URL-291, <https://www.binderholz.com/en/construction-solutions/publicmunicipal/the-gsk-carbon-neutral-laboratory-for-sustainable-chemistry-nottingham-great-britain/> Carbon Neutral Laboratory for Sustainable Chemistry, Nottingham | Great Britain. 12 Şubat 2019.
- URL-292, <https://www.nottingham.ac.uk/chemistry/research/centre-for-sustainable-chemistry/the-carbon-neutral-laboratory.aspx> The Carbon Neutral Laboratory. 10 Mart 2020.
- URL-293, https://www.cleanroomtechnology.com/news/article_page/Nottingham_University_leads_the_way_in_sustainable_labs/122880 Nottingham University leads the way in sustainable labs. 11 Mart 2020.
- URL-294, <https://universitybusiness.co.uk/Article/gsk-carbon-neutral-lab-for-sustainable-chemistry-case-study/> GSK Carbon Neutral Lab for Sustainable Chemistry case study. 11 Mart 2020.
- URL-295, <https://www.youtube.com/watch?v=CkGmoK2qR9I> Time lapse: GlaxoSmithKline Carbon Neutral Laboratory for Sustainable Chemistry. 11 Mart 2020.
- URL-296, [http://www.klhuk.com/media/38795/klh%20uk%20hastings%20pier%](http://www.klhuk.com/media/38795/klh%20uk%20hastings%20pier%20)

20factsheetv2.pdf Hastings Pier. 25 Aralık 2018.

URL-297, https://www.archdaily.com/876788/hastings-pierdrmm?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects Hastings Pier / dRMM. 21 Şubat 2020.

URL-298, <http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=hastings-pier-redevelopment> 21 Şubat 2020.

URL-299, <https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/riba-stirling-prize-hastings-pier-by-drmm/10024451.article> 21 Şubat 2020.

URL-300, <https://www.architectureanddesign.com.au/projects/office-retail/australia-s-first-cross-laminated-timber-office-bu> Australia's first cross-laminated timber office built in only a year. 30 Kasım 2018.

URL-301, <https://architectureau.com/articles/international-house-sydney/> 30 Kasım 2018.

URL 302, <http://tzannes.com.au/media/construction-international-house-sydney-barangaroo-south-now-complete/> 30 Kasım 2018.

URL-303, <https://www.archdaily.com/871807/international-house-tzannes> Touch wood: International House Sydney. 30 Kasım 2018.

URL-304, <http://tzannes.com.au/projects/international-house/> International House Sydney. 15 Şubat 2020.

URL-305, <https://www.skyscrapercenter.com/building/international-house-south/31404> 15 Şubat 2020.

URL-306, <https://www.hess-timber.com/en/references/detail/international-house-sydney/> International House Sydney. 15 Şubat 2020.

URL-307, <http://builtoffsite.com.au/issue-08/awards-rewards-future-wood/> 15 Şubat 2020.

URL-308, <https://www.detail-online.com/article/australias-first-multistorey-office-building-made-of-wood-29355/> Australia's First Multistorey Office Building Made of Wood. 15 Şubat 2020.

URL-309, <https://timberdesignawards.com.au/component/speasyimagegallery/sustainability?Itemid=764> 15 Şubat 2020.

URL-310, <https://www.woodsolutions.com.au/inspiration-case-study/2017-atda-winner-international-house-sydney> 2017 ATDA Winner: International House Sydney 15 Şubat 2020.

URL-311, <https://www.youtube.com/watch?v=DQc6Y2CHBME&feature=youtu.be> High-tech timber erected at UMass. 10 Mart 2020.

- URL-312, <https://www.lwa-architects.com/project/integrated-design-building/> John W. Olver Design Building University of Massachusetts, Amherst 10 Mart 2020.
- URL-313, <https://www.sgh.com/projects/university-massachusetts-john-w-olver-design-building> University of Massachusetts, John W. Olver Design Building. 28 Ocak 2019.
- URL-314, <https://www.youtube.com/watch?v=qLVSFu8Cb9s&list=PLxUo4IvucrueR7-wJYoKC3BLYyUS99Cpu&index=44> 3 8 2016 B - UMass Design Building Construction Timelapse. 28 Ocak 2019.
- URL-315, <https://www.youtube.com/watch?v=LH-mI-p2pSQ&list=PLxUo4IvucrueR7-wJYoKC3BLYyUS99Cpu> UMass Design Building Construction Timelapse 28 Ocak 2019.
- URL-316, <https://www.wanawards.com/finalists/john-w-olver-design-building/> JOHN W. OLVER DESIGN BUILDING. 28 Ocak 2019.
- URL-317, <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/reviews/design-building-at-the-university-of-massachusetts-amherst> Design Building at the University of Massachusetts Amherst. 28 Ocak 2019.
- URL-318, <https://www.umass.edu/cp/john-w-olver-design-building> 28 Ocak 2019.
- URL-319, <https://bct.eco.umass.edu/about-us/the-design-building-at-umass-amherst/> John W. Olver Design Building Quick Facts. 28 Ocak 2019.
- URL-320, <https://www.designbuild-network.com/features/maggies-oldham-inside-worlds-first-hardwood-clt-building/> Maggie's Oldham: inside the world's first hardwood CLT building. 5 Aralık 2018.
- URL-321, <https://www.archdaily.com/874795/maggies-oldham-drmm> Maggie's Oldham / drmm. 5 Aralık 2018.
- URL-322, <https://www.materialsforarchitecture.co.uk/news/drmm-architects-maggies-oldham-opens-as-worlds-first-building-made-from-hardwood-clt/> DRMM Architects' Maggie's Oldham opens as world's first building made from hardwood CLT. 5 Aralık 2018.
- URL-323, <https://www.designboom.com/architecture/drmm-maggies-oldham-centre-hardwood-clt-england-06-26-2017/gallery/image/g4-254> 5 Aralık 2018.
- URL-324, <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/products/healing-with-tulipwood> Healing with Tulipwood. 16 Şubat 2020.
- URL-325, <https://www.youtube.com/watch?v=r-hvH3DRZB8> 16 Şubat 2020.
- URL-326, <http://www.matthewnichol.com/recent-work/2017/6/7/maggies-oldham> 16 Şubat 2020.

- URL-327, <https://divisare.com/projects/365265-de-rijke-marsh-morgan-architects-maggies-oldham> Maggie's Oldham. 25 Şubat 2020.
- URL-328, <http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=maggies-oldham> Maggie's Oldham. 25 Şubat 2020.
- URL-329, <http://booth-king.co.uk/portfolio/maggies-cancer-centre-royal-oldham-hospital-2/> Maggies Cancer Centre, Royal Oldham Hospital. 16 Şubat 2020.
- URL-330, <https://www.nordic.ca/en/projects/structures/origine> ORIGINE, 13-STOREY BUILDING. 07 Nisan 2020.
- URL-331, <https://www.thinkwood.com/our-projects/origine-tallest-wood-building-in-eastern-north-america> Origine. 07 Nisan 2020.
- URL-332, http://www.cecobois.com/publications_documents/CECO-11410_Etude_Cas_Origine_paysage_Ang_WEB.pdf ORIGINE POINTE-AUX-LIÈVRES ECOCONDOS QUEBEC CITY. 07 Nisan 2020.
- URL-333, <https://archpaper.com/2017/12/2017-design-awards-office-retail/#gallery-0-slide-7> 2017 Best of Design Award for Office & Retail: Albina Yard. 14 Mart 2020.
- URL-334, <https://www.archdaily.com/908090/albina-yard-lever-architecture> Albina Yard / LEVER Architecture. 14 Mart 2020.
- URL-335, <https://www.chi-athenaeum.org/the-2018-awards/2018/06/12/albina-yard-porland-oregon-2016/> ALBINA YARD | Portland, Oregon | 2016. 14 Mart 2020.
- URL-336, <https://vimeo.com/215579131> Albina Yard: Albina Yard: CLT Construction. 14 Mart 2020.
- URL-337, <https://www.kpff.com/portfolio/project/albina-yard> Albina Yard. 14 Mart 2020.
- URL-338, <https://www.structuremag.org/?p=11281> 14 Mart 2020.
- URL-339, <https://www.thinkwood.com/our-projects/albina-yard> Creative Office space for small businesses. 14 Mart 2020.
- URL-340, https://www.palletenterprise.com/view_article/4712/CLT-Promises-New-Construction-Boom-in-the-Future,-Pilot-Programs-Under-Development-in-Oregon- CLT Promises New Construction Boom in the Future, Pilot Programs Under Development in Oregon. 14 Mart 2020.
- URL-341, https://leverarchitecture.com/projects/albina_yard Albina Yard. 14 Mart 2020.
- URL-342, https://engineeringcenter.bnppmedia.com/article_print.php?C=1718&L=146 Mass Timber. 14 Mart 2020.

- URL-343, <https://www.architectmagazine.com/technology/detail/welcome-to-albina-yard> Welcome to Albina Yard. 10 Nisan 2020.
- URL-344, <http://www.nextportland.com/2015/07/07/4703-n-albina/> DESIGN REVIEW APPROVED FOR ALBINA YARD (IMAGES). 10 Nisan 2020.
- URL-345, <https://www.architecture.com/awards-and-competitions-landing-page/awards/riba-regional-awards/riba-london-award-winners/2017/barretts-grove> Barretts Grove. 10 Nisan 2020.
- URL-346, <https://www.architecturetoday.co.uk/barretts-grove/> Barrett's Grove. 10 Nisan 2020.
- URL-347, <https://divisare.com/projects/391150-groupwork-amin-taha-timothy-soar-barretts-grove> Groupwork + Amin Taha Barretts Grove. 10 Nisan 2020.
- URL-348, <https://www.archdaily.com/796311/barretts-grove-groupwork> Barretts Grove / GROUPWORK. 10 Nisan 2020.
- URL-349, <https://woodforgood.com/case-studies/barretts-grove> BARRETT'S GROVE. 10 Nisan 2020.
- URL-350, <https://www.archdaily.com/802950/belarusian-memorial-chapel-spheron-architects> Belarusian Memorial Chapel / Spheron Architects. 23 Aralık 2018.
- URL-351, <https://woodawards.com/shortlist-2017/belarusian-memorial-chapel/> Belarusian Memorial Chapel. 23 Aralık 2018.
- URL-352, <https://www.dezeen.com/2016/12/17/wooden-belarusian-memorial-chapel-dedicated-chernobyl-nuclear-disaster-spheron-architects-london-england/> Belarusian Memorial Chapel by Spheron Architects is dedicated to Chernobyl victims. 23 Aralık 2018.
- URL-353, <https://inhabitat.com/prefab-timber-chapel-pays-homage-to-chernobyl-disaster-victims/belarusian-memorial-chapel-by-spheron-architects-8> Prefab timber chapel pays homage to Chernobyl disaster victims. 23 Aralık 2018.
- URL-354, <https://www.ribaj.com/intelligence/tszwai-so> A perfectionist whose passion inspires everyone. 23 Aralık 2018.
- URL-355, <https://www.miesarch.com/work/3757> Belarusian Memorial Chapel. 23 Aralık 2018.
- URL-356, https://en.wikipedia.org/wiki/Tszwai_So 19 Şubat 2020.
- URL-357, <https://divisare.com/projects/337189-spheron-architects-joakim-boren-helene-binet-belarusian-memorial-chapel> Belarusian Memorial Chapel. 19 Şubat 2020.

- URL-358, https://en.wikipedia.org/wiki/Church_of_St_Cyril_of_Turau_and_All_the_Patron_Saints_of_the_Belarusian_People 19 Şubat 2020.
- URL-359, <https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/riba-stirling-prize-command-of-the-oceans-by-baynes-and-mitchell-architects/10024452.article> RIBA Stirling Prize: Command of the Oceans by Baynes and Mitchell Architects. 23 Şubat 2020.
- URL-360, <https://www.architecture.com/awards-and-competitions-landing-page/awards/riba-regional-awards/riba-south-east-award-winners/2017/command-of-the-oceans> Command of the Oceans. 23 Şubat 2020.
- URL-361, <https://www.pricemyers.com/projects/command-of-the-oceans-5> Command of the Oceans. 23 Şubat 2020.
- URL-362, <https://www.cibsejournal.com/case-studies/safe-harbour-the-chatham-historic-dockyard-restoration/> Safe harbour – the Chatham Historic Dockyard restoration. 23 Şubat 2020.
- URL-363, <https://www.archdaily.com/879489/command-of-the-oceans-baynes-and-mitchell-architects> Command of the Oceans / Baynes and Mitchell Architects. 23 Şubat 2020.
- URL-364, <https://www.masonclark.co.uk/index.php?p=projects/rievaulx-abbey-visitor-centre-1> Rievaulx Abbey Visitor Centre. 21 Şubat 2020.
- URL-365, <https://www.ribaj.com/buildings/rievaulx-abbey-visitor-centre-and-museum-rievaulx-simpson-brown-english-heritage-riba-awards-2017-yorkshire> Rievaulx Abbey Visitor Centre and Museum, Rievaulx. 21 Şubat 2020.
- URL-366, <https://www.simpsonyork.co.uk/projects/rievaulx-abbey-redevelopment/> Rievaulx Abbey – English Heritage. 21 Şubat 2020.
- URL-367, <http://www.architecturetoday.co.uk/2017-wood-awards/> 2017 Wood Awards. 21 Şubat 2020.
- URL-368, <https://www.e-architect.co.uk/leeds/rievaulx-abbey-visitor-centre-museum-helmsley> Rievaulx Abbey Visitor Centre & Museum. 22 Şubat 2020.
- URL-369, <https://twitter.com/simpsonandbrown/status/933302436550336512?lang=cs> 25 Şubat 2020.
- URL-370, <https://www.cowleytimber.co.uk/projects/rievaulx-abbey-visitors-centre/> Rievaulx Abbey Visitors Centre. 25 Şubat 2020.
- URL-371, <http://www.bernardobader.com/projekt/kapelle-salgenreute> Kapelle Salgenreute 2016. 28 Şubat 2019.
- URL-372, https://www.airt.at/wp-content/uploads/2018/02/Press-Release_Austrian-

Builder-Owner-Award-2017.pdf 28 Şubat 2019.

- URL-373, https://www.db-bauzeitung.de/wp-content/uploads/d/b/db0917_A__F1EED8B2-9A6F-4DED-AAB4-E75235614D1B1.pdf
28 Şubat 2019.
- URL-374, <https://archello.com/project/chapel-salgenreute> Chapel Salgenreute.
28 Şubat 2019.
- URL-375, <https://archinect.com/news/bustler/6065/salgenreute-chapel-bernardo-bader-architects-transforms-200-year-old-structure-into-minimalist-sanctuary>
Salgenreute Chapel: Bernardo Bader Architects transforms 200-year-old structure into minimalist sanctuary. 28 Şubat 2019.
- URL-376, <https://www.archdaily.com/806703/kapelle-salgenreute-bernardo-bader-architekten> Kapelle Salgenreute / Bernardo Bader Architekten. 12 Mart 2020.
- URL-377, <https://www.designboom.com/architecture/bernardo-bader-architekten-salgenreute-chapel-02-10-29/gallery/image/bernardo-bader-kapelle-salgenreute-designboom-010> 12 Mart 2020.
- URL-378, <https://www.metalocus.es/en/news/kapelle-salgenreute-bernardo-bader-architects-dornbirn> KAPELLE SALGENREUTE BY BERNARDO BADER ARCHITECTS | DORNBIRN. 12 Mart 2020.
- URL-379, <https://www.mkp-ing.com/projekte/offentlich/kapelle-salgenreute-krumbach-a>
Architekt: Bernardo Bader, Dornbirn, A. 12 Mart 2020.
- URL-380, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neubau_Kapelle_Salgenreute_in_Krumbach_Vorarlberg.JPG 12 Mart 2020.
- URL-381, <https://www.holzbaukunst.at/holzbau/objekt/292.html> Kapelle Salgenreute.
12 Mart 2020.
- URL-382, <https://www.archdaily.com/803064/sunbeams-music-centre-mawsonkerr-architects> Sunbeams Music Centre / MawsonKerr Architects. 3 Ocak 2019.
- URL-383, <https://woodforgood.com/case-studies/sunbeams-music-centre> Sunbeams Music Centre. 3 Ocak 2019.
- URL-384, <https://www.buildingtalk.com/kerto-q-timber-panels-clad-music-therapy-centre-in-penrith/> Kerto-Q timber panels clad music therapy centre in Penrith.
22 Şubat 2020.
- URL-385, [http://hadfieldtrust.org.uk/national-sunbeams-music-centre/#iLightbox\[gallery83\]/null](http://hadfieldtrust.org.uk/national-sunbeams-music-centre/#iLightbox[gallery83]/null) National Sunbeams Music Centre.
3 Ocak 2019.
- URL-386, <https://www.holzbaukunst.at/holzbau/objekt/292.html> Kapelle Salgenreute.

12 Mart 2020.

- URL-387, <https://www.mawsonkerr.co.uk/projects/sunbeamsmusiccentre/> 22 Şubat 2020.
- URL-388, <https://www.digitaltrends.com/home/sunbeams-music-center-features-locally-sourced-materials/> Music therapy center serving the needy is harmonious in both purpose and form. 22 Şubat 2020.
- URL-389, <https://www.designboom.com/design/alison-brooks-architects-smile-london-design-festival-09-16-2016/> alison brooks architects' curving 'smile' at london design festival. 21 Kasım 2018.
- URL-390, <https://materialdistrict.com/article/smile-london-made-clt/> “THE SMILE” IN LONDON MADE FROM CLT. 21 Kasım 2018.
- URL-391, <https://www.e-architect.co.uk/london/the-smile-london-design-festival> The Smile – London Design Festival. 15 Şubat 2020.
- URL-392, <https://woodawards.com/shortlist-2017/the-smile/> The Smile Small Projects. 15 Şubat 2020.
- URL-393, <https://www.archipanic.com/the-smile/> The Smile By Alison Brooks Innovates in Sustainable Timber Architecture. 13 Şubat 2020.
- URL-394, <https://www.arch2o.com/london-design-festival-smile-architect-alison-brooks/> London Design Festival: The Smile by Architect Alison Brooks. 13 Şubat 2020.
- URL-395, <https://www.alisonbrooksarchitects.com/the-smile-day-8/> The Smile day 8. 13 Şubat 2020.
- URL-396, <https://www.alisonbrooksarchitects.com/project/the-smile/> The Smile London. 13 Şubat 2020.
- URL-397, <http://archeyes.com/chicago-horizon-ultramoderne/> Chicago Horizon / ULTRAMODERNE. 29 Mart 2019.
- URL-398, <https://www.dezeen.com/2015/10/08/ultramoderne-horizon-lakefront-kiosk-pavilion-biggest-wooden-roof-chicago-architecture-biennial-2015/> Mies-inspired pavilion with "biggest wooden roof possible" opens on Chicago lakefront. 29 Mart 2019.
- URL-399, <http://www.woodworks.org/project/chicago-horizon/> Chicago Horizon. 29 Mart 2019.
- URL-400, <https://www.archdaily.com/778301/lakefront-kiosk-ultramoderne> Lakefront Kiosk / Ultramoderne. 13 Mart 2020.
- URL-401, <https://www.inexhibit.com/case-studies/ultramodernes-chicago-horizon-pavilion-brings-clt-architecture-to-the-masses/> Ultramoderne’s Chicago Horizon

pavilion brings CLT architecture to the masses. 13 Mart 2020.

URL-402, <https://vimeo.com/189796538> Ultramoderne: Chicago Horizon. 13 Mart 2020.

URL-403, <https://www.lendlease.com/-/media/llcom/investor-relations/media-releases/2014/20140913-lend-leases-fort-takes-environmental-excellence-award-at-api-awards.pdf> Lend Lease's Forté takes Environmental Excellence award at API Awards. 19 Şubat 2020.

URL-404, <https://www.architectureanddesign.com.au/projects/multi-residential/forte-by-lend-lease> Forte by Lend Lease. 19 Aralık 2018.

URL-405, <https://www.woodsolutions.com.au/inspiration-case-study/forte-living> Forte Living. 19 Aralık 2018.

URL-406, http://www.timberqueensland.com.au/Docs/News%20and%20Events/Events/Andrew-Nieland_web.pdf FORTÉ Creating the world's tallest CLT apartment building. 19 Aralık 2018.

URL-407, <https://www.youtube.com/watch?v=9nLKeiwBndM> 19 Şubat 2020.

URL-408, <https://www.youtube.com/watch?v=9-8sACmkNos> 19 Şubat 2020.

URL-409, https://emma-cross.format.com/commercial_forte 19 Şubat 2020.

URL-410, <https://www.thefifthstate.com.au/articles/clt-could-spark-local-manufacturing-industry/> Cross laminated timber could spark local manufacturing industry. 19 Şubat 2020.

URL-411, <https://glennhowells.co.uk/project/gloucester-services/> Gloucester Services. 25 Mart 2020.

URL-412, <https://www.bwbconsulting.com/news/06-2016/gloucester-services-shortlisted-for-british-construction-industry-award> Gloucester Services Shortlisted For British Construction Industry Award. 25 Mart 2020.

URL-413, <https://www.bkstructures.co.uk/case-studies/gloucester-gateway> Gloucester Gateway. 25 Mart 2020.

URL-414, <https://www.ribaj.com/buildings/gloucester-services-gloucester> Gloucester Services, Gloucester. 25 Mart 2020.

URL-415, https://www.prococywriters.co.uk/wp-content/uploads/2017/11/Project_Service-station-LoRes-2.pdf An oasis on the motorway. 25 Mart 2020.

URL-416, <https://www.forconstructionpros.com/business/news/12187970/first-all-cross-laminated-timber-constructed-hotel-in-us-complete#&gid=1&pid=1> First all CLT constructed Hotel in US complete. 21 Mart 2019.

- URL-417, <https://www.dlupal.com/en/news-and-events/news/current-news/2016-06-24-candlewood-suites-on-redstone-arsenal-alabama-usa> Customer Project Designed with RFEM. 21 Mart 2019.
- URL-418, <https://www.nordic.ca/en/projects/structures/hotel-candlewood-suites> Candlewood Suites Hotel On Redstone Arsenal Base. 21 Mart 2019.
- URL-419, <https://www.architectmagazine.com/technology/detail/wood-hospitality-flair-and-performance> Wood: Hospitality Flair and Performance. 21 Mart 2019.
- URL-420, <https://www.dlupal.com/en/downloads-and-information/references/customer-projects/001078> Candlewood Suites on Redstone Arsenal in Huntsville, Alabama, USA. 21 Mart 2019.
- URL-421, <https://vimeo.com/229038607> More with Less: An Overview of the First CLT Hotel in the US. 21 Mart 2019.
- URL-422, <https://www.woodworkingnetwork.com/news/woodworking-industry-news/first-us-hotel-use-cross-laminated-timber-now-completed> First U.S. hotel to use cross laminated timber now completed. 12 Mart 2020.
- URL-423, <https://www.lendlease.com/us/projects/candlewood-suites/?id=da8bff13-afcf-4dea-b9d8-c7bdf3b6350f> Candlewood Suites. 12 Mart 2020.
- URL-424, <https://www.globalwoodmarketsinfo.com/first-all-cross-laminated-timber-building-us-completed/> First cross laminated timber hotel in the US is completed. 12 Mart 2020.
- URL-425, https://www.tripadvisor.ca/Hotel_Review-g30801-d11749198-Reviews-Candlewood_Suites_Bldg_3440_On_Redstone_Arsenal_An_IHG_Army_Hotel-Redstone_Arsenal_Ala.html#/media/11749198/430469609:p/?albumid=&type=0&category=101 12 Mart 2020.
- URL-426, <http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=sky-health-fitness-centre> SKY HEALTH & FITNESS CENTRE. 22 Mart 2020.
- URL-427, <https://www.architonic.com/es/project/arup-bskyb-health-and-fitness-centre/5104012> BSKYB HEALTH AND FITNESS CENTRE. 22 Mart 2020.
- URL-428, <https://www.arup.com/projects/bskyb-health-and-fitness-centre> A state of the art health and fitness centre constructed mostly out of timber. 22 Mart 2020.
- URL-429, <https://www.area-arch.it/en/sky-health-fitness-centre/> Sky Health & Fitness Centre. 22 Mart 2020.
- URL-430, <https://www.bkstructures.co.uk/case-studies/sky-health-fitness> Sky Health & Fitness. 22 Mart 2020.
- URL-431, <https://woodforgood.com/case-studies/bskyb-health-and-fitness-centre>

BSKYB HEALTH & FITNESS CENTRE. 22 Mart 2020.

URL-432, <http://www.cbdesignlimited.co.uk/portfolio-items/bskyb-health-fitness-centre/> BskyB Health & Fitness Centre. 22 Mart 2020.

URL-433, <http://www.skyscrapercenter.com/building/treet/16540> Treet. 02 Ocak 2019.

URL-434, <http://www.timberdesignandtechnology.com/treet-the-tallest-timber-framed-building-in-the-world/> Treet: the tallest timber-framed building in the World. 02 Ocak 2019.

URL-435, <http://www.buildup.eu/en/practices/cases/treet-wooden-high-rise-building-excellent-energy-performance> Treet - a wooden high-rise building with excellent energy performance. 02 Ocak 2019.

URL-436, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00107-016-1022-5> Some structural design issues of the 14-storey timber framed building “Treet” in Norway. 02 Ocak 2019.

URL-437, <http://treetsameie.no/filmer-fra-byggeplassen/> 19 Şubat 2020.

URL-438, http://wood-works.ca/wp-content/uploads/Edmonton_wood-fair_marina.pdf Treet– World’s tallest timber building. 02 Ocak 2019.

URL-439, <https://www.scoopnest.com/user/PDChina/604353292693413888-world39s-tallest-wooden-building-is-under-construction-in-norway-51m-high-14story-structure-known-a> 02 Ocak 2019.

URL-440, <https://urbannext.net/treet/> Treet: Sustainable Housing. 02 Ocak 2019.

URL-441, <https://resilientwood.tumblr.com/post/128508462207/treet-housing-tower> Treet Housing Tower. 02 Ocak 2019.

URL-442, <https://www.dailymail.co.uk/news/article-2617735/Watch-termites-Worlds-tallest-WOODEN-apartment-block-reach-14-storeys-high.html> Watch out for termites! World’s tallest WOODEN apartment block to reach 14-storeys high 02 Ocak 2019.

URL-443, <https://www.binderholz.com/en-us/mass-timber-solutions/wenlock-road-london-great-britain/> REFERENCE Wenlock Road, London | Great Britain. 14 Mart 2020.

URL-444, <https://www.bkstructures.co.uk/case-studies/wenlock-road> Wenlock Road. 14 Mart 2020.

URL-445, <https://www.hawkinsbrown.com/projects/17-21-wenlock> Wenlock Cross \Innovative new homes for Hackney. 14 Mart 2020.

URL-446, <https://hodderandpartners.com/projects/st-clares-college-oxford/> st. clare’s,

Oxford. 2 Şubat 2020.

URL-447, <https://www.e-architect.co.uk/oxford/st-clares-college-oxford> St Clare's College Oxford: Architecture. 24 Şubat 2020.

URL-448, <https://www.architecturetoday.co.uk/peak-condition/> Peak Condition Giles Reid reports on Duggan Morris Architects' Alfriston School pool. 15 Mart 2020.

URL-449, <https://urbannext.net/alfriston-school-swimming-pool/> Alfriston School Swimming Pool: A New Up-to-date Facility. 15 Mart 2020.

URL-450, <https://www.pinterest.ch/pin/413134965793072771/> 15 Mart 2020.

URL-451, <https://www.elliottwood.co.uk/projects/alfriston-school-swimming-pool-buckinghamshire> Alfriston School Yüzme Havuzu, Buckinghamshire. 15 Mart 2020.

URL-452, <http://www.eurban.co.uk/project/arcadia-nursery/> Arcadia Nursery. 21 Mart 2020.

URL-453, <https://woodawards.com/portfolio/arcadia-nursery/> Arcadia Nursery Education & Public Sector Winner 2015. 21 Mart 2020.

URL-454, <https://www.breeam.com/case-studies/education/kings-buildings-arcadia-nursery-university-of-edinburgh/> King's Buildings Arcadia Nursery – University of Edinburgh. 21 Mart 2020.

URL-455, <https://www.rubner.com/en/gruppe/testimonials-industries/reference/bskyb-office-building-believe-in-better-building-london-uk/> BSKYB Office Building – Believe in Better Building London – UK. 28 Aralık 2018.

URL-456, <https://www.archdaily.com/778902/believe-in-better-building-arup> Believe in Better Building / Arup Associates. 28 Aralık 2018.

URL-457, <http://www.structuraltimber.co.uk/assets/8ppstabskyb.pdf> BSKyB. 28 Aralık 2018.

URL-458, https://www.youtube.com/watch?v=qoRTnJ_OZzg Trada. 28 Aralık 2018.

URL-459, <https://www.binderholz.com/bauloesungen/bskyb-london-grossbritannien/REFERENZBSkyB, London | Grossbritannien.> 22 Şubat 2020.

URL-460, <https://woodawards.com/portfolio/bskyb-believe-in-better-building/> BSKyB Believe In Better Building Judges' Special Award Winner 2015. 22 Şubat 2020.

URL-461, <https://woodforgood.com/assets/Downloads/Conference%20PDFs/Materials%2017%20Tim%20Nelson.pdf> ARUP. 22 Şubat 2020.

URL-462, <https://www.woodsolutions.com.au/inspiration-case-study/sussex-house> Sussex

House. 6 Ocak 2019.

- URL-463, <https://www.architecture.com/find-an-architect/wilkinson-king-architects/london/sussex-house> Sussex House 23 Şubat 2020.
- URL-464, <http://wood-works.ca/wp-content/uploads/151203-WoodWorks-WIDC-Case-Study-WEB.pdf> Wood Innovation and Design Centre. 19 Aralık 2018.
- URL-465, <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/cng/resources/case-studies/lcm-casestudies-widc.pdf> Wood Innovation & Design Centre. 19 Aralık 2018.
- URL-466, <https://www.bcfii.ca/sites/default/files/2016-Building-Green-With-Wood-in-BC.pdf> Building Green with Wood in BC. 18 Aralık 2018.
- URL-467, https://www.partnershipsbcc.ca/files-4/documents/2013-08-12_WIDC-Case-Study.pdf Wood Innovation and Design Centre Project. 19 Aralık 2018.
- URL-468, <https://www.archdaily.com/630264/wood-innovation-design-centre-michael-green-architecture> Wood Innovation Design Centre / Michael Green Architecture. 18 Şubat 2018.
- URL-469, <https://www.designbuild-network.com/features/worlds-tallest-wooden-buildings/> The World's Tallest Wooden Buildings. 18 Şubat 2020.
- URL-470, <https://www.logworks.ca/documents/n6gVbHqv/wood-innovation-design-centre.pdf> Wood Innovation & Design Centre. 18 Şubat 2020.
- URL-471, <https://www.unbc.ca/engineering-graduate/construction-wood-innovation-design-centre> Construction of the Wood Innovation & Design Centre. 18 Şubat 2020.
- URL-472, <https://copperconcept.org/en/references/keynsham-civic-centre-one-stop-shop-uk> Keynsham Civic Centre & One Stop Shop, UK. 20 Mart 2020.
- URL-473, https://www.bathnes.gov.uk/sites/default/files/building_standards_study_section_7.pdf 7.0 Detailed Case Study: Keynsham Civic Centre. 20 Mart 2020.
- URL-474, <https://www.ahr.co.uk/Keynsham-Civic-Centre> Keynsham Civic Centre and Library & Information Service. 20 Mart 2020.
- URL-475, <https://www.cibsejournal.com/case-studies/civic-pride/> The passive-first approach at Keynsham Civic Centre. 20 Mart 2020.
- URL-476, <https://architizer.com/projects/keynsham-civic-centre-one-stop-shop/> Keynsham Civic Centre & One Stop Shop. 20 Mart 2020.
- URL-477, <https://www.maxfordham.com/assets/media/images/publications/Keynsham%20Civic%20Centre/Case%20Study.pdf> Keynsham Civic Centre. 20 Mart 2020.

- URL-478, <https://www.archdaily.com/769317/keynsham-civic-centre-ahr> Keynsham Civic Centre / AHR. 20 Mart 2020.
- URL-479, <https://www.archdaily.com/558757/maggie-s-oxford-wilkinson-eyre-architects> Maggie's Oxford / Wilkinson Eyre Architects. 26 Mart 2020.
- URL-480, <https://www.wilkinoneyre.com/projects/maggies-centre> Maggie's Centre. 26 Mart 2020.
- URL-481, <https://www.designboom.com/architecture/wilkinson-eyre-maggies-centre-oxford-10-10-2014/> wilkinson eyre envisions maggie's centre as an elevated treehouse. 26 Mart 2020.
- URL-482, <http://drmm.co.uk/practice/awards/> 24 Mart 2020.
- URL-483, <https://www.theplan.it/eng/webzine/wood-in-architecture/woodblock-house-en> 24 Mart 2020.
- URL-484, <https://www.richardwoodsstudio.com/WOODBLOCK-HOUSE> 24 Mart 2020.
- URL-485, <https://www.dezeen.com/2014/03/25/woodblock-house-by-drmm/> Richard Wood's cartoon-style prints added to his new Hackney residence by dRMM. 24 Mart 2020.
- URL-486, <http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=woodblock-house> WOODBLOCK HOUSE. 24 Mart 2020.
- URL-487, <https://www.archilovers.com/projects/131938/woodblock-house.html> WoodBlock House. 24 Mart 2020.
- URL-488, <https://www.e-architect.co.uk/scotland/abbotsford-house-visitor-centre> Abbotsford House Visitor Centre. 28 Mart 2020.
- URL-489, <https://www.ldn.co.uk/architecture-projects/abbotsford-visitor-reception-building/> Abbotsford Visitor Reception Building. 28 Mart 2020.
- URL-490, <https://www.birdsportchmouthrussum.com/downleyhouse> Downley House. 10 Nisan 2020.
- URL-491, <https://www.designboom.com/architecture/birds-portchmouth-russum-architects-downley-house/> birds portchmouth russum architects: downley house. 10 Nisan 2020.
- URL-492, <https://inhabitat.com/wine-barrel-inspired-downley-house-in-england-is-built-from-former-houses-ruins/> Wine Barrel-Inspired Downley House in England is Built from a Former House's Ruins. 10 Nisan 2020.
- URL-493, <https://www.homebuilding.co.uk/a-truly-imaginative-home/> A Truly

Imaginative Home. 10 Nisan 2020.

URL-494, <https://petersroofing.co.uk/project/downley-house-hampshire/> Downley House, Hampshire. 10 Nisan 2020.

URL-495, <https://copperconcept.org/en/references/downley-house-uk> Downley House, UK. 10 Nisan 2020.

URL-496, <https://archello.com/project/downley-house> Downley House. 10 Nisan 2020.

URL-497, <https://www.birdsportchmouthrussum.com/bpr/news/178> Downley House CLT Erected. 10 Nisan 2020.

URL-498, <https://fcbstudios.com/work/view/the-dyson-centre-for-neonatal-care> The Dyson Centre. 23 Ocak 2019.

URL-499, <http://www.klhuk.com/portfolio/health/dyson-centre-for-neonatal-care,-bath.aspx> 23 Ocak 2019.

URL-500, <https://www.e-architect.co.uk/england/dyson-centre-neonatal-care-bath> The Dyson Centre for Neonatal Care, Bath. 26 Şubat 2020.

URL-501, <https://www.dezeen.com/2011/08/08/the-dyson-centre-for-neonatal-care-by-feilden-clegg-bradley-studios/> The Dyson Centre for Neonatal Care by Feilden Clegg Bradley Studios. 26 Şubat 2020.

URL-502, <https://divisare.com/projects/176451-feilden-clegg-bradley-studios-craig-auckland-fotohaus-dyson-centre-for-neonatal-care> Feilden Clegg Bradley Studios Dyson Centre for Neonatal Care. 26 Şubat 2020.

URL-503, https://uk.ramboll.com/-/media/files/ruk/4_news-supporting-docs/openacademynorwich_5429_education.pdf?la=en Open Academy, Norwich. 25 Şubat 2019.

URL-504, <http://www.klhuk.com/portfolio/education/open-academy,-norwich.aspx> Open Academy, Norwich. 25 Şubat 2019.

URL-505, <http://ahc1893.com/wp-content/uploads/2012/04/Alfred-Horie-Construction-CLTNorwichAcademyandOtherEuropeanProjects.pdf> TRISTAN WALLWORK Structural Engineer. 25 Şubat 2019.

URL-506, <https://ramboll.com/projects/ruk/open%20academy%20norwich> Open Academy, Norwich. 25 Şubat 2019.

URL-507, <https://timbererectors.co.uk/portfolio/open-academy-norwich> Open Academy Norwich. 25 Şubat 2019.

URL-508, <https://gardenmuseum.org.uk/wp-content/uploads/2017/04/GM-Journal-15-144dpi-for-client-2.pdf> Building The Museum. 8 Nisan 2019.















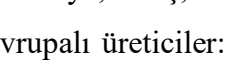
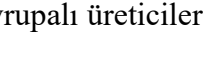


- URL-509, <https://www.archdaily.com/11989/garden-museum-dow-jones-architects> Garden Museum / Dow Jones Architects. 8 Nisan 2019.
- URL-510, <http://www.dowjonesarchitects.com/projects/garden-museum-phase-2/> The redevelopment of the Garden Museum. 8 Nisan 2019.
- URL-511, <https://inhabitat.com/garden-museum-by-dow-jones-architects/> Cathedral Renovated Into Garden Museum. 8 Nisan 2019.
- URL-512, <https://rooff.co.uk/garden-museum-wins-civic-trust-award/> Garden Museum Wins Civic Trust Award. 8 Nisan 2019.
- URL-513, <http://www.eurban.co.uk/project/garden-museum/> Garden Museum. 8 Nisan 2019.
- URL-514, <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-22097/stadthaus-24-murray-grove-waugh-thistleton-architects> Stadthaus, 24 Murray Grove - Waugh Thistleton Architects / Waugh Thistleton Architects. 17 Aralık 2018.
- URL-515, <http://www.klhuk.com/portfolio/residential/stadthaus,-murray-grove.aspx> Stadthaus, Murray Grove. 17 Aralık 2018.
- URL-516, <http://woodawards.com/portfolio/the-stadthaus/> The Stadthaus Structural Award Winner 2008. 17 Aralık 2018.
- URL-517, <https://archello.com/project/stadthaus> STADTHAUS Waugh Thistleton Architects as Architects. 17 Aralık 2018.
- URL-518, <http://www.skyscrapercenter.com/building/stadthaus/19918> Stadthaus. 17 Aralık 2018.
- URL-519, <https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/interactive/2012/06/05/science/0605-timber.html?hp> Building With Engineered Timber. 16 Aralık 2018.
- URL-520, <https://www.behance.net/gallery/12747107/Stadthaus-Murray-Grove-LondonUK> 17 Aralık 2018.
- URL-521, <http://www.klhuk.com/media/8344/detail%2009nov2009.pdf> Saving 120 Tonnes of CO₂ 18 Şubat 2020.
- URL-522, <https://architizer.com/projects/stadthaus-london/> 17 Şubat 2020.
- URL-523, <https://www.archdaily.com/9201/temporary-chapel-for-the-deaconesses-of-st-loup-localarchitecture> Temporary chapel for the Deaconesses of St-Loup – Localarchitecture / Danilo Mondada + Localarchitecture. 27 Şubat 2019.
- URL-524, <https://www.architecturelab.net/st-loup-chapel-localarchitecture/> St-Loup

Chapel / LOCALARCHITECTURE. 27 Şubat 2019.

- URL-525, <http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=mk40-tower> MK40 TOWER.
14 Mart 2020.
- URL-526, <https://www.timbererectors.co.uk/portfolio/the-mk-tower> The MK Tower.
14 Mart 2020.
- URL-527, <http://drmm.co.uk/practice/awards/> 14 Mart 2020.
- URL-528, <https://parametricwood2011.files.wordpress.com/2011/01/mk40-tower-05.jpg>
14 Mart 2020.
- URL-529, <http://www.klhuk.com/portfolio/arts--exhibition/mk40-tower.aspx>
14 Mart 2020.
- URL-530, <https://www.hasslacher.com/cross-laminated-timber> Cross laminated timber.
20 Ağustos 2020.
- URL-531, <https://www.nordtreat.com/en/fire-retardants/nt-deco>
NON-TOXIC FIRE RETARDANT. 20 Ağustos 2020.
- URL-532, <http://timberpanelstructures.blogspot.com/2015/10/some-pros-cons-of-crosslam-construction.html> Pros & Cons of crosslam construction. 20 Ağustos 2020.
- URL-533, <https://twitter.com/mehmetasmaz/status/818517694798561280?lang=de>
29 Ağustos 2020.

6. EKLER

Ek Tablo 1.1. 2017 yılında üretilen CLT panel hacmi (URL-88, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182 ve 183, 2019)

Firma Logosu	Firma Adı	Firma Yeri	Üretim 2017 (m ³)
	Klh Massivholz	Teufenbach-Katsch, Avusturya	110,000
	Stora Enso	Bad St. Leonhard, Avusturya	72.000
	Stora Enso	Ybbs, Avusturya	78.000
	Agrop Nova	Ptení/CZ, Çekya	7,000
	Binderholz Bausysteme	Unternberg, Avusturya Burgbernheim, Almanya	170,000
	Eugen Decker	Morbach, Almanya	25,000
	W. u. J. Derix	Niederkrüchten, Almanya	12,500
	Hasslacher Norica Timber	Stall im Mölltal, Avusturya	38,000
	Holzzentrum Huber	Achern, Almanya	5000
	Lignotrend	Weilheim, Almanya	24.000
	Mayr-Melnhof Holz	Gaishorn, Avusturya	70,000
	Merkle Holz	Nersingen, Almanya	1.000
	Rubner Holzbau	Brixen, İtalya	3,800
	Schilliger Holz	Küssnacht, İsviçre	13.000
	Holzbau Unterrainer	Ainet, Avusturya	7.000
	Weinberger Holz	Reichenfels, Avusturya	6,500
	XLam Dolomiti	Castel Ivano, İtalya	13,500
	Zublin Timber	Aichach, Almanya	30,000

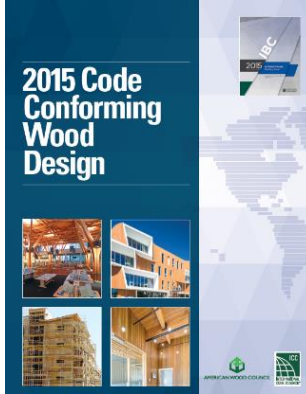
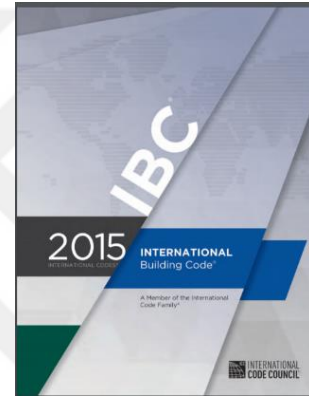
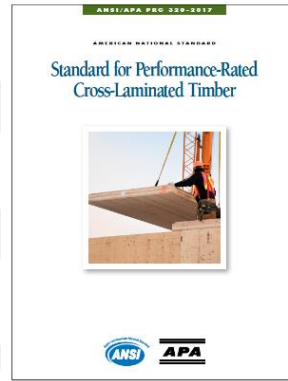
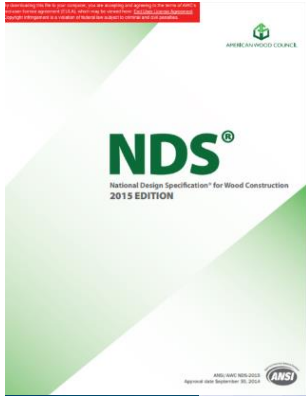
*Polonya, İsveç, Finlandiya, Moskova **Kuzey Amerikalı üreticiler: maksimum 2.4x19.5m
Avrupalı üreticiler: maksimum 3.5x24m Kuzey Amerikalı üreticiler: 3 "-12" (78-314mm)
Avrupalı üreticiler: 2.5 "-16" (60-400mm)

Ek Tablo 1.2. Firmalara göre CLT panel boyutları (Structurlam, 2016; Stora Enso, 2015; Pabst Timber, 2019; Radiusholz, 2019; URL-69, 88, 136, 142, 183, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203 ve 204, 2019; URL- 43, 2020)


	Firma adı	Ülke	Uzunluk	Genişlik	Kalınlık
1.	Woodist	Japonya	4,00m	2,00 m	90-270 mm
2.	XLAM Dolomiti	İtalya	13,5 m	3,5 m	57-297 mm
3.	Structurlam	Kanada	12.19 m	3 m	87-315 mm
4.	Hasslacher Norica Timber	Avusturya	20,0 m	3.20 m	80-800 mm
5.	Züblin	Almanya	20,0 m	4,80 m	70-310 mm
6.	KLH® Massivholz	Avusturya	16.50 m	2,95 m	50 mm
7.	NORDIC STRUCTURES	Kanada	19,5 m	2,44 m	89- 267 mm
8.	Rubner holzbau	Avusturya	17,00 m	4,00 m	60-240 mm
9.	Mayr melnhof holz	Almanya	16,00 m	3,5	60-280 mm
10.	DERIX	Almanya	6.00-17,80 m	3.50 m	60-400 mm
11.	EUGEN-DECKER/ED BSP	Almanya	15,0 m	3,30 m	63-292 mm
12.	Stora Enso	Almanya*	16,00 m	2,95 m-4.00 m	60-320 mm
13.	PABST	Avusturya	17,00 m	1,25 m	60-280 mm
14.	Merkle Holz	Almanya	18,00 m	0,6-0,72 m	80-300 mm
15.	SCHILLIGER HOLZ	İsviçre	7,00-17,00 m	2,00-3,40 m	27-400 mm
16.	Cross Timber Systems	Letonya	6,00-13,80 m	2,40-2,95 m	60-320 mm
17.	Binderholz	Avusturya	22,00 m	1,25-3,50 m	60-340 mm
18.	Belliard	Fransa	13,00 m	2,00 m	89-291 mm
19.	STRUCTURECRAFT**	Kanada	24,00 m	2,5-3,50 m	60-400 mm
20.	NASSWOOD	Türkiye	13,00 m	3,60 m	60-230 mm
21.	ELEMENT5	Kanada	10,80 m	3,90 m	190-406 mm
22.	UNIVERSAL PLYWOODS	Güney Afrika	6,00 m	2,10 m	60-160 mm
23.	Best Wood Schneider	Almanya	2,30-16,00 m	0,9-1,25 m	40-480 mm
24.	Weinberger Holz	Avusturya	6,00-13,50 m	-	90-200 mm
25.	Holzzentrum Huber	Almanya	-	-	-
26.	Holzbau Unterrainer	Avusturya	3,00-13,50 m	2,00 m	60-280 mm
27.	Lignotrend	Almanya	-	-	-

Ek Tablo 1.3. Yönetmelikler ve standartlar (NDS, 2015; AWC ve ICC, 2019; ISO 16696-1, 2019; 2015 IBC, 2014; ANSI /APA PRG 320, 2018; BS ISO 16696-1:2019, 2019; URL-205 ve 206, 2019; URL-207, 2020)

- American Wood Council tarafından yayınlanan NDS® National Design Specification® for Wood Construction 2015 EDITION,
- ANSI /APA PRG 320 -2018, American National Standard, Standard for Performance-Rated Cross-Laminated Timber,
- International Code Council (ICC) tarafından yayınlanan 2012 ve 2015 International Building Code,
- American Wood Council ve International Code Council tarafından yayımlanan 2015 Code Conforming Wood Design,
- ISO 16696-1: 2019,
- EN 16351, *Ahşap yapılar- Çapraz lamine ahşap- Gereksinimleri*



Ek Tablo 2.1. Yapı analiz tablo örneği

ÖRNEK NUMARASI		YAPI ADI	
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı		Yapım Süresi	
Yapım Yeri		Yapı Alanı	
Yapı İşlevi		CLT Üretici	
Mimari Tasarım		Ahşap Mühendisi	
			
Maliyet			
Yapı Özelliği			
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller			
Sertifikalar			
Ahşap Miktarı			
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı		
	Yeşil çatı		
	Pasif enerji kazanım		
	Mekanik enerji kazanımı		

Ek Tablo 2.1'in devamı

D- STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER


Grafiksel anlatım:

Kat Sayısı		Yükseklik		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
Ağaç Türü	Sert Ağaç			
	Yumuşak Ağaç			

Ek Tablo 2.1'in devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar			
			Döşeme			
	Hibrit Ahşap		Kolon			
			Kiriş			
	Hibrit		Merdiven			
			Şaft			
Kesit/Fotoğraf						
CLT Boyutu		Duvar	Döşeme		Çatı döşemesi	
	Uzunluk					
	Genişlik					
	Kalınlık					
Ahşap Ürünler			CLT Katman Sayısı	Duvar		
Ahşap Strüktür Formu				Döşeme		
				Merdiven		
Plan/Fotoğraf						


Ek Tablo 2.1'in devamı

CLT Birleşim Elemanı	
CLT Bağlantı Türü	
 <p data-bbox="225 1995 528 2029">Detay çizim/Fotoğraf</p>	

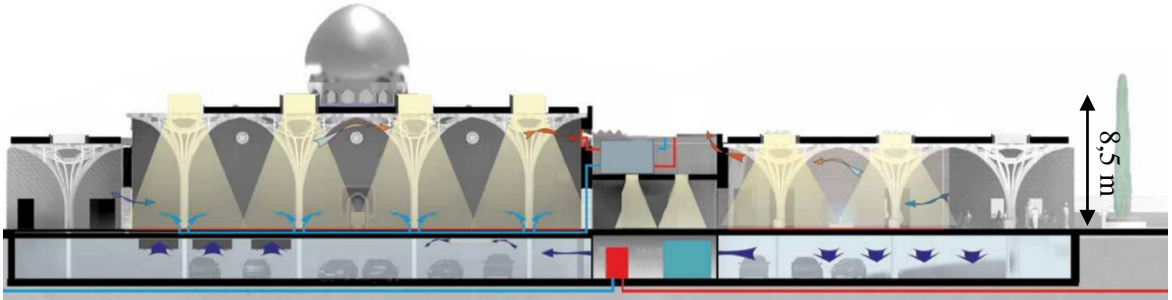
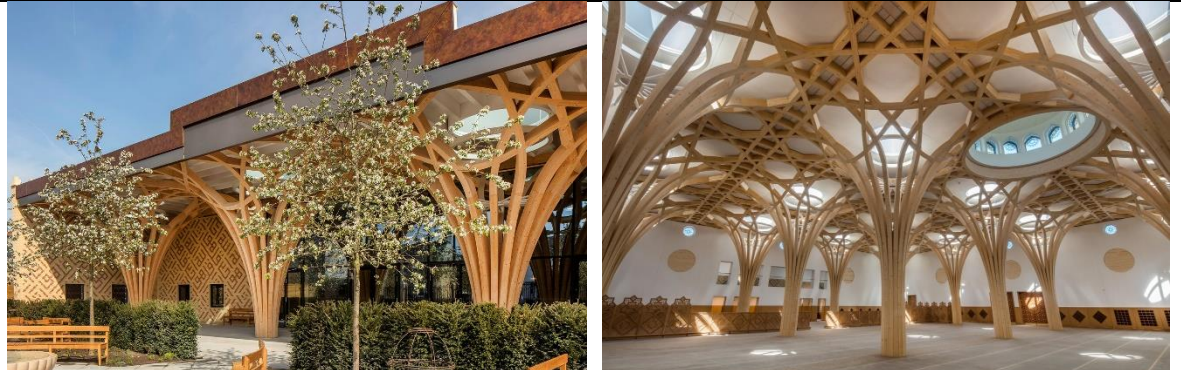
Ek Tablo 2.1'in devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	
Su ve Nem Yalıtımı	
Yangın Dayanımı	
Akustik Yalıtım	
E- YAPIM AŞAMALARI	
	

Ek Tablo 2.1.1. Cambridge Central Mosque (Open Eco Homes, 2020; Fischer, 2018; Trada, 2020 ve URL-209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216 ve 217)

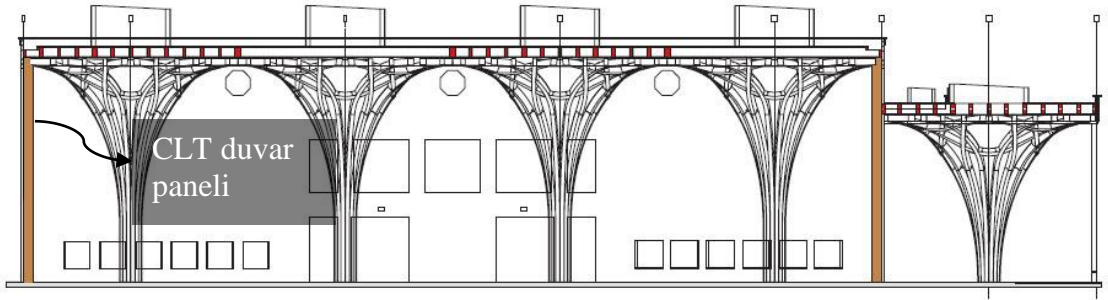
ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
1	Cambridge Central Mosque		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2019	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Cambridge/İngiltere	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Cami	CLT Üretici	Mayr-Melnhof Holz Reuthe GmbH
Mimari Tasarım	Marks Barfield Architects	Ahşap Mühendisi	Blumer Lehmann
			
Maliyet	£23 milyon		
Yapı Özelliği	Avrupa'nın ilk "Ekolojik Camisi" olmuştur.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 Brick Awards - Brick Development Association - Best public building • 2019 AJ Architecture Awards - Best community & faith project • 2019 Wood awards - Structural award • 2019 Wood awards - Best education and public project • 2019 Structural Timber Awards - Engineer of the year - Blumer Lehmann • 2019 Structural Timber Awards - Installer of the year - Blumer Lehmann • 2019 Structural Timber Awards - Winner of winners • 2019 Structural Timber Awards - Project of the year • 2019 BCIA (British Construction Industry Awards) - Best Culture & Leisure project • 2019 RTPI Awards - Planning Excellence • 2019 Offsite awards - Contractor of the year - Gilbert Ash 		

Ek Tablo 2.1.1'in devamı

	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 Offsite awards - Installer of the year - Blumer Lehmann • 2019 Offsite awards - Best use of timber technology - Blumer Lehmann • 2019 Civic Trust - National Finalist 			
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • EPC(Enerji Performans Sertifikası) A derecesi: Sıfır karbonlu bir bina kimliğine sahip olmaya çok yakındır. 			
Ahşap Miktarı	-			
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	70,9 ton		
	Yeşil çatı	Var		
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Kanopi • Güneş kırıcı • Çatı penceresi 		
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Isı pompası • Sedum çatı sistemi 		
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER				
				
Grafiksel anlatım: CLT çatı ve duvar panellerinin kaplamasız 3 boyutlu gösterimi				
Kat Sayısı	1	Yükseklik	8,50 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Maun ağacı, Meşe		
	Yumuşak Ağaç	Avrupa ladini		
				

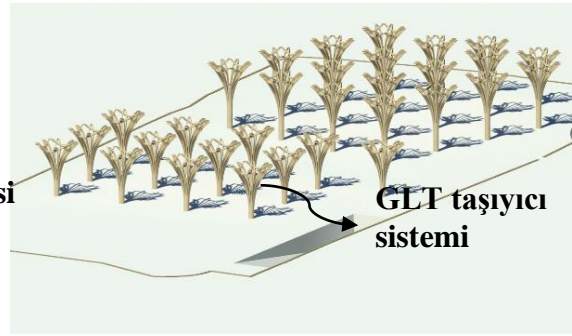
Ek Tablo 2.1.1'in devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	-	
			Şaft	-	



Kesit/Fotoğraf

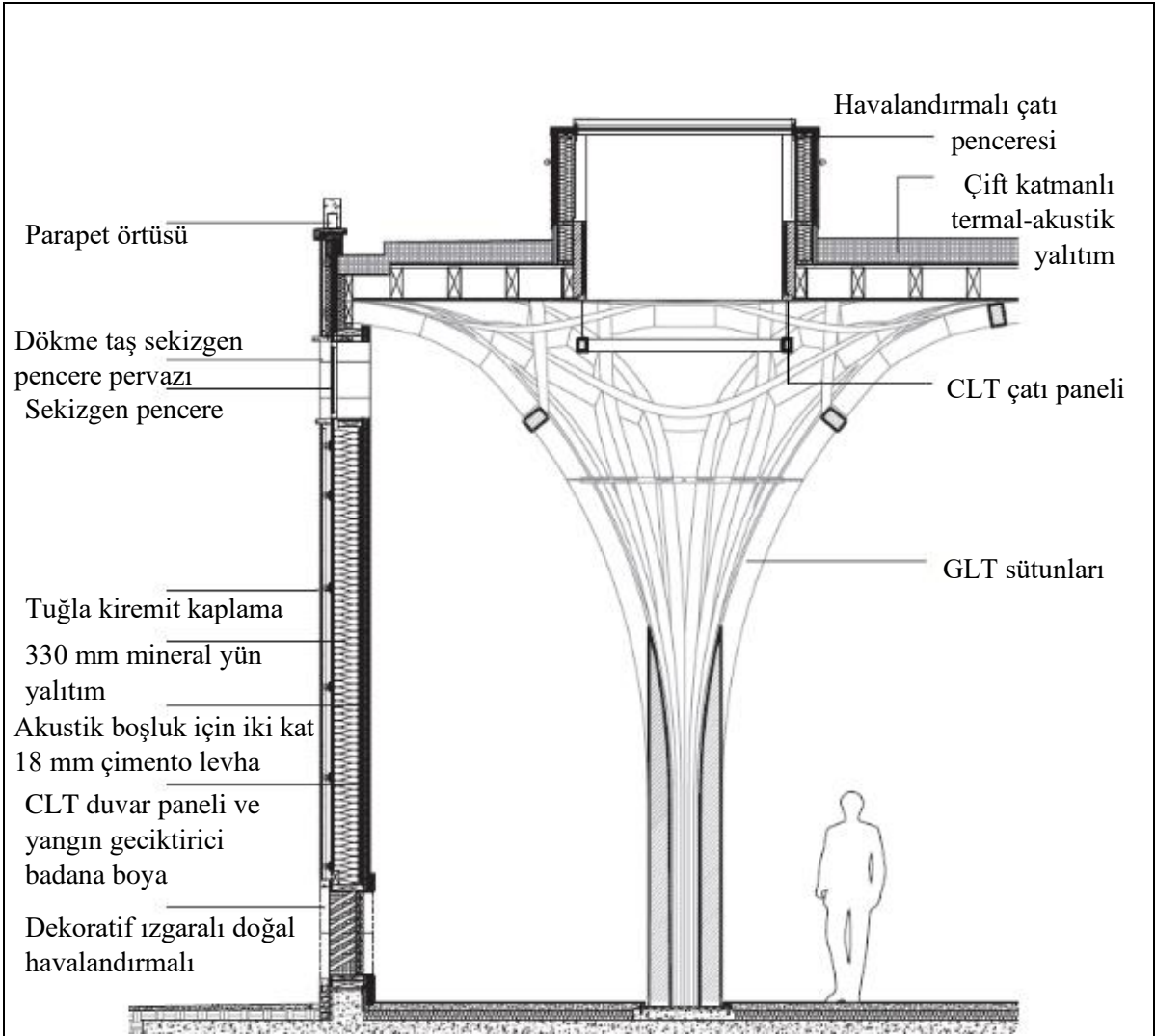
CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	Yok	-
	Genişlik	-	Yok	-
	Kalınlık	7 cm	Yok	-
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme
				Merdiven
				Yok



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.1'in devamı



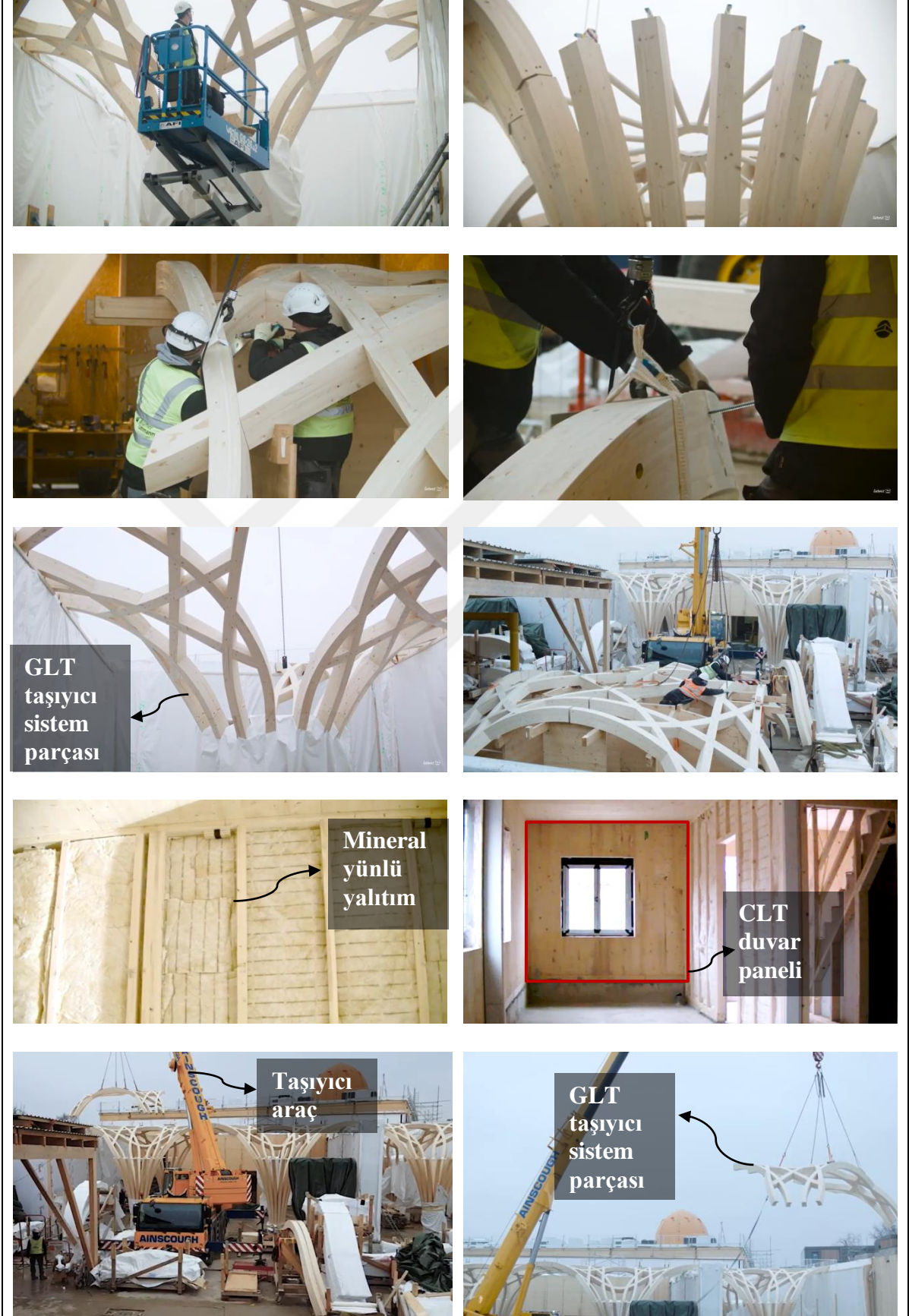
Detay çizim/Fotoğraf: Cephe detayı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtımı	• Duvarda 330 mm mineral yün yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	• Duvarda yangın geciktirici badana boyası uygulaması
Akustik Yalıtım	• Duvarda iki kat 18mm çimento levha kullanımı

E- YAPIM AŞAMALARI

Ek Tablo 2.1.1'in devamı

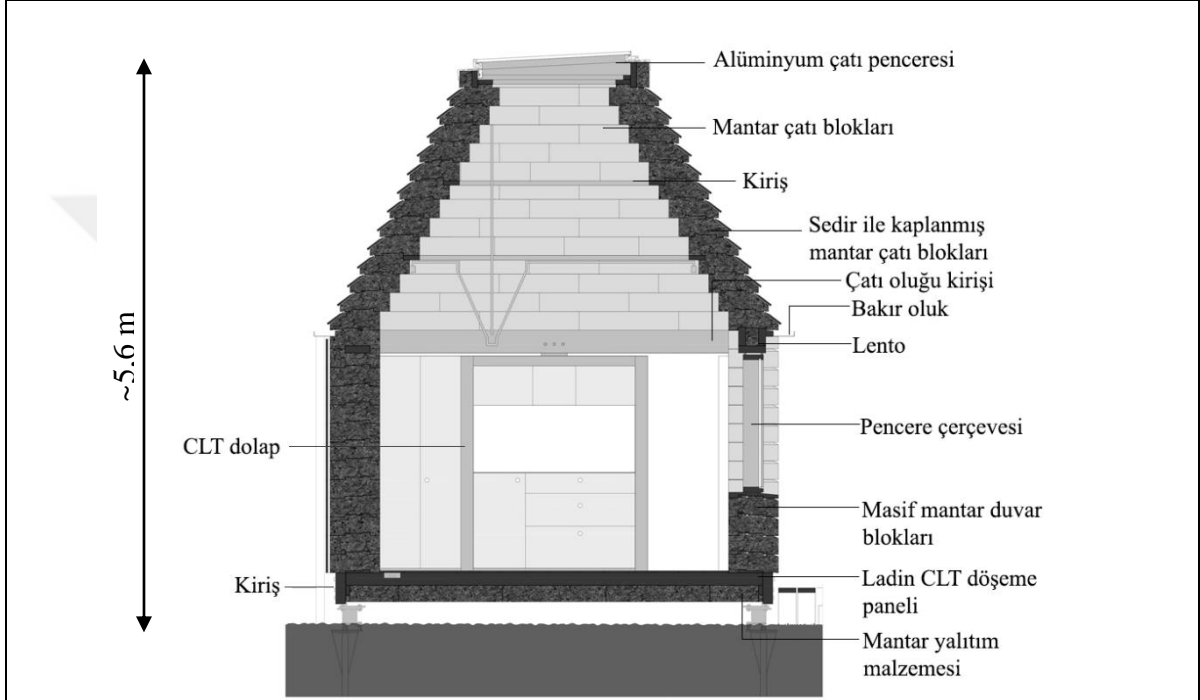


Ek Tablo 2.1.2. Cork House, Eton, Berkshire (Trada, 2020 ve URL-218, 219 ve 220, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
2	Cork House, Eton, Berkshire		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2019	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Eton, Berkshire/ İngiltere	Yapı Alanı	44 m ²
Yapı İşlevi	Müstakil konut	CLT Üretici	NFP Europe Ltd
Mimari Tasarım	Matthew Barnett Howland with Dido Milne and Oliver Wilton	Ahşap Mühendisi	Arup
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	Mantar ağaç kabuğundan üretilen malzeme, duvar ve döşeme yapı elemanlarında kullanılmıştır. Mantar ağacı bir biyo-malzemesi ve atık ürünüdür ve mantar kabuğunu ağaca zarar vermeden birkaç yılda bir hasat edilir.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 RIBA Stirling Prize shortlist • 2019 RIBA Stephen Lawrence Prize • 2019 RIBA National Award • 2019 RIBA South Sustainability Award • 2019 RIBA President's Awards for Research Shortlist • 2019 The Manser Medal – AJ House of the Year Shortlist • 2019 The Wood Awards Gold Winner • 2019 The Wood Awards Private Winner 		

Ek Tablo 2.1.2'nin devamı

Sertifikalar	-	
Ahşap Miktarı	-	
Yapımın Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	618 kg
	Yeşil çatı	Yok
	Pasif enerji kazanım	Çatı penceresi
	Mekanik enerji kazanımı	-

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Grafiksel anlatım: Strüktürel detay

Kat Sayısı	1	Yükseklik	~5,6 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			✓
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Amerikan beyaz meşe		
	Yumuşak Ağaç	Ladin, Batı kırmızı sedir, Radiata Çam		



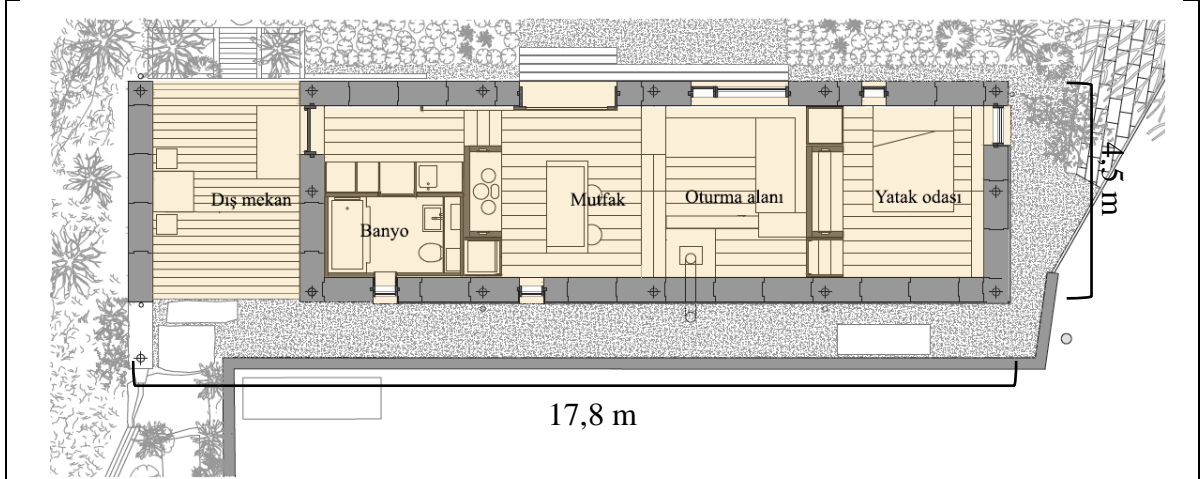
Ek Tablo 2.1.2'nin devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	Ahşap	
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
	✓		Kiriş	Ahşap	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
			Şaft	Yok	



Kesit/Fotoğraf

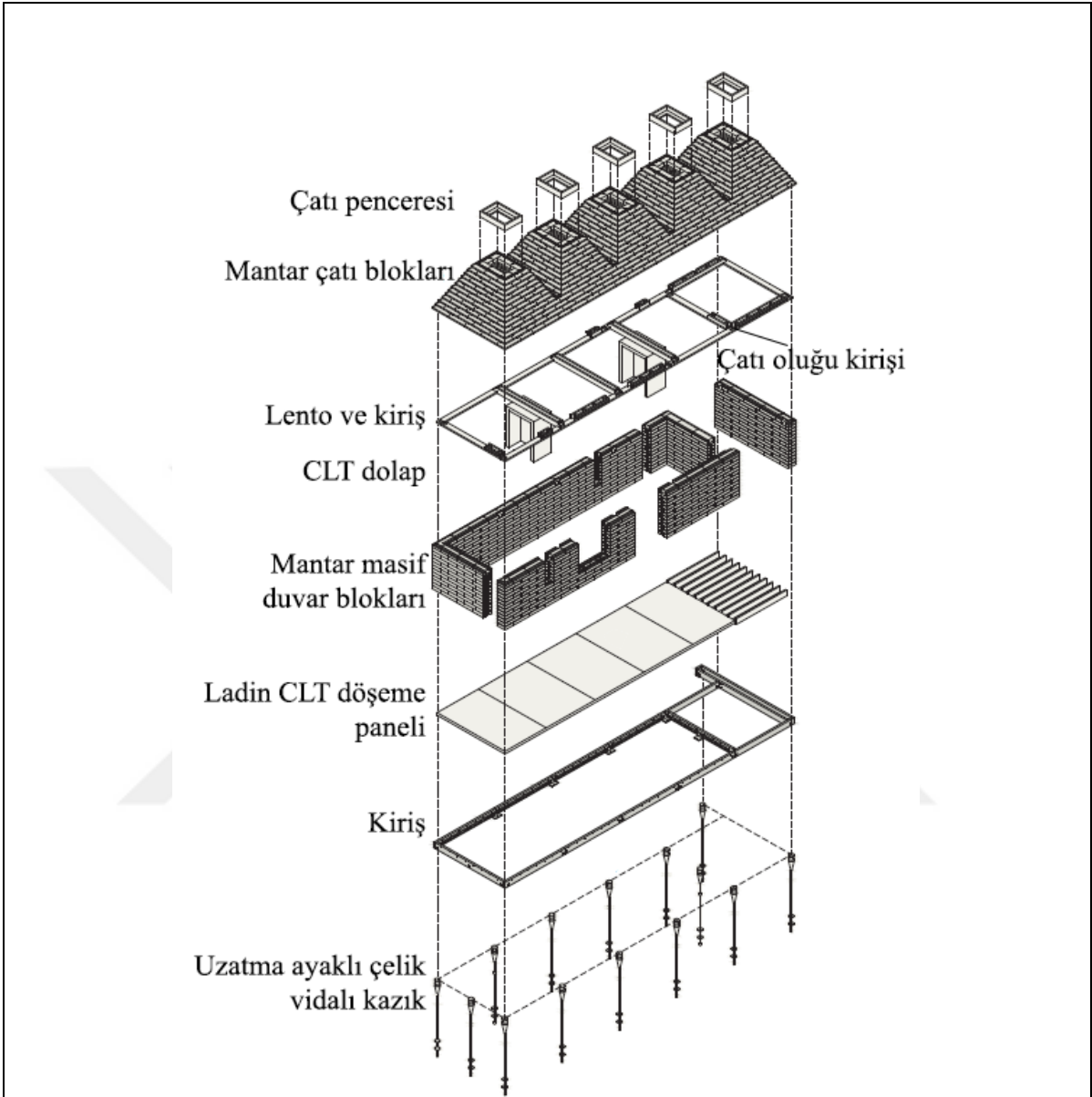
CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	Yok	1300 cm	Yok
	Genişlik	Yok	400 cm	Yok
	Kalınlık	Yok	13 cm	Yok
Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme	-
			Merdiven	Yok



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	Çivi
CLT Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.2'nin devamı



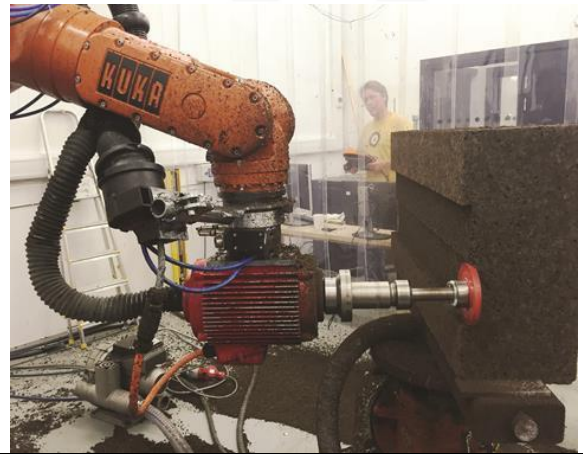
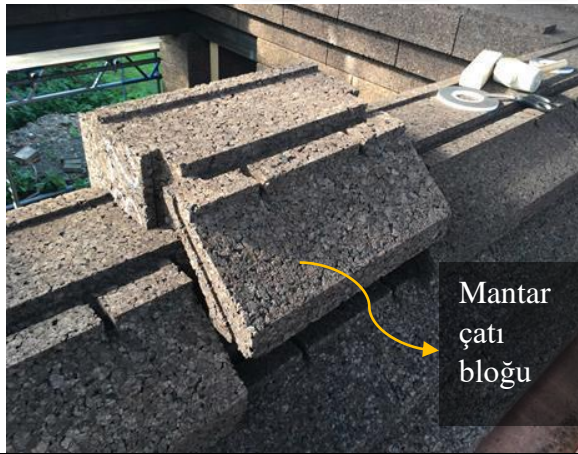
Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Duvarda mantar yalıtım malzemesi kullanımı; çok düşük bir ısı iletkenliğine sahiptirler - bu yüzden bir tür “yalıtım taşı” olarak görülmektedir.
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yükseltilmiş döşeme uygulaması • Derz arası köpük bandı kullanımı • Çatı bloklarının eğimli yüzeylerine batı kırmızı sedir kaplaması uygulaması
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Cephede yangına dayanıklı batı kırmızı sedir kaplaması uygulaması • Sprinkler sistemi kullanımı
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Duvarda mantar yalıtım malzemesi kullanımı; ses emme özelliği yüksek bir malzemedir.

Ek Tablo 2.1.2'nin devamı

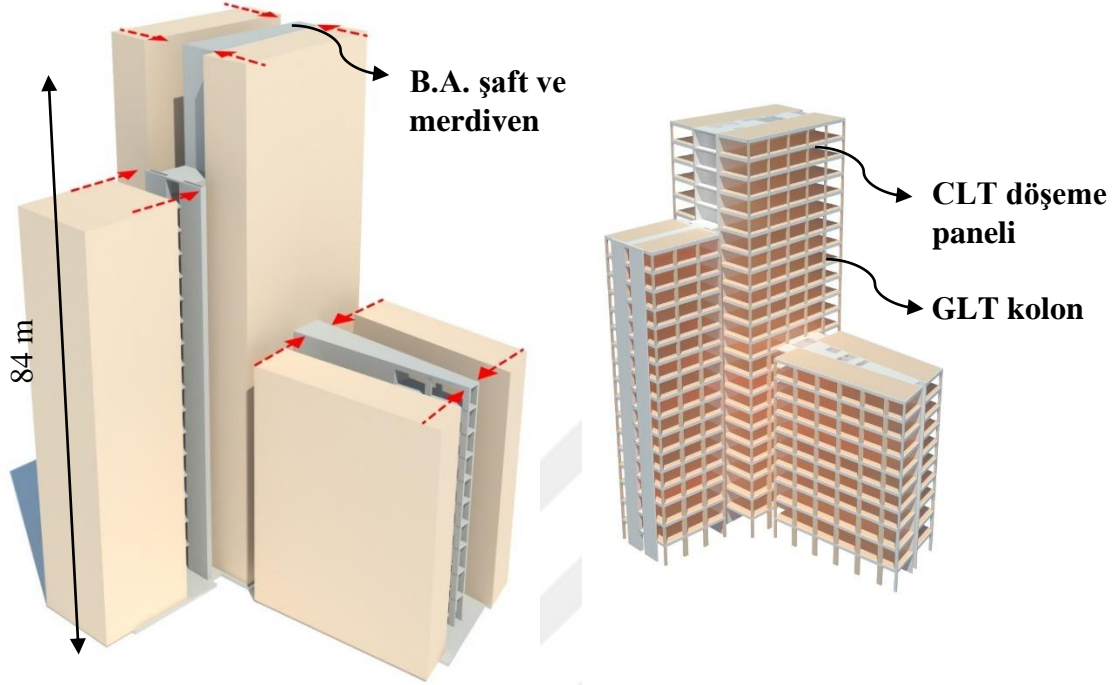
E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.3. HOHO (Wooden Tower) Vienna (Cruz, 2019 ve URL-221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231 ve 232, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
3	HOHO (Wooden Tower) Vienna		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2019 (İnşaat halinde)	Yapım Süresi	2 yıl
Yapım Yeri	Viyana/Avusturya	Yapı Alanı	25.000-100.000 m ²
Yapı İşlevi	Konut / Otel / Ofis	CLT Üretici	Hasslacher Norica Timber
Mimari Tasarım	RLP Rüdiger Lainer + Partner	Ahşap Mühendisi	RWT+ZT GmbH
			
Maliyet	£58,91 milyon (değişken)		
Yapı Özelliği	Dünyanın en yüksek katlı ahşap binasıdır. Binanın %75'i ahşaptan yapılmıştır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	-		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • LEED Certification In Gold 		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 14,400 m² CLT • 400 m³ GLT 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	2,800 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.3'ün devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

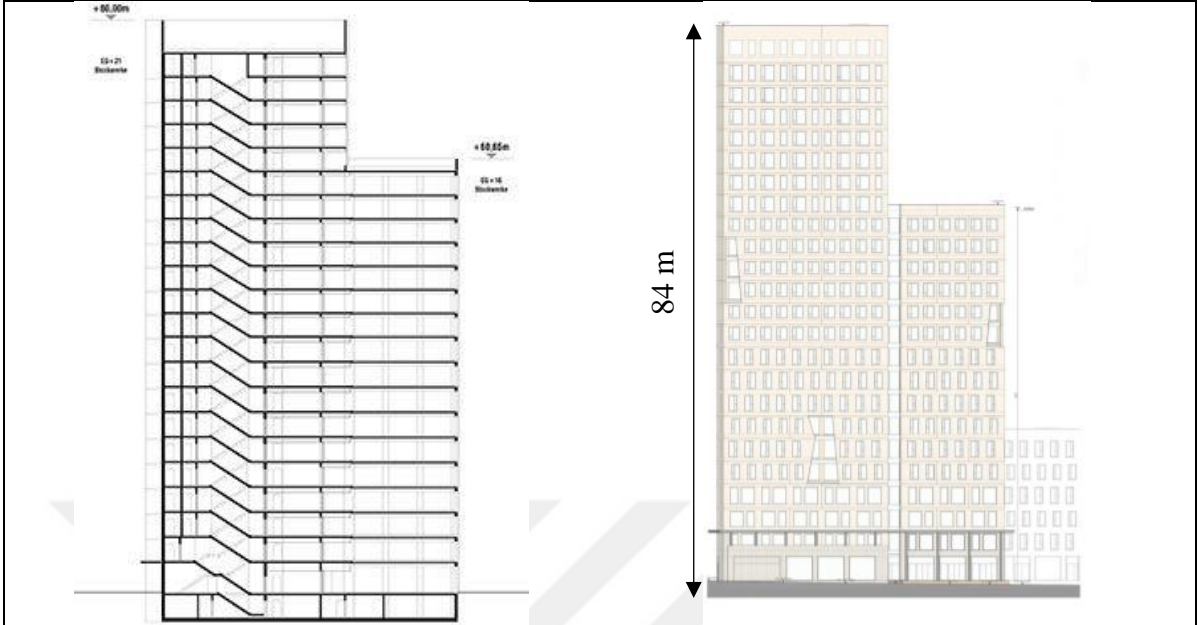
Grafiksel anlatım: Strüktürel yapı gösterimi

Kat Sayısı	9/16/24+1	Yükseklik	84 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
			✓	
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓	✓		
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Ladin		



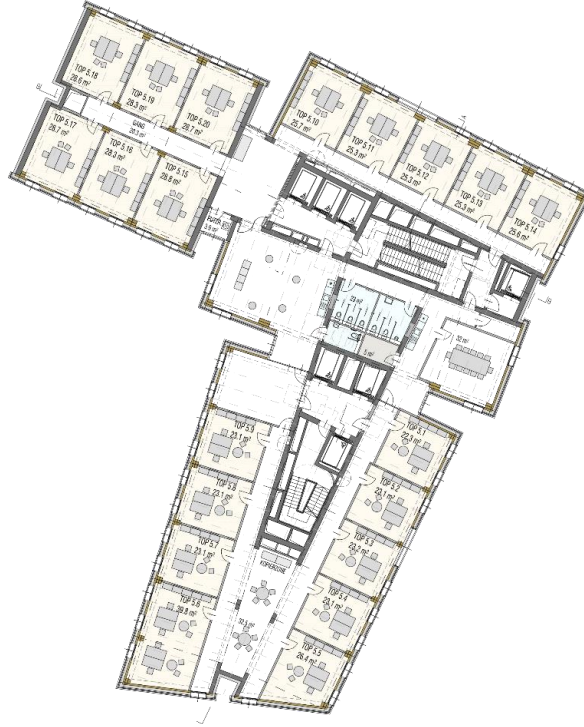
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT ve B.A.	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
			Kiriş	Beton	
	Hibrit		Merdiven	Beton	
	✓		Şaft	Beton	

Ek Tablo 2.1.3'ün devamı



Kesit/Fotoğraf

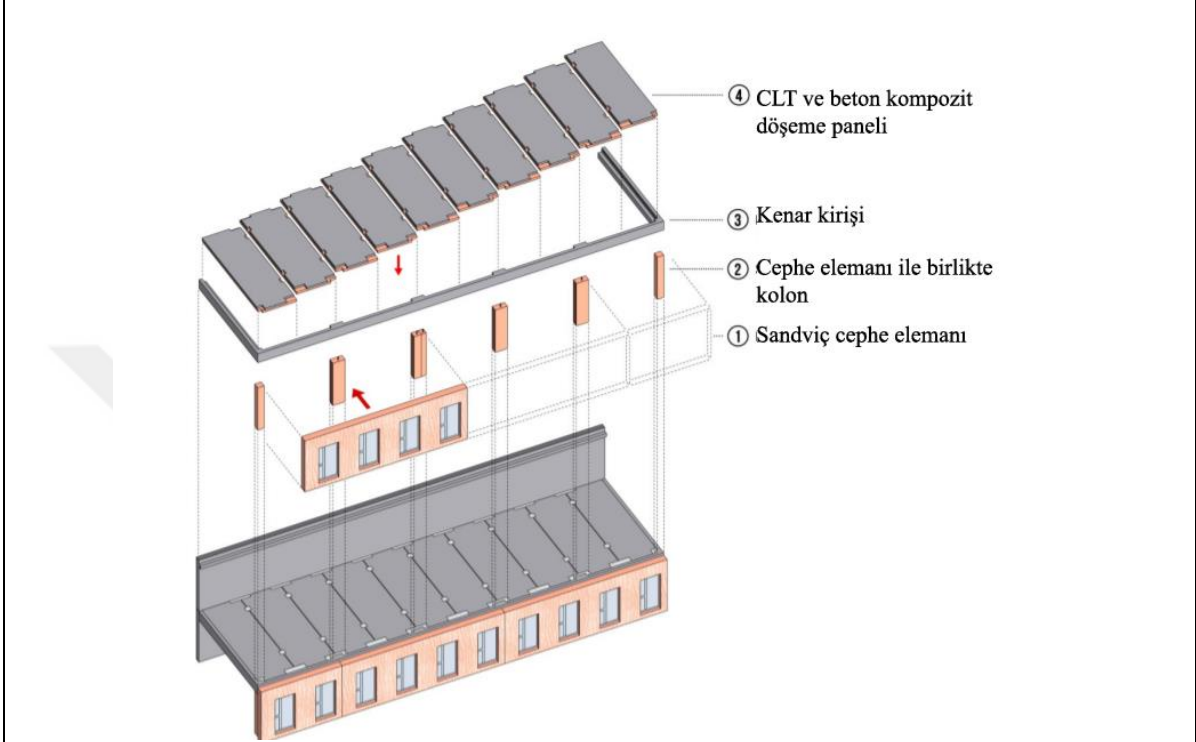
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	~350 cm	-	-	-
Kalınlık	14 cm	-	-	-	-
Ahşap Ürünler	CLT, GLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	5	
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme	5	
			Merdiven	Yok	



Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.3'ün devamı

CLT Birleşim Elemanı	Metal köşebent
CLT Bağlantı Türü	Bindirmeli bağlantı sistemi



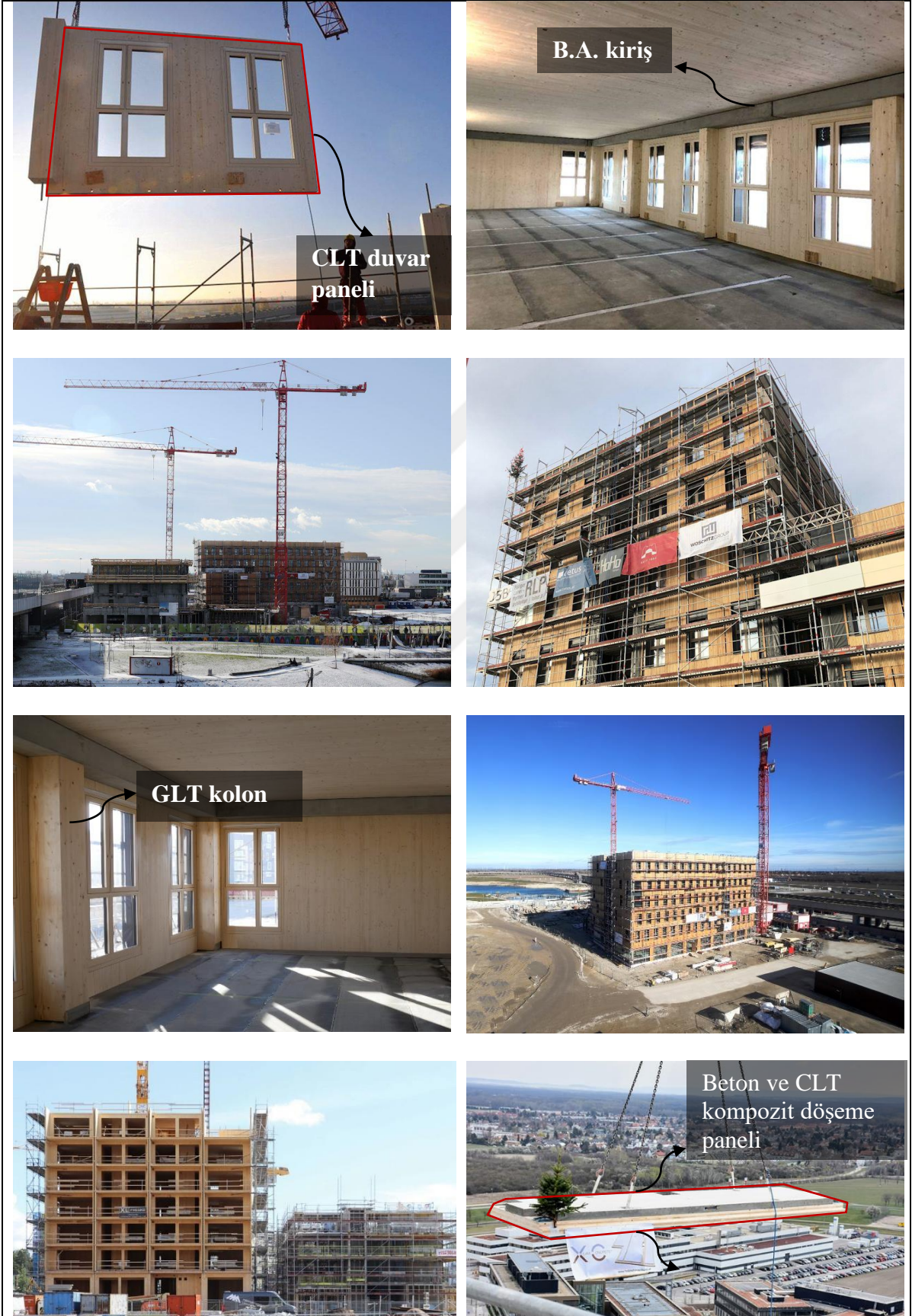
Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

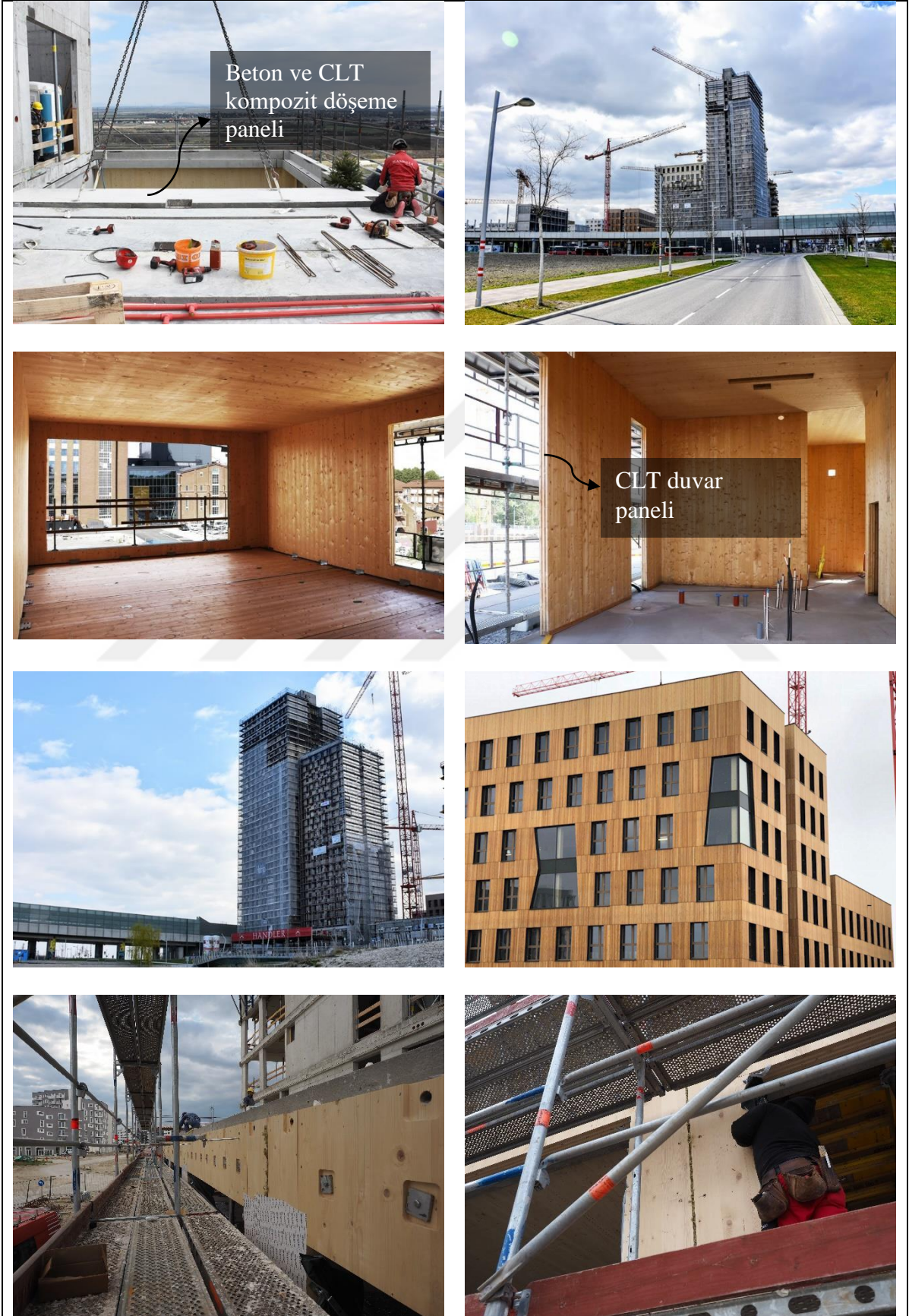
Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Çok katmanlı cephe malzemesi kullanımı; iyi ısı koruma özelliği sağlar.
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Cephe nem yalıtımı
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Uygun boyutlarda kullanılan ahşap elemanların yeterli yangın dayanım süresi sağlanmasından dolayı iç mekanda kaplamaya gerek duyulmamıştır. • Sprinkler sistemi kullanımı
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI

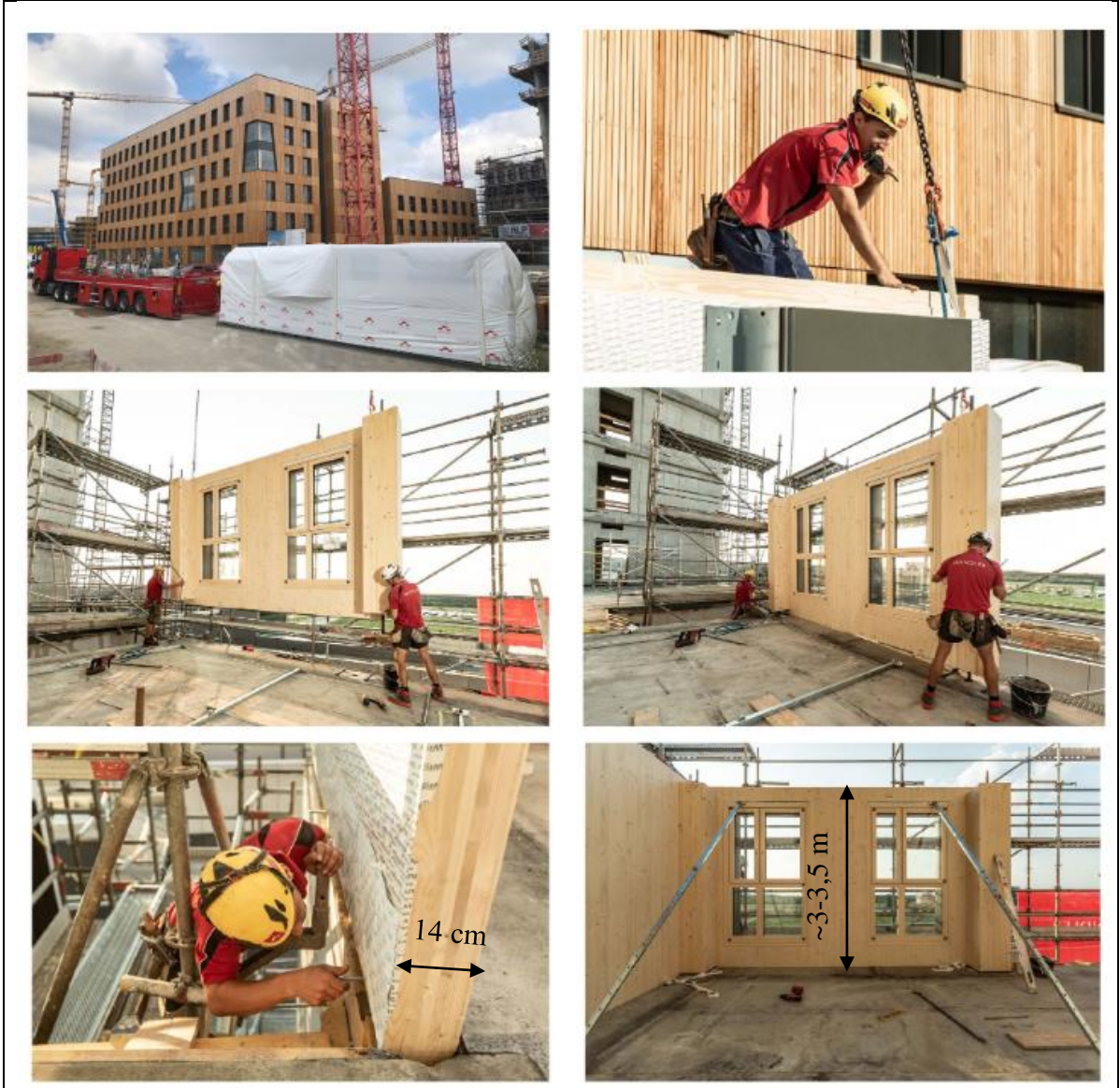
Ek Tablo 2.1.3'ün devamı




Ek Tablo 2.1.3'ün devamı



Ek Tablo 2.1.3'ün devamı

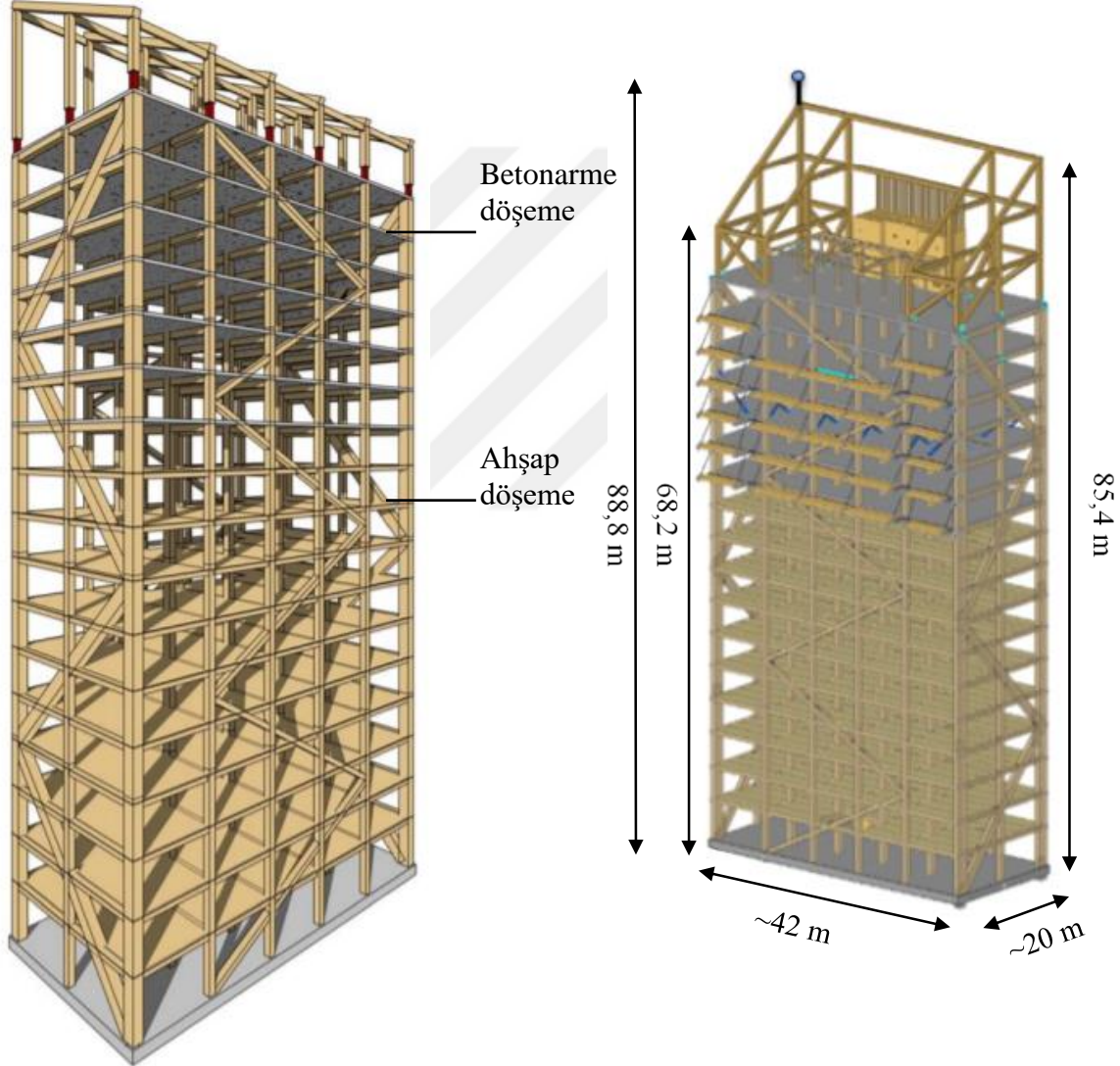


Ek Tablo 2.1.4. Mjøstårnet Tower (Abrahamsen, 2020; Salvadori, 2020 ve URL-233, 234, 235, 236, 237 ve 238)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
4	Mjøstårnet Tower		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2019	Yapım Süresi	10 ay
Yapım Yeri	Oslo/Norveç	Yapı Alanı	11,300 m ²
Yapı İşlevi	Otel/Ofis/Konut	CLT Üretici	Stora Enso
Mimari Tasarım	Voll Arkitekter	Ahşap Mühendisi	Moelven
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	Dünyanın en yüksek ahşap yapısı unvanını almıştır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 New York Design Awards-Gold Winner • 2018 Norwegian Tech Award 		
Sertifikalar	-		

Ek Tablo 2.1.4'ün devamı

Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 2,600 m³ ahşap • 550 m³ CLT • 1400 m³ GLT 	
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	-
	Yeşil çatı	Yok
	Pasif enerji kazanım	-
	Mekanik enerji kazanımı	-

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Grafiksel anlatım: Strüktürel gösterim

Kat Sayısı	18	Yükseklik	85,4 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
			✓	
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓	✓		
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Norveç ladini, İskoç çamı		

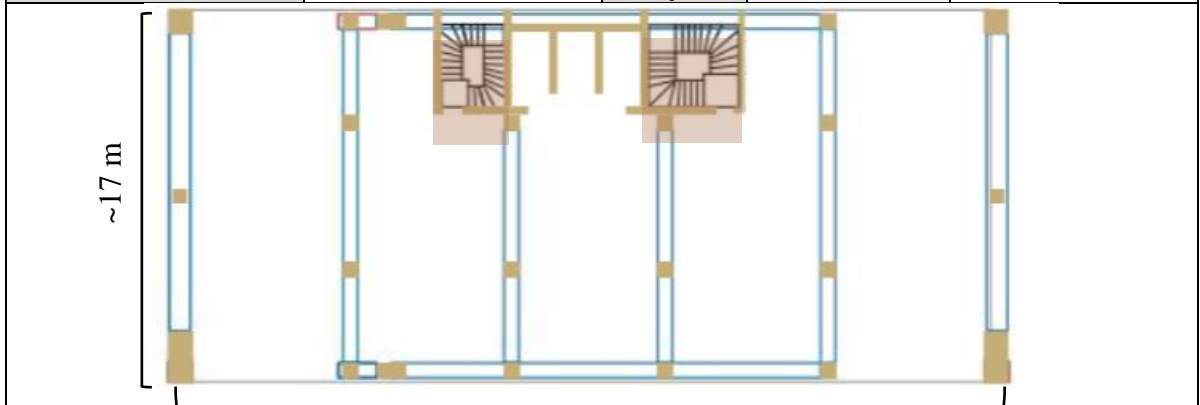
Ek Tablo 2.1.4'ün devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	Hazır panel	
			Döşeme	LVL ve B.A.	
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
			Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	-	
	✓		Şaft	CLT	✓



Kesit/Fotoğraf

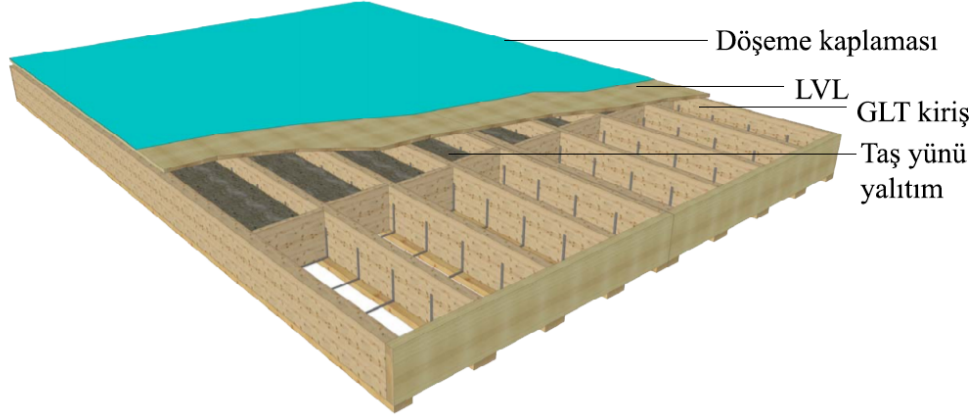
CLT Boyutu	Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	Yok	Yok
	Genişlik	Yok	Yok
	Kalınlık	Yok	Yok
Ahşap Ürünler	CLT, GLT, LVL	CLT Katman Sayısı	Duvar
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme
			Merdiven
			Yok



Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.4'ün devamı

CLT Birleşim Elemanı	Çelik plaka, dübel
CLT Bağlantı Türü	-



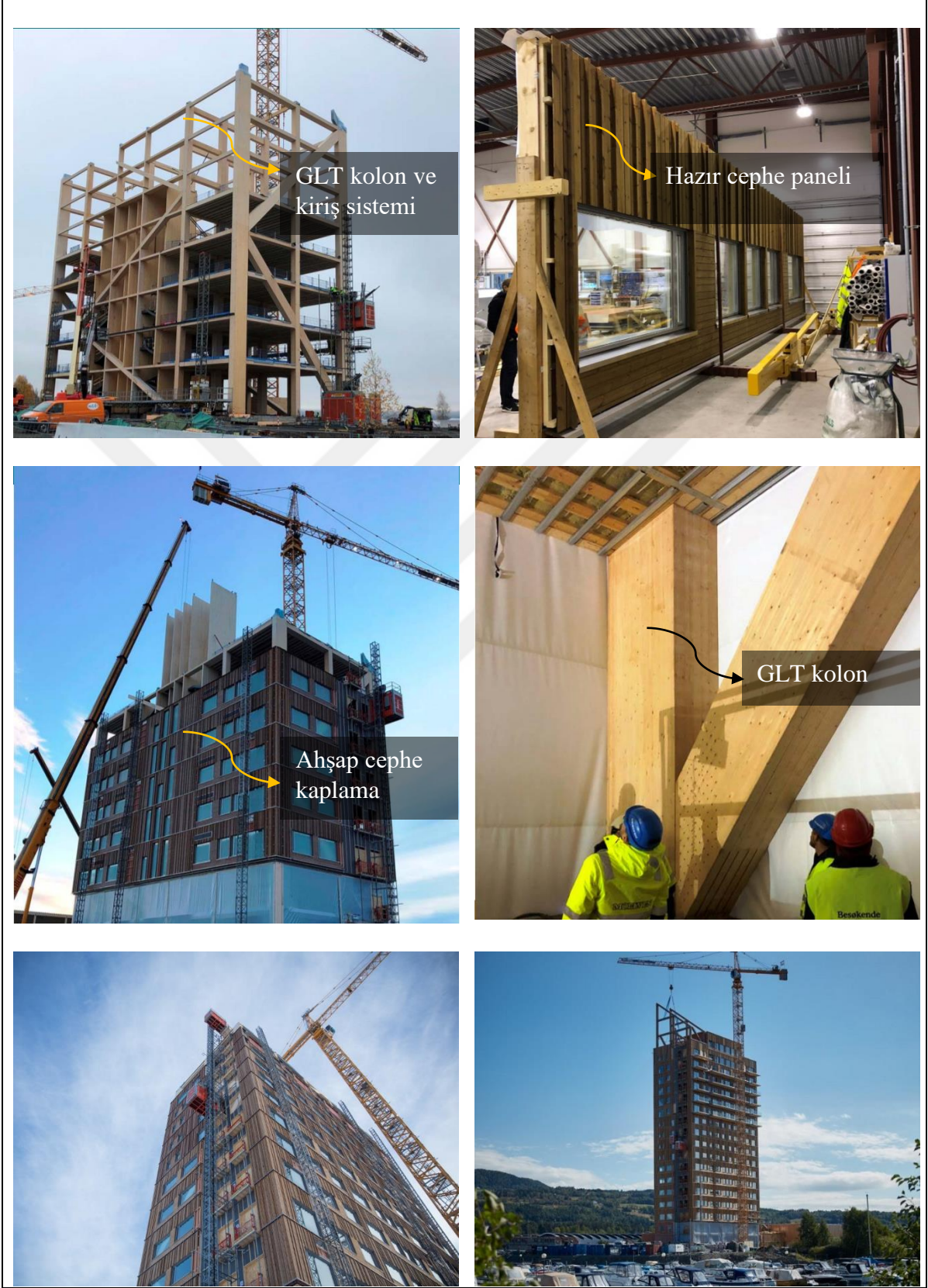
Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Döşemde taş yünü yalıtımı kullanımı
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı döşemesinde membran uygulaması
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Merdiven ve şaft duvarlarında yangın geciktirici boya uygulaması • Alçı panel uygulaması • Cephede yangının yukarı doğru yayılmasını önlemek için Firestop uygulaması • Sprinkler sistemi kurulumu • Isınınca şişen yangın şeridi uygulaması; Kirişler, kolonlar ve plakalar arasındaki boşluklara şişen bir yangın şeridi yerleştirilmiştir. Sıcaklık 150 dereceye ulaştığında bu malzeme yaklaşık 20 kat genişleyerek yangının ilerlemesini geciktirir.
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Beton döşeme uygulaması

E- YAPIM AŞAMALARI

Ek Tablo 2.1.4'ün devamı



Ek Tablo 2.1.4'ün devamı

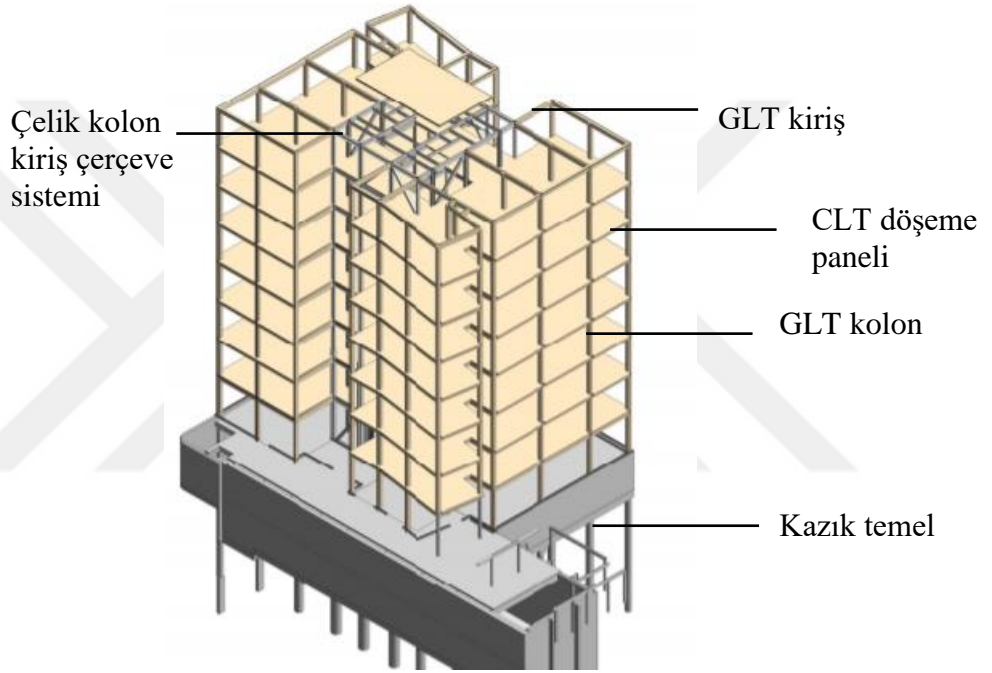


Ek Tablo 2.1.5. Carbon 12 (Kuzman ve Sandberg, 2017 ve URL-239, 240, 241, 242, 243,244 ve 245, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
5	Carbon 12		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2018	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Portland/Oregon/ABD	Yapı Alanı	3,902 m ²
Yapı İşlevi	Konut	CLT Üretici	Structurlam
Mimari Tasarım	Kaiser + Path Architecture	Ahşap Mühendisi	Münzig
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	Amerika'daki en yüksek CLT binasıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 Wood Design Awards • 2018 Portland Architecture Awards 		
Sertifikalar	-		

Ek Tablo 2.1.5'in devamı

Ahşap Miktarı	234 adet GLT kolon 336 adet GLT kiriş 433 m ³ CLT panel		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	PV panel kullanımı	

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Grafiksel anlatım: Strüktürel gösterim

Kat Sayısı	8	Yükseklik	25-26 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
			✓	
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓		✓	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Douglas köknar		



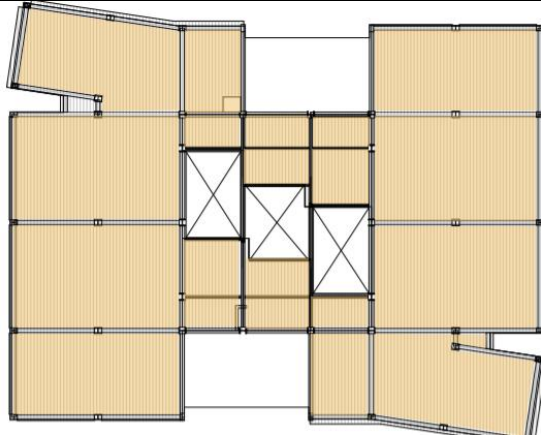
Ek Tablo 2.1.5'in devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	Hazır panel	
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT ve Çelik	
			Kiriş	GLT ve Çelik	
	Hibrit		Merdiven	-	
	✓		Şaft	CLT	✓



Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu	Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	Yok	1800 cm
	Genişlik	Yok	370 cm
	Kalınlık	Yok	13,9 cm
Ahşap Ürünler	CLT, GLT	CLT Katman Sayısı	Duvar
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme
			Merdiven
			Yok
			5
			-

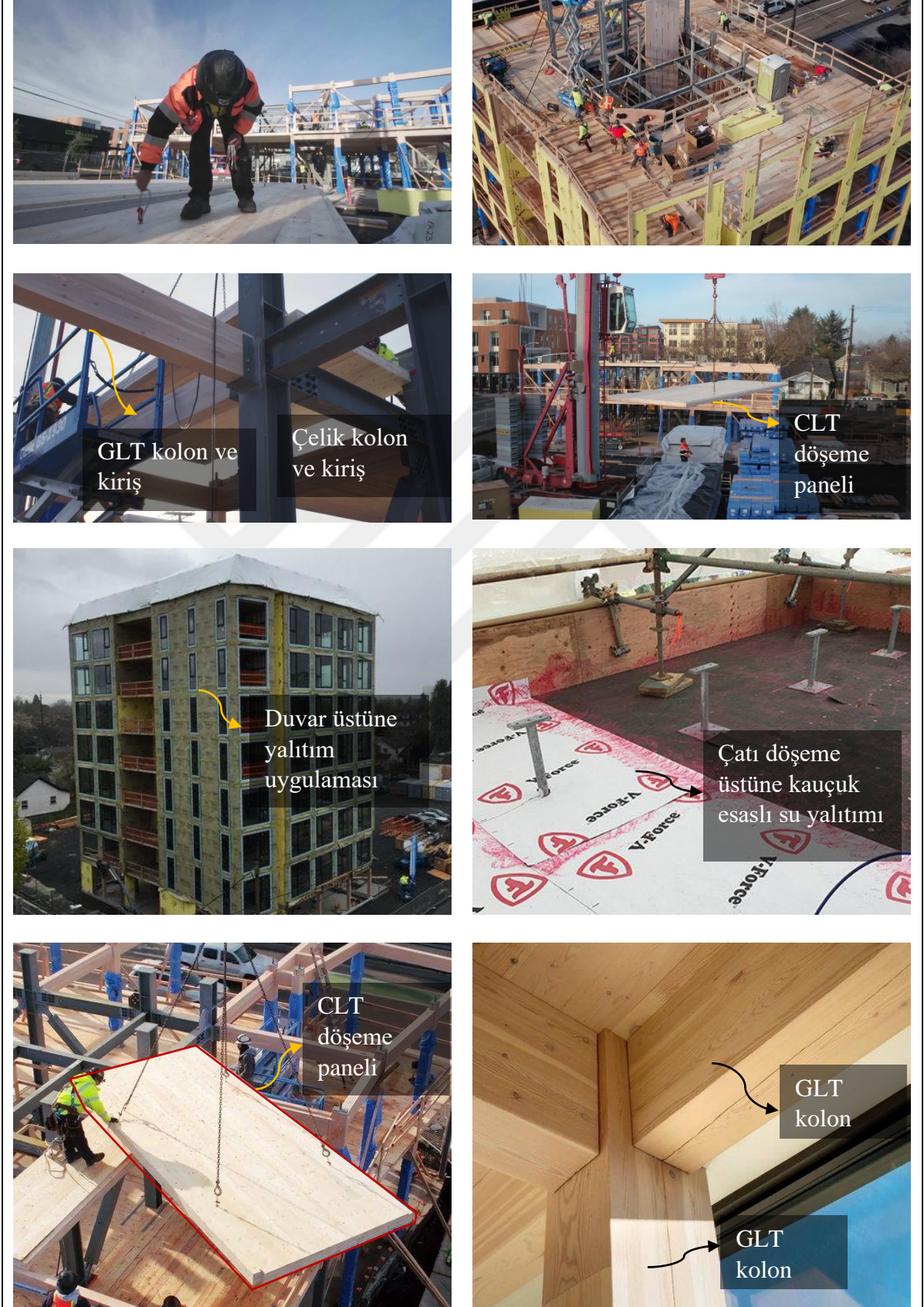


Plan/Fotoğraf


Ek Tablo 2.1.5'in devamı

CLT Birleşim Elemanı	Vida, dübel, Köşebent
CLT Bağlantı Türü	Ek parçalı bağlantı sistemi
Detay çizim/Fotoğraf	
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	-
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Çatıda kauçuk polimer yalıtım uygulaması
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yangına dayanıklılık derecesi; 1 saatlik yangına dayanıklılık derecesine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. • Alçı levha kullanımı; binanın çekirdek kısmında uygulama yapılmıştır.
Akustik Yalıtım	<p>CLT döşeme paneli üstüne sırasıyla;</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3,8 cm boşluk ayrılması • Hafif bir beton uygulaması • 3,8 cm ses yalıtım levhası uygulanması • 3,1 mm kauçuk paspas ile kaplama • 9,5 mm duvar ve döşeme arası yalıtım köpüğü
E- YAPIM AŞAMALARI	

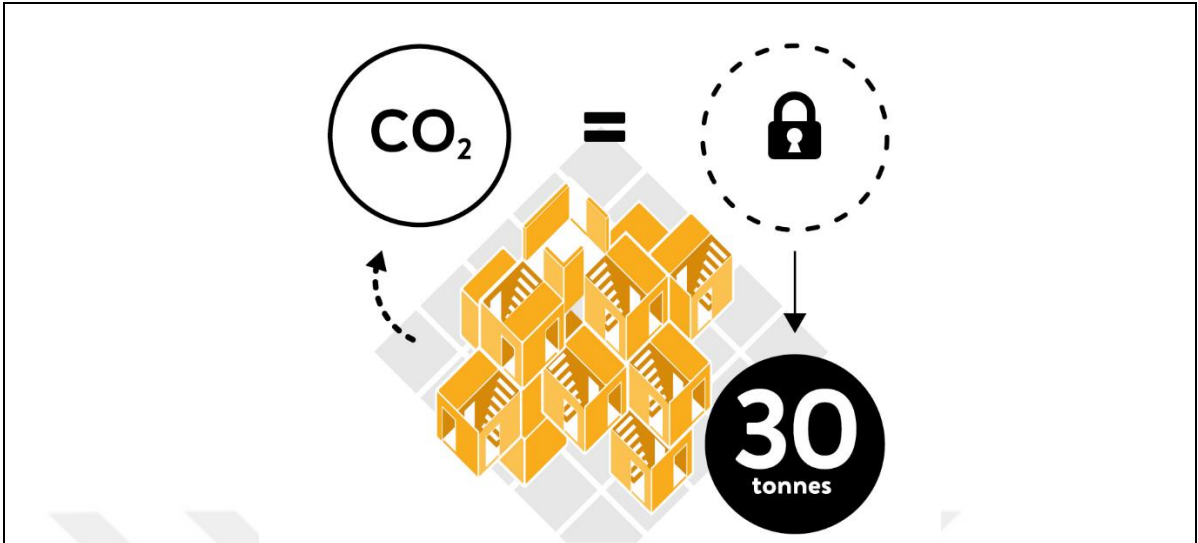
Ek Tablo 2.1.5'in devamı



Ek Tablo 2.1.6. Multiply (URL-246, 247, 248, 249, 250, 251 ve 252, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
6	Multiply		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2018	Yapım Süresi	1 hafta
Yapım Yeri	Londra/İngiltere	Yapı Alanı	133 m ²
Yapı İşlevi	Pavyon	CLT Üretici	Construction Scotland Innovation Centre
Mimari Tasarım	Waugh Thistleton Architects	Ahşap Mühendisi	Arup
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	İngiltere'de üretilen ilk CLT ile yapılan yapıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	• Wood Awards 2019		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	• 17 modül, 102 CLT panel, 43 m ³ ahşap		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	30 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	Yok	

Ek Tablo 2.1.6'nın devamı



Grafiksel anlatım: 3 boyutlu gösterim

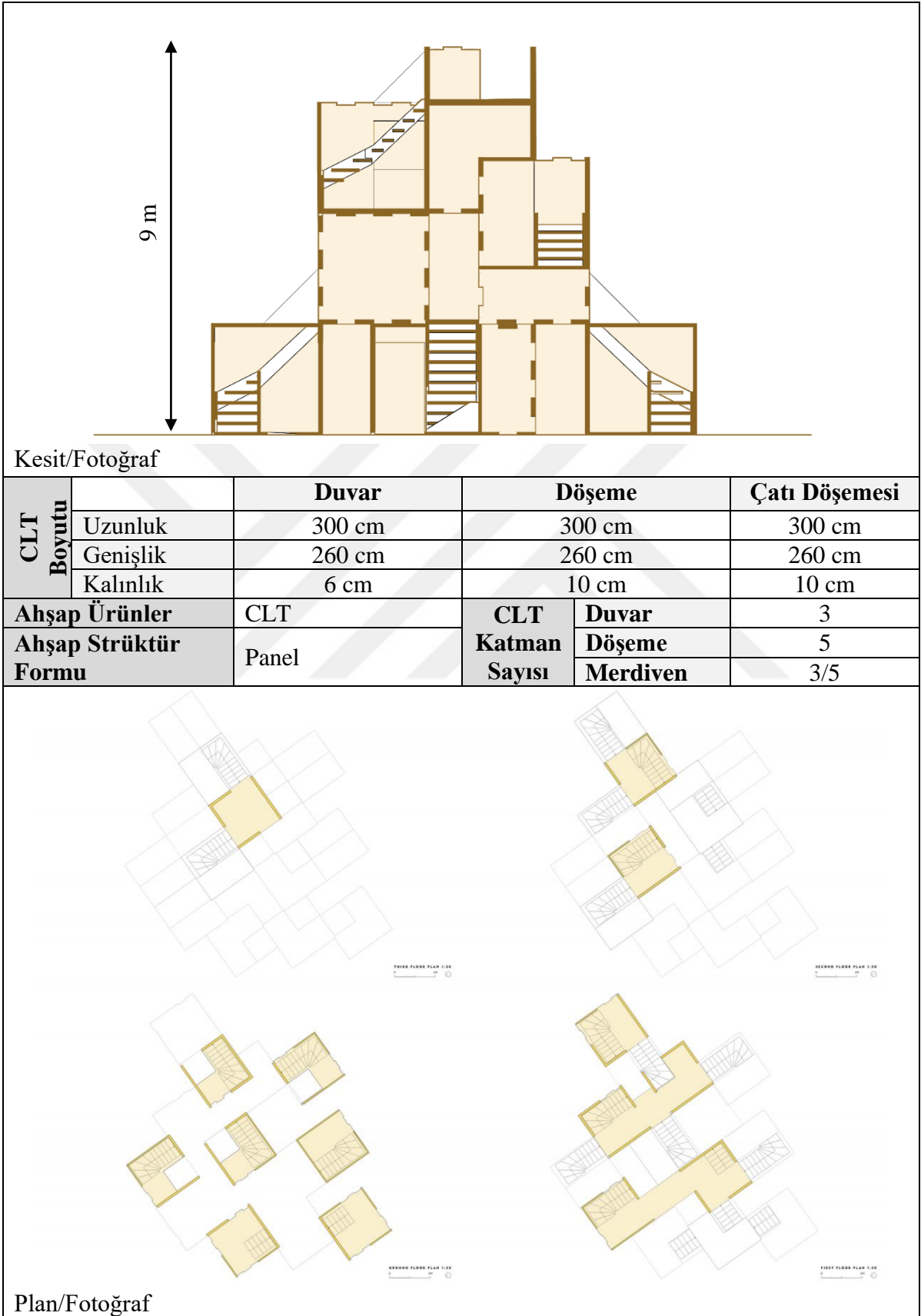
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	3	Yükseklik	9 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
				✓
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç türü	Sert Ağaç	Amerikan lale ağacı		
	Yumuşak Ağaç	-		



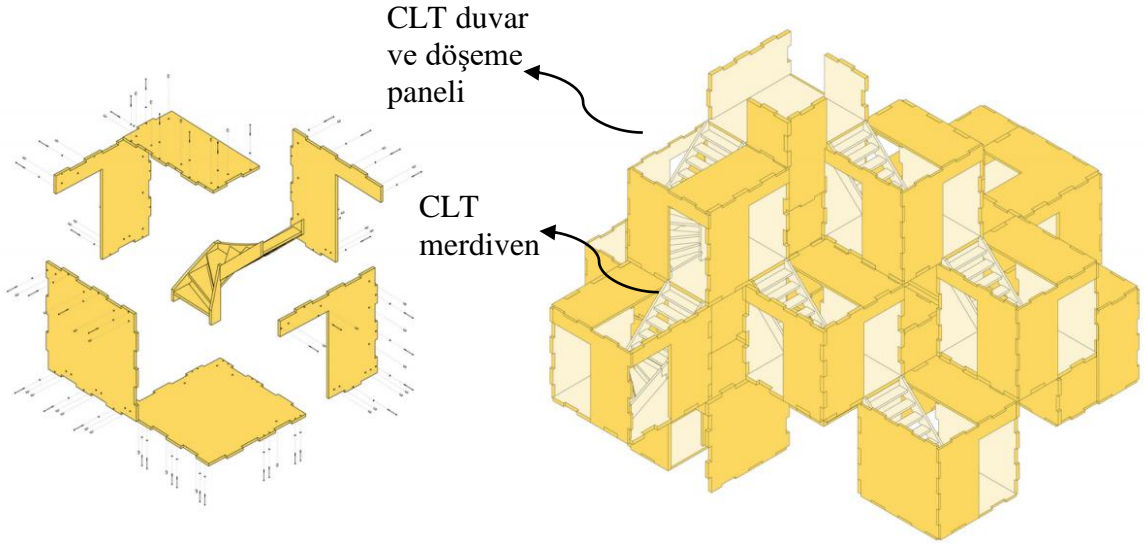
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	Yok	

Ek Tablo 2.1.6'nin devamı



Ek Tablo 2.1.6'nın devamı

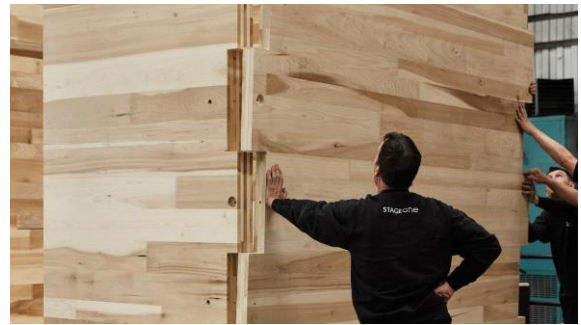
CLT Birleşim Elemanı	Akıllı vida, metal köşebent, metal plaka, cıvata
CLT Bağlantı Türü	Kurtağzı bağlantı sistemi



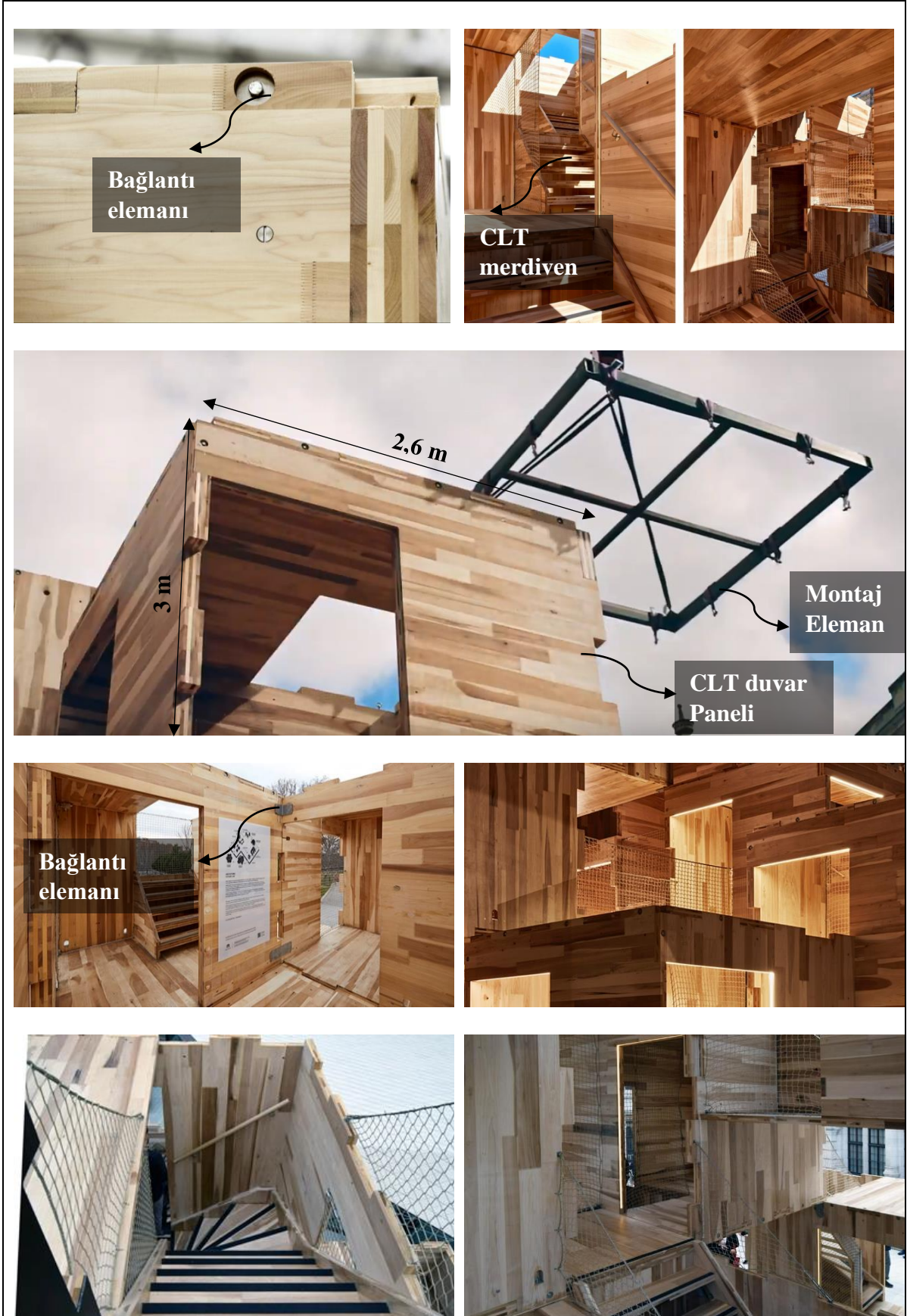
Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

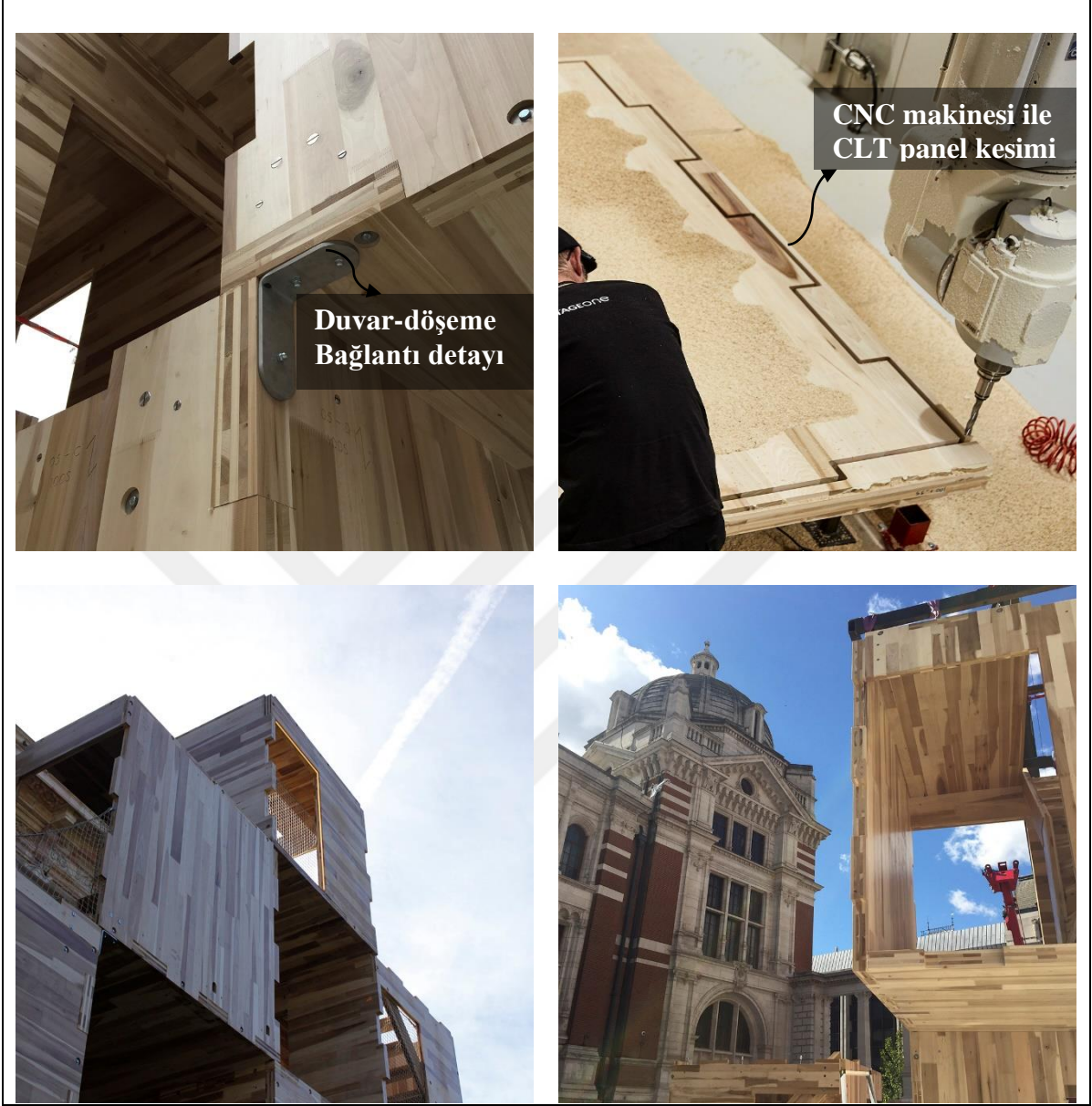
Isı Yalıtım	-
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Panellerde hava koşullarına dayanım özelliği gösteren (thermo-treated) iç katman uygulaması; termal olarak modifiye edilmiş ahşap (TMT) , ahşabı çürüten mantarlara karşı dayanıklılığını artırır.
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI


Ek Tablo 2.1.6'nin devamı



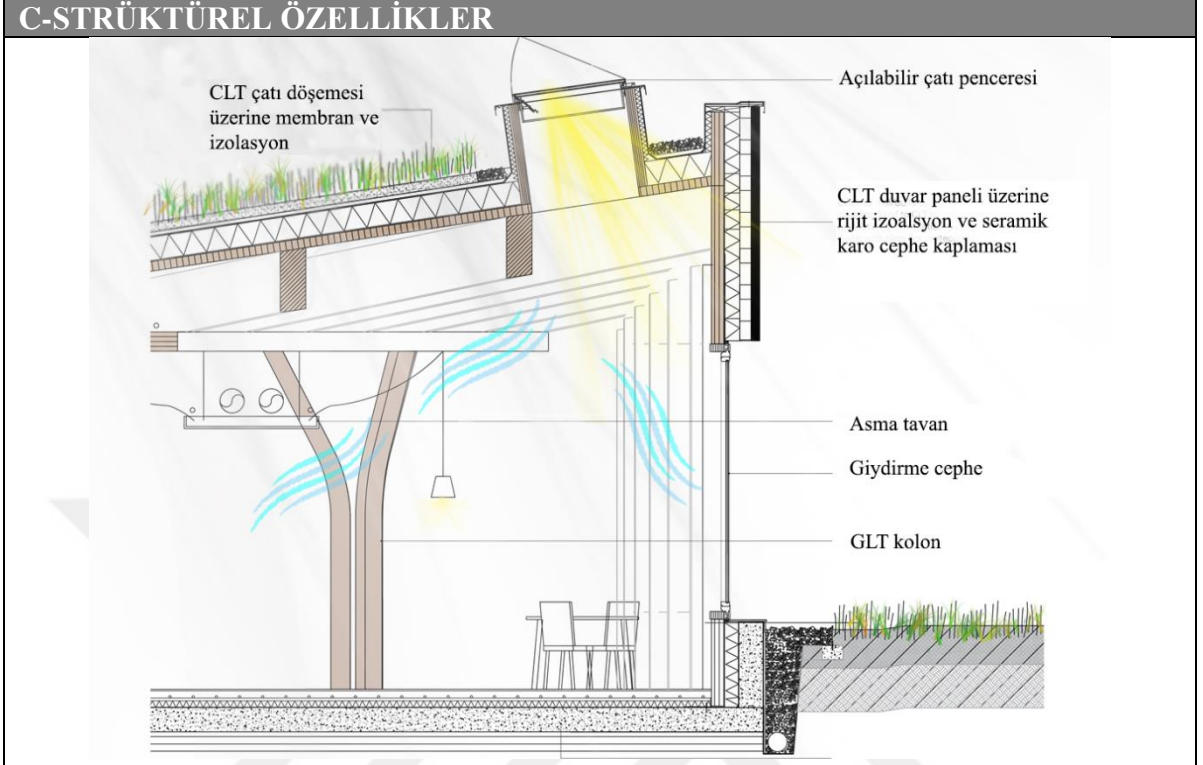
Ek Tablo 2.1.6'nin devamı



Ek Tablo 2.1.7. Streatham & Clapham High School (Trada, 2019; URL-253 ve 254, 2019 ve URL 255 ve 256, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
7	Streatham & Clapham High School		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2018	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Londra/İngiltere	Yapı Alanı	1,625 m ²
Yapı İşlevi	Okul	CLT Üretici	KLH-UK
Mimari Tasarım	Cottrell and Vermeulen Architecture	Ahşap Mühendisi	Engineers HRW
			
Maliyet	£13,7 milyon (değişken)		
Yapı Özelliği	Ek bina projesidir. Proje oturma alanı ve derslik inşası olmak üzere iki etaptan oluşmaktadır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 Winner, RIBA Regional Award, • 2018 Shortlisted, Wood Awards, Education and Public Sector • Winner, AJ Retrofit Awards, School Project of the Year • Shortlisted, Structural Timber Awards, Education Project of the Year • Commendation, New London Awards (NLA Education category) 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	-		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	8,7 kg m ² (yıllık)	
	Yeşil çatı	Var	
	Pasif enerji kazanım	• Havalandırmalı çatı pencereleri	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.7'nin devamı



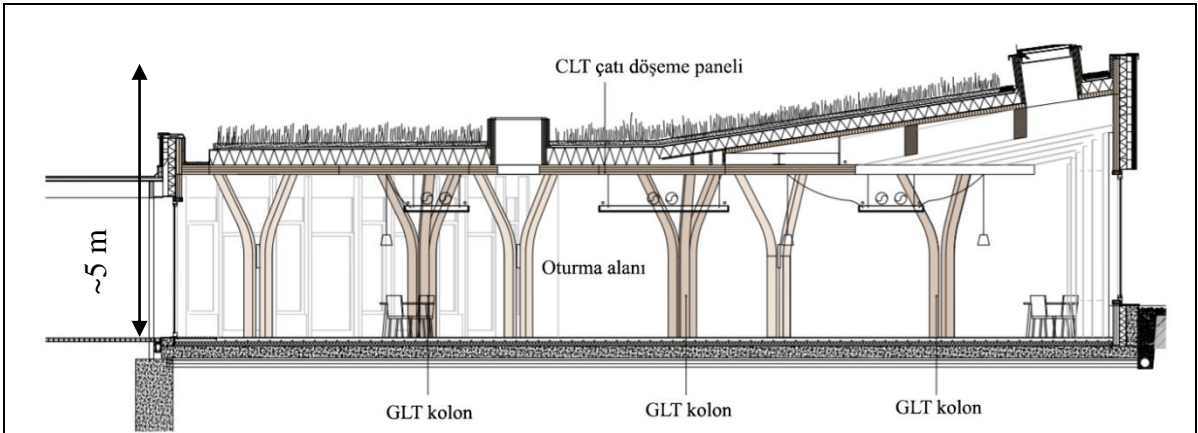
Grafiksel anlatım: Yaşam döngüsü ve strüktürel kesit

Kat Sayısı	1	Yükseklik	~5 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Avusturya ladini		



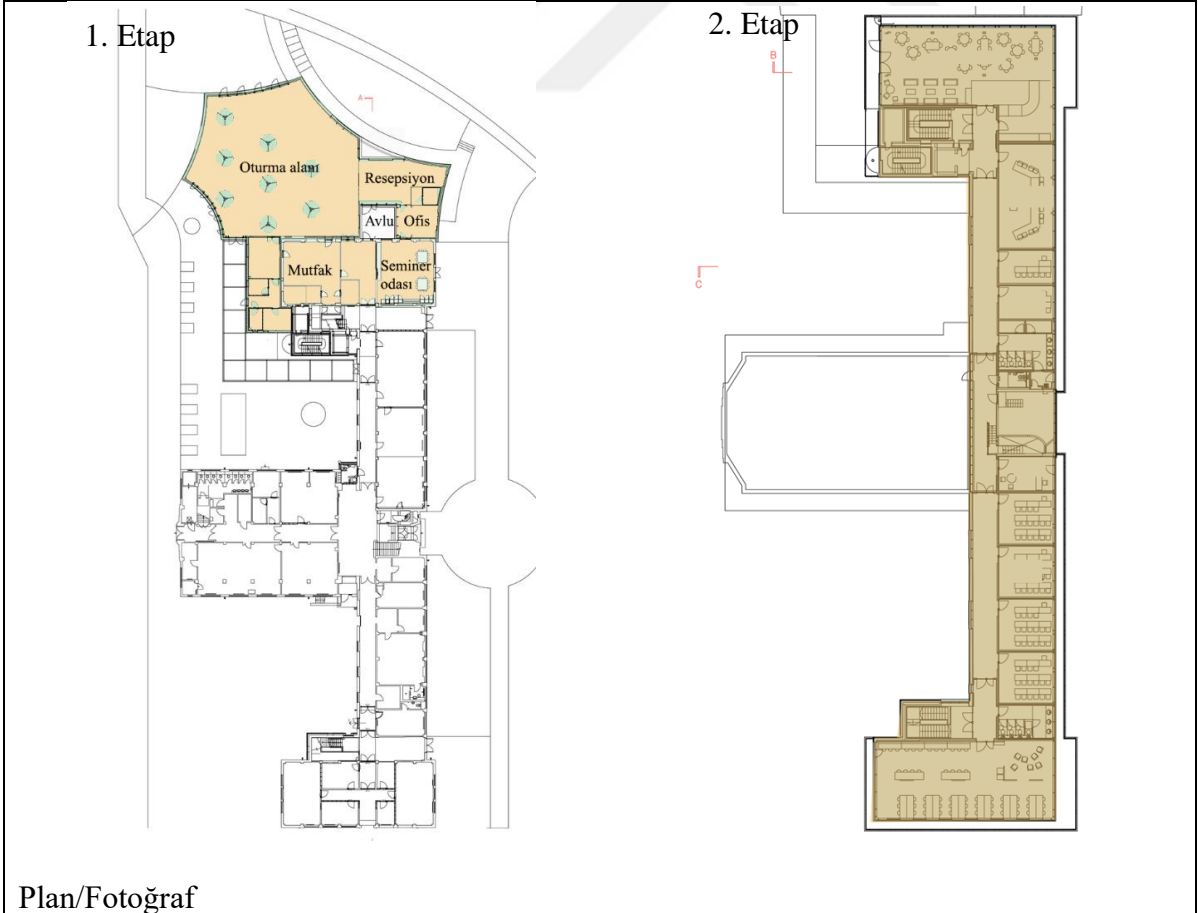
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
			Şaft	Yok	

Ek Tablo 2.1.7'nin devamı



Kesit/Fotoğraf

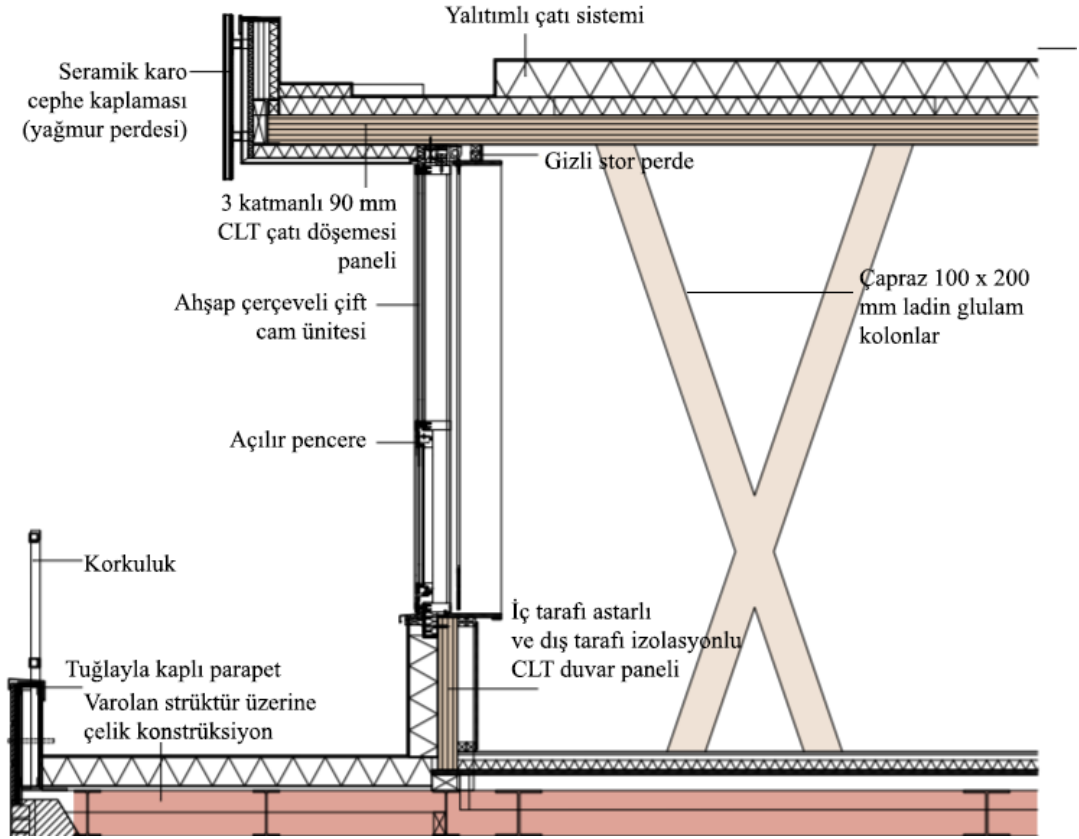
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
Kalınlık	-	-	-	-	9 cm
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	3
Ahşap Strüktür Formu	Panel, çubuk			Döşeme	3
				Merdiven	-



Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.7'nin devamı

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


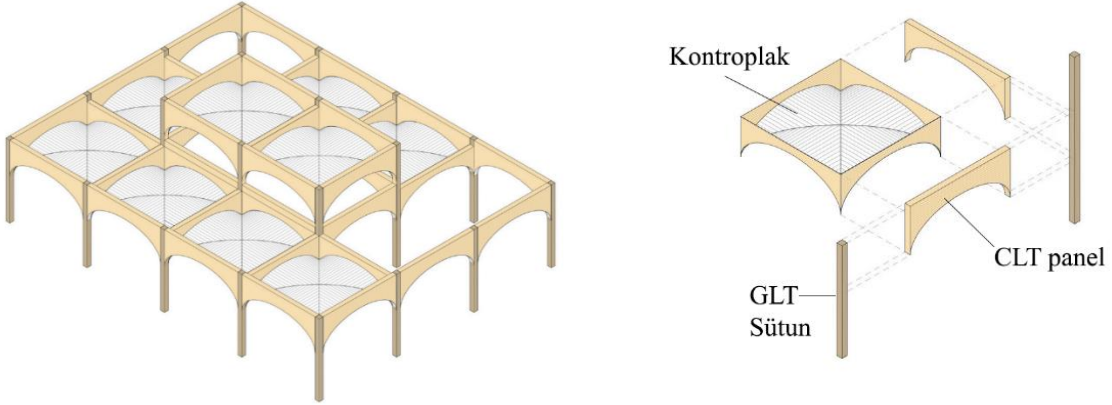
Isı Yalıtım	• Duvar ve çatıda rijit yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Membran uygulaması
Yangın Dayanımı	• CLT üzeri şeffaf astar uygulaması
Akustik Yalıtım	• Tavanda alçı panel kullanımı

E- YAPIM AŞAMALARI

Ek Tablo 2.1.7'nin devamı



Ek Tablo 2.1.8. Wildernesse Restaurant (Waugh ve Thistleton 2018 ve URL-257, 258, 259, 260, 261, 262 ve 263, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
8	Wildernesse Restaurant		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2018	Yapım Süresi	50 hafta/2 hafta
Yapım Yeri	Sevenoaks/İngiltere	Yapı Alanı	315 m ²
Yapı İşlevi	Restoran	CLT Üretici	Skonto CTS and Pabst
Mimari Tasarım	Morris+Company	Ahşap Mühendisi	Eurban Ltd
			
Maliyet	£1,9 milyon		
Yapı Özelliği	Ahşap tonozlu taşıyıcı sisteme sahip binadır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	• 2019 The Wood Awards Shortlist		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	84 ton ahşap		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	-	
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER			
			
Grafiksel anlatım: 3 boyutlu çatı strüktürü			

Ek Tablo 2.1.8'in devamı

Kat Sayısı	1	Yükseklik	6,5 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Ladin, Köknar, Çam		



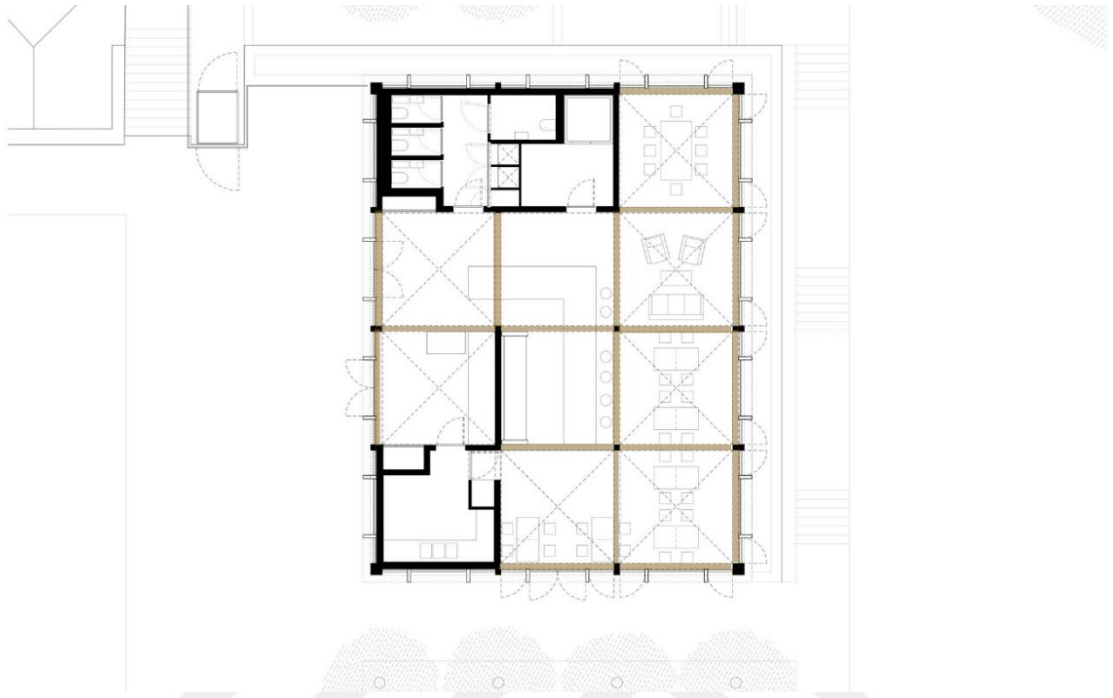

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	Ahşap	
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	CLT	✓
	Hibrit		Merdiven	Yok	
			Şaft	Yok	



Kesit/Fotoğraf

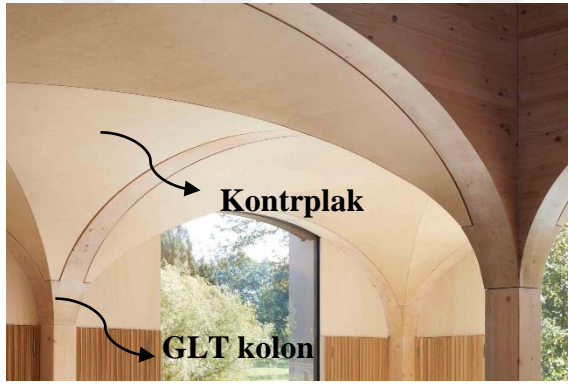
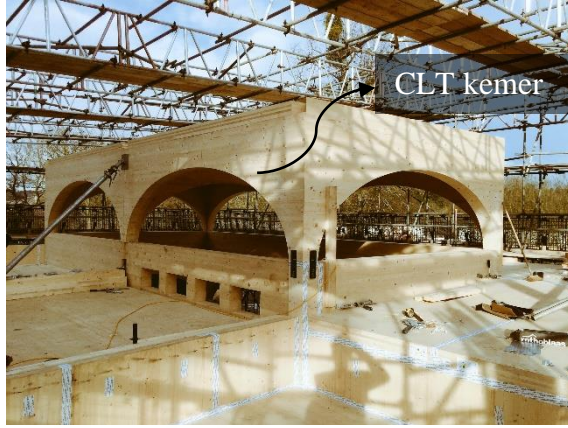
CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	Yok	Yok
	Genişlik	400 cm	Yok	Yok
	Kalınlık	-	Yok	Yok
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar
Ahşap Strüktür Formu	Panel, çubuk			Döşeme
				Merdiven
				-
				-
				Yok

Ek Tablo 2.1.8'in devamı


	
Plan/Fotoğraf	
CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-
	
Detay çizim/Fotoğraf	
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	-
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-

Ek Tablo 2.1.8'in devamı

E- YAPIM AŞAMALARI

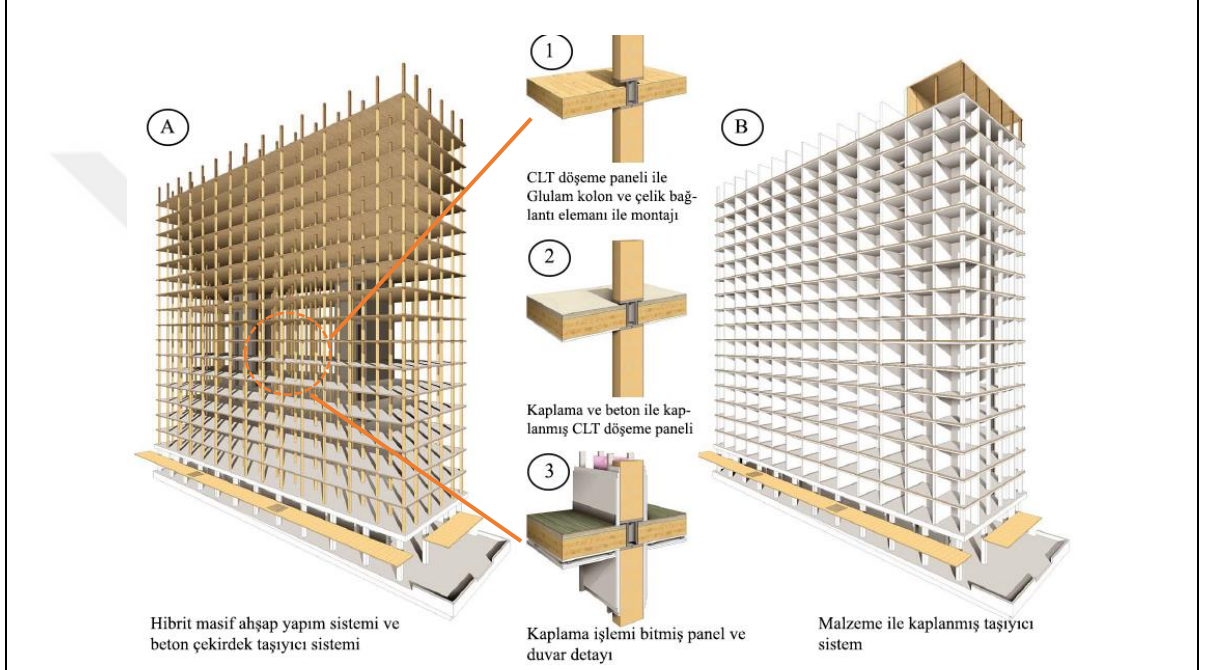


Ek Tablo 2.1.9. Brock Commons Tallwood House (Hasan, 2020; Naturally:wood, 2020 ve URL-264, 265, 266, 267, 268, 269 ve 270, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
9	Brock Commons Tallwood House		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	6 ay
Yapım Yeri	Vancouver, Kanada	Yapı Alanı	14,593 m ²
Yapı İşlevi	Konut	CLT Üretici	Structurlam
Mimari Tasarım	Acton Ostry Architect	Ahşap Mühendis	Fast + Epp
			
Maliyet	£40,9 milyon		
Yapı Özelliği	Dünyadaki en yüksek hibrit ahşap yapıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 International Prize for Wood Architecture • 2018 Lieutenant Governor of BC Award • 2018 Sustainable Architecture & Building Green Award • 2018 Canadian Wood Council Wood Works Architect Award • 2018 Canadian Wood Council Wood Works Innovation Award • 2018 Canadian Wood Council Wood Works Engineer Award • 2018 Council on Tall Buildings and Urban Habitat Award Finalist • 2018 Lieutenant Governor of BC Engineering Excellence Award • 2018 Vancouver Regional Construction Association Award • 2017 Premier's Innovation & Excellence Award • 2017 Canadian Wood Council Special Jury Award • 2017 Institution of Structural Engineers Innovation Award • 2017 NCSEA Excellence in Structural Engineering Award • 2017 Construction Dive Five Favourite Projects of the Year • 2017 Fast Company Innovation by Design Finalist 		

Ek Tablo 2.1.9'un devamı

Sertifikalar	LEED Gold sertifikası (almayı hedeflemektedir)	
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 2,233 m³ CLT ve GLT • 464 panel 	
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	1.753 ton
	Yeşil çatı	Yok
	Pasif enerji kazanım	-
	Mekanik enerji kazanımı	-

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

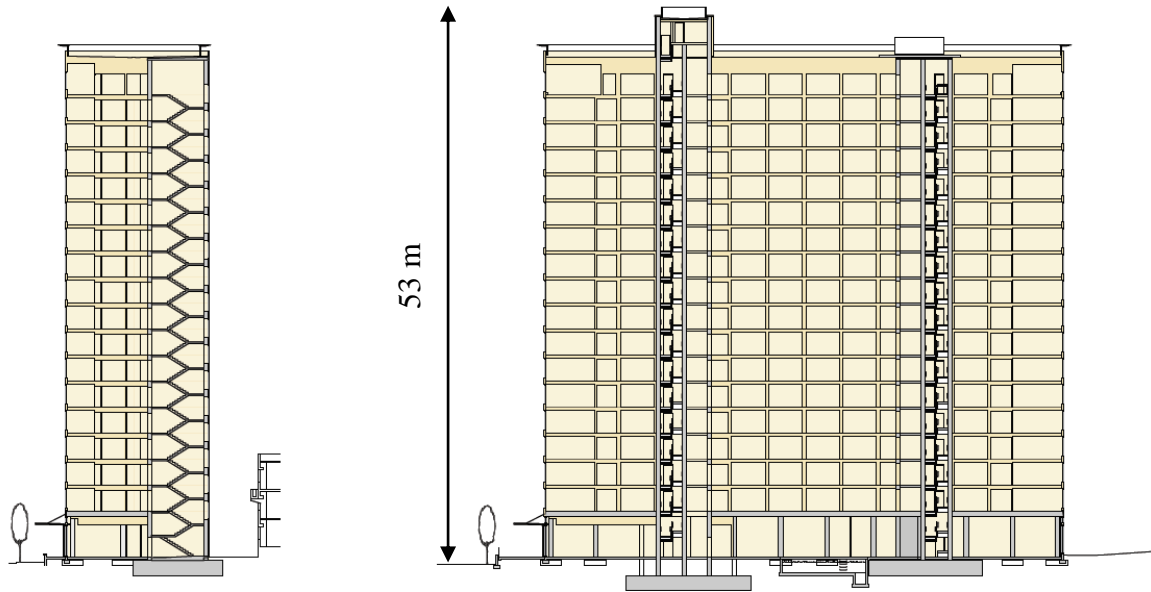
Grafiksel anlatım: CLT panel grafiği

Kat Sayısı	18	Yükseklik	53 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath Yapı	Yüksek Kath	Diğer
			✓	
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓	✓	✓	
Ağaç Türü	Sert Ağaç			
	Yumuşak Ağaç	Ladin, Çam, Köknar		



Ek Tablo 2.1.9'un devamı

Yapı Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	Hazır panel	
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT, PSL	
			Kiriş	Çelik	
	Hibrit		Merdiven	Beton	
	✓		Şaft	Beton	



Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi	
	Uzunluk	Yok	600-1200 cm	Yok	
	Genişlik	Yok	285 cm	Yok	
	Kalınlık	Yok	16,9 cm	Yok	
Ahşap Ürünler	CLT, GLT, PSL		CLT Katman Sayısı	Duvar	
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	5
				Merdiven	Yok

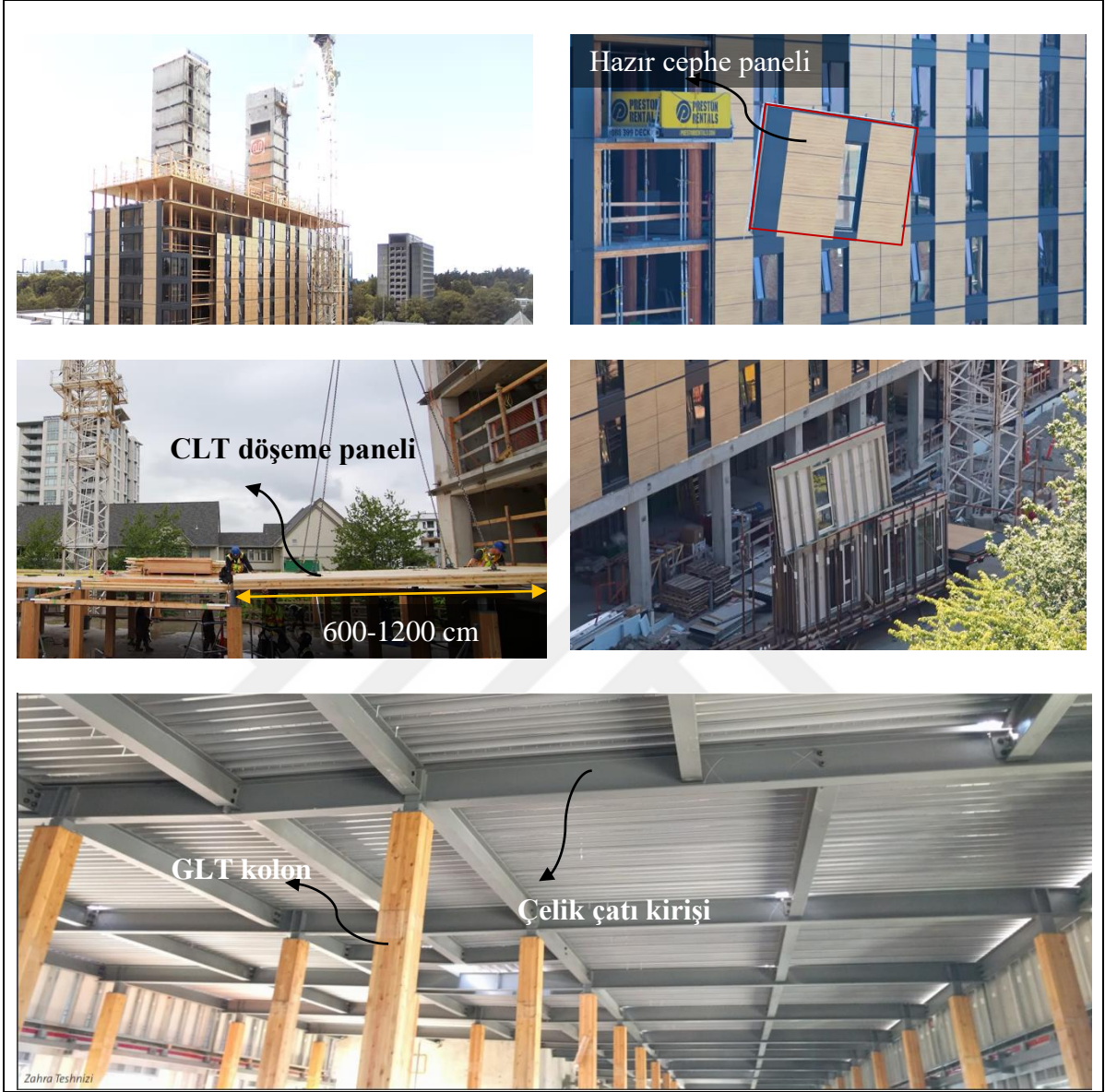
Ek Tablo 2.1.9'un devamı

<p>Panel Uzunlukları</p> <ul style="list-style-type: none"> 6 metre 8 metre 10 metre 12 metre 	
Plan/Fotoğraf	
CLT Birleşim Elemanı	Çivi, vida
CLT Bağlantı Türü	Ek parça bağlantı sistemi
<p>Detay çizim/Fotoğraf: Döşeme-duvar detayı</p>	
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Fiber glass keçe yalıtımı (cephede) uygulama
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Dolgu macunu uygulaması • Neme dayanımlı alçı panel kullanımı
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • 2 katmanlı X tipli alçı panel kullanımı • Sprinkler sistemi ve yangın pompası kullanımı
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Zemin sertliğini azaltmak için esnek zemin kaplaması • Tavanda hava boşluğu bırakacak şekilde uygulama • CLT panel üstü 40 mm beton ile kaplama • Halı kullanımı
E- YAPIM AŞAMALARI	


Ek Tablo 2.1.9'un devamı



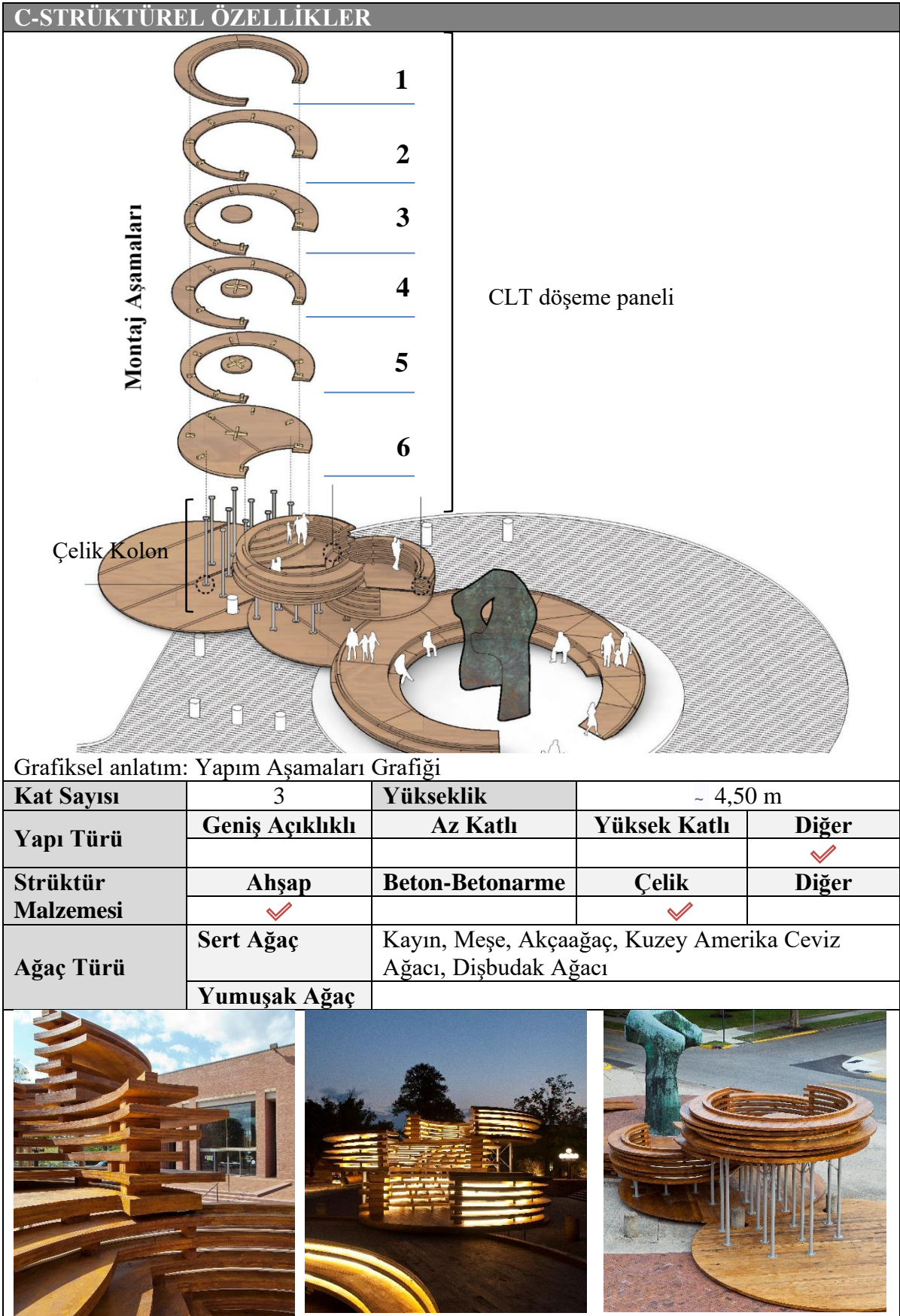
Ek Tablo 2.1.9'un devamı



Ek Tablo 2.1.10. Conversation Plinth (URL-271, 272, 273 ve 274, 2018 ve URL-275, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
10	Conversation Plinth		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Indiana, ABD	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Kamusal alan/sergi	CLT Üretici	SmartLam
Mimari Tasarım	IKD	Ahşap Mühendis	Bensonwood
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	-		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 Wood Innovation Grant • 2018 Built Environment Award Core77 Design Awards • 2018–2019 Miller Prize 		
Sertifikalar	Yok		
Ahşap Miktarı	44 Ton		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	80 Ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	Yok	
	Mekanik enerji kazanımı	Yok	

Ek Tablo 2.1.10'un devamı



Ek Tablo 2.1.10'un devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	Yok	
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Çelik	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
	✓		Şaft	Yok	



Kesit/Fotoğraf

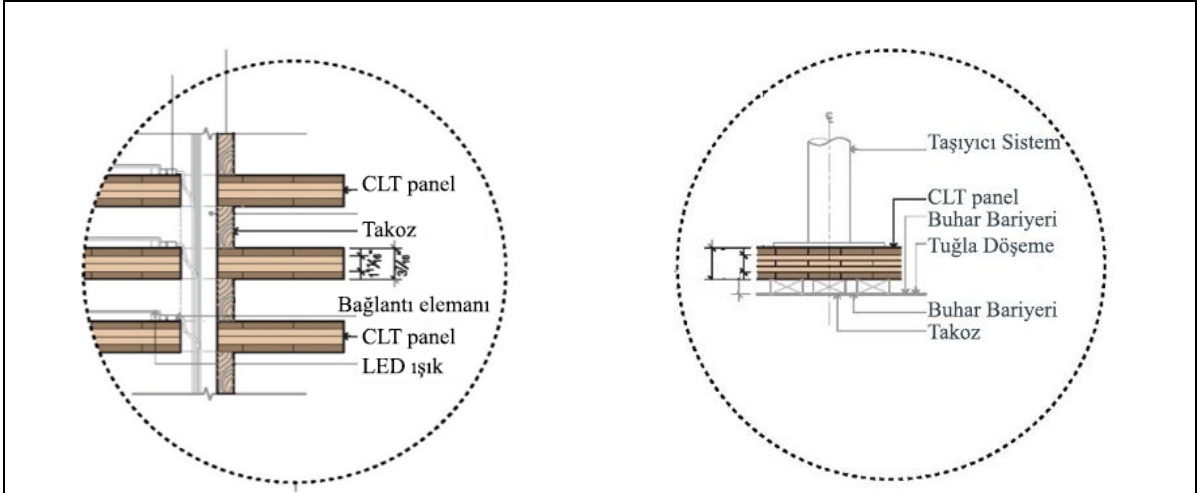
CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	Yok	101,6 cm	Yok
	Genişlik	Yok	25,40 cm	Yok
	Kalınlık	Yok	6,6 ve 9,2 cm	Yok
Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	Yok
Ahşap Strüktür Formu	Panel		Döşeme	5/7
			Merdiven	Yok



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	Buji
CLT Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.10'un devamı



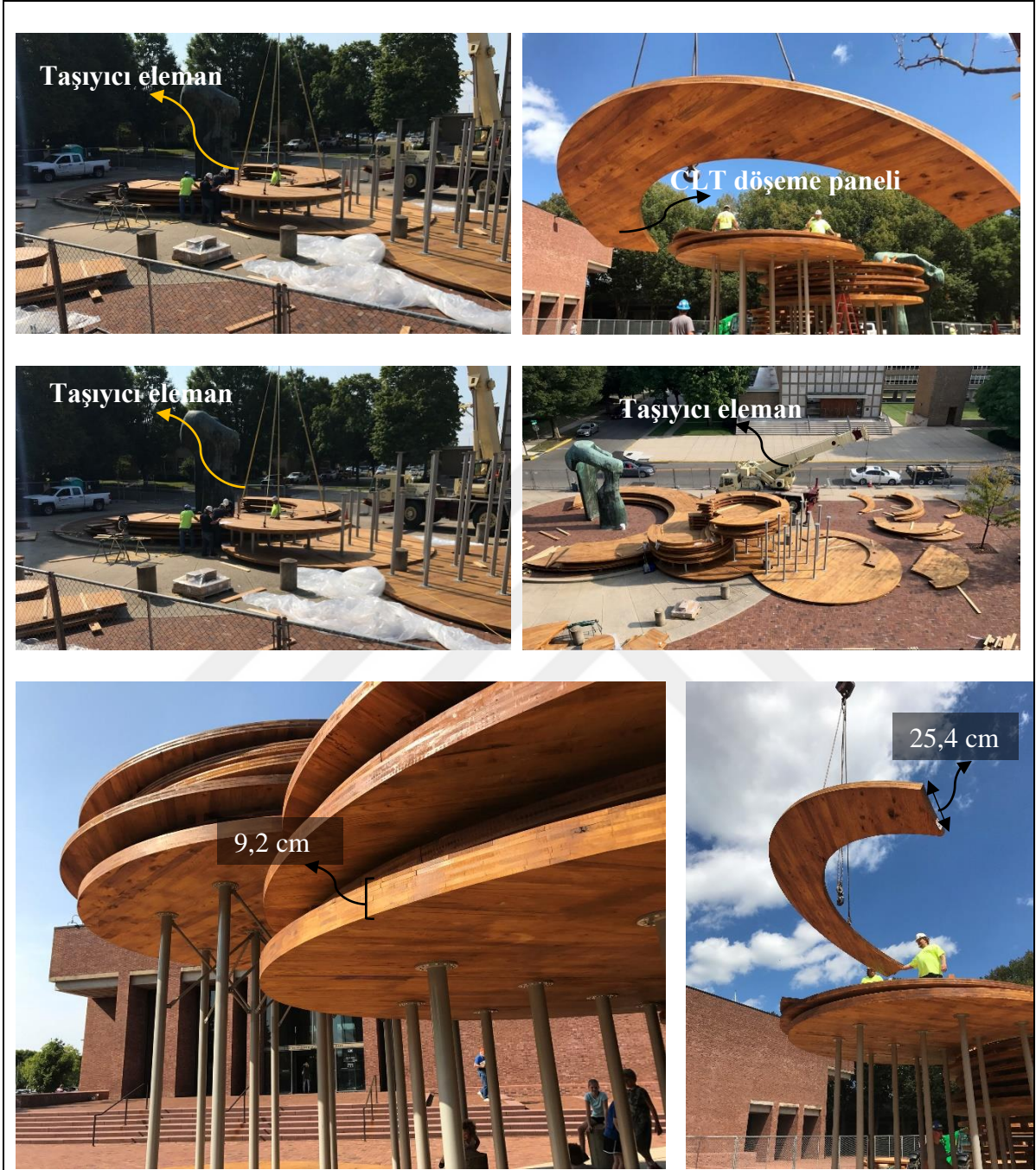
Detay çizim/Fotoğraf: Döşeme panel detayı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtımı	Yok
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Buhar bariyeri (zemin bağlantısı) uygulaması • Vernik uygulaması
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	Yok

E- YAPIM AŞAMALARI

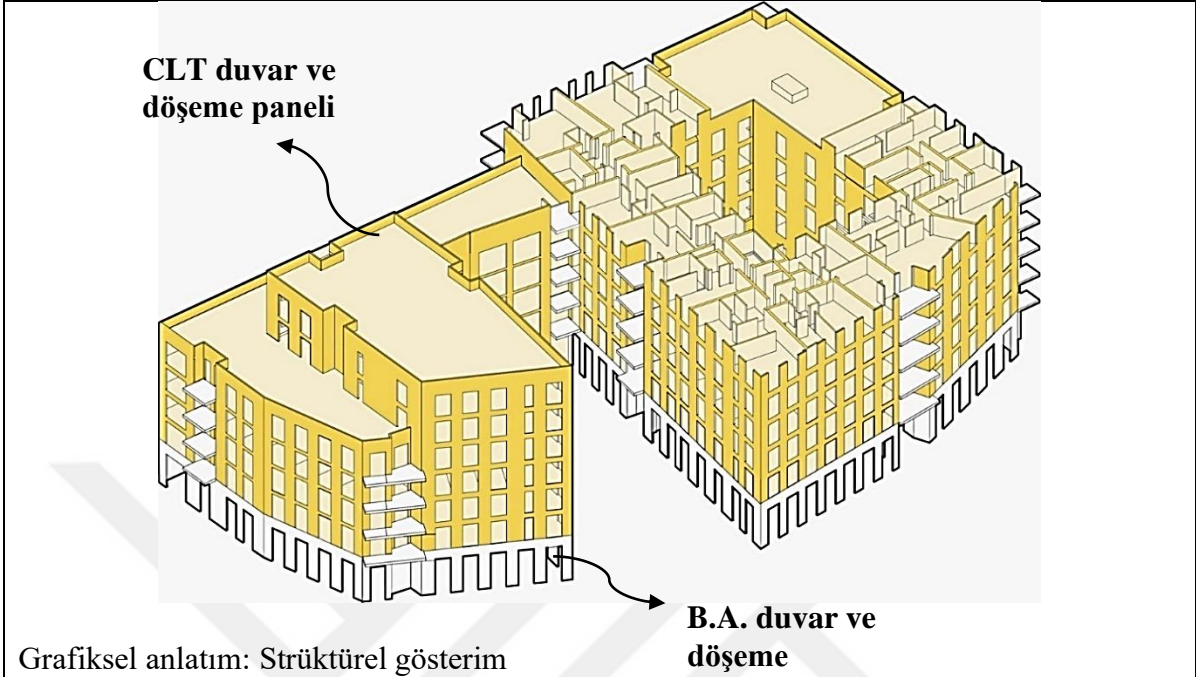
Ek Tablo 2.1.10'un devamı



Ek Tablo 2.1.11. Dalston Works (URL-276 ve 277, 2018 ve URL-278, 279, 280, 281, 282 ve 283, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
11	Dalston Works		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	18 ay
Yapım Yeri	Londra, İngiltere	Yapı Alanı	155.000 m ²
Yapı İşlevi	Konut	CLT Üretici	Binderholz
Mimari Tasarım	Waugh Thistleton	Ahşap Mühendis	Ramboll
			
Maliyet	Gizli		
Yapı Özelliği	İngiltere'nin en büyük ahşap inşaat projelerinden biridir.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 RICS Awards (Shortlisted) • 2018 Construction News (Shortlisted) • 2018 Evening Standard Eco Living Award Winner • 2018 BCIA Carbon Reduction Initiative of the Year (Shortlisted) • 2017 AJ Sustainability (Highly commended) • 2017 Structural Timber Solid Wood/Housing/Overall Winner • 2017 NLA Housing (Commended) • 2017 NLA Ashden (Highly commended) • 2017 Offsite (Highly commended) 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	• 4.500 m ³ CLT panel(10 katlı bina için)		
Yapımın Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	2.600 tondan fazla	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.11'in devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	5/7 ve 10	Yükseklik	~22,8/25,5 ve 33,8 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
			✓	
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Ladin		



Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	CLT	✓

Ek Tablo 2.1.11'in devamı



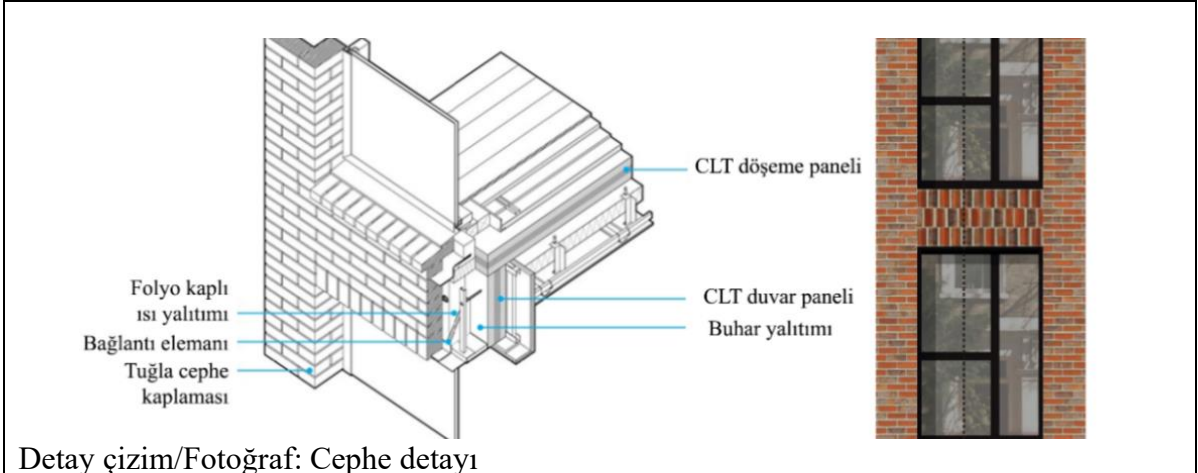
Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi	
	Uzunluk	-	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-	-
	Kalınlık	~10-14 cm	~10-20 cm	-	-	-
Ahşap Ürünler	CLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	5	
Ahşap Strüktür Formu	Panel			Döşeme	5	
				Merdiven	5	



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	Bindirmeli bağlantı sistemi



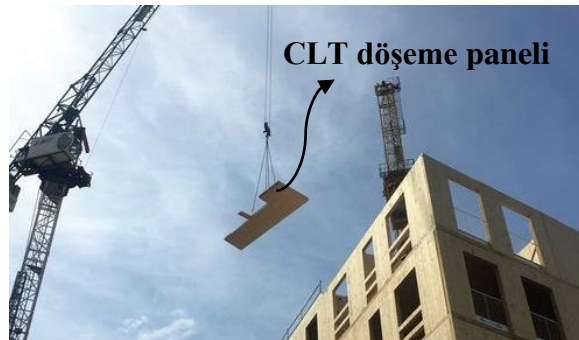
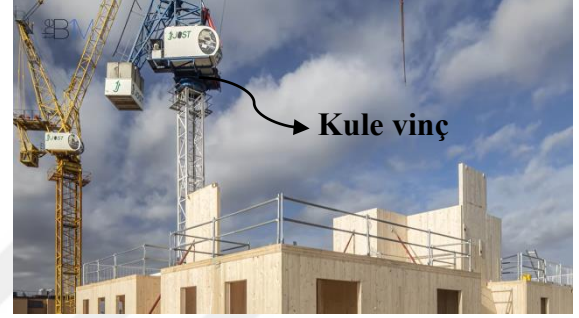
Detay çizim/Fotoğraf: Cephe detayı

Ek Tablo 2.1.11'in devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtımı	• Folyo kaplı ısı yalıtımı uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Buhar bariyeri kullanımı
Yangın Dayanımı	• Alçı panel kullanımı
Akustik Yalıtım	-

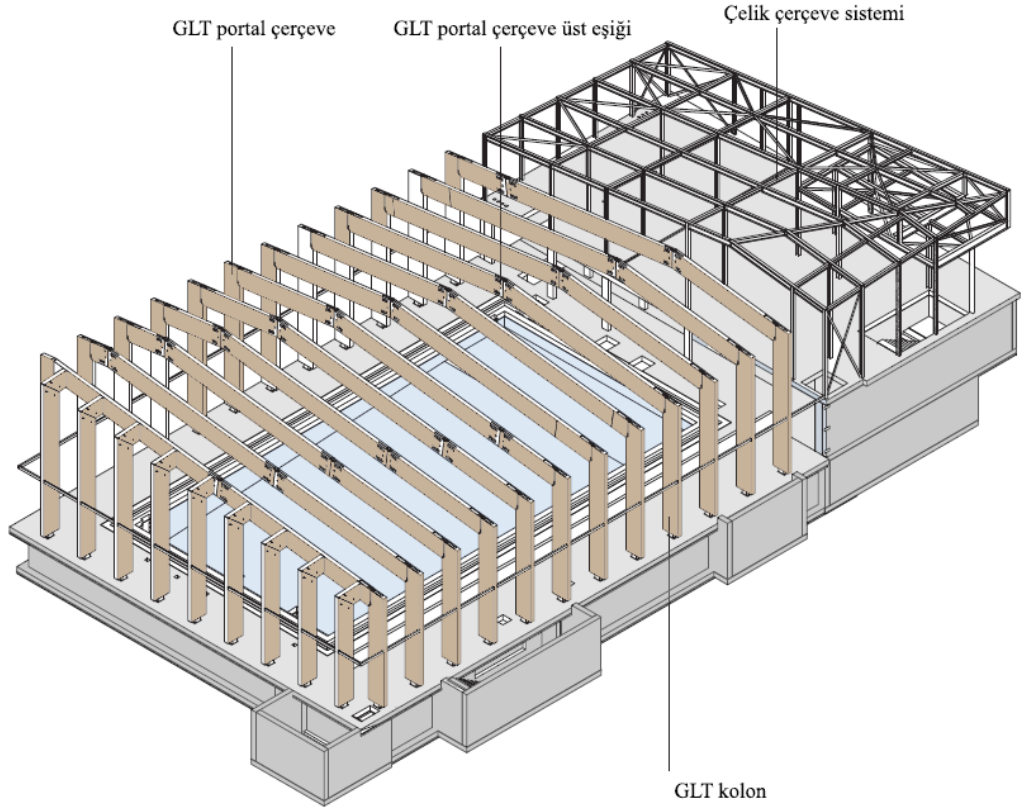
E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.12. Freeman's School Swimming Pool (Trada, 2020 ve URL-284, 285, 286, 287 ve 288, 2018)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
12	Freeman's School Swimming Pool		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	1 yıl
Yapım Yeri	Londra, İngiltere	Yapı Alanı	1,750 m ²
Yapı İşlevi	Yüzme okulu	CLT Üretici	Wiehag
Mimari Tasarım	Hawkins\Brown	Ahşap Mühendis	Eckersley O'Callaghan
			
Maliyet	£8,2 milyon		
Yapı Özelliği	-		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 Structural Timber Awards Education Project of the Year • 2018 RIBA National Award • 2018 RIBA South East Award • 2018 RIBA South East Client of the Year Award • 2018 RIBA South East Sustainability Award • 2018 Wood Awards Education Award - Highly Commended • 2018 Wood Awards Structural Award - Highly Commended • 2018 Structural Timber Awards Education Project of the Year 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 1.800 m² CLT • 12 tam portal ve 9 yarım portal çerçeve oluşturan 125m³ GLT 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Fotovoltaik panel kullanımı • Basınçlı hava odası uygulaması 	

Ek Tablo 2.1.12'nin devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

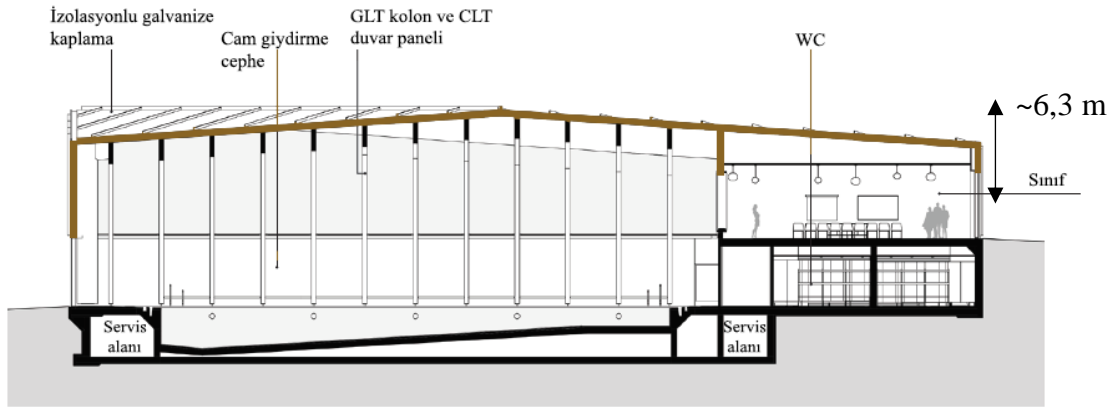
Grafiksel anlatım: Taşıyıcı sistem grafiği

Kat Sayısı	3	Yükseklik	~6,3	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
	✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓	✓	✓	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Avusturya ladini		



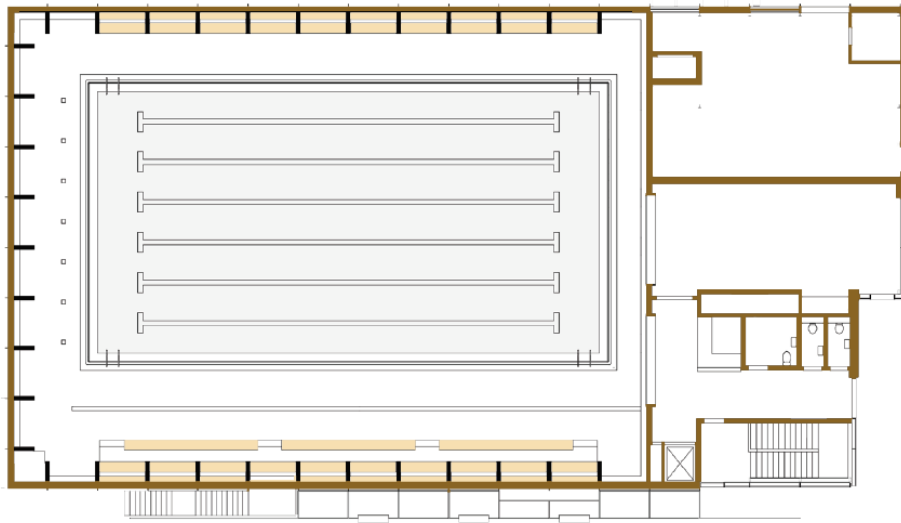
Ek Tablo 2.1.12'nin devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT ve B.A.	✓
			Döşeme	CLT ve B.A.	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
			Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	-	
	✓		Şaft	-	



Kesit/Fotoğraf

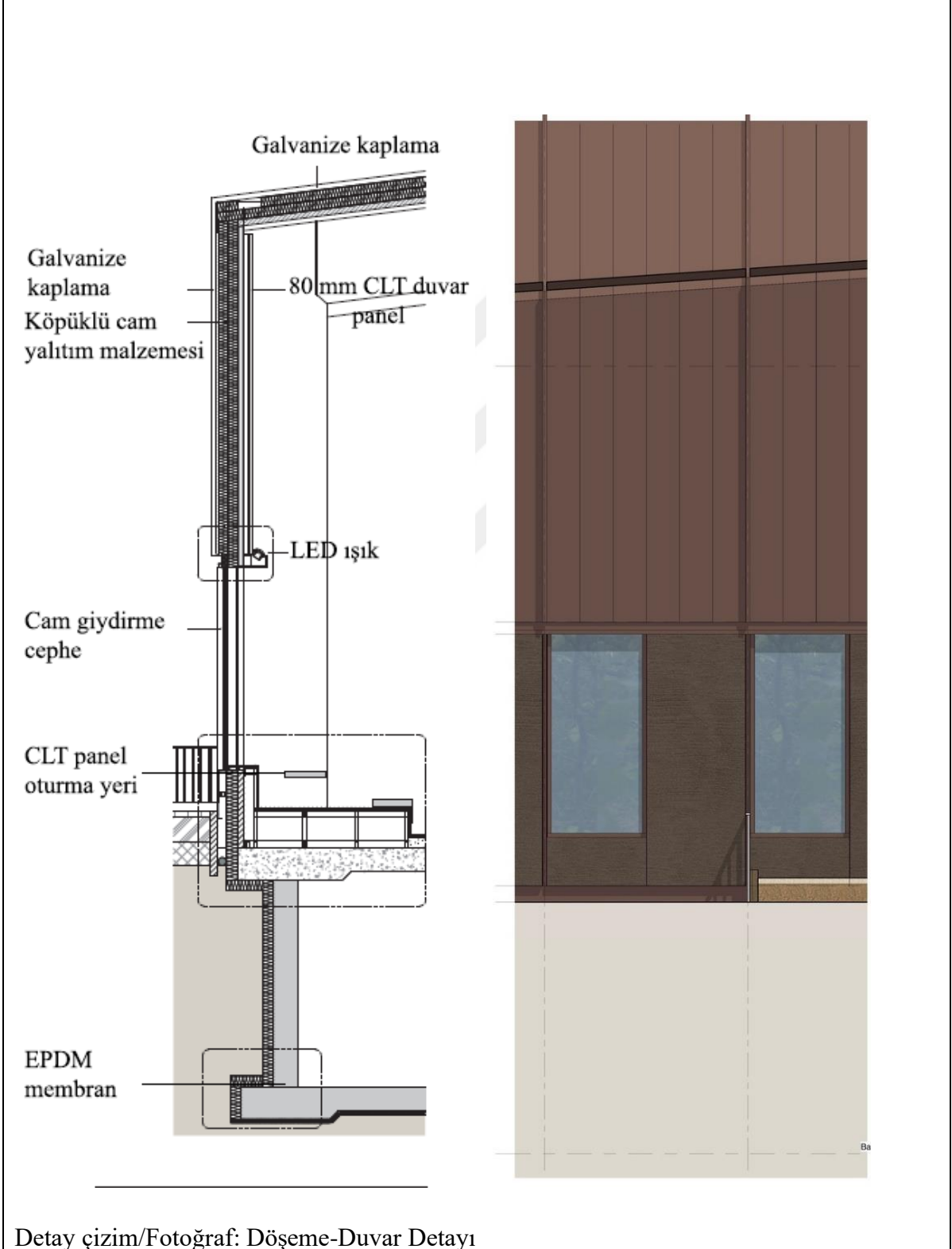
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	~450 cm	-	-	-
	Kalınlık	8 cm	-	-	8 cm
Ahşap Ürünler	CLT, GLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	-	
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme	-	
			Merdiven	Yok	



Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.12'nin devamı

CLT Birleşim Elemanı	Çelik plaka, vida
Ahşap Bağlantı Türü	-



Ek Tablo 2.1.12'nin devamı

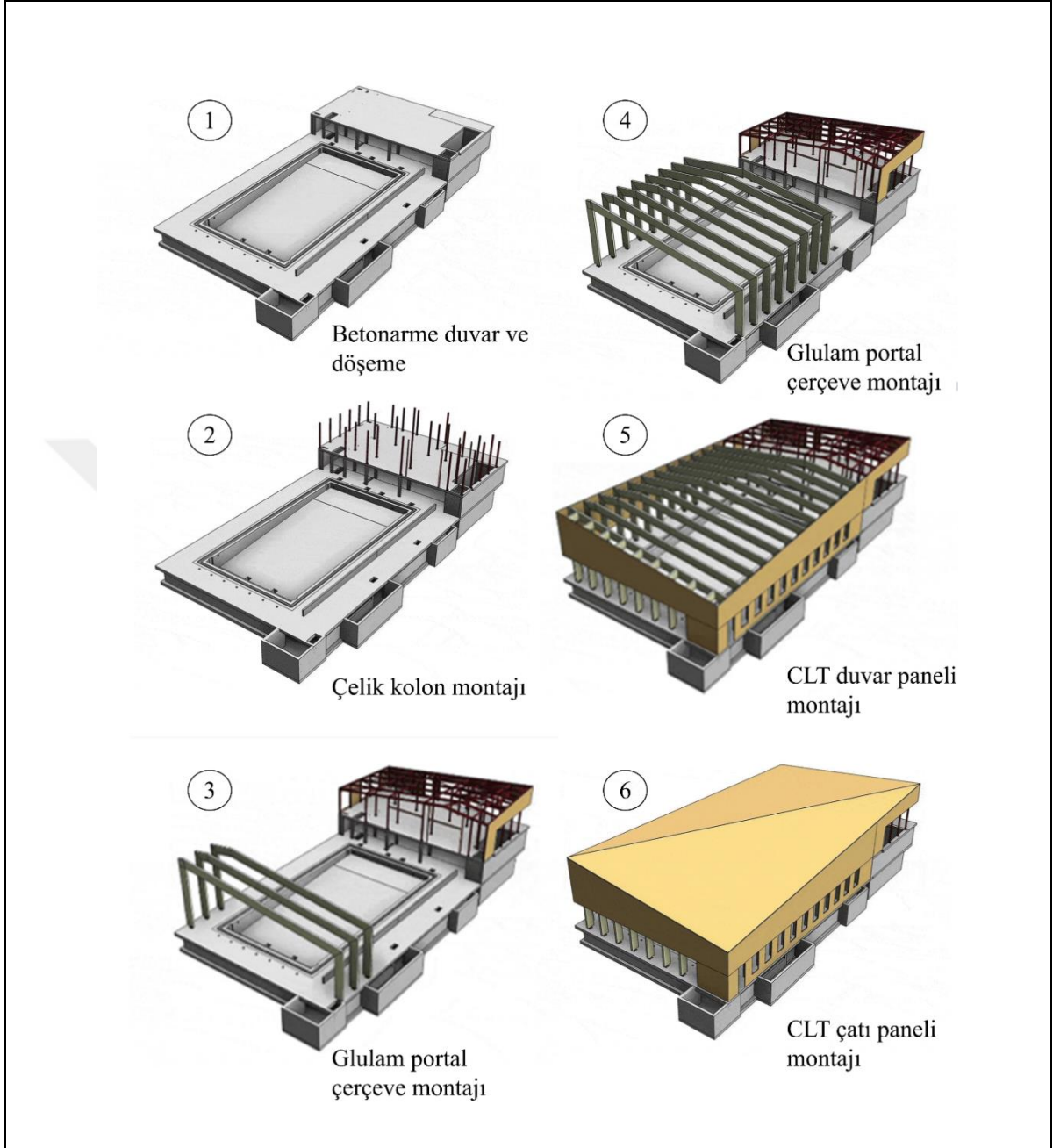
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtımı	• Köpüklü cam yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• EPDM membran kullanımı
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-


E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.12'nin devamı



Ek Tablo 2.1.13. GSK Carbon Neutral Laboratory (Trada, 2019 ve URL-289, 290, 291, 292, 293, 294 ve 295, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
13	GSK Carbon Neutral Laboratory		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	5 yıl
Yapım Yeri	Nottingham/İngiltere	Yapı Alanı	4,600 m ²
Yapı İşlevi	Laboratuvar	CLT Üretici	Binderholz
Mimari Tasarım	Fairhursts Design Group	Ahşap Mühendisi	B&K Structures
			
Maliyet	£15,8 milyon		
Yapı Özelliği	Bina tamamlanmadan önce Eylül 2014'te büyük bir yangına maruz kalmıştır. İngiltere'de ilk karbon nötr laboratuvarı ve BREEAM 'Üstün' standartlarına göre tasarlanan ilk laboratuvarlardan biri olmuştur.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 RIBA Regional Award • 2017 Building magazine –Sustainability Project of the Year • 2017 RICS Awards East Midlands – Project of the Year and Design through Innovation Award • 2017 S-Lab Awards for Excellence in Laboratory Design, Management and Operation – Physical Sciences Building Winner • 2017 Wood Awards– Education & Public Sector Shortlist • 2016 Structural Timber Awards –Client of the Year 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • BREEAM Outstanding • LEED Platinum 		
Ahşap Miktarı	• 1.420 m ³ duvar, tavan ve çatı elemanlarının kullanımı		

Ek Tablo 2.1.13'ün devamı

Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	1,600 ton
	Yeşil çatı	Var
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Prefabrik havalandırma kulesi
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Biyoyakıt birleşik ısı ve güç (CHP) sistemi ile ısıtılma • PV panel kullanımı



Grafiksel anlatım: 3 boyutlu gösterim

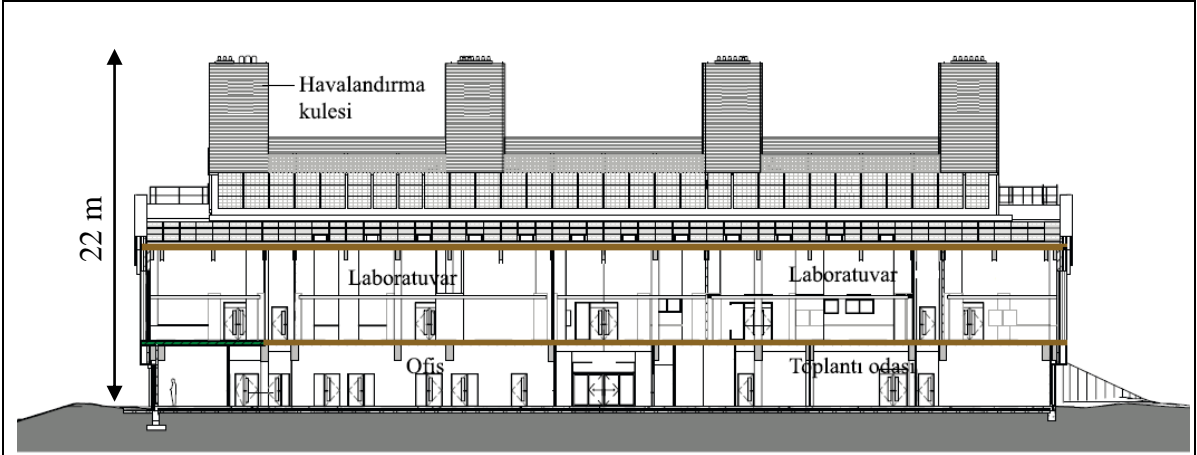
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	2	Yükseklik	22 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
	✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Alman ladini, Avusturya ladini Batı kırmızı sedir		



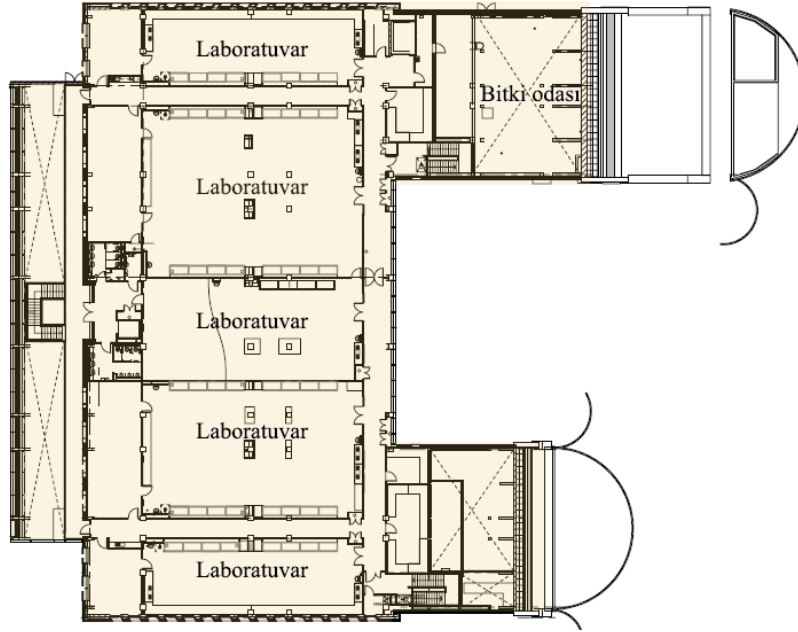
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	CLT	✓

Ek Tablo 2.1.13'ün devamı



Kesit/Fotoğraf

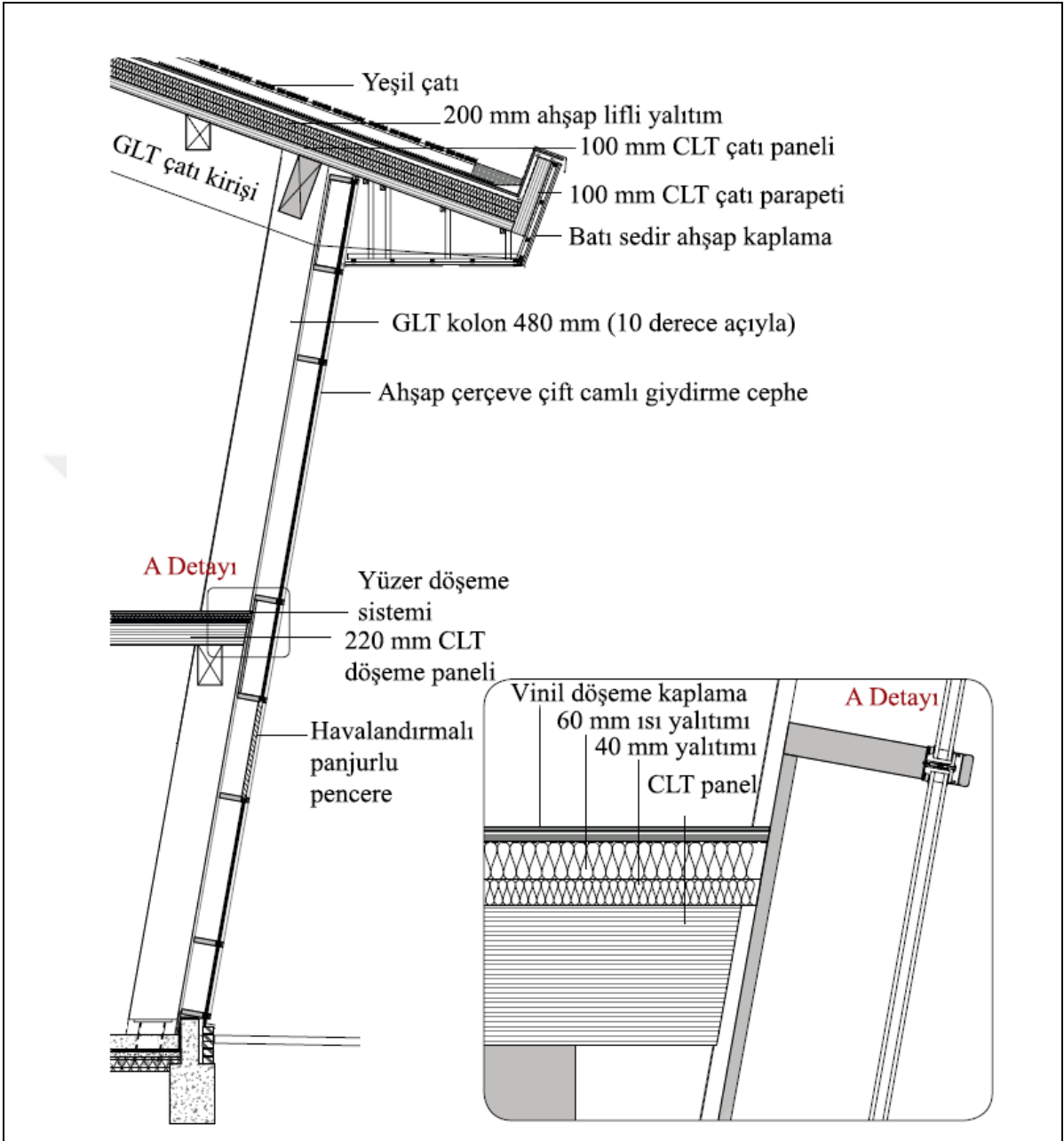
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı Döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
Kalınlık	-	22 cm		10 cm	
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	3
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	5
				Merdiven	3/5



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	Akıllı vida, dübel
CLT Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.13'ün devamı



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • 200 mm ahşap lifli çatı yalıtımı kullanımı • 60 mm döşeme yalıtımı kullanımı • 40 mm ahşap lifli döşeme yalıtımı kullanımı
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı su ve buhar bariyeri • Seramik (rainscreen) kaplama
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Çelik dübel montaj elemanlarının kapatılması; yangından korunma görevi gören meşe kapakları ile kapatılmıştır.
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Yüzer döşeme sistemi uygulaması • Vinil döşeme kaplama

Ek Tablo 2.1.13'ün devamı

E- YAPIM AŞAMALARI

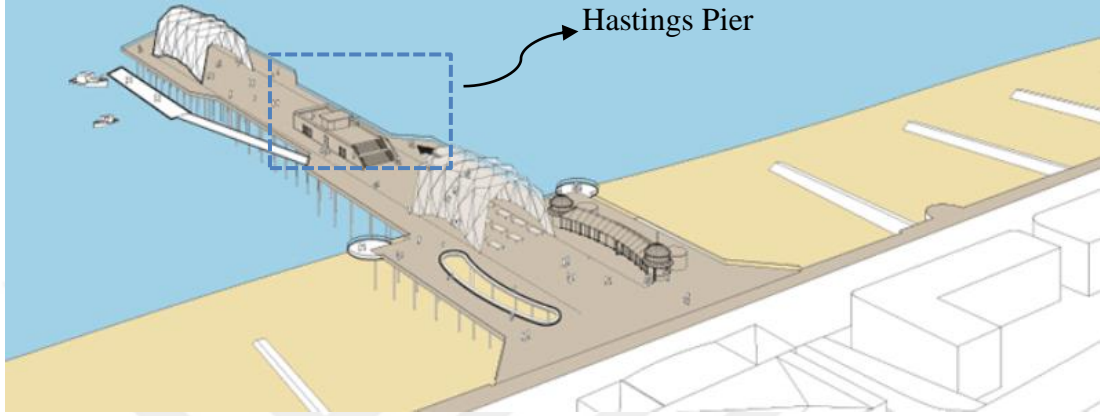


Ek Tablo 2.1.14. Hastings Pier (Trada, 2020 ve URL-296, 2018; URL-297, 298 ve 299, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
14	Hastings Pier		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Büyük Britanya	Yapı Alanı	~672 m ²
Yapı İşlevi	Kültürel	CLT Üretici	KLH UK
Mimari Tasarım	dRMM	Ahşap Mühendis	Ramboll
			
Maliyet	£14,2 milyon		
Yapı Özelliği	Yangından kalan ve geri kazandırılmış yanmaya dönmüş ahşap levhalarla kaplı çapraz lamine ahşap (CLT) bir yapıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 RIBA Stirling Prize, Winner • 2017 RIBA National Award, Winner • 2017 RIBA South East Award, Winner • 2017 Project Architect of the Year, RIBA • 2017 Client of the Year, RIBA South East Awards, Winner • 2017 Pier of the Year, National Piers Society • 2017 Wood Awards, Highly Commended, Commercial and Leisure • 2017 Architectural Review Awards, New into Old, Shortlist • 2017 Structural Timber Awards, Retail & Leisure Project of the Year, Shortlist • South East Awards, Winner 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	• 136 m ³ ahşap		

Ek Tablo 2.1.14'ün devamı

Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	-
	Yeşil çatı	Yok
	Pasif enerji kazanım	-
	Mekanik enerji kazanımı	-



Grafiksel anlatım

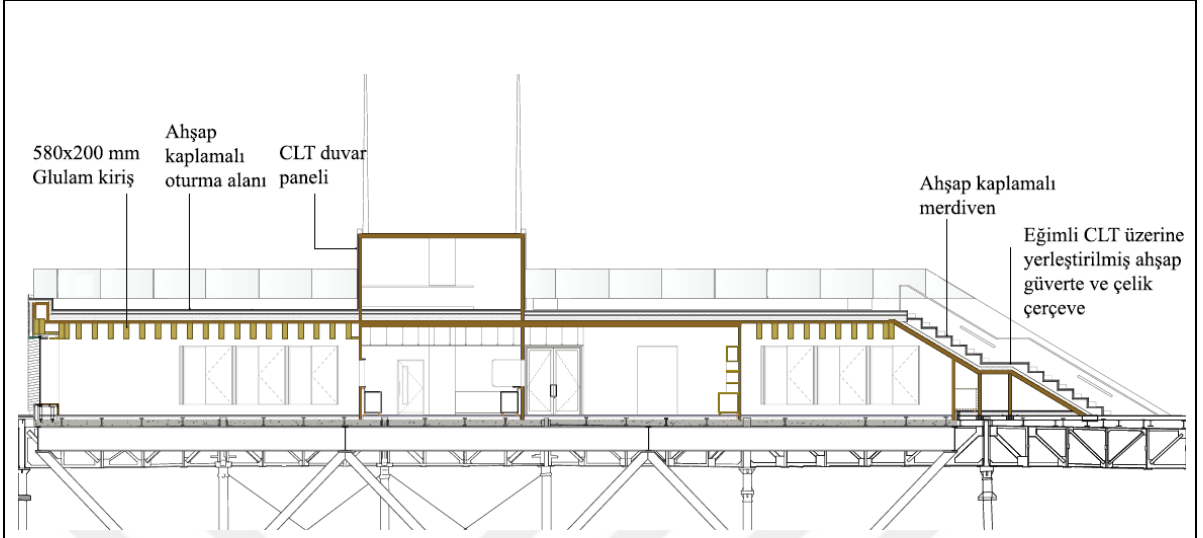
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	2	Yükseklik	7 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Ladin		



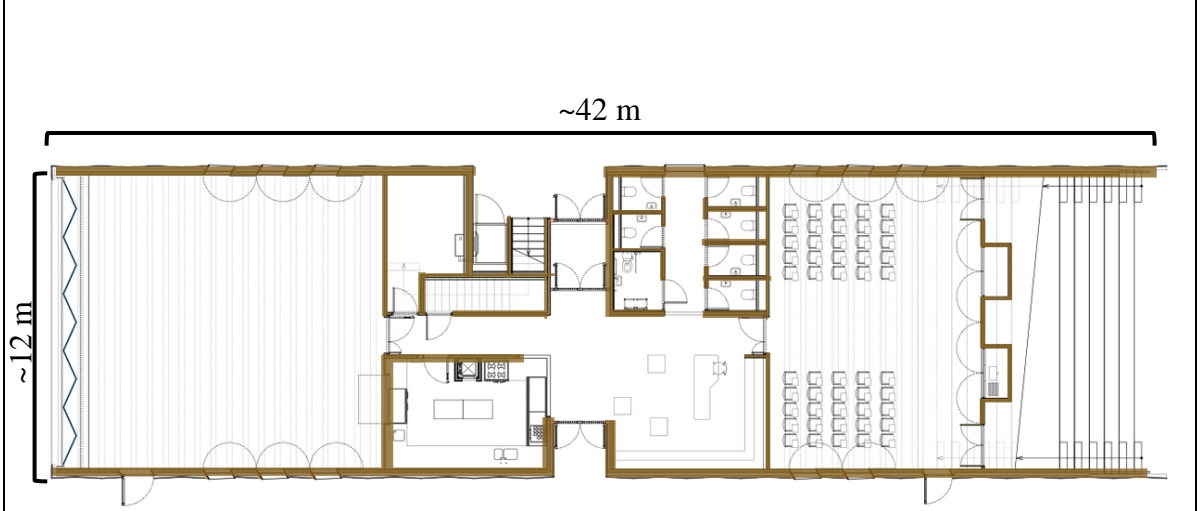
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	-	
			Şaft	-	

Ek Tablo 2.1.14'ün devamı



Kesit/Fotoğraf

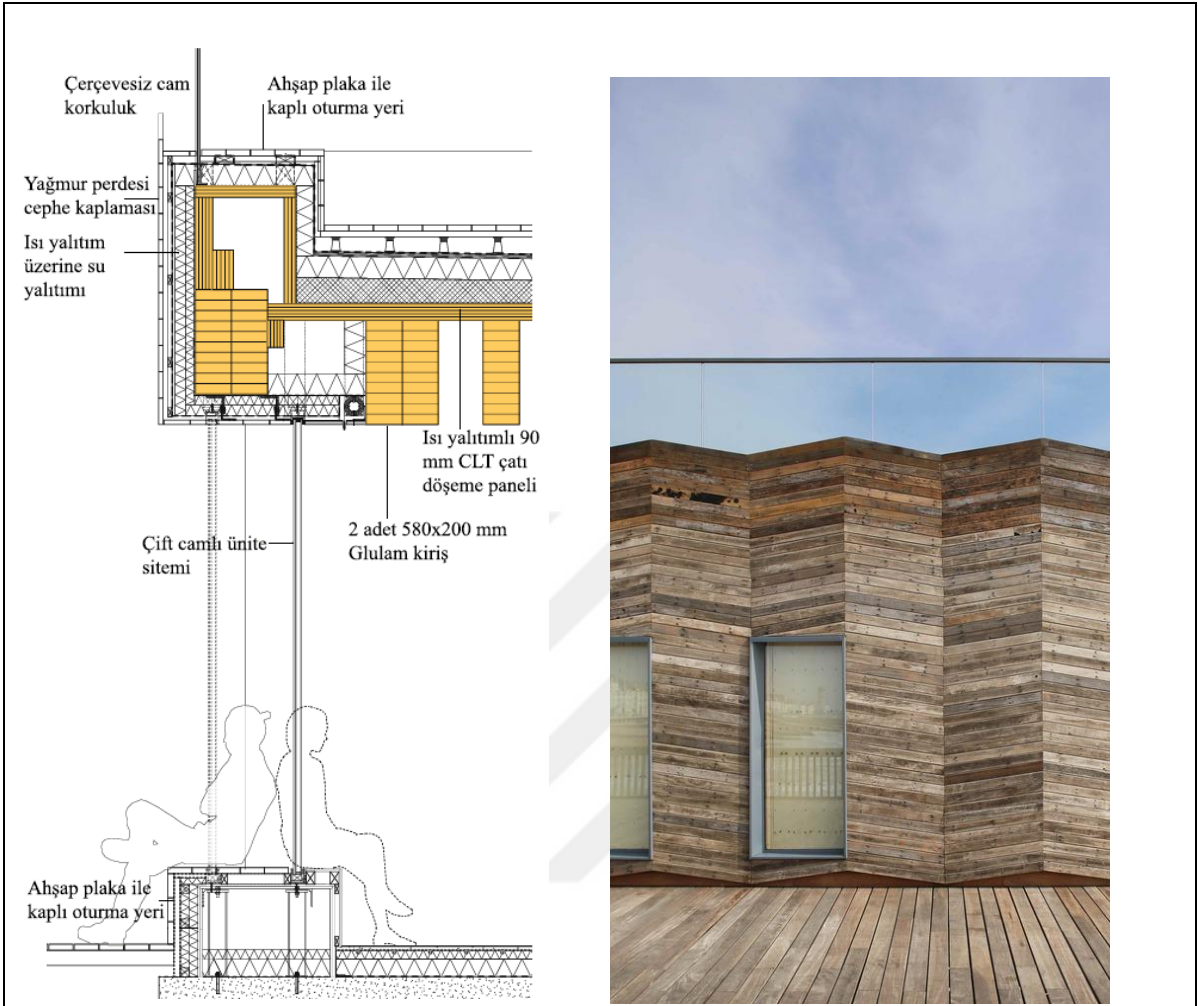
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	~325 cm	-	-	-
Kalınlık	11,7/14 cm	-	-	9 cm	
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	-
				Merdiven	Yok



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	-
Ahşap Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.14'ün devamı



Detay çizim/Fotoğraf: Cephe detayı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtımı	• Çatıda ısı yalıtımı uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Cephe su yalıtımı uygulaması
Yangın Dayanımı	• Organik linolyum zemin kaplama kullanımı
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI

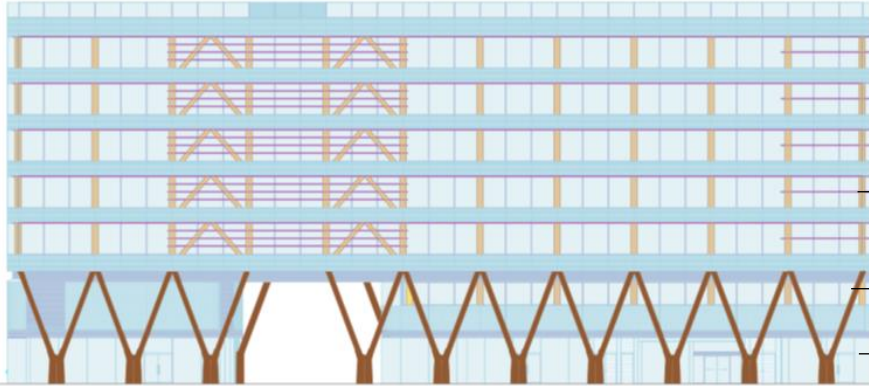
Ek Tablo 2.1.14'ün devamı




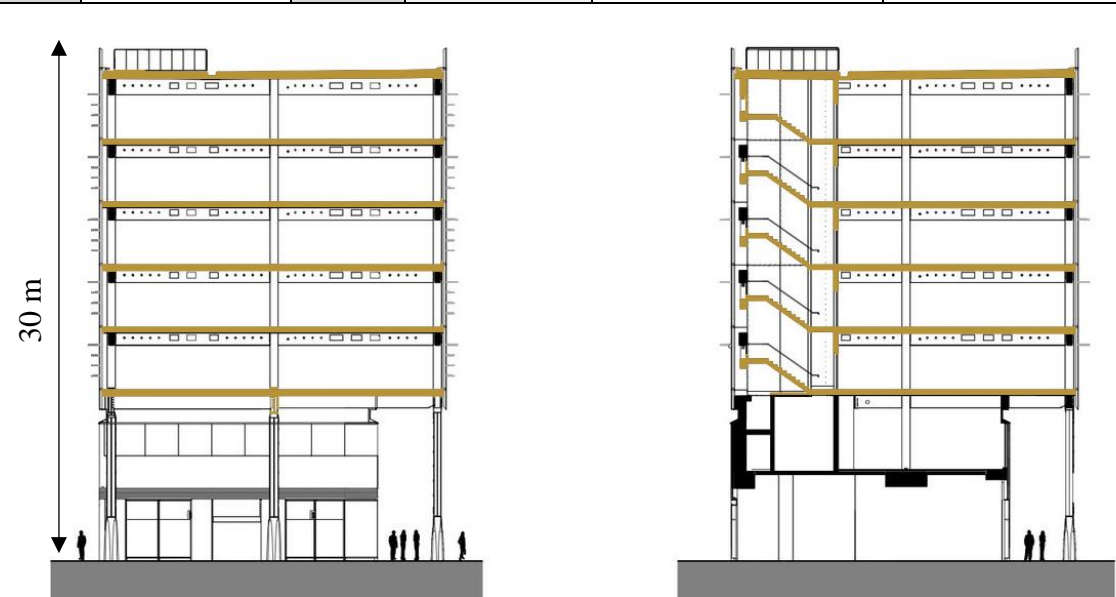
Ek Tablo 2.1.15. International House Sydney (Butler, 2018; Cullen, 2020; URL-300, 301, 302, 303, 2018 ve URL-304, 305, 306, 307, 308, 309 ve 310, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
15	International House Sydney		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	1 yıl
Yapım Yeri	Sidney, Avustralya	Yapı Alanı	7,920 m ²
Yapı İşlevi	Ofis	CLT Üretici	Stora Enso
Mimari Tasarım	Tzannes, Jonathan Evans	Ahşap Mühendis	Lendlease DesignMake
			
Maliyet	£6,10 milyon		
Yapı Özelliği	Avustralya'da ahşaptan inşa edilen ilk ticari ofis binasıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 World Architecture Network- Commercial Project under 50,000sqm (Silver) Award • 2019 World Architecture Network- Wood in Architecture (Silver) Award • 2019 Property Council of Australia- Australian Development of the Year Award • 2019 Property Council of Australia- Best Office Development in Australia Award • 2019 Property Council of Australia- Rider Levett Bucknall NSW Development of the Year • 2018 World Architecture Festival- Best Use of Certified Timber Award • 2018 AIA National Award for Commercial Architecture • 2018 AIA (NSW) Milo Dunphy Award for Sustainable Architecture 		


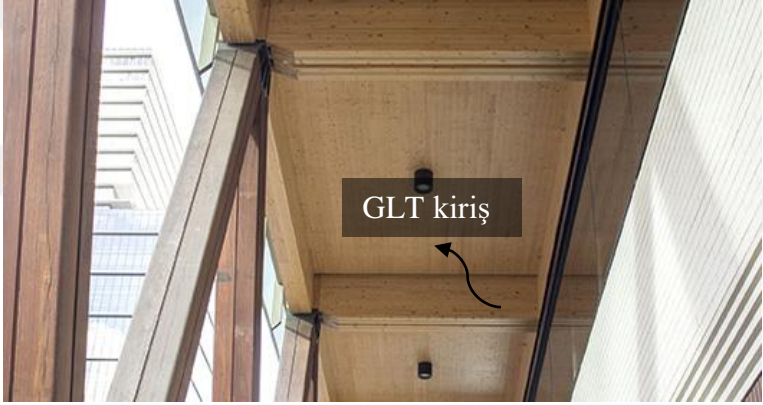

Ek Tablo 2.1.15'in devamı

Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 AIA (NSW) Sir Arthur G.Stephenson Award for Commercial Architecture • 2018 UDIA NSW Award for Excellence in Commercial Development • 2018 Urban Taskforce Development Excellence Award • 2018 Master Builders Association – Outstanding Construction Award • 2018 Master Builders Association – Commercial Building up to \$50M Award • 2018 Master Builders Association – Innovation Award • 2018 Master Builders Association – Excellence in Energy Efficiency Award • 2018 Master Builders Association – Best Use of Timber Award • 2017 Chicago Athenaeum and the European Centre for Architecture and Design - International Architecture Award • 2017 Australian Timber Design Award – Excellence in Timber Design • 2017 Australian Timber Design Award - Excellence Award for Public or Commercial Building • 2017 Australian Timber Design Award - Excellence Award for Sustainability • 2017 Australian Timber Design Award - Peoples' Choice 	
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Star Green Star Design • 5 Star-plus NABERS rating 	
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 950 m³ GLT • 2.000 m³den fazla CLT 	
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	-
	Yeşil çatı	Yok
	Pasif enerji kazanım	-
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • PVpanel kullanımı
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER		
		
Grafiksel anlatım: Strüktür analizi		

Ek Tablo 2.1.15'in devamı

Kat Sayısı	7		Yükseklik	30 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer	
Strüktür Malzemesi	Ahşap ✓	Beton-Betonarme ✓	Çelik ✓	Diğer	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Kayın			
	Yumuşak Ağaç	Ladin			
					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
			Kiriş	LVL-GLT	
	Hibrit ✓		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	CLT	✓
					
Kesit/Fotoğraf					

Ek Tablo 2.1.15'in devamı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
Kalınlık	-	-	-	-	-
Ahşap Ürünler	CLT, LVL, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	5
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	5/7
				Merdiven	3
					
					
Plan/Fotoğraf					
CLT Birleşim Elemanı	-				
CLT Bağlantı Türü	Bindirmeli				
					
Detay çizim/Fotoğraf					

Ek Tablo 2.1.15'in devamı

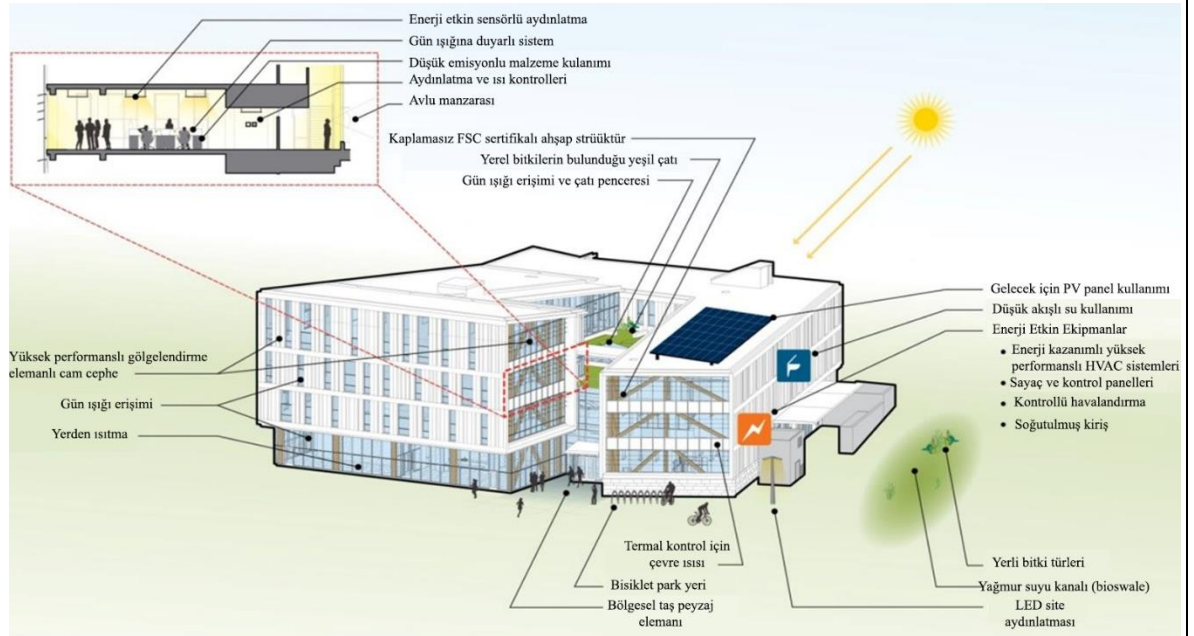
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtımı	-
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yangın merdivenleri yangına dayanıklı cam ile kaplıdır. • Sprinkler sistem kullanımı ve yangın teknolojisi; yangın dayanım derecesi 90 dakikadan 120 dakikaya çıkarılmıştır.
Akustik Yalıtım	-
E- YAPIM AŞAMALARI	

Ek Tablo 2.1.16. John W. Olver Design Building (WoodWorks, 2020; URL-311 ve 312, 2020 ve URL-313, 314, 315, 316, 317, 318 ve 319, 2019)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
16	John W. Olver Design Building		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	18 ay
Yapım Yeri	Massachusetts, ABD	Yapı Alanı	87.500 m ²
Yapı İşlevi	Üniversite	CLT Üretici	Nordic Structures
Mimari Tasarım	Leers Weinzapfel Associates	Ahşap Mühendisi	Equilibrium Consulting Simpson Gumpertz & Heger
			
Maliyet	£41,80 milyon (£28,96 milyon sadece strüktürün maliyetidir)		
Yapı Özelliği	Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ilk CLT ile inşa edilen akademik binadır. Kuzey Amerika'daki en büyük ahşap beton kompozit yapıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 DNA Design Awards Paris, Honorable Mention • 2019 AIA New England Merit Award • 2018 Jury's Choice for Wood Innovation, WoodWorks • 2018 Engineering Excellence Grand Award, American Council of Engineering Companies • 2018 Engineering Excellence Gold Award, American Council of Engineering Companies of Massachusetts • 2018 Chicago Athenaeum, Green Good Design Award • 2018 World Architecture News - Sustainable Buildings • 2018 BSA Sustainable Design Honor Award • 2018 BSA Interiors Award • 2018 Wood Design & Buildings Magazine Award • 2018 The Plan Award - Finalist • 2017 U.S. Building of the Year, World-Architects magazine 		



Ek Tablo 2.1.16'nın devamı

Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 Most Innovative Project Award (less than \$100 million), Architectural Engineering Institute • 2017 Excellence in Structural Engineering Award, National Council of Structural Engineering Associations • 2017 Awards of Merit for Structural Systems Design and Architectural Engineering Integration, Architectural Engineering Institute • 2017 Award of Merit, Higher Education/Research Category, ENR New England • 2018 Chicago Athenaeum American Architecture Award • 2017 BSA Honor Award • 2017 World Architecture News, Wood Award Finalist • 2017 Wall Street Journal Best Architecture • 2017 World Architects Building of the Year 	
Sertifika	<ul style="list-style-type: none"> • LEED Gold Certified 	
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 2.052 m³ ahşap 	
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	2,681 ton
	Yeşil çatı	Var
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı penceresi kullanımı • Gölgeleme elemanı kullanımı
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yerden ısıtma uygulaması • PV paneli kullanımı • Soğutulmuş kireş sistem uygulaması

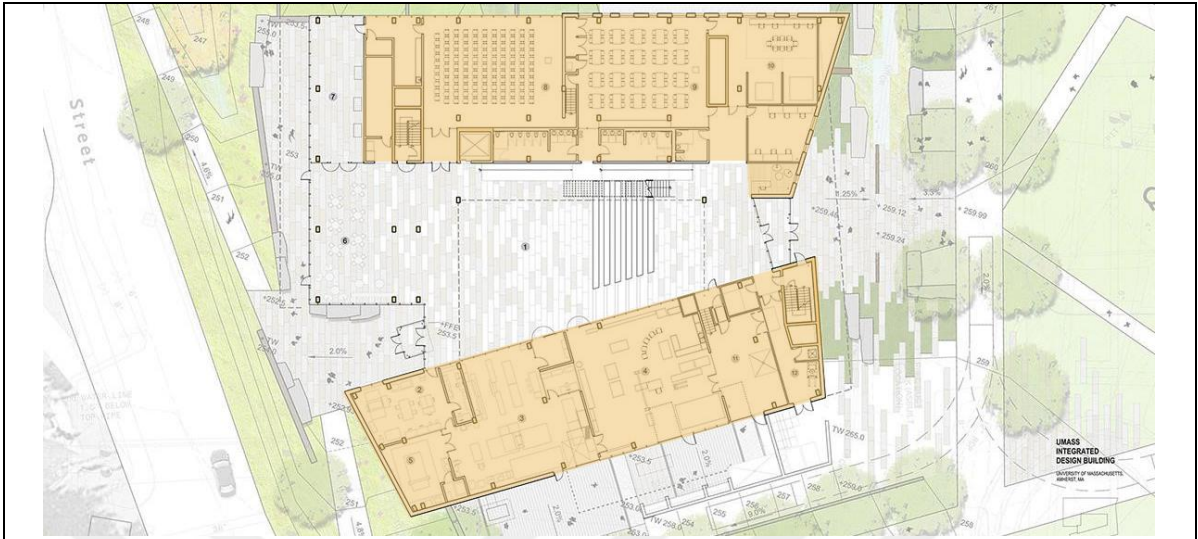


Grafiksel anlatım: Enerji kazanım 3 boyutlu gösterimi

Ek Tablo 2.1.16'nın devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
Kat Sayısı	4	Yükseklik	-		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer	
	✓				
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓	✓	✓		
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-			
	Yumuşak Ağaç	-			
					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	Hazır panel	
			Döşeme	CLT-Beton	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
			Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	-	
	✓		Şaft	CLT	✓
					
Kesit/Fotoğraf					
CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı Döşemesi	
	Uzunluk	Yok	-	-	
	Genişlik	Yok	-	-	
	Kalınlık	Yok	15,24 cm	24 cm	
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	5 / 7
				Merdiven	-

Ek Tablo 2.1.16'nın devamı



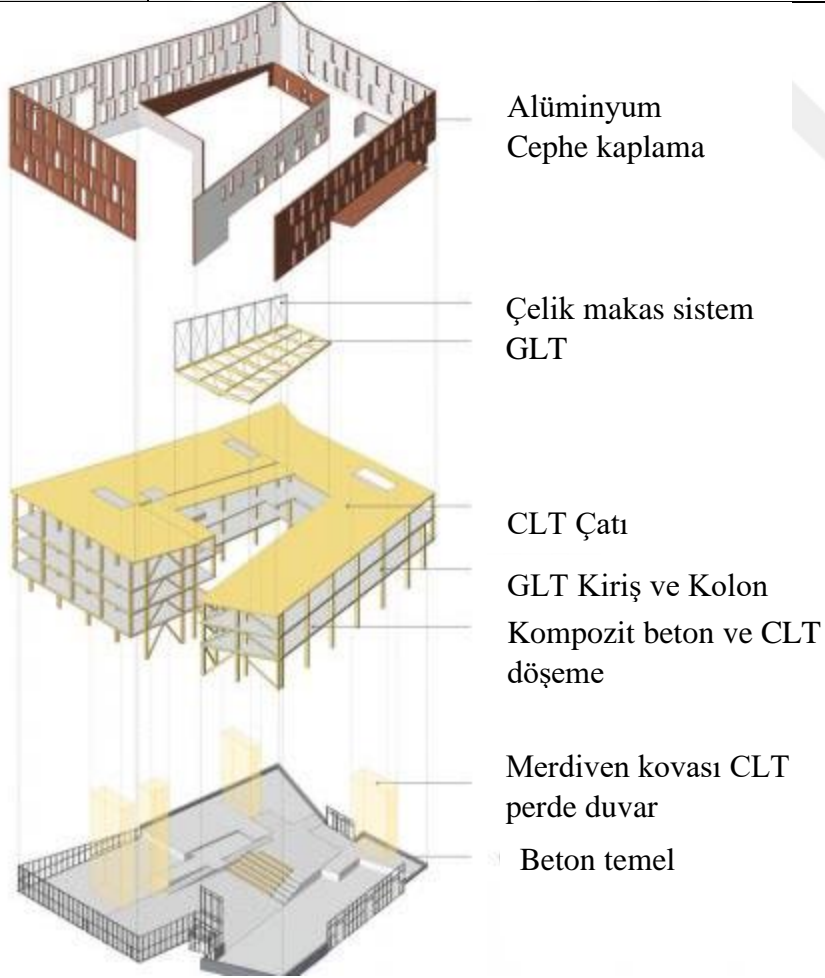
Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı

Akıllı vida, metal plaka, gizli giriş askısı

CLT Bağlantı Türü

Bindirmeli bağlantı sistemi

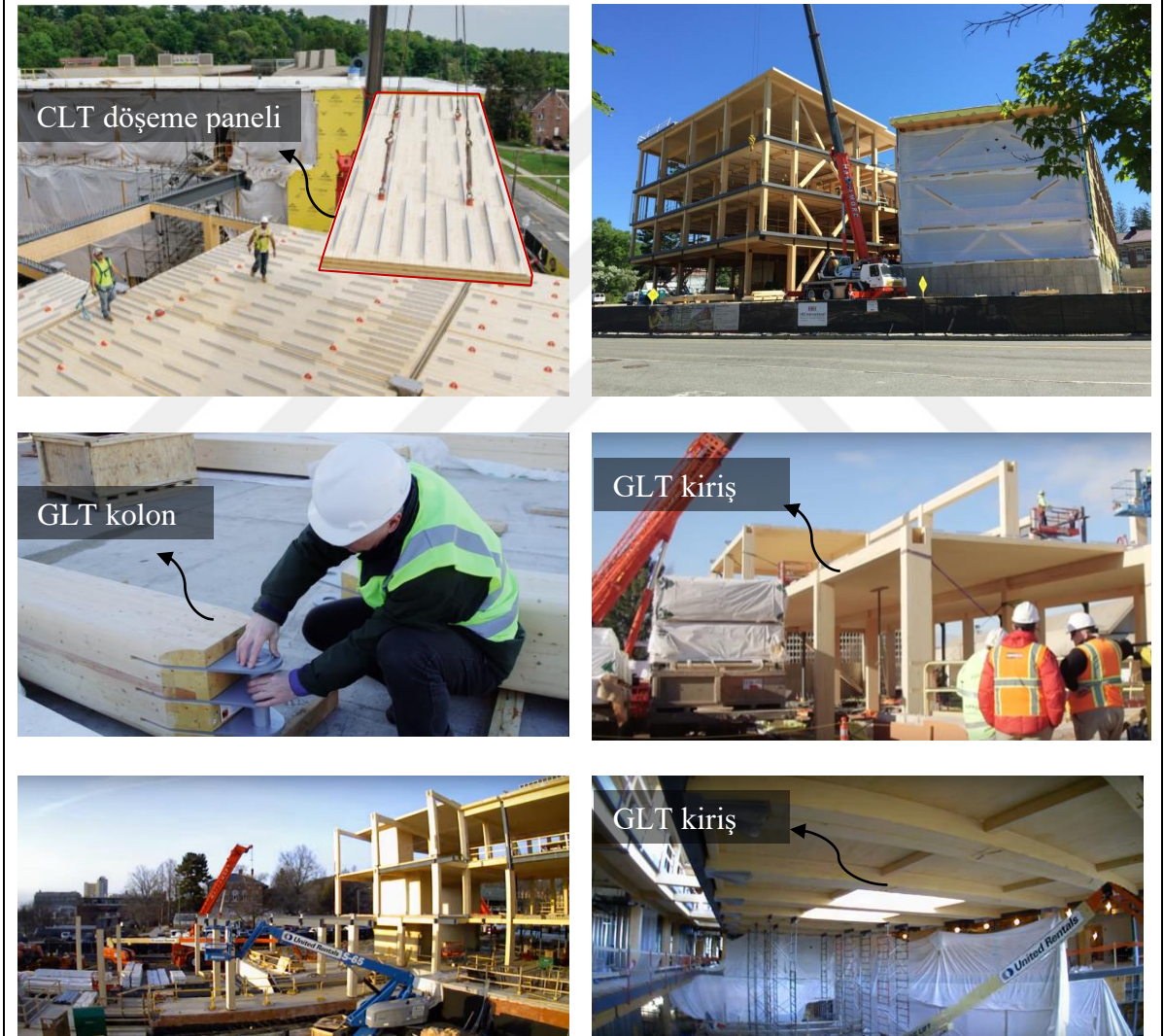


Detay çizim/Fotoğraf

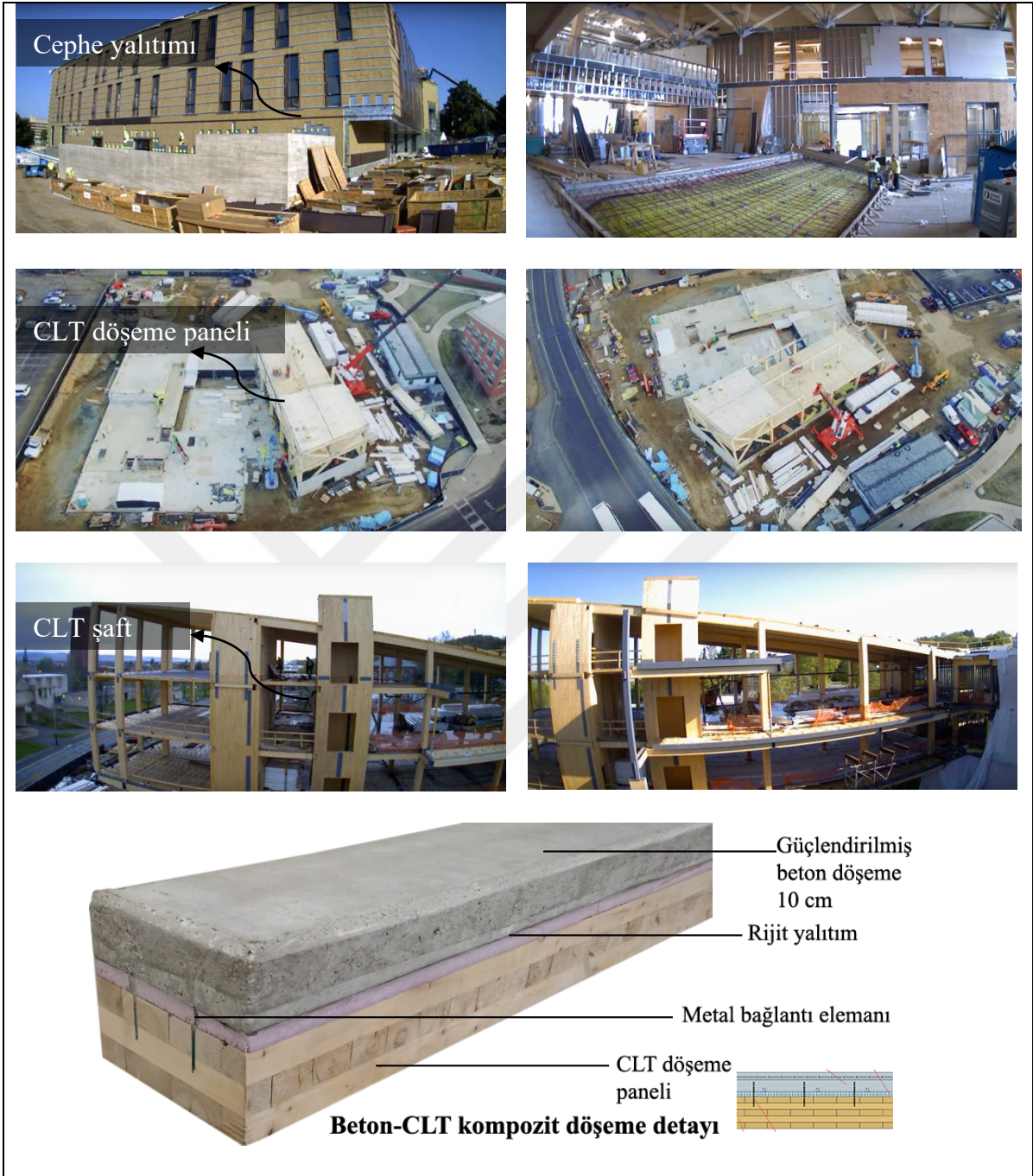
Ek Tablo 2.1.16'nın devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Rijit yün elyaf yalıtım malzemesi
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yağmur perdeli cephe sistemi(rainscreen) meşe panolu • Çatı membran örtüsü
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Şaft duvarının dış kısmında iki adet 1,5 cm X tipi alçı levha ve bir adet 2,54 cm kalınlığında şaft astar kaplaması; 2 saatlik yangın dayanım süresini sağlamıştır.
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • 2,54 cm rigid yalıtım malzemesi kullanımı • 10,16 cm beton döşeme uygulaması


E- YAPIM AŞAMALARI





Ek Tablo 2.1.16'nın devamı



Ek Tablo 2.1.17. Maggie's Oldham Cancer Centre (Trada, 2020; URL-320, 321, 322 ve 323, 2018 ve URL-324, 325, 326, 327, 328 ve 329, 2020)

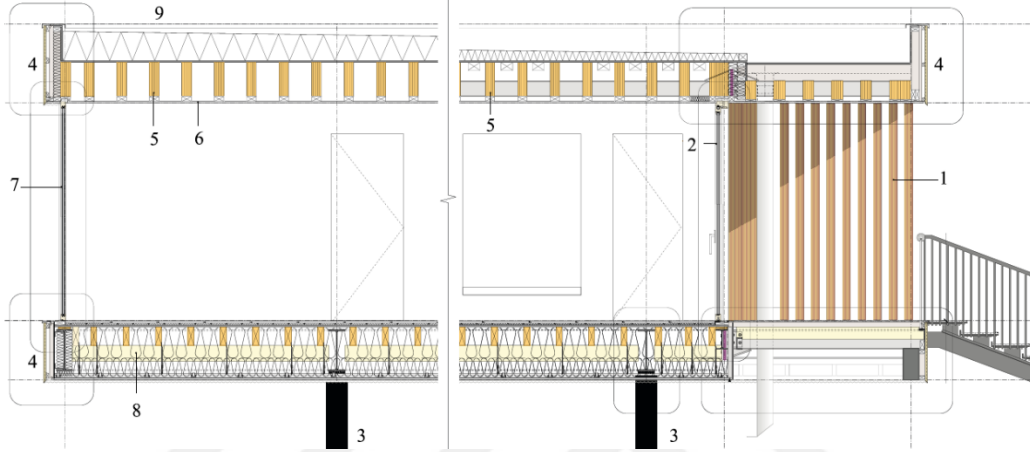
ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
17	Maggie's Oldham Cancer Centre		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	1 sene
Yapım Yeri	Oldham, Birleşik Krallık	Yapı Alanı	260 m ²
Yapı İşlevi	Bakım Merkezi	CLT Üretici	MERK Timber GmbH
Mimari Tasarım	dRMM	Ahşap Mühendis	Blumer Lehmann
			
Maliyet	£2,5 milyon		
Yapı Özelliği	Lale ağacından üretilen CLT yapı elemanının kullanıldığı ilk binadır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 RIBA National Award, Winner • 2018 Health Category, The Plan Awards, Winner • 2018 Building of the Year, RIBA North West Awards, Winner • 2018 Project Architect of the Year, RIBA North West Awards, Winner • 2018 Sustainability Award, RIBA NW Awards, Winner • 2018 RIBA North West Award, Winner • 2018 Healthcare Centre of the Year, Frame Awards, Winner • 2018 Healthcare Project of the Year, Offsite Construction Awards, Winner • 2018 Healthcare Building of the Year, ArchDaily Awards, Shortlisted • 2017 Public Sector Category, Wood Awards, Winner • 2017 Healthcare Project of the Year, Structural Timber Awards, Winner 		

Ek Tablo 2.1.17'nin devamı

Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 Building Project of the Year, NWR Construction Awards, Winner • 2017 Architect of the Year, Structural Timber Awards, Highly Commended • 2017 Project of the Year, Structural Timber Awards, Shortlisted • 2017 Client of the Year, Structural Timber Awards, Shortlisted • 2017 Building of the Year Award, GMCC, Shortlisted 			
Sertifikalar	-			
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 20 adet CLT panel • 27.6 m³ CLT panel 			
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	-		
	Yeşil çatı	Yok		
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Büyük açılır pencereler 		
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yerden ısıtma sistemi kullanımı 		
				
Grafiksel anlatım: Kesit				
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER				
Kat Sayısı	1	Yükseklik	~8,5 m (Bina ~4,5 m)	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓		✓	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Amerikan Lale ağacı, Amerikan ak meşe		
	Yumuşak Ağaç	-		
				

Ek Tablo 2.1.17'nin devamı

Yapı Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	LVL	
	Hibrit Ahşap		Kolon	Çelik	
			Kiriş	LVL	
	Hibrit		Merdiven	-	
	✓		Şaft	CLT	✓



1. Kapalı teras
2. Meşe çerçeve ürgülü Çift cam
3. Kolon
4. Dikey profilli lale ahşap kaplama
5. LVL kiriş
6. Ahşap çıta kaplama
7. Cam pencere
8. Isı yalıtımı

Kesit/Fotoğraf

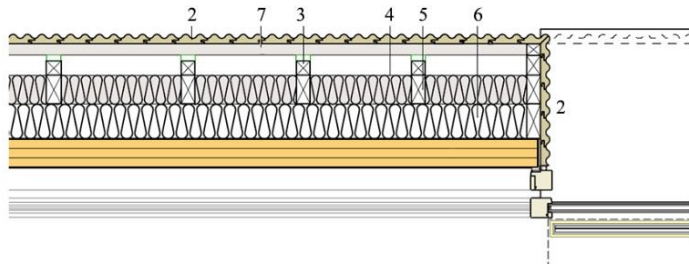
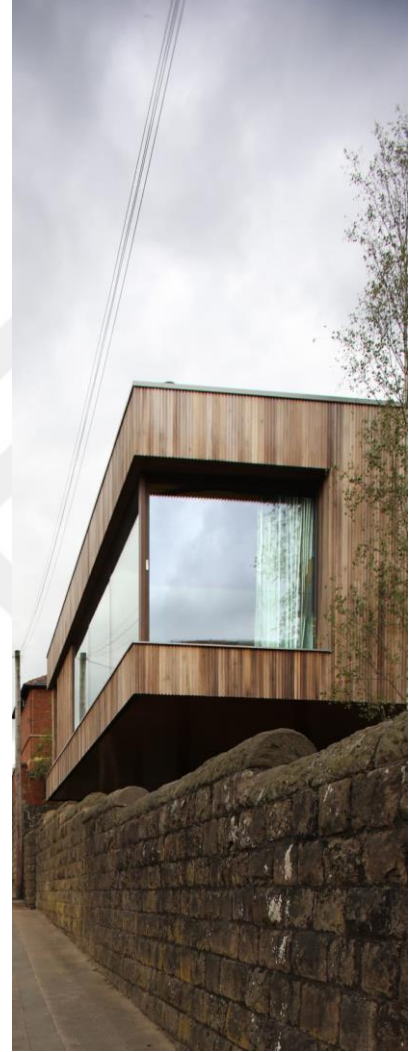
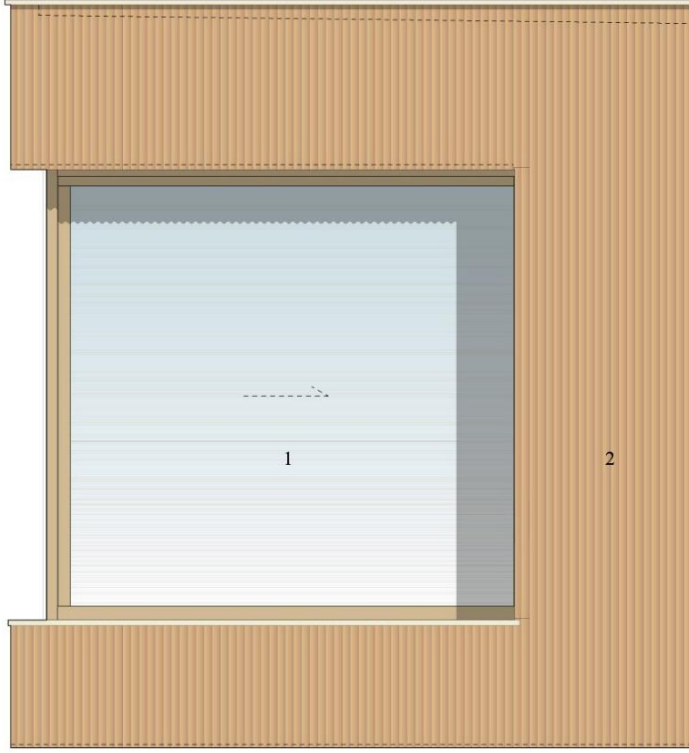
CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	50-1200 cm	Yok	Yok
	Genişlik	293 cm	Yok	Yok
	Kalınlık	10 cm	Yok	Yok
Ahşap Ürünler	CLT, LVL	CLT Katman Sayısı	Duvar	5
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Bileşen		Döşeme	Yok
			Merdiven	Yok



Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.17'nin devamı

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	Bindirmeli bağlantı sistemi



1. Meşe çerçeveli sabit çift cam
2. 100 mm CLT duvar panel
3. 220 mm ahşap fibre yalıtım
4. 100 mm yalıtım-çita arası

5. Havalandırılmalı membran
6. Dikey ahşap çita
7. Yatay ahşap çita

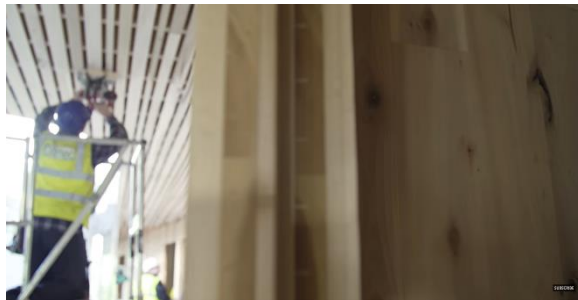
Detay çizim/Fotoğraf: Cephe detayı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtımı	• Duvarda 220 mm ahşap fibre yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Havalandırılmalı membran kullanımı
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	• Duvarda 220 mm ahşap fibre yalıtım uygulaması

Ek Tablo 2.1.17'nin devamı




E- YAPIM AŞAMALARI





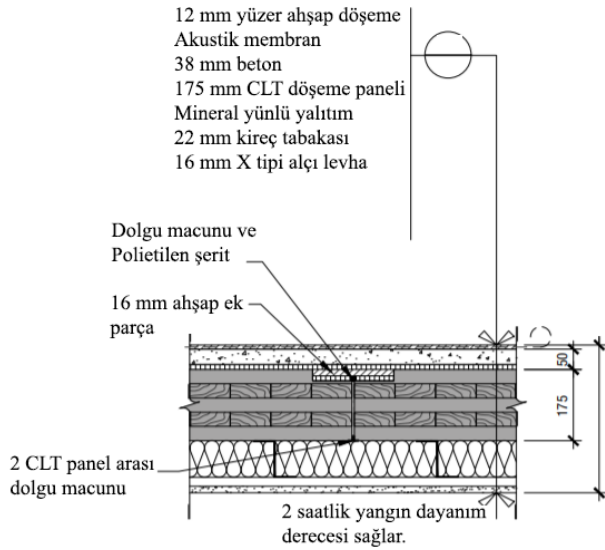
Ek Tablo 2.1.18. Origine (URL-330, 331 ve 332, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
18	Origine		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	4 ay
Yapım Yeri	Quebec City/Kanada	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Konut	CLT Üretici	Nordic Structures
Mimari Tasarım	Yvan Blouin Architect	Ahşap Mühendisi	Nordic
			
Maliyet	£20,09 milyon		
Yapı Özelliği	Doğu Kuzey Amerika'daki en yüksek ahşap binadır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 CECOBOIS Awards of Excellence, Multiresidential Building • 2019 Construct ACQ Award, Non-Regulated Residential Project - Eastern Quebec 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • LEED-NC Silver 		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 3,111 m³ ahşap 		

Ek Tablo 2.1.18'in devamı

Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	2,295 ton			
	Yeşil çatı	Yok			
	Pasif enerji kazanım	-			
	Mekanik enerji kazanımı	-			
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
					
Grafiksel anlatım: Strüktürel gösterim					
Kat Sayısı	13	Yükseklik	40,9 m		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer	
			✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-			
	Yumuşak Ağaç	Ladin			
 					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT ve B.A.	✓
			Döşeme	CLT ve B.A.	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
			Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	-	
	✓		Şaft	CLT	✓

Ek Tablo 2.1.18'in devamı

				
Kesit/Fotoğraf				
CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	900 cm	1950 cm	-
	Genişlik	240 cm	240 cm	-
	Kalınlık	17,5/29,1 cm	17,5 cm	13,1 cm
Ahşap Ürünler		CLT, GLT		
Ahşap Strüktür Formu		Panel, Çubuk	CLT Katman Sayısı	Duvar
				Döşeme
			Merdiven	3/5/7/9
				5
				-
				
Plan/Fotoğraf				
CLT Birleşim Elemanı		Vida, Köşebent		
CLT Bağlantı Türü		Ek parçalı bağlantı sistemi		
				
Detay çizim/Fotoğraf				

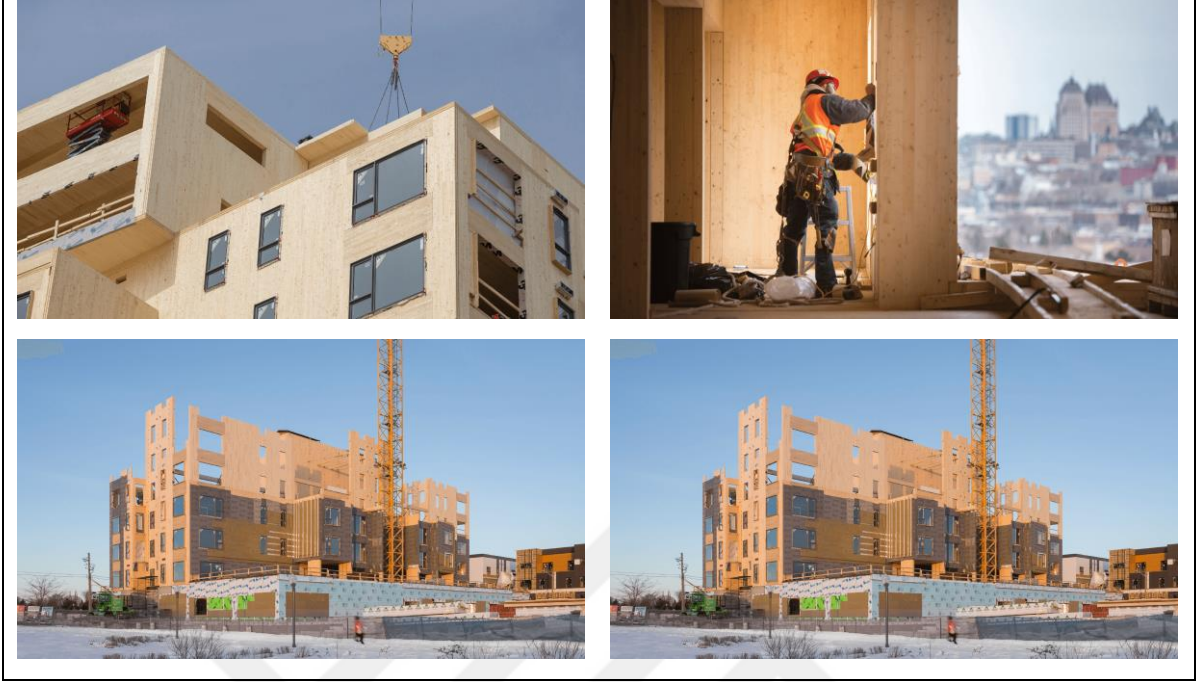
Ek Tablo 2.1.18'in devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> Döşemede mineral yünlü yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> Elastomerik membran uygulaması Dolgu macunu uygulaması
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> 16 mm Tip X alçı panel uygulaması
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> Yüzer döşeme uygulaması Döşemede akustik membran uygulaması CLT panel üstü 38 mm beton uygulaması


E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.18'in devamı



Ek Tablo 2.1.19. Albina Yard (Taylor, 2020 ve URL-333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343 ve 344, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
19	Albina Yard		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2016	Yapım Süresi	4 hafta (strüktür)
Yapım Yeri	Portland, Oregon/ABD	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Ofis	CLT Üretici	D.R. Johnson Lumber Co.
Mimari Tasarım	LEVER Architecture	Ahşap Mühendisi	RWT+ZT GmbH
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	Amerika Birleşik Devletleri'nde yurt içinde üretilen çapraz lamine ahşaptan (CLT) yapılmış ilk binadır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • Architect's Newspaper, Best of Design Award for Office and Retail • AIA Portland, Citation Award • Chicago Athenaeum American Architecture Awards • WoodWorks, Best Multi-Story Commercial Design • Oregon Daily Journal of Commerce, Top Projects • SEAQ, 2016 Excellence in Structural Engineering Awards – New Buildings under \$10M 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 19.550 m² ve 161,000 adet ahşap • 80-85 CLT panel 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	295 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.19'un devamı



Grafiksel anlatım: 3 boyutlu gösterimi


C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	4	Yükseklik	~14 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Douglas köknar		



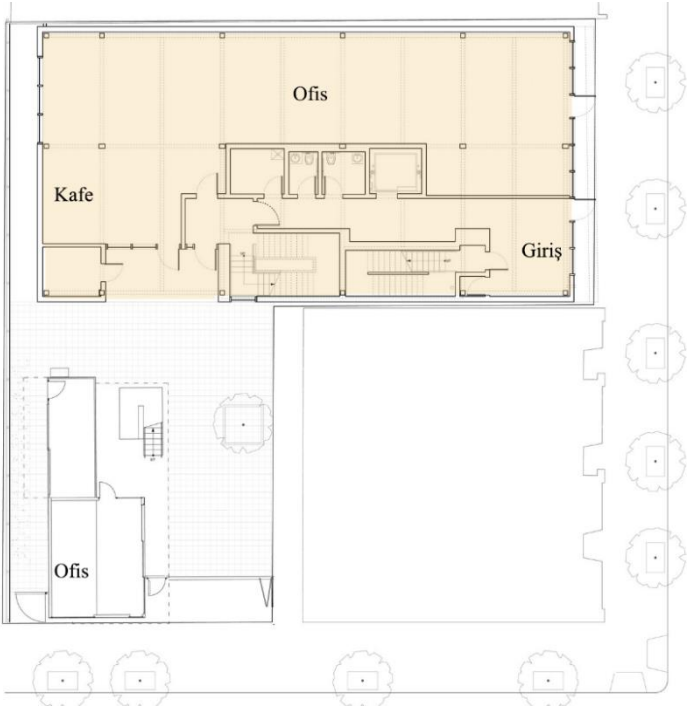
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	-	
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	CLT	✓

Ek Tablo 2.1.19'un devamı



Kesit/Fotoğraf

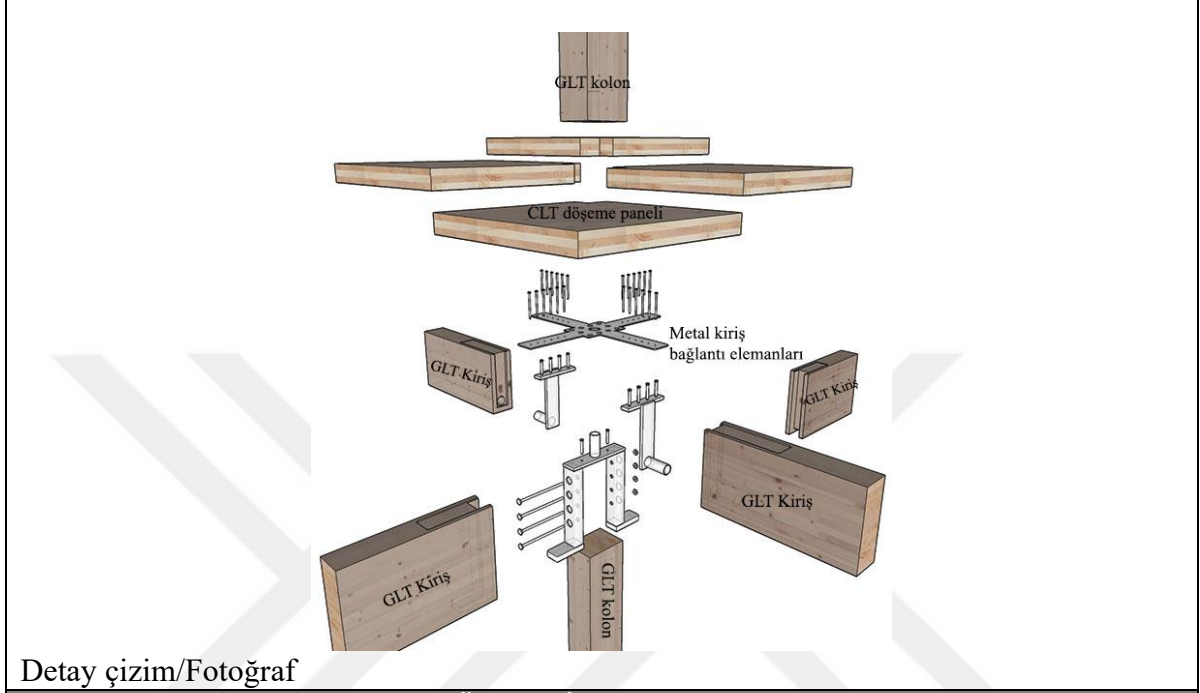
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi	
	Uzunluk	-	731 cm		-	
	Genişlik	-	304 cm		-	
	Kalınlık	-	10,16 cm		-	
Ahşap Ürünler		CLT, GLT		CLT	Duvar	Yok
Ahşap Strüktür Formu		Panel, Çubuk		Katman Sayısı	Döşeme	3
					Merdiven	3



Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.19'un devamı

CLT Birleşim Elemanı	Metal plaka, kiriş askısı, vida
CLT Bağlantı Türü	Ek parça bağlantı sistemi



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtım	-
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Metal eleman yüzeylerine toz boya uygulaması
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Sprinkler sistemi kullanımı • Duvarda alçı beton kullanımı
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Akustik sönmüleyici malzeme kullanımı

E- YAPIM AŞAMALARI

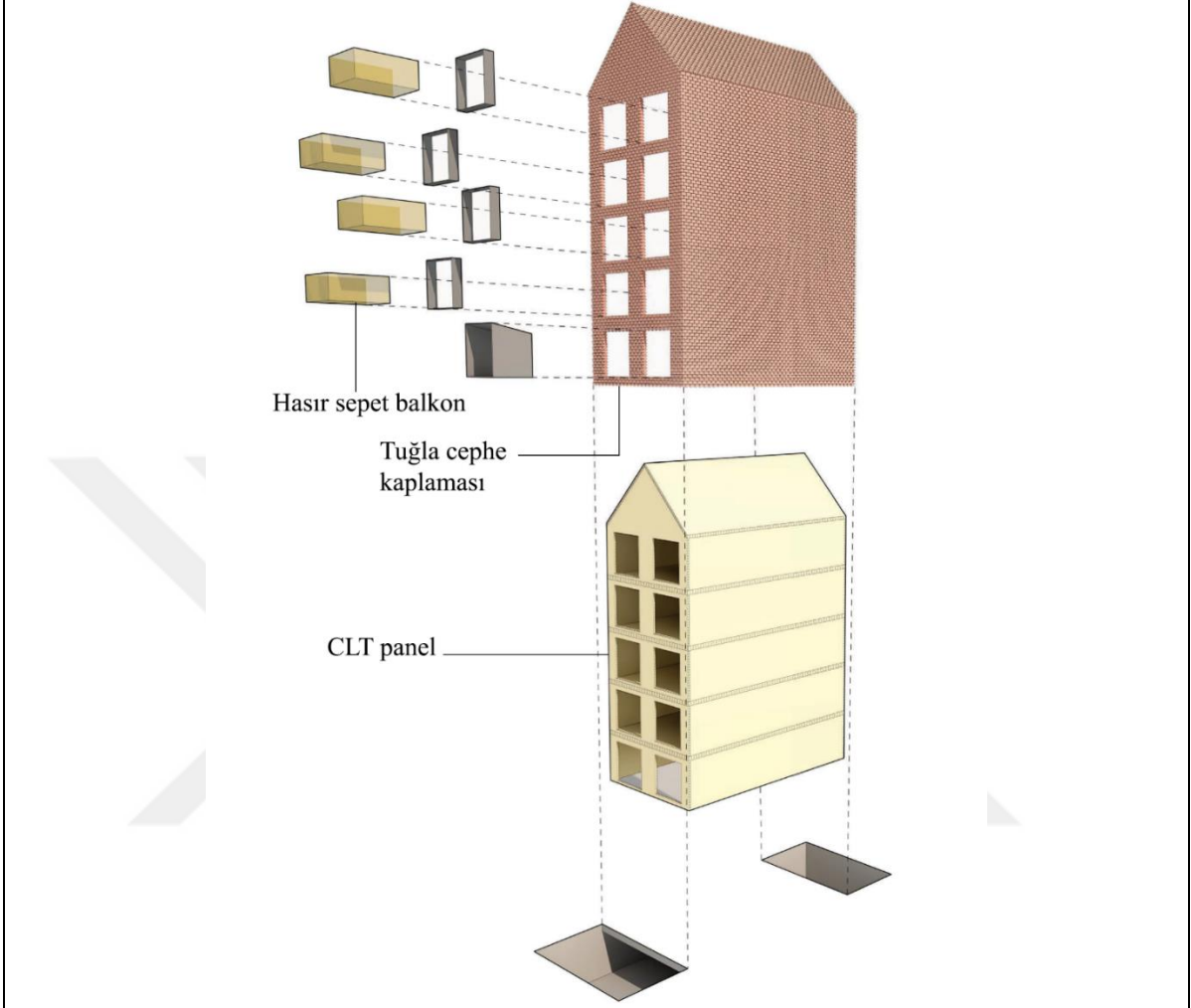
Ek Tablo 2.1.19'un devamı



Ek Tablo 2.1.20. Barretts Grove (Mollard, 2020 ve URL-345, 346, 347, 348 ve 349, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
20	Barretts Grove		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2016	Yapım Süresi	10 gün (Strüktür)
Yapım Yeri	Londra/İngiltere	Yapı Alanı	635 m ²
Yapı İşlevi	Konut	CLT Üretici	Egoin
Mimari Tasarım	Âmin Taha + Groupwork	Ahşap Mühendisi	Webb Yates
			
Maliyet	£1,27 milyon		
Yapı Özelliği	Hasırdan binaya balkon yapılmıştır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> RIBA London Award 2017 and RIBA National Award 2017 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	-		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	~10,670 kg (yıllık)	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	Yerden ısıtma sistemi	

Ek Tablo 2.1.20'nin devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

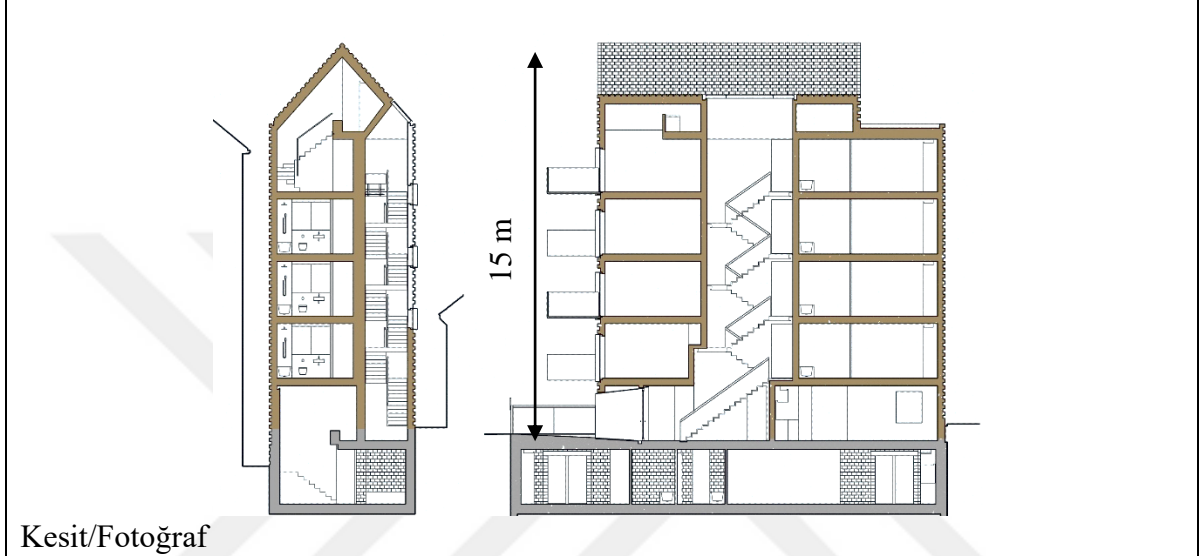
Grafiksel anlatım: Strüktürel gösterim

Kat Sayısı	6+1	Yükseklik	15 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Ladin		



Ek Tablo 2.1.20'nin devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	CLT	✓



Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	1100 cm	600 cm	-
	Genişlik	240 cm	-	-
	Kalınlık	11 cm	21 cm	11 cm
Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	3
Ahşap Strüktür Formu	Panel		Döşeme	5
			Merdiven	3



Plan/Fotoğraf

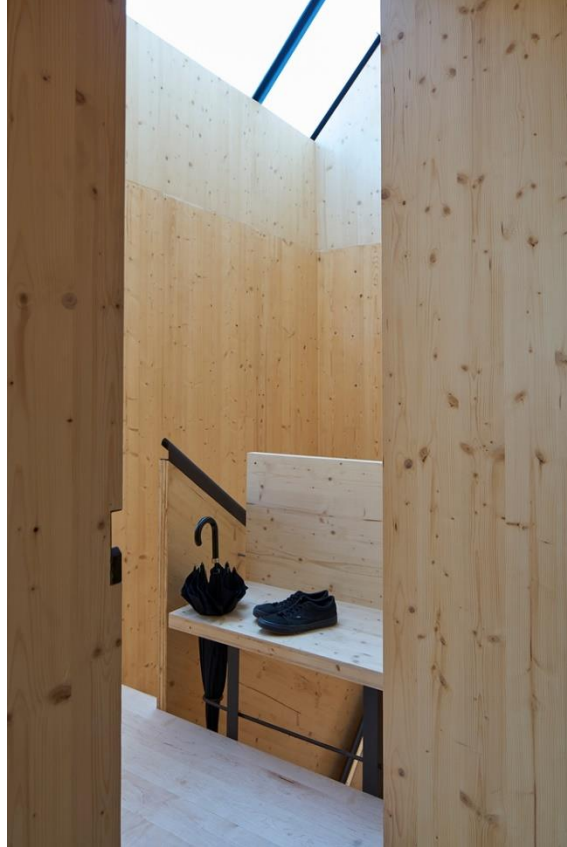
Ek Tablo 2.1.20'nin devamı

CLT Birleşim Elemanı	Vida
CLT Bağlantı Türü	-
Detay çizim/Fotoğraf	

Ek Tablo 2.1.20'nin devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	• Duvar ve döşemede yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Çatı döşemesinde membran uygulaması
Yangın Dayanımı	• Döşemede 10 ve 20 mm alçı panel uygulaması
Akustik Yalıtım	• Yüzer döşeme uygulaması • Döşemede 10 mm akustik yalıtım kullanımı

E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.20'nin devamı

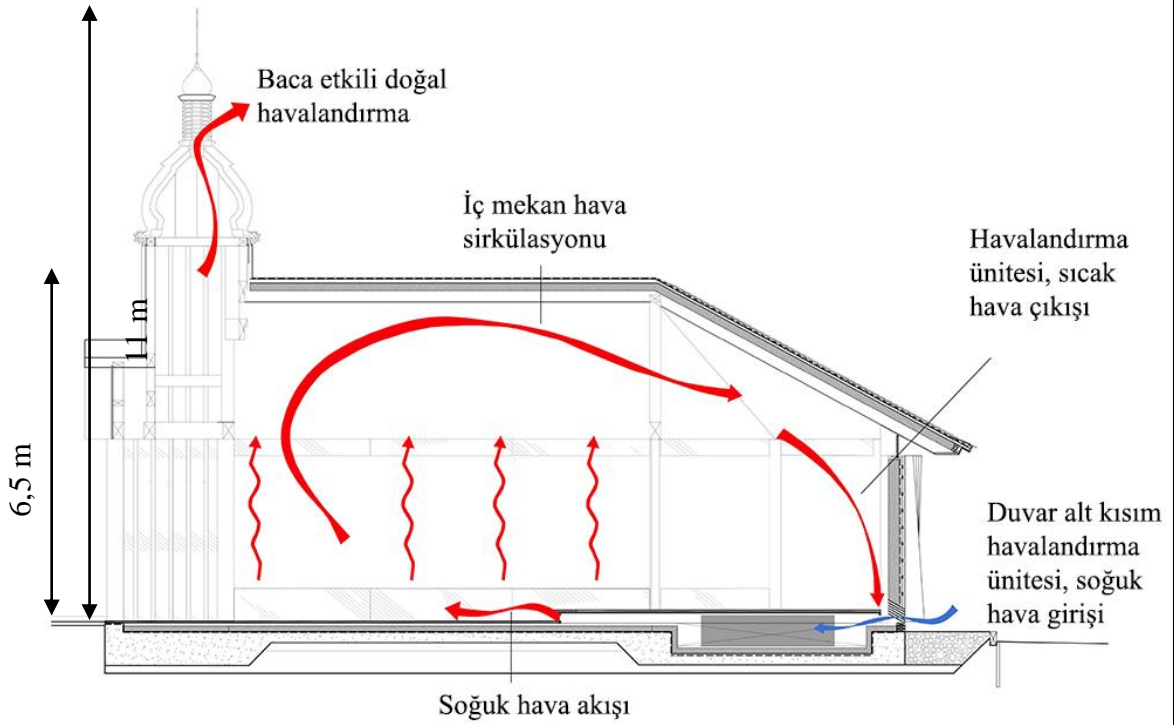


Ek Tablo 2.1.21. Belarusian Memorial Chapel (Trada, 2018; URL-350, 351, 352, 353, 354, 355, 2018 ve URL-356, 357, 358, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
21	Belarusian Memorial Chapel		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2016	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Londra/İngiltere	Yapı Alanı	75 m ²
Yapı İşlevi	Şapel	CLT Üretici	Egoin UK
Mimari Tasarım	Spheron Architects	Ahşap Mühendis	Timberwright Ltd
			
Maliyet	£364.000		
Yapı Özelliği	1666 da çıkan yangından sonra Londra'da inşa edilen ilk ahşap binadır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 World Architecture Festival Award • 2017 Wood Awards, Small Project, Highly Commended • 2017 RIBA London Award, Winner • 2017 New London Awards; People's choice, Winner • 2017 National Churches Trust Awards, • 2017 Structural Timber Awards, Finalist • Young Church Architect, Tszwai So, Winner 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	-		

Ek Tablo 2.1.21'in devamı

Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	-
	Yeşil çatı	Yok
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Baca etkili havalandırma • Duvar altı havalandırma ünitesi
	Mekanik enerji kazanımı	-



Grafiksel anlatım: Pasif enerji kazanım kesiti

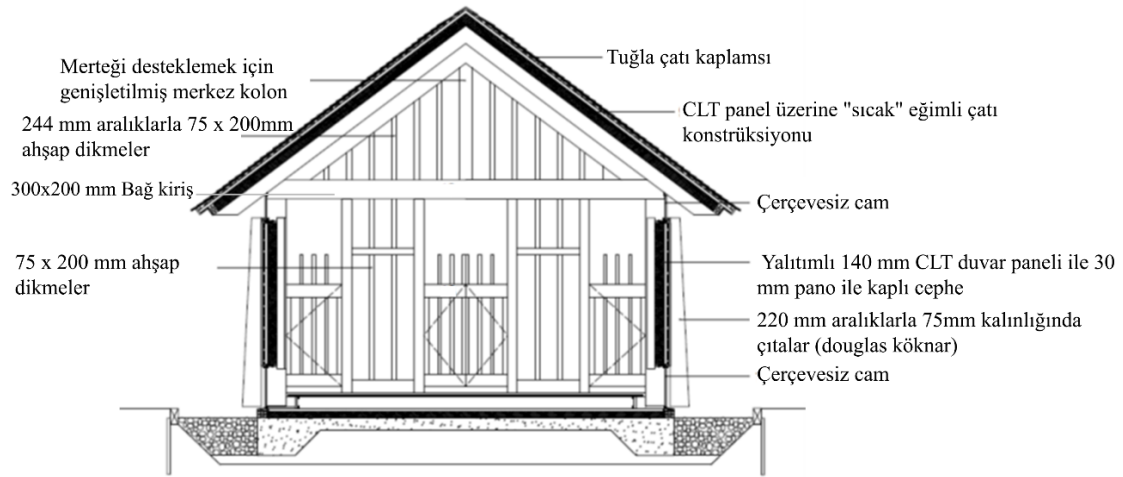
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	1	Yükseklik	~6,5 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Radiata çamı, Kanada Batı Kırmızı Sedir, Douglas köknar		



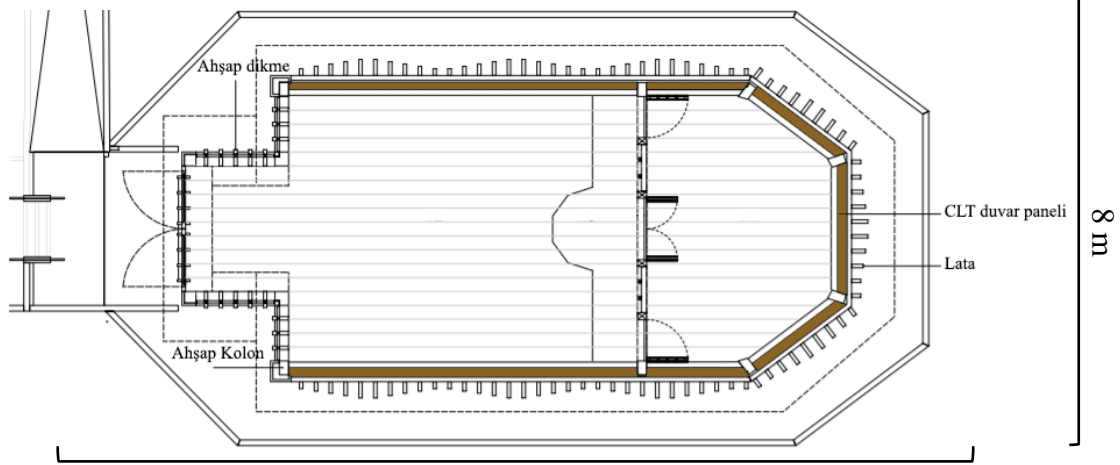
Ek Tablo 2.1.21'in devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Ahşap	
	✓		Kiriş	Ahşap	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
			Şaft	Yok	



Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	~730 cm
	Genişlik	~250 cm	-	-	-
Kalınlık	14 cm	-	-	20 cm	
Ahşap Ürünler	CLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	3/5
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	5/7
				Merdiven	Yok

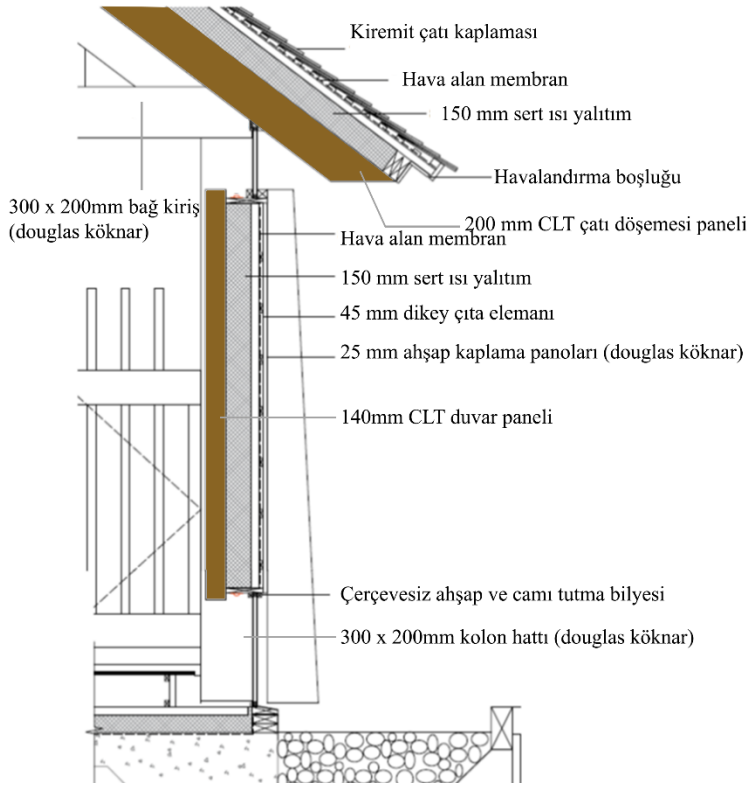


Plan/Fotoğraf

15,7 m

Ek Tablo 2.1.21'in devamı

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	Lamba-zıvana bağlantı sistemi



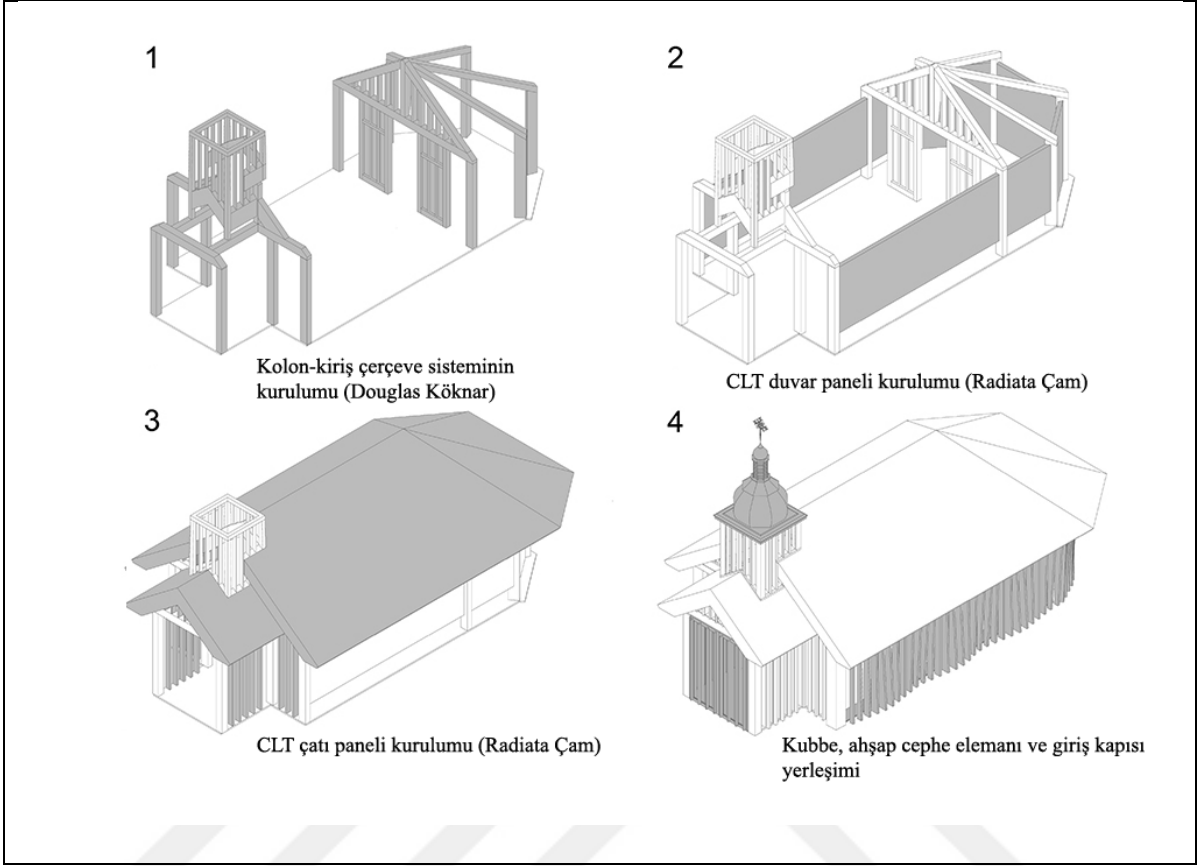
Detay çizim/Fotoğraf: Duvar-Çatı döşemesi detayı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtımı	• Duvarda ve döşemde 150 mm rijit yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Çatı panelinde hava alan membran uygulaması
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI

Ek Tablo 2.1.21'in devamı



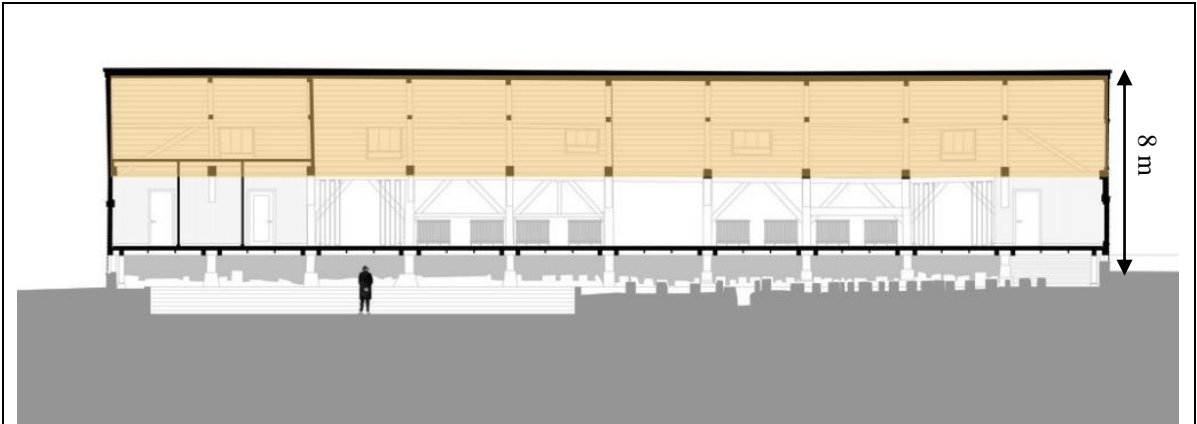
Ek Tablo 2.1.22. Command of the Oceans (Trada, 2020 ve URL-359, 360, 361, 362 ve 363, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
22	Command of the Oceans		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2016	Yapım Süresi	23 ay
Yapım Yeri	Birleşik Krallık	Yapı Alanı	2,750 m ²
Yapı İşlevi	Galeri	CLT Üretici	egoin
Mimari Tasarım	Baynes and Mitchell Architects	Ahşap Mühendisi	Price & Myers
			
Maliyet	£8,13 milyon		
Yapı Özelliği	Kullanılan tüm ahşap, ahşap yapıştırmak için kullanılan formaldehit içermeyen yapıştırıcılar ile PEFC ve FSC sertifikalıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 RICS South East Project of the Year • 2018 RICS South East Tourism and Leisure, Winner • 2018 RICS South East Building Conservation, Highly Commended • 2017 RIBA Stirling Prize shortlist • 2017 RIBA South East Building of the year • 2017 RIBA South East Conservation Award • 2017 RIBA South East Award • 2017 Wood Awards, Highly Commended, Commercial and Leisure category • 2017 Civic Trust Award • 2017 Kent Design and Development, Conservation Award • 2017 Medway Design and Regeneration Award Restoration Conservation 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	• 63 m ³		

Ek Tablo 2.1.22'nin devamı

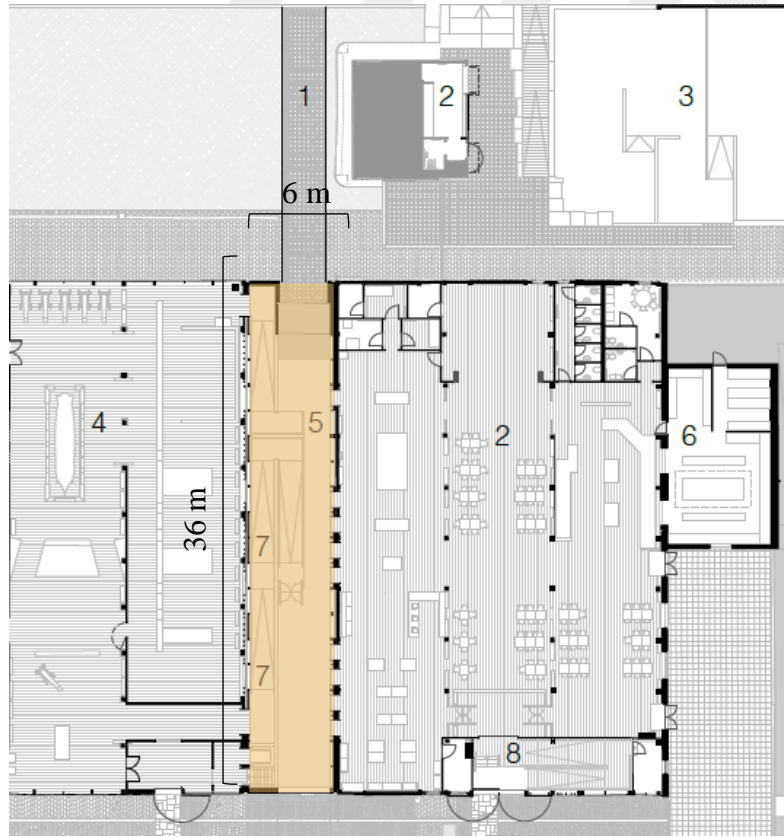
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	62 ton		
	Yeşil çatı	Yok		
	Pasif enerji kazanım	-		
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> 20kWp PV solar sistem kullanımı 		
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER				
				
<p>1. Kafe 2. Galeri 3. Yeni eklenen bina 4. Rampa 5. Sergi alanı</p>				
Grafiksel anlatım: Strüktürel gösterim				
Kat Sayısı	1	Yükseklik	~8 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Yok		
	Yumuşak Ağaç	Akağaç ladini, Douglas köknarı		
				
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	Ahşap
			Döşeme	CLT
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT
	✓		Kiriş	GLT
	Hibrit		Merdiven	Yok
			Şaft	Yok
			✓	

Ek Tablo 2.1.22'nin devamı



Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı Döşemesi
	Uzunluk	Yok	Yok	Yok	-
	Genişlik	Yok	Yok	Yok	-
	Kalınlık	Yok	Yok	Yok	6 cm
Ahşap Ürünler		CLT, GLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	3
Ahşap Strüktür Formu		Panel, Çubuk		Döşeme	-
				Merdiven	Yok

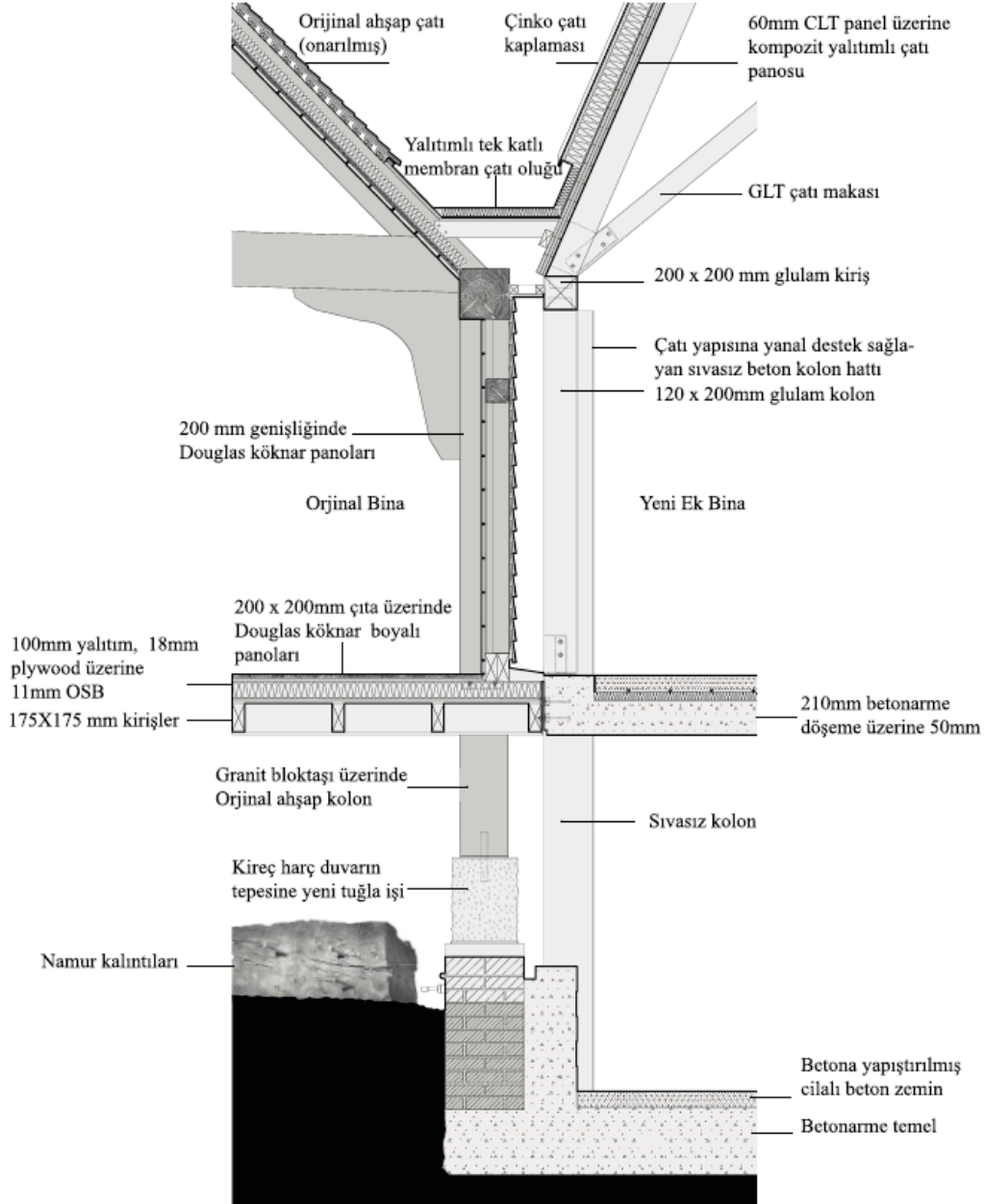


1. Giriş
2. Kafe
3. Oyun alanı
4. Sergi alanı
5. Yeni ek bina
6. Mutfak
7. Rampa
8. Market
9. Galeri

Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.22'nin devamı

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-



Detay çizim/Fotoğraf: Cephe detayı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtımı	• Yalıtımlı kompozit panel kullanımı
Su ve Nem Yalıtımı	• Ahşap yüzeyine mum yağı uygulaması
Yangın Dayanımı	• Ahşap yüzeyine alev geciktirici işlem uygulanması
Akustik Yalıtım	-

Ek Tablo 2.1.22'nin devamı

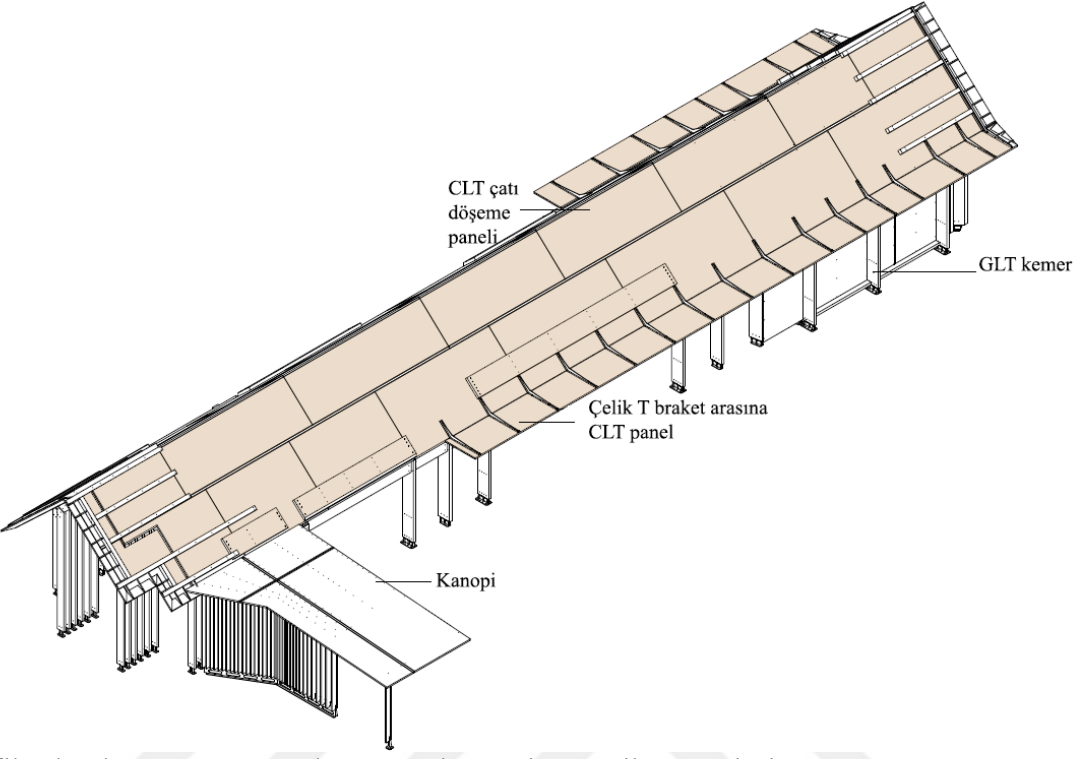

E- YAPIM AŞAMALARI



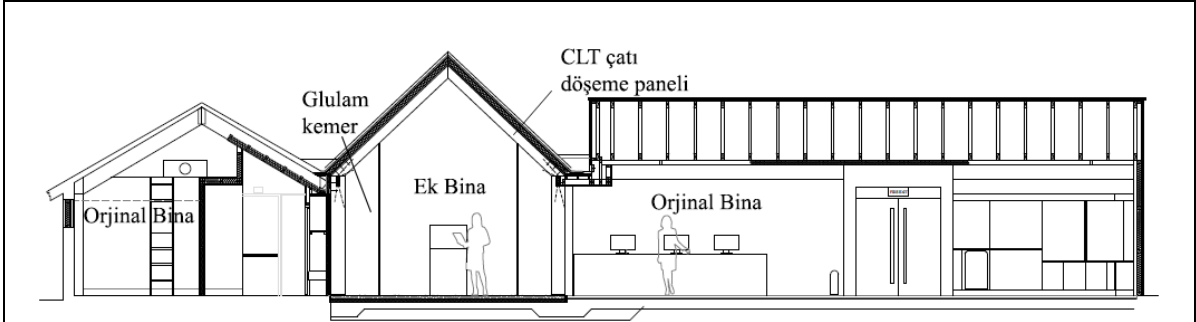
Ek Tablo 2.1.23. Rievaulx Abbey Visitor Centre (Trada, 2020 ve URL-364, 365, 366, 367, 368, 369 ve 370, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
23	Rievaulx Abbey Visitor Centre		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2016	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Helmsley, İngiltere	Yapı Alanı	~200 m ²
Yapı İşlevi	Ziyaret merkezi ve Müze	CLT Üretici	Cowley Timber & Partners
Mimari Tasarım	Simpson & Brown Architects	Ahşap Mühendis	Dosser Group
			
Maliyet	£1,2 milyon		
Yapı Özelliği	Ek bina özelliğine sahiptir.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 Wood Awards Commercial & Leisure Winner • 2017 RIBA Yorkshire Award, Winner 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 136 m³ ahşap 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	43.02 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı saçağı 	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.23'ün devamı

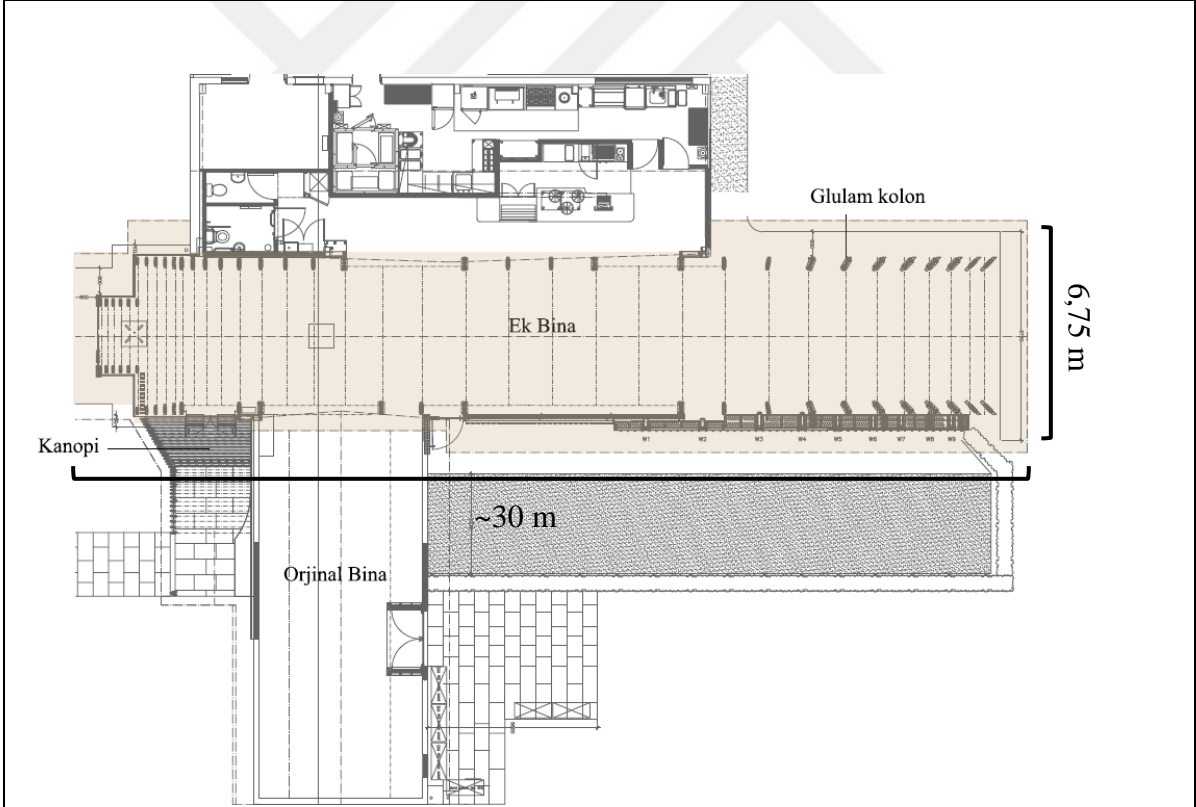
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
					
Grafiksel anlatım: CLT panel ve GLT kemer isometrik gösterimi					
Kat Sayısı	1	Yükseklik	-		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer	
		✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓				
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-			
	Yumuşak Ağaç	İskandinav ladini			
					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	-	
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
			Şaft	Yok	

Ek Tablo 2.1.23'ün devamı



Kesit/Fotoğraf

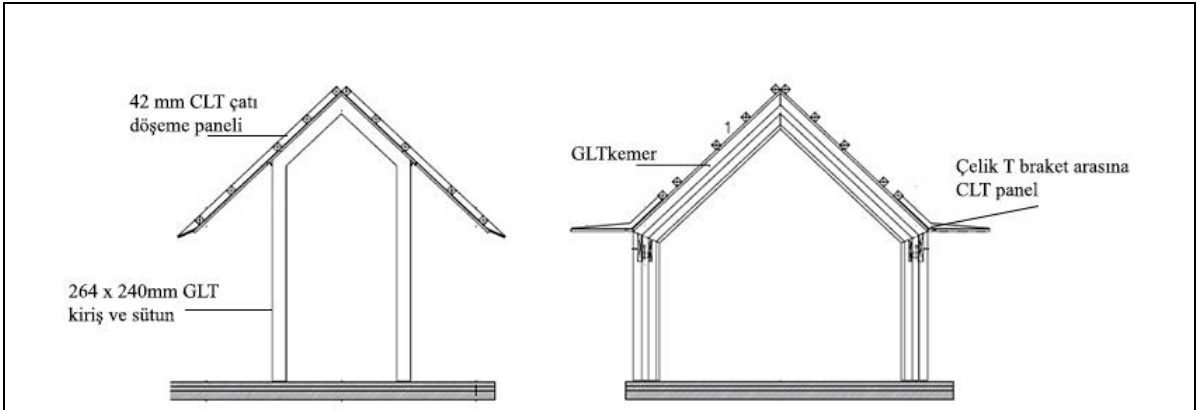
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	Yok		~360 cm
	Genişlik	-	Yok		-
Kalınlık	-	Yok		4,2 cm	
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	Yok
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	-
				Merdiven	Yok



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.23'ün devamı



Detay çizim/Fotoğraf: Strüktür detayı


D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtımı	-
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yalıtımlı çinko levha çatı kaplaması
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Organik linolyum zemin kaplama
Akustik Yalıtım	-





E- YAPIM AŞAMALARI



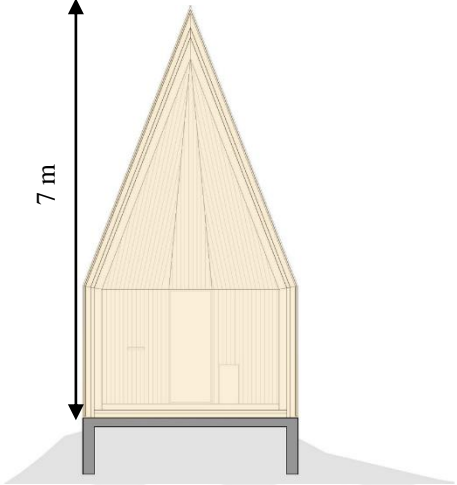
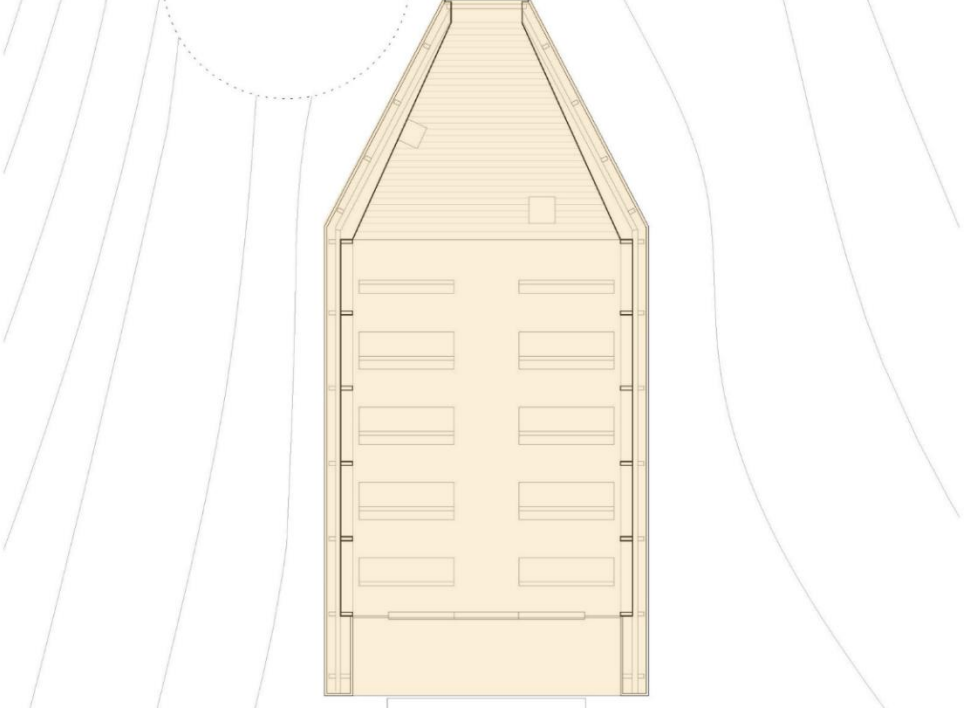
Ek Tablo 2.1.24. Salgenreute Chapel (URL-371, 372, 373, 374 ve 375, 2019 ve URL-376, 377, 378, 379, 380 ve 381, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
24	Salgenreute Chapel		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2016	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Krumbach, Avusturya	Yapı Alanı	40 m ²
Yapı İşlevi	Şapel	CLT Üretici	Structurlam
Mimari Tasarım	Bernardo Bader	Ahşap Mühendisi	merz kley partner ZT GmbH
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	-		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 BIG SEE Awards • 2017 International Piranesi Award • 2017 Chicago Athenaeum - Uluslararası Mimarlık Ödülü • 2017 Austrian Builder-Owner Award – Excellent Environments • 2017 Piranesi Award • 2017 ZV Bauherrenpreis • Gold Award in the Europe-wide Best Architects 18 competition best architects award 18 		
Sertifikalar	Yok		
Ahşap Miktarı	-		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	Yok	

Ek Tablo 2.1.24'ün devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
					
Grafiksel anlatım: Maket					
Kat Sayısı	1	Yükseklik	~7 m		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer	
		✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓				
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-			
	Yumuşak Ağaç	Gümüş köknar, Karaçam			
					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Ahşap	
	✓		Kiriş	Ahşap	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
			Şaft	Yok	

Ek Tablo 2.1.24'ün devamı

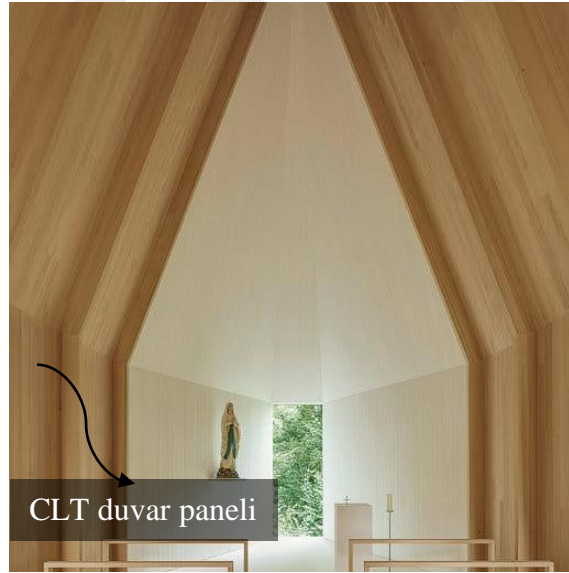
					
Kesit/Fotoğraf					
CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi	
	Uzunluk	-	-	-	
	Genişlik	-	-	-	
	Kalınlık	-	-	7,8 cm	
Ahşap Ürünler		CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu		Panel		Döşeme	-
				Merdiven	Yok
					
Plan/Fotoğraf					

Ek Tablo 2.1.24'ün devamı


CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-
<p>7 mm karaçam çatı örtüsü 3 cm ahşap plaka 10 cm hava boşluğu Rüzgar geçirmez örtü 7,8 cm CLT çatı döşeme</p> <p>3 cm döşeme kaplaması Yükseltilmiş döşeme 20 cm EPS ısı yalıtımı 10 cm EPS ısı yalıtımı 25 cm beton döşeme</p>	
Detay çizim/Fotoğraf	
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Duvar ve döşemede 100 ve 200 mm EPS yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı panelinde rüzgar geçirmez membran uygulaması • Beton zemin döşemesi • 100 mm hava boşluğu • Yükseltilmiş döşeme sistemi
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Yükseltilmiş döşeme uygulaması

Ek Tablo 2.1.24'ün devamı

E- YAPIM AŞAMALARI

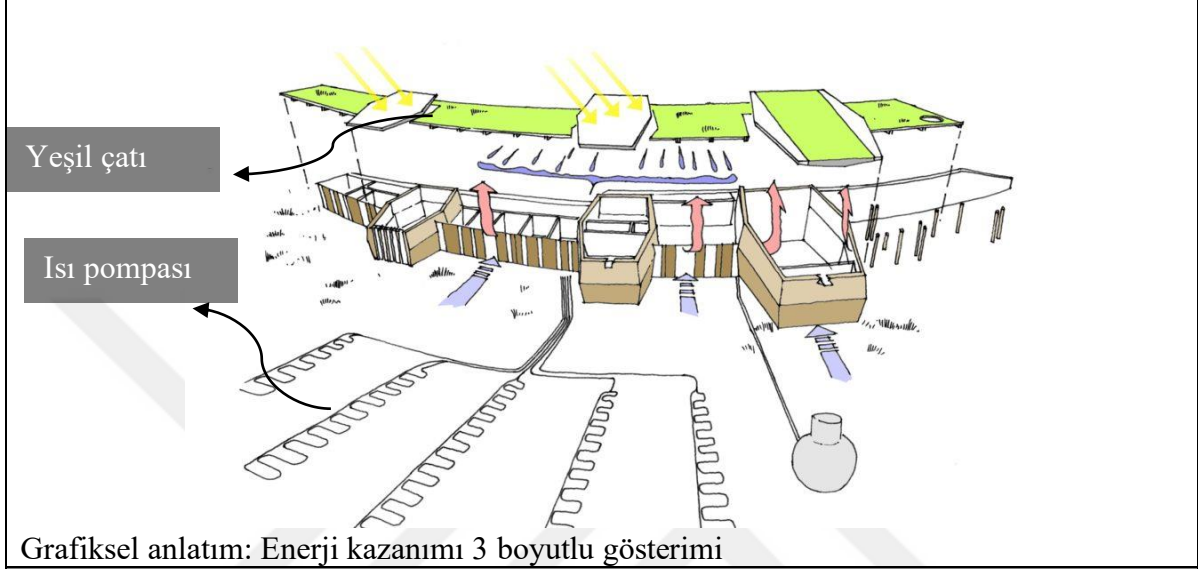


Ek Tablo 2.1.25. Sunbeams Music Centre (Trada, 2020; URL-382, 383, 384 ve 385, 2019 ve URL-386, 387 ve 388, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
25	Sunbeams Music Centre		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2017	Yapım Süresi	~1 yıl
Yapım Yeri	Penrith, Büyük Britanya	Yapı Alanı	600 m ²
Yapı İşlevi	Eğitim merkezi	CLT Üretici	Metsä Wood
Mimari Tasarım	MawsonKerr Architects	Ahşap Mühendisi	JS Engineering Design
			
Maliyet	£2 milyon		
Yapı Özelliği	Bütün kullanılan ahşap malzemeler FSC kaynaklıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 RICS Awards, North West - project of the year • 2017 AJ Architecture Awards - Health and Wellbeing Project of the year • 2017 LABC Awards, North - Best Small Commercial Project • 2017 Structural Timber Awards • Architects Journal Awards - Healthcare and Wellbeing Project of the Year • Civic Trust Awards - commended • RIBA MacEwen Award –Shortlisted • Civic Trust - Selwyn Goldsmith for Accessibility Shortlisted • Civic Trust - Civic Trust Commendation • Buildings Awards - Small Project of the Year finalist • Offsite Awards - Healthcare Project of the Year Shortlisted • Offsite Awards - Best Use of Timber Technology Shortlisted 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	-		

Ek Tablo 2.1.25'in devamı

Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	-
	Yeşil çatı	Var
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı penceresi
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Isı Pompası • Fotovoltaik Panel



Grafiksel anlatım: Enerji kazanımı 3 boyutlu gösterimi

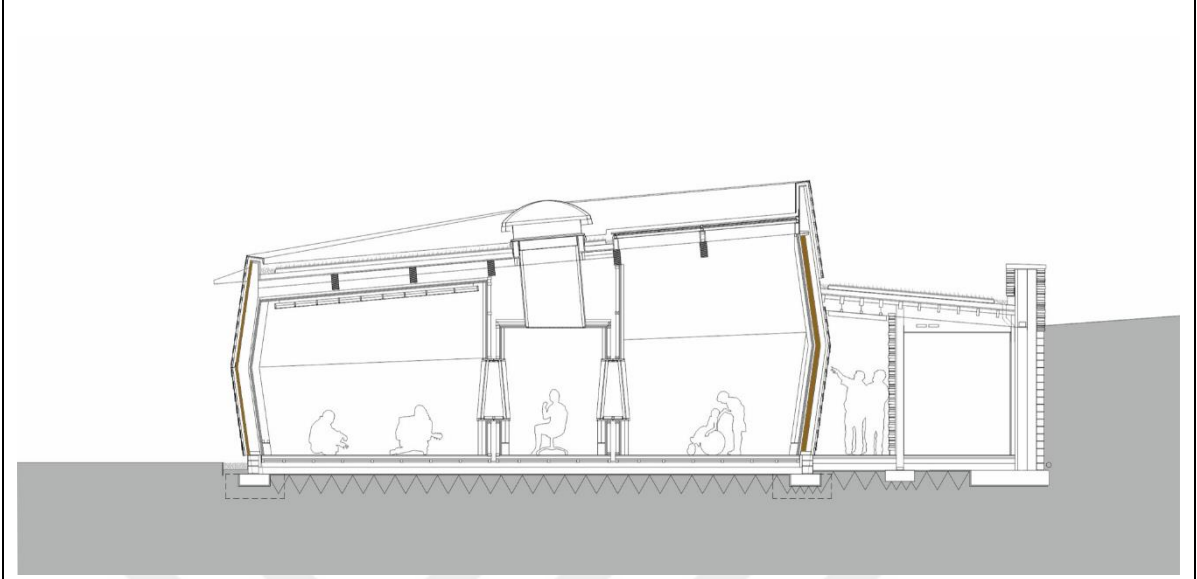
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	1	Yükseklik	-	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓		✓	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Huş ve meşe ağacı		
	Yumuşak Ağaç	Sibirya karaçamı, Avrupa beyaz çamı Kanada batı kırmızı sedir		



Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	-	
	Hibrit Ahşap		Kolon	Çelik	
			Kiriş	Çelik	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
✓		Şaft	Yok		

Ek Tablo 2.1.25'in devamı



Kesit/Fotoğraf

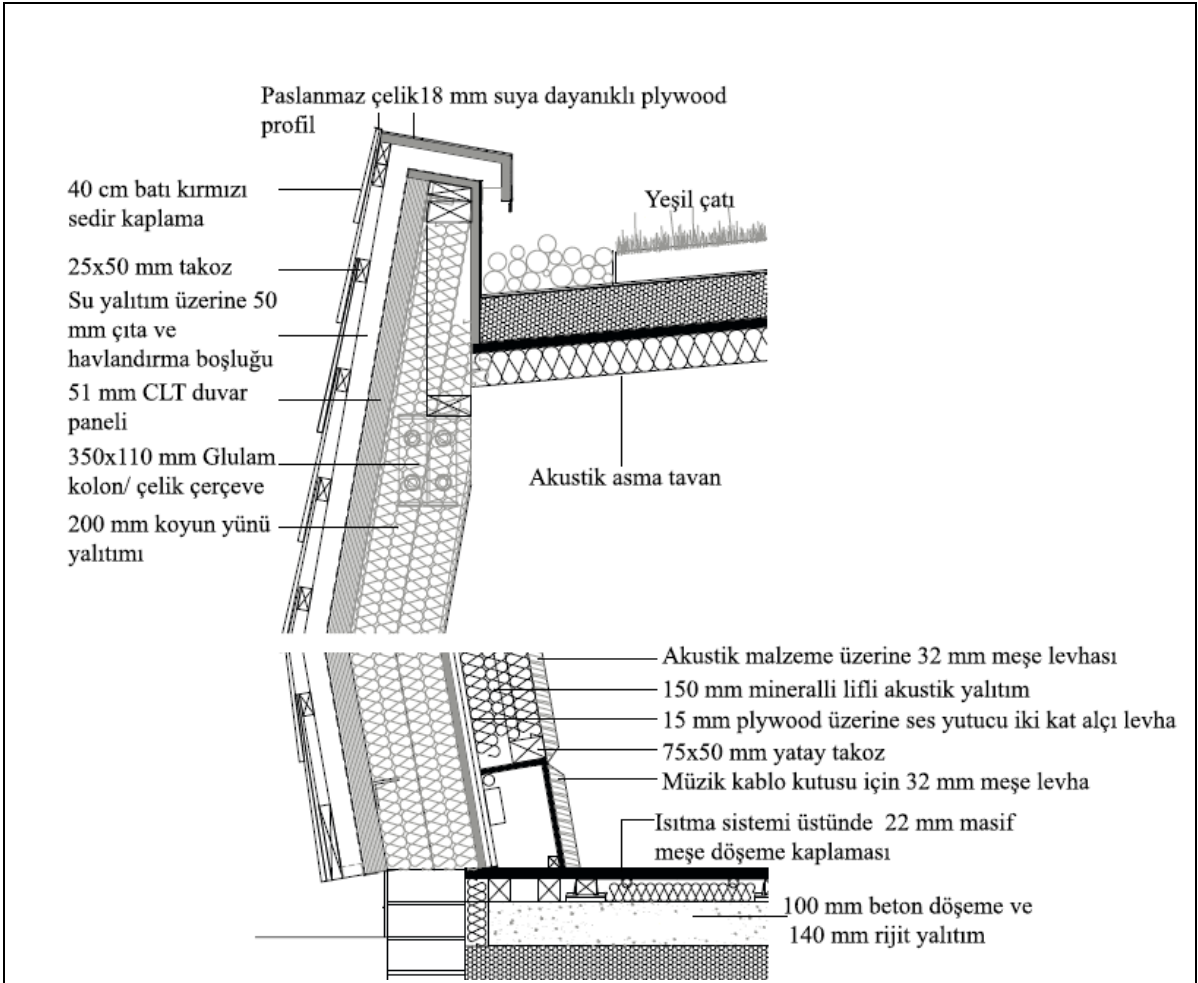
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı Döşemesi	
	Uzunluk	960 cm	Yok		Yok	
	Genişlik	180/250 cm	Yok		Yok	
	Kalınlık	5-6,9 cm	Yok		Yok	
Ahşap Ürünler		CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	-	
Ahşap Strüktür Formu		Panel		Döşeme	5	
				Merdiven	Yok	



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.25'in devamı



Detay çizim/Fotoğraf: Cephe detayı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtımı	• Duvarda 200 mm koyun yünü yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	• Yangın geciktirici solüsyonu
Akustik Yalıtım	• Çift kat alçı panel uygulaması • 150 mm mineral lifli akustik malzeme • Asma tavan

E- YAPIM AŞAMALARI

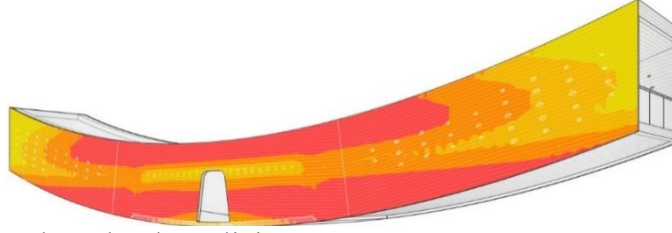
Ek Tablo 2.1.25'in devamı



Ek Tablo 2.1.26. The Smile London (URL-389 ve 390, 2018 ve URL-391, 392, 393, 394, 395 ve 396, 2020)

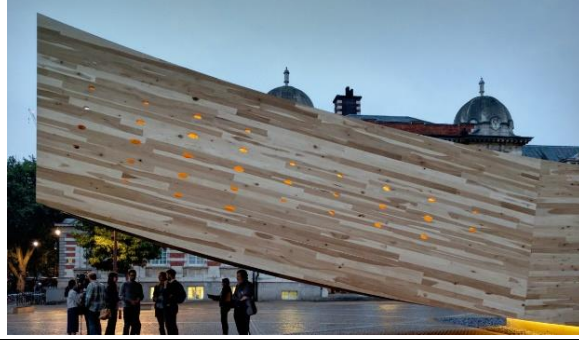
ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
26	The Smile London		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2016	Yapım Süresi	3 sene
Yapım Yeri	Londra	Yapı Alanı	~153m ²
Yapı İşlevi	Pavyon	CLT Üretici	MERK Timber GmbH, Züblin Timber
Mimari Tasarım	Alison Brooks Architects	Ahşap Mühendis	ARUP
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	Bütün yapı elemanları lale ağacından yapılmıştır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 Small Architecture • 2017 Pavilions Wood Awards • 2017 Structural Award • Shortlisted: Wood Awards • Architizer A+ Awards 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 12 adet CLT panel 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	71.6 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	Yok	

Ek Tablo 2.1.26'nın devamı

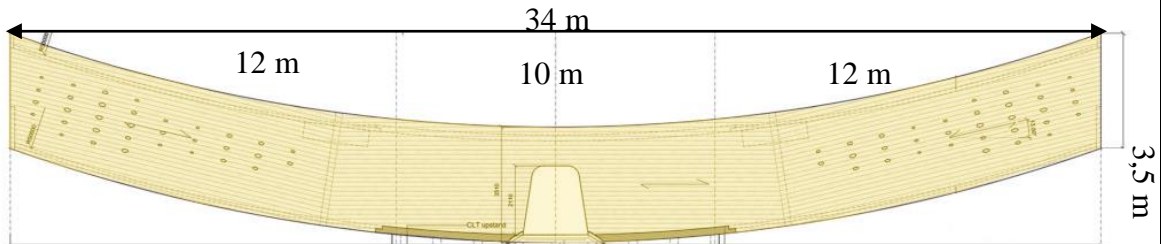
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Grafiksel anlatım: Strüktürel yük analizi

Kat Sayısı	1	Yükseklik	-	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
				✓
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Amerikan lale ağacı		
	Yumuşak Ağaç	-		



Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
			Şaft	Yok	



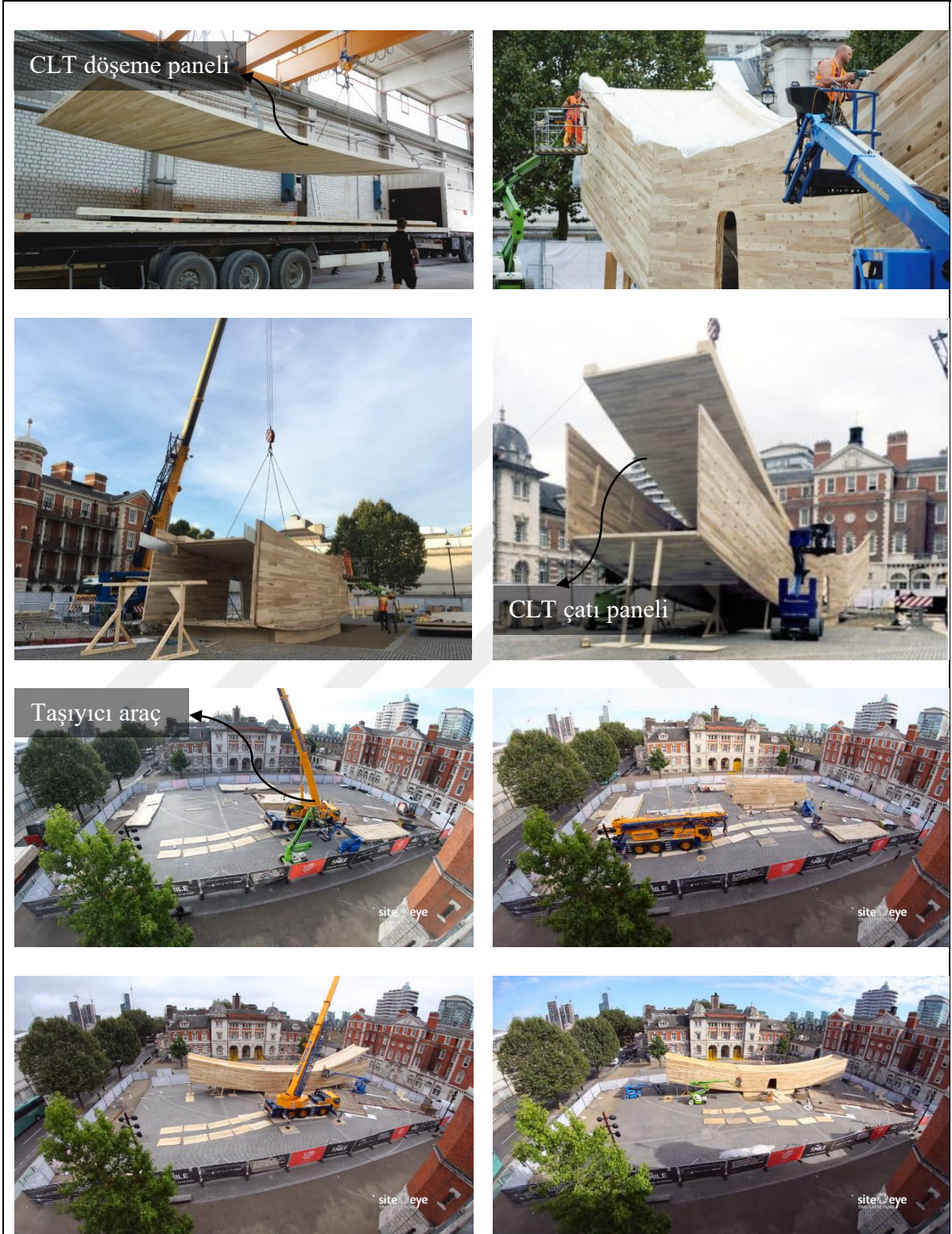
Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	1000 ve 1400 cm	1000 ve 1400 cm	1000 ve 1400 cm
	Genişlik	350 cm	450 cm	450 cm
	Kalınlık	10-14 cm	10 cm	10 cm
Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	5/7
Ahşap Strüktür Formu	Panel		Döşeme	-
			Merdiven	Yok




Ek Tablo 2.1.26'nın devamı

 	
Plan/Fotoğraf	
CLT Birleşim Elemanı	Uzun vida, çelik plaka
CLT Bağlantı Türü	Bindirmeli bağlantı sistemi
 	
Detay çizim/Fotoğraf	
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtımı	Yok
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	Yok
E- YAPIM AŞAMALARI	
 	


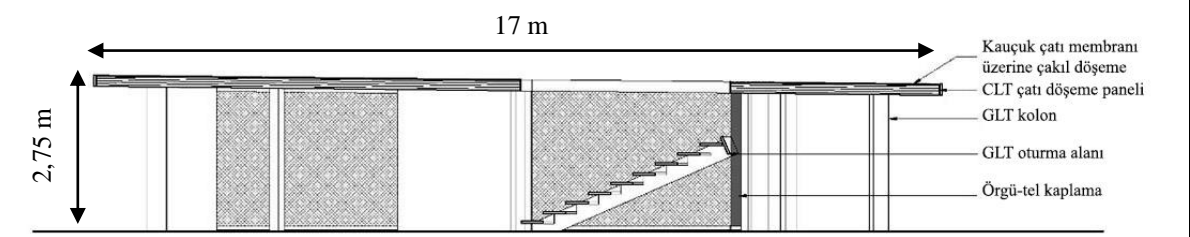
Ek Tablo 2.1.26'nın devamı



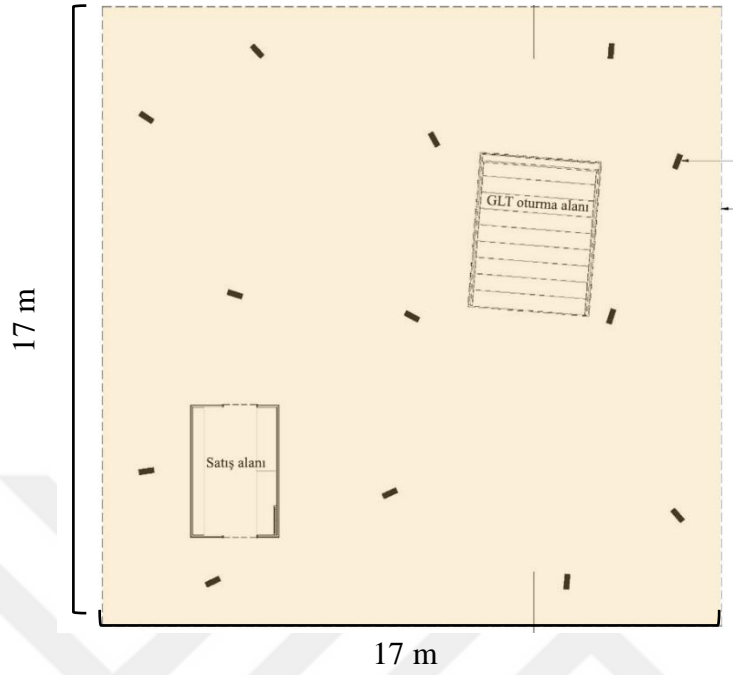
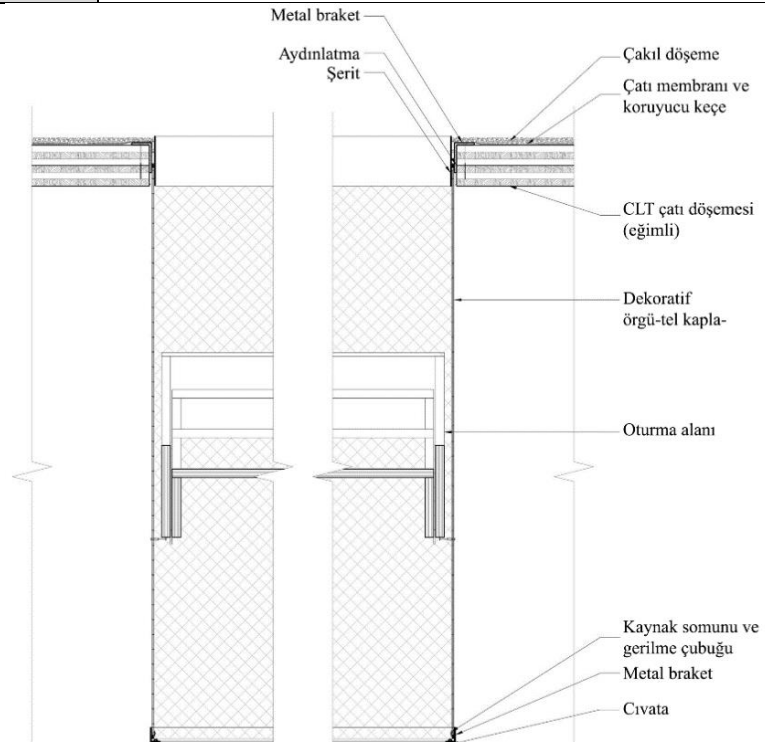
Ek Tablo 2.1.27. Chicago Horizon (URL-397, 398 ve 399, 2019 ve URL-400, 401 ve 402, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
27	Chicago Horizon		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2015	Yapım Süresi	12 ay/10 hafta (CLT için)
Yapım Yeri	Chicago, ABD	Yapı Alanı	289 m ²
Yapı İşlevi	Pavyon	CLT Üretici	Nordic Structures
Mimari Tasarım	Ultramoderne	Ahşap Mühendisi	Brett Schneider, Guy Nordenson and Associates
			
Maliyet	£241.000		
Yapı Özelliği	Chicago şehrinde yapılan en büyük ahşap çatıya sahiptir.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 AIA Rhode Island Honor Award • 2017 SEAoNY Excellence in Structural Engineering Award • 2016 Architect R+D Awards, Citation • 2015 Chicago Architecture Biennial BP Prize • 2015 WoodWorks Award, Best Government Building 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 13 GLT kolon 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	Yok	
	Mekanik enerji kazanımı	Yok	
			
Grafiksel anlatım: 3 boyutlu gösterim			

Ek Tablo 2.1.27'nin devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER				
Kat Sayısı	1	Yükseklik	~3,2 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	-		
				
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	Yok
			Döşeme	CLT
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT
	✓		Kiriş	Yok
	Hibrit		Merdiven	GLT
			Şaft	Yok
				
Kesit/Fotoğraf				
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	Yok	1700 cm
	Genişlik	-	Yok	~243 cm
	Kalınlık	-	Yok	21 cm
Ahşap Ürünler	CLT, GLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	Yok
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme	-
			Merdiven	Yok

Ek Tablo 2.1.27'nin devamı

	
Plan/Fotoğraf	
CLT Birleşim Elemanı	Metal braket, vida, somon
CLT Bağlantı Türü	Ek parça bağlantı sistemi
	
Detay çizim/Fotoğraf	

Ek Tablo 2.1.27'nin devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	Yok
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Kauçuk çatı membranı • Koruyucu keçe • Çakıl döşeme
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • 14 katmanlı CLT çatı döşeme paneli
Akustik Yalıtım	Yok




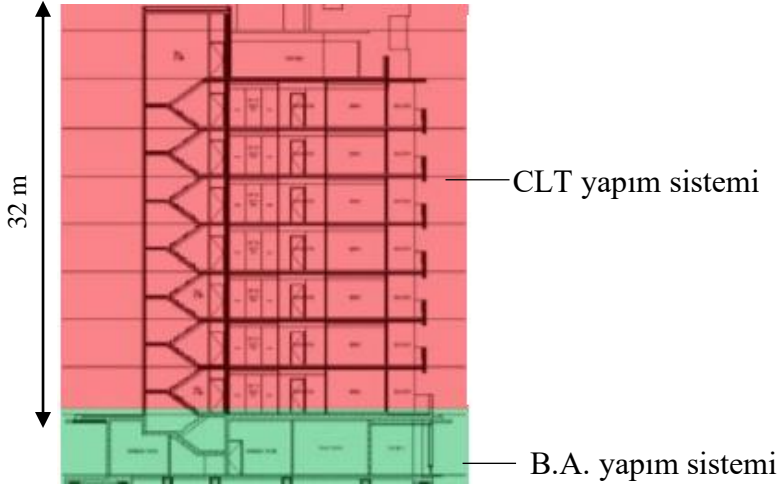
E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.28. Forté Apartments (Johnson, 2020; URL-403, 404, 405 ve 406, 2018 ve URL-407, 408, 409 ve 410, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
28	Forté Apartments		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2015	Yapım Süresi	~12 ay
Yapım Yeri	Avustralya	Yapı Alanı	1,755 m ²
Yapı İşlevi	Konut	CLT Üretici	KLH
Mimari Tasarım	Lend Lease	Ahşap Mühendis	Lend Lease Australia
			
Maliyet	£8,84 milyon		
Yapı Özelliği	Avustralya'da CLT kullanılarak inşa edilen ilk binadır. 2015 yılında Dünya'nın en yüksek katlı ahşap konutu olmuştur.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> Environmental Excellence Awards 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> 5 Star Green-Star (hedef) 		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> 485 ton ağırlığında 759 CLT panel 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	1,451 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.28'in devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
					
Grafiksel anlatım: Islak mekan					
Kat Sayısı	10	Yükseklik	32 m		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı Yapı	Yüksek Katlı	Diğer	
			✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓	✓	✓		
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-			
	Yumuşak Ağaç	-			
					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
	✓		Şaft	CLT	✓
 <p>32 m</p> <p>CLT yapım sistemi</p> <p>B.A. yapım sistemi</p>					
Kesit/Fotoğraf					

Ek Tablo 2.1.28'in devamı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
	Kalınlık	12,8 cm	14,8 cm		-
Ahşap Ürünler	CLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	5
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Modül	Döşeme		5	
		Merdiven		-	









Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	Köşebent, vida
CLT Bağlantı Türü	Bindirmeli bağlantı sistemi



Detay çizim/Fotoğraf: Döşeme-Duvar detayları


Ek Tablo 2.1.28'in devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • 10 mm kauçuk esaslı dolgu malzeme kullanımı
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Balkon ve çatıda su geçirmez membran uygulaması • Nem dedektörü sensör çubukları • Yağmur perdeli cephe sistemi uygulaması • Havalandırma boşluğu
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Şap ve alçı panel uygulaması • Yangın dayanım süresi; 2 saatlik yangın dayanımına sahiptir.
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • 10 mm kauçuk esaslı malzeme • Asma tavan
E- YAPIM AŞAMALARI	
 <p>CLT duvar paneli</p>	 <p>CLT döşeme paneli bağlantı detayı</p>
 <p>CLT duvar paneli</p>	 <p>GLT kiriş</p>
	

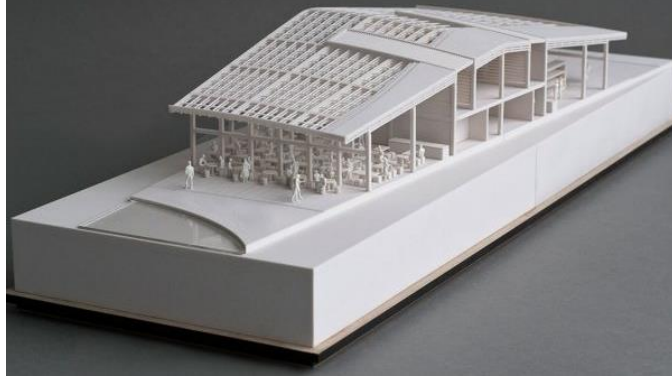
Ek Tablo 2.1.28'in devamı



Ek Tablo 2.1.29. Gloucester Services (Trada, 2020 ve URL-411, 412, 413, 414 ve 415, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
29	Gloucester Services		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2015	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Gloucestershire/ İngiltere	Yapı Alanı	5,574 m ²
Yapı İşlevi	Otoyol hizmet binası	CLT Üretici	Hess Timber GmbH
Mimari Tasarım	Glenn Howells Architects	Ahşap Mühendisi	Buro Happold
			
Maliyet	£40 milyon		
Yapı Özelliği	İngiltere'nin en yeşil otoyol servis istasyonudur.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 RICS Regional Project of the Year Award • 2017 RICS Regional Community Benefit Award • 2017 RICS Regional Infrastructure Award • 2016 RIBA National Award • 2016 RIBA Regional Award • 2016 RIBA Regional Sustainability Award 2016 • 2015 Civic Voice National Design Overall Award • 2015 Civic Voice National New Build Award 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • BREEAM Excellent 		
Ahşap Miktarı	-		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Var	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı penceresi 	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.29'un devamı

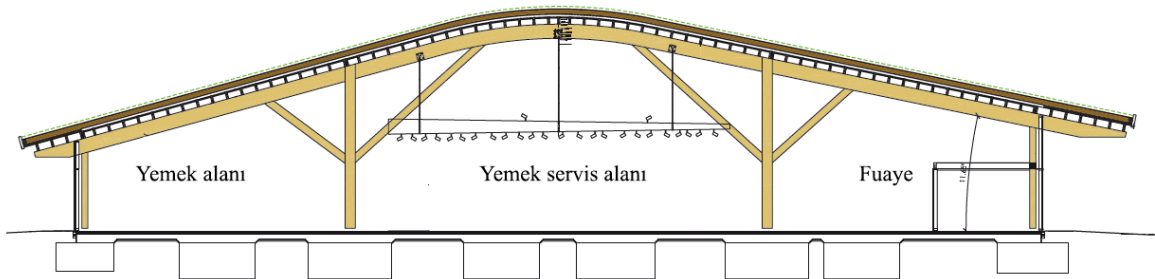
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Grafiksel anlatım: Strüktürel gösterim

Kat Sayısı	2	Yükseklik	-	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
	✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Avrupa ladini		



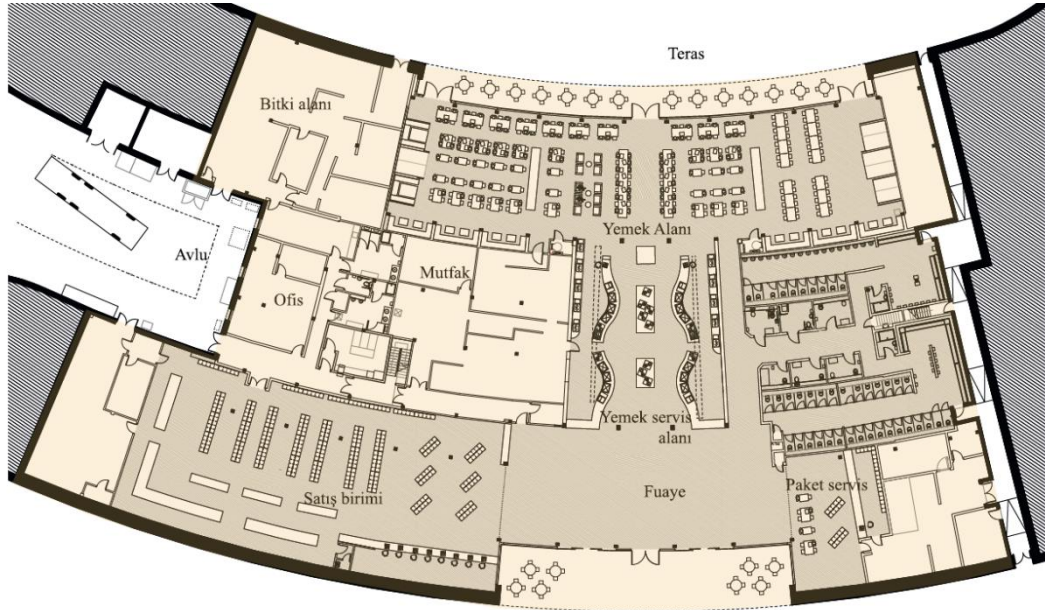
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	-	
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
		Şaft	-		



Kesit/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.29'un devamı

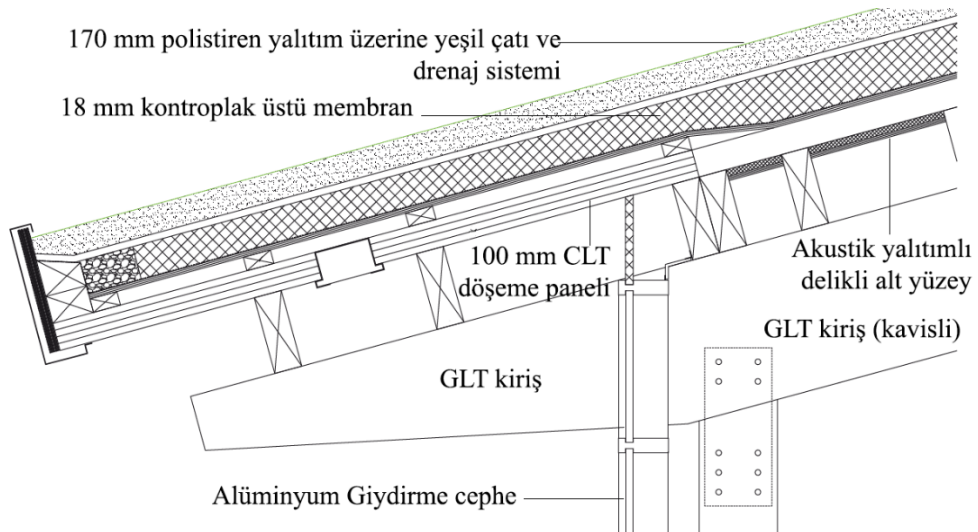
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	Yok	Yok		-
	Genişlik	Yok	Yok		-
	Kalınlık	Yok	Yok		10 cm
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	Yok
Ahşap Strüktür Formu	Panel,Çubuk			Döşeme	-
				Merdiven	Yok



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-

170 mm polistiren yalıtım üzerine yeşil çatı ve drenaj sistemi
18 mm kontroplak üstü membran



Detay çizim/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.29'un devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	• Çatıda 170 mm polistiren yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Çatı membranı kullanımı
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	• Akustik yalıtımlı delikli çatı alt yüzeyi uygulaması

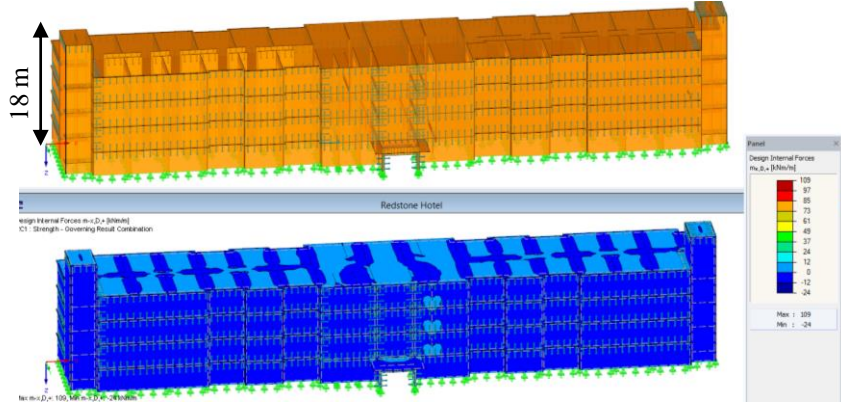
E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.30. Redstone Hotel/ Candlewood Suites (WoodWorks, 2019; URL-416, 417, 418, 419, 420 ve 421, 2019 ve URL-422, 423, 424 ve 425, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
30	Redstone Hotel/ Candlewood Suites		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2015	Yapım Süresi	12 ay/10 hafta (CLT için)
Yapım Yeri	ABD	Yapı Alanı	62,688 m ²
Yapı İşlevi	Otel	CLT Üretici	Nordic Structures
Mimari Tasarım	Leidos	Ahşap Mühendisi	Montréal, Quebec
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	Kuzey Amerika'da CLT kullanılarak yapılan ilk oteldir.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	-		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> LEED Silver certification 		
Ahşap Miktarı	1606 m ³ CLT 1.200 CLT duvar paneli 34 m ³ GLT 11 GLT kolon ve 44 GLT kiriş		
Yapımın Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	1,770 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.30'un devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Grafiksel anlatım: Ahşap yapının 3 boyutlu modeli (üst) ve iç kuvvetlerinin (alt) gösterimi

Kat Sayısı	4	Yükseklik	18	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓		✓	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	-		

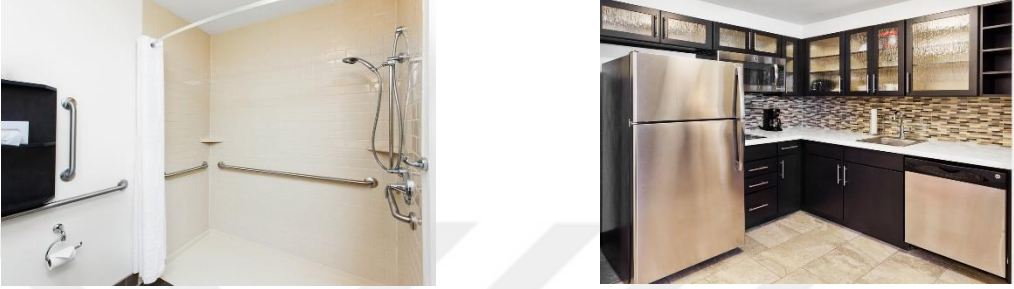
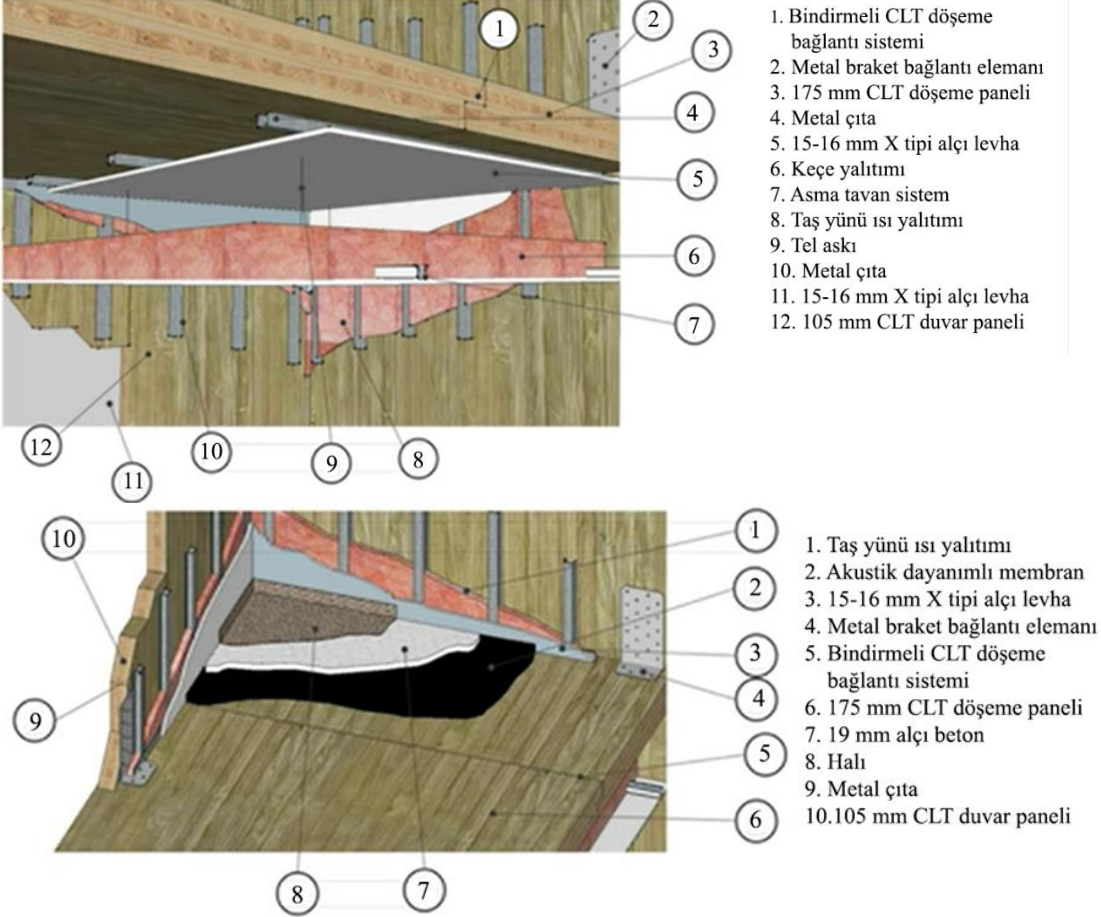


Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
			Kiriş	GLT ve Çelik	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
	✓		Şaft	CLT	✓

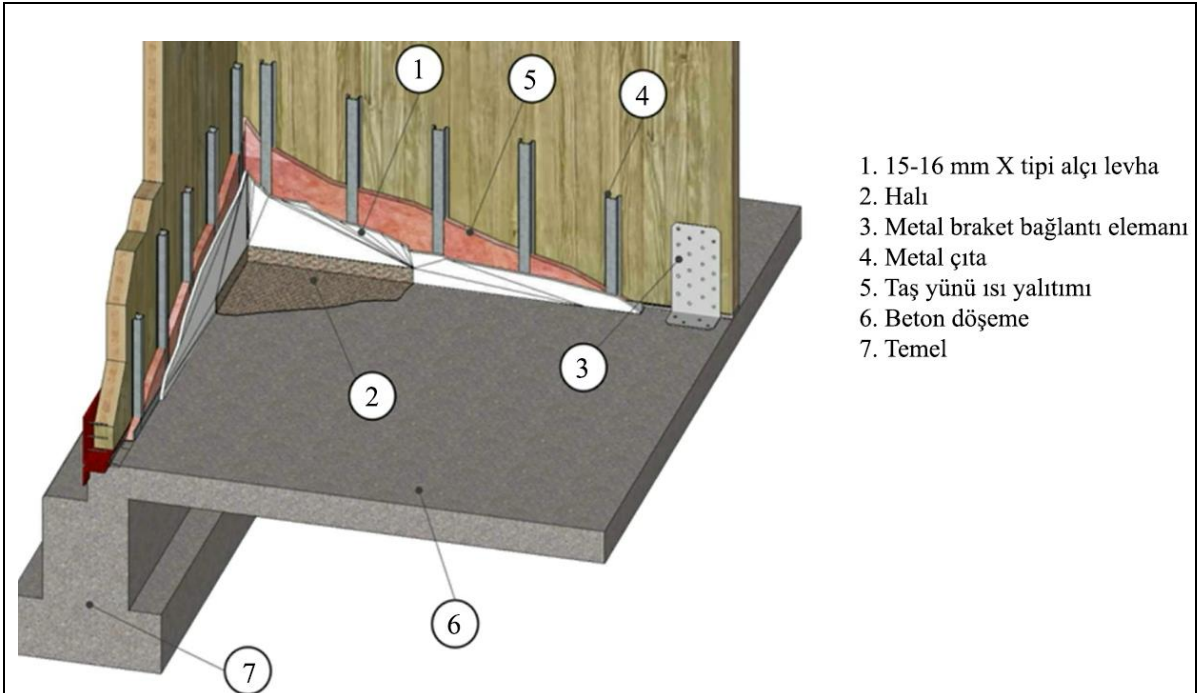


Kesit/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.30'un devamı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	1125 cm	1500 cm	1500 cm	-
	Genişlik	-	240 cm	240 cm	-
Kalınlık	7,6/10,16/12,7 cm	17,5 cm	17,5 cm	-	-
Ahşap Ürünler	CLT, GLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	3	
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme	5	
			Merdiven	-	
					
Plan/Fotoğraf					
CLT Birleşim Elemanı	Metal braket, metal plaka				
CLT Bağlantı Türü	Bindirmeli bağlantı sistemi				
					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bindirmeli CLT döşeme bağlantı sistemi 2. Metal braket bağlantı elemanı 3. 175 mm CLT döşeme paneli 4. Metal çıta 5. 15-16 mm X tipi alçı levha 6. Keçe yalıtımı 7. Asma tavan sistem 8. Taş yünü ısı yalıtımı 9. Tel askı 10. Metal çıta 11. 15-16 mm X tipi alçı levha 12. 105 mm CLT duvar paneli 					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Taş yünü ısı yalıtımı 2. Akustik dayanımlı membran 3. 15-16 mm X tipi alçı levha 4. Metal braket bağlantı elemanı 5. Bindirmeli CLT döşeme bağlantı sistemi 6. 175 mm CLT döşeme paneli 7. 19 mm alçı beton 8. Halı 9. Metal çıta 10. 105 mm CLT duvar paneli 					

Ek Tablo 2.1.30'un devamı



1. 15-16 mm X tipi alçı levha
2. Halı
3. Metal braket bağlantı elemanı
4. Metal çita
5. Taş yünü ısı yalıtımı
6. Beton döşeme
7. Temel

Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Duvarda taş yünü yalıtımı kullanımı
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Duvarda 15-16 mm X tipi alçı panel kullanımı • Alçı beton uygulaması
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Halı kullanımı • Akustik dayanımlı membran uygulaması • Keçe yalıtımı kullanımı • Asma tavan sistem uygulaması • Alçı beton dökümü

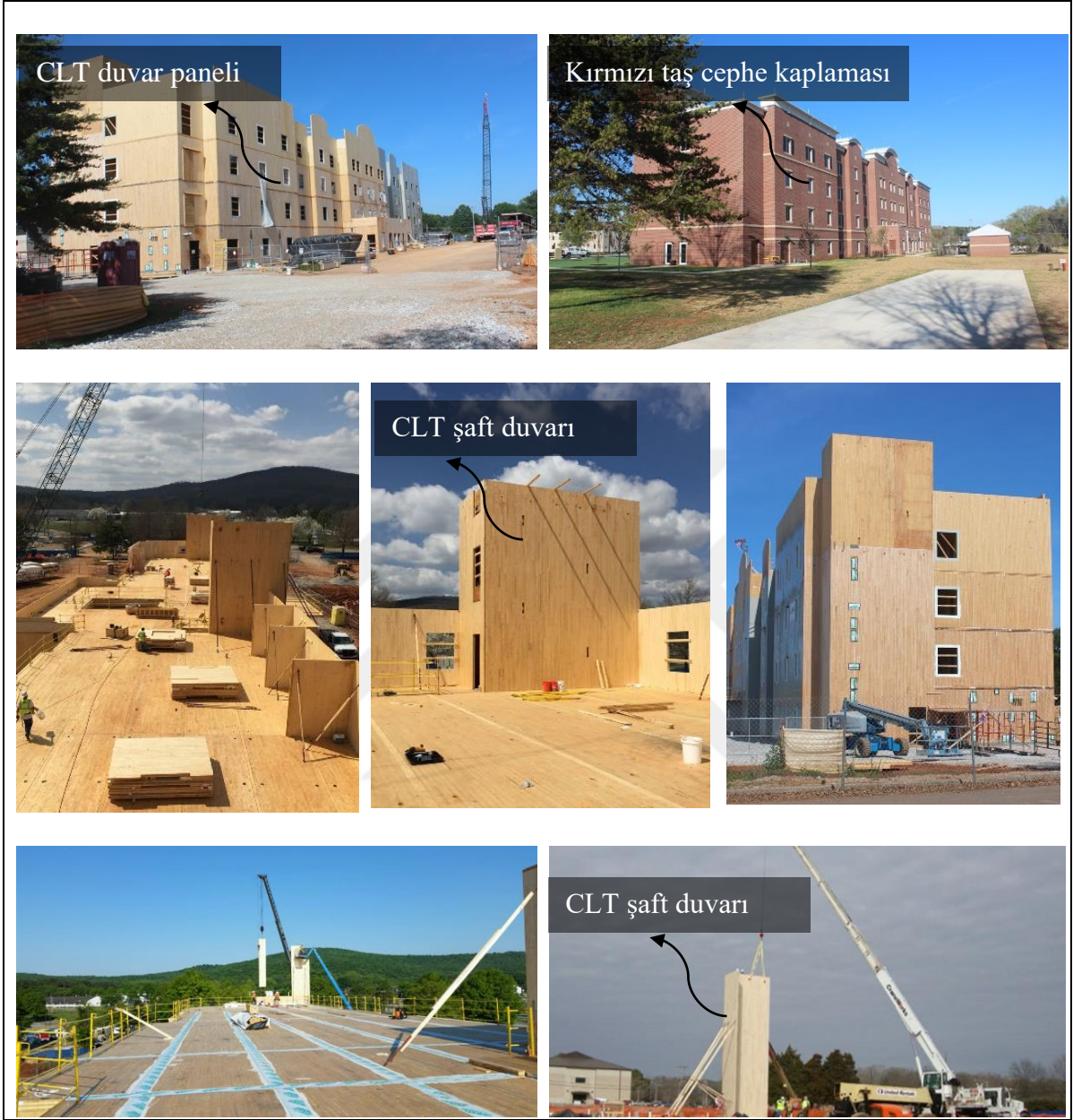
E- YAPIM AŞAMALARI




Ek Tablo 2.1.30'un devamı



Ek Tablo 2.1.30'un devamı



Ek Tablo 2.1.31. Sky Health and Fitness Centre (Exova BM Trada, 2019; Waugh ve Thistleton, 2018 ve URL-426, 427, 428, 429, 430, 431 ve 432, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
31	Sky Health and Fitness Centre		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2015	Yapım Süresi	20 hafta/4-5 hafta (strüktür için)
Yapım Yeri	Londra, İngiltere	Yapı Alanı	1,962 m ²
Yapı İşlevi	Sağlık ve Fitness Merkezi	CLT Üretici	Binderholz
Mimari Tasarım	dRMM	Ahşap Mühendisi	B & K Structures
			
Maliyet	£7 Milyon		
Yapı Özelliği	En çok ahşap kullanılarak inşa edilen sağlık ve fitness merkezidir.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2015 WINNER Structural Timber Awards, Innovation Award • Wood Awards 2016, shortlisted • Timber Structure Awards Product Innovation. 4.5T 'superbeam' 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • BREAAAM Excellent 		
Ahşap Miktarı	634 m ³ ahşap, 290 m ³ CLT		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Güneş kırıcı uygulaması; binanın camla kaplı batı cephesinin aşırı ısınmaya engel olmak için baştan sona kadar kaplanmıştır. 	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.31'in devamı



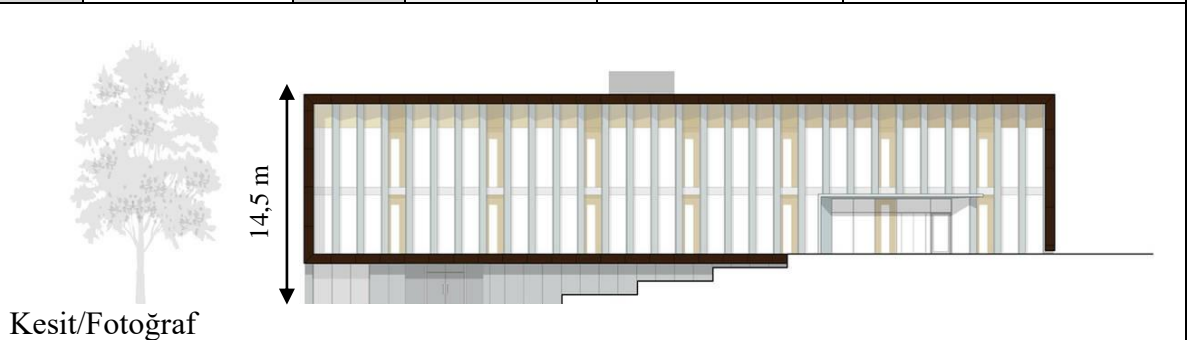
Grafiksel anlatım: 3 boyutlu gösterim

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	3	Yükseklik	14,5 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
	✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	-		

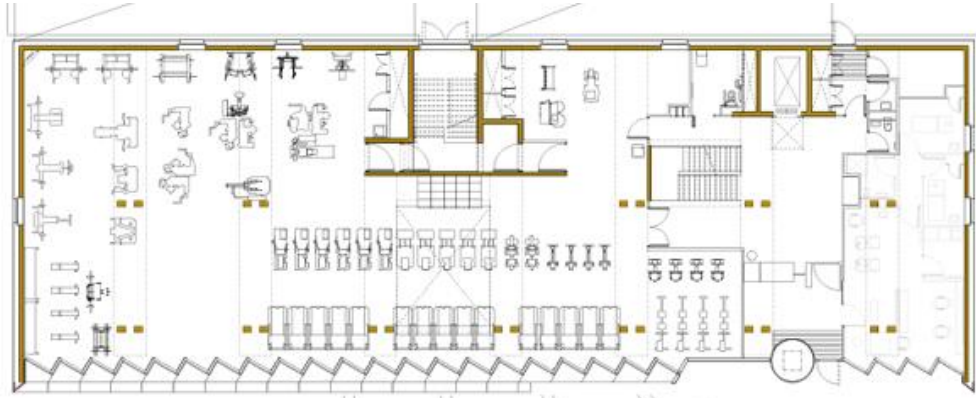


Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	CLT	✓



Ek Tablo 2.1.31'in devamı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
	Kalınlık	-	-	-	-
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel,Çubuk			Döşeme	-
				Merdiven	5



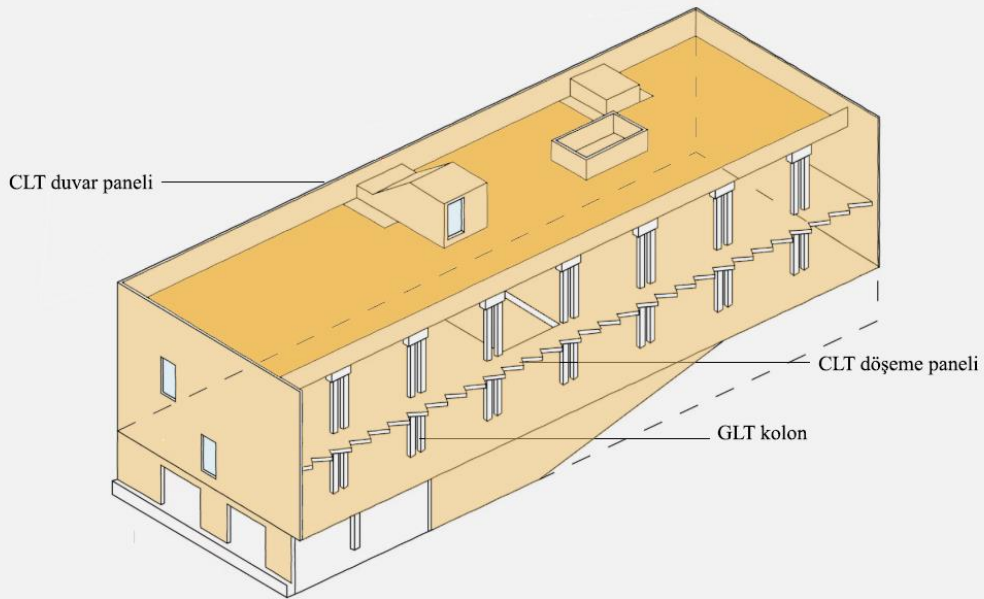
Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı

-

CLT Bağlantı Türü

-



Detay çizim/Fotoğraf

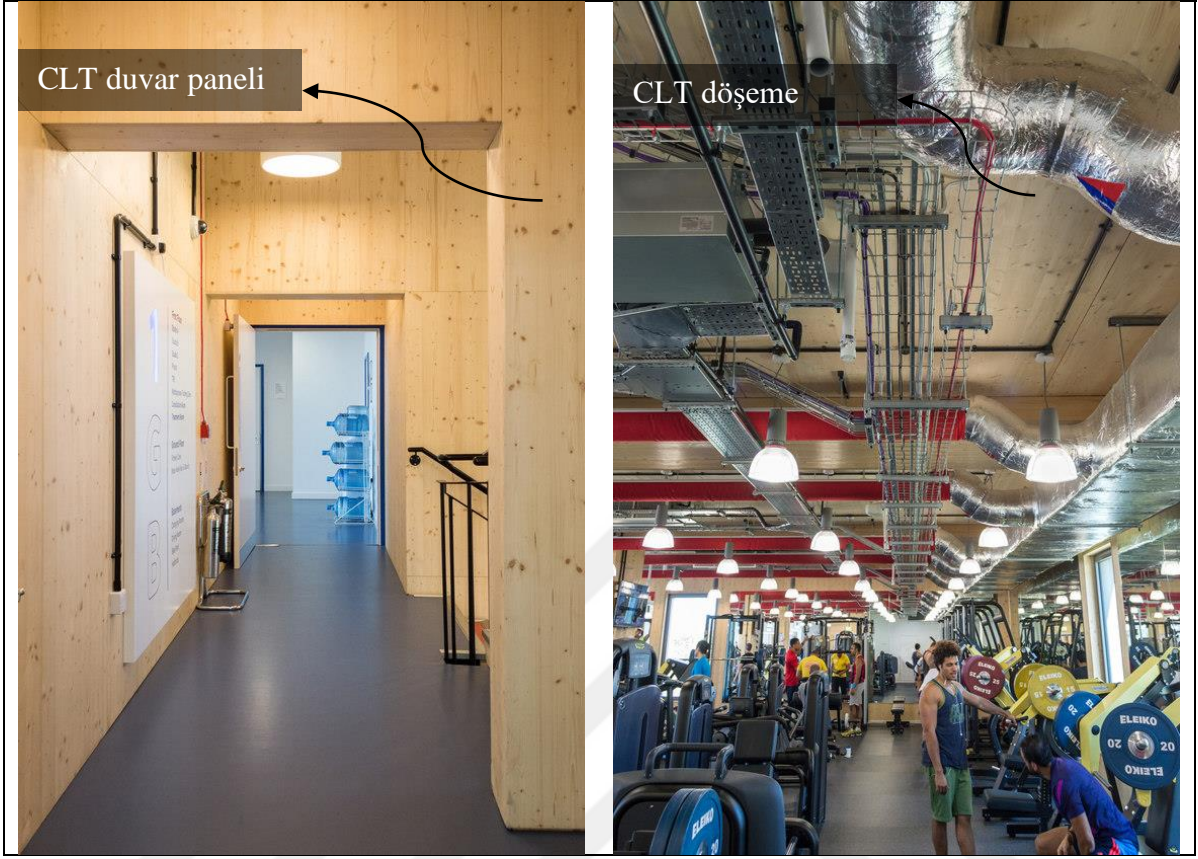
Ek Tablo 2.1.31'in devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	-
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> Çelik levha ve eğik vida aralığının boyutlarının BS EN 1995-1-2 gerekliliklerini karşılanarak yangına dayanıklılık kazandırılmıştır.
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.31'in devamı



Ek Tablo 2.1.32. Treet Building (Abrahamsen ve Malo, 2019 ve URL-433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441 ve 442, 2020)

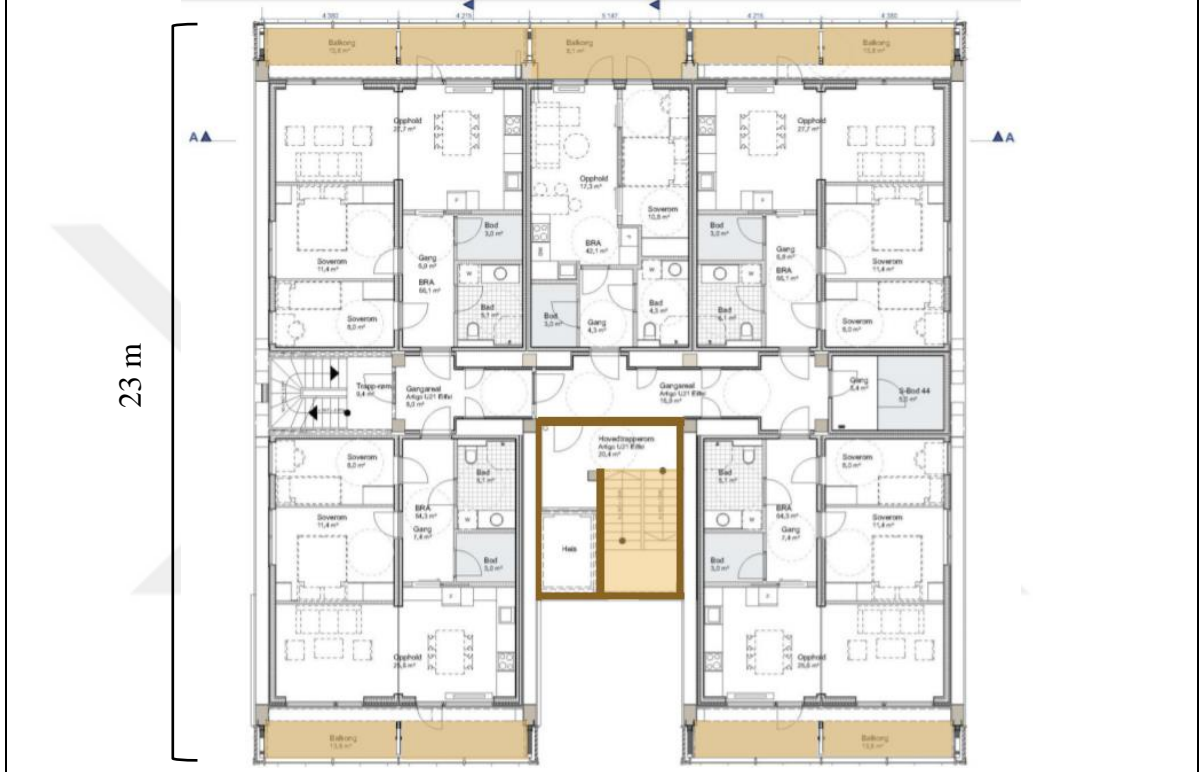
ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
32	Treet Building		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2015	Yapım Süresi	~12 ay
Yapım Yeri	Bergen, Norveç	Yapı Alanı	5,830 m ²
Yapı İşlevi	Konut	CLT Üretici	Moelven Limtre AB
Mimari Tasarım	ARTEC AS	Ahşap Mühendis	Sweco Norge AS
			
Maliyet	£19,94 milyon		
Yapı Özelliği	Dünyadaki en yüksek katlı ahşap yapı 2015 yılında olmuştur.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2016 Winner of the prize (wooden construction of the year 2015) celebrated during Building Week - 8 March, • 2016 Overall winner of the contest "Prefab house of the year" held in Estonia 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) Altın sertifikası • Voluntary certification programs • Green Globes 		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • CLT: 385 m³, • GLT: 550 m³ 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	~21,000 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Isı geri kazanımlı havalandırma sistemi 	

Ek Tablo 2.1.32'nin devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
Grafiksel anlatım: Strüktürel gösterim					
Kat Sayısı	14	Yükseklik	49 m		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer	
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-			
	Yumuşak Ağaç	Norveç ladini			
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	Beton	
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
			Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
	✓		Şaft	CLT	✓
Kesit/Fotoğraf					

Ek Tablo 2.1.32'nin devamı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi	
	Uzunluk	-	~530/800 cm			-
	Genişlik	-	~160 cm			-
Kalınlık	-	-	-		-	
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	5	
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk, Modül			Döşeme	5	
				Merdiven	5	



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı

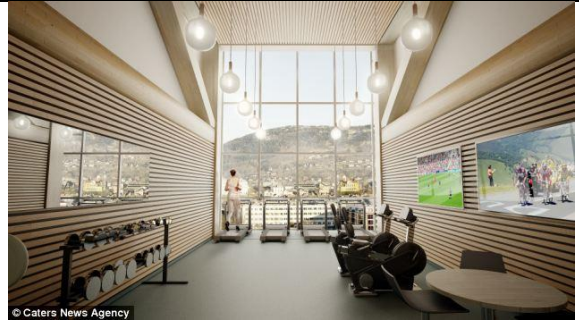
Çelik plaka, dübel

CLT Bağlantı Türü

Bindirmeli bağlantı sistemi



© Caters News Agency



© Caters News Agency

Detay çizim/Fotoğraf

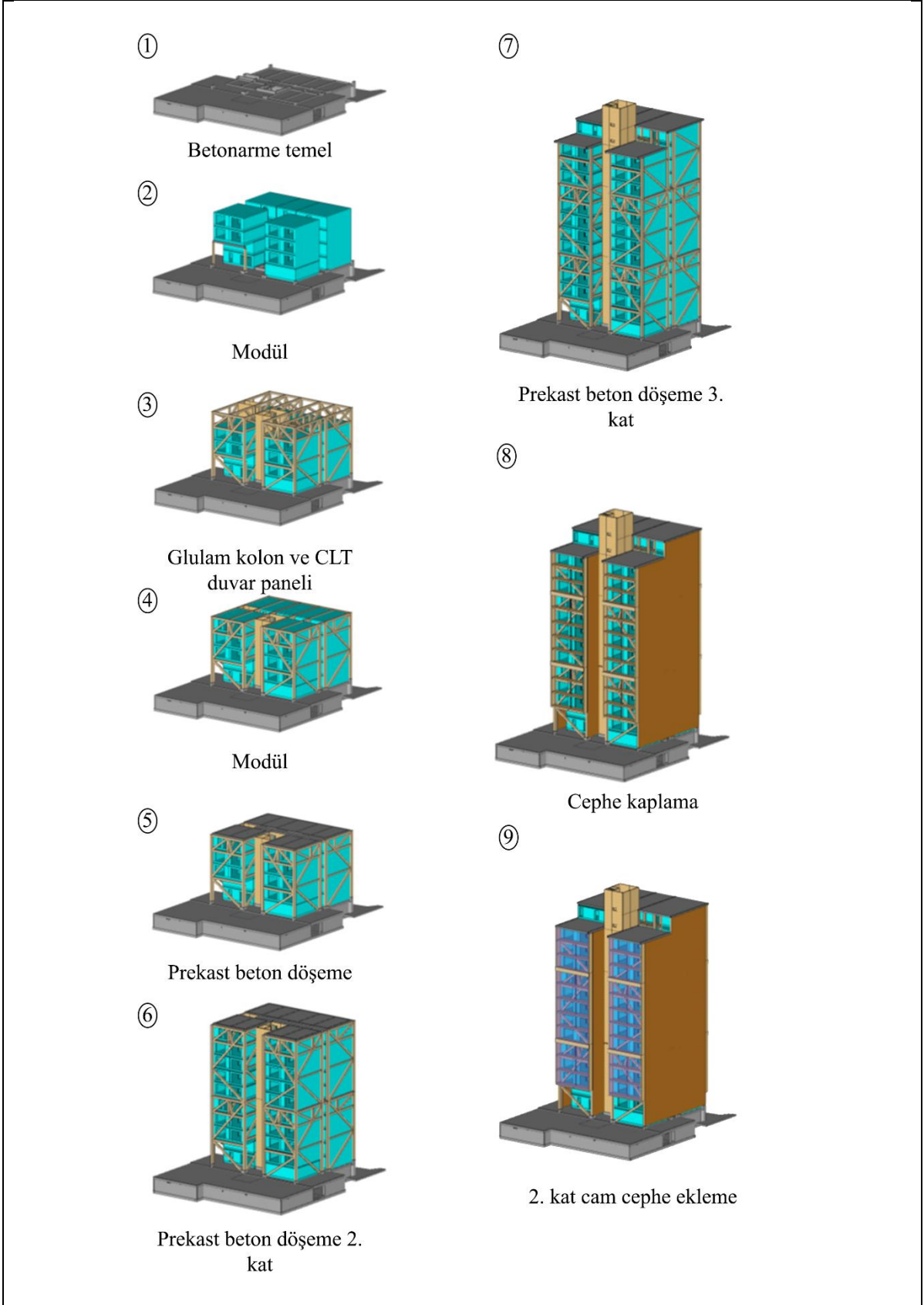
Ek Tablo 2.1.32'nin devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtımı	-
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • CLT yapı elemanı 90 dakika boyunca yanacak kadar kalın olduğundan hiçbir alçı panel uygulanmaması • Ahşap elemanlar içinde tüm bağlantılar gizlenmesi • Kolonlar ve kirişler arasındaki boşluklar yanmaz derz dolgularıyla dolumu • Sprinkler sistem kullanımı • Beton döşemeyle binanın iki seviyede yatay olarak bölünmesi
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Çift cephe kullanımı • Çerçeve modül kaplama arasındaki hava boşluğunda yangının yayılmasını önlemek ve gürültüyü azaltmak için yalıtım uygulaması


E- YAPIM AŞAMALARI



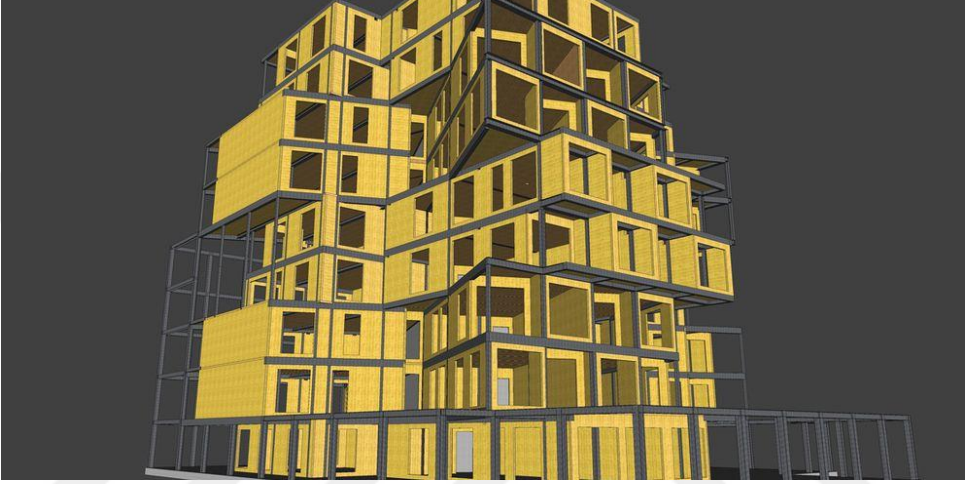

Ek Tablo 2.1.32'nin devamı



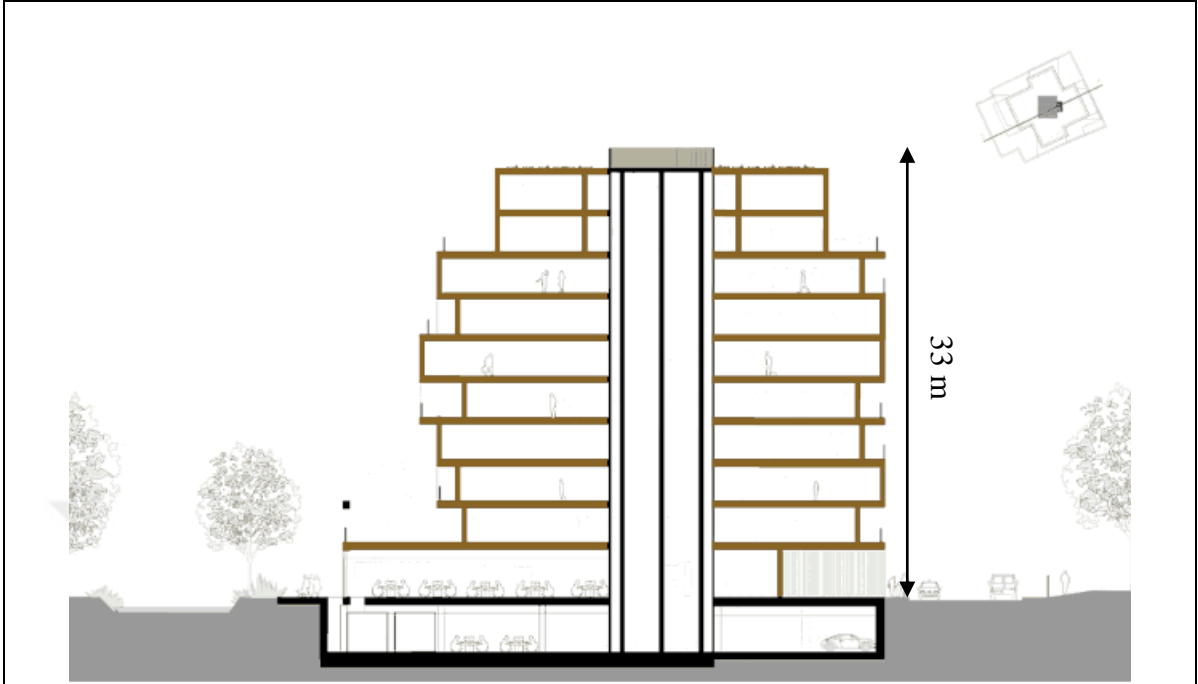
Ek Tablo 2.1.33. Wenlock Road/The Cube Building (Smith, 2020; Lane, 2020; Ravenscroft, 2020 ve URL-443, 444 ve 445, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
33	Wenlock Road/The Cube Building		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2015	Yapım Süresi	~2 sene
Yapım Yeri	Londra, İngiltere	Yapı Alanı	6,750 m ²
Yapı İşlevi	Ticari, konut	CLT Üretici	Binderholz Bausysteme
Mimari Tasarım	Hawkins / Brown, LLP London	Ahşap Mühendisi	Engenuiti
			
Maliyet	£8,61 milyon		
Yapı Özelliği	Avrupa'nın en yüksek hibrit çapraz lamine ahşap binasıdır. Binanın %90 hacmine sahip olan CLT, yapının büyük çoğunluğunu oluşturur.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 Housing Design Awards - Competed Schemes - Shortlisted • 2017 RIBA Awards - London Regional Award - Shortlisted • 2016 Hackney Design Awards - Winner • 2016 Structural Awards - Community or Residential Structures – Shortlisted • 2015 Off Site Awards - Best Hybrid Construction Project - Winner • 2015 Structural Timber Awards - Private Housing Project of the Year - Shortlisted • 2015 Celebrating Construction Awards - Innovation - Winner • 2015 London Evening Standard New Homes Awards - Home or Development of Outstanding Architectural Merit - Winner • 2014 International Property Awards - Mixed-use Architecture - Shortlisted • 2014 The SundayTimes British Homes Awards - Housing Project – Commendation 		

Ek Tablo 2.1.33'ün devamı

Sertifikalar	-				
Ahşap Miktarı	1.300 m ³ CLT				
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	1.040 ton			
	Yeşil çatı	Yok			
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> Dairelerde yüksek düzeyde gün ışığı ve doğal çapraz havalandırma sağlama 			
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> Yerden ısıtma tabanlı sistem 			
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
					
Grafiksel anlatım: 3 boyutlu gösterim					
Kat Sayısı	10+1	Yükseklik	33 m		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer	
			✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓	✓	✓		
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-			
	Yumuşak Ağaç	Batı kırmızı sedir			
					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Çelik ve Beton	
			Kiriş	Çelik	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
	✓		Şaft	Beton	

Ek Tablo 2.1.33'ün devamı



Kesit/Fotoğraf

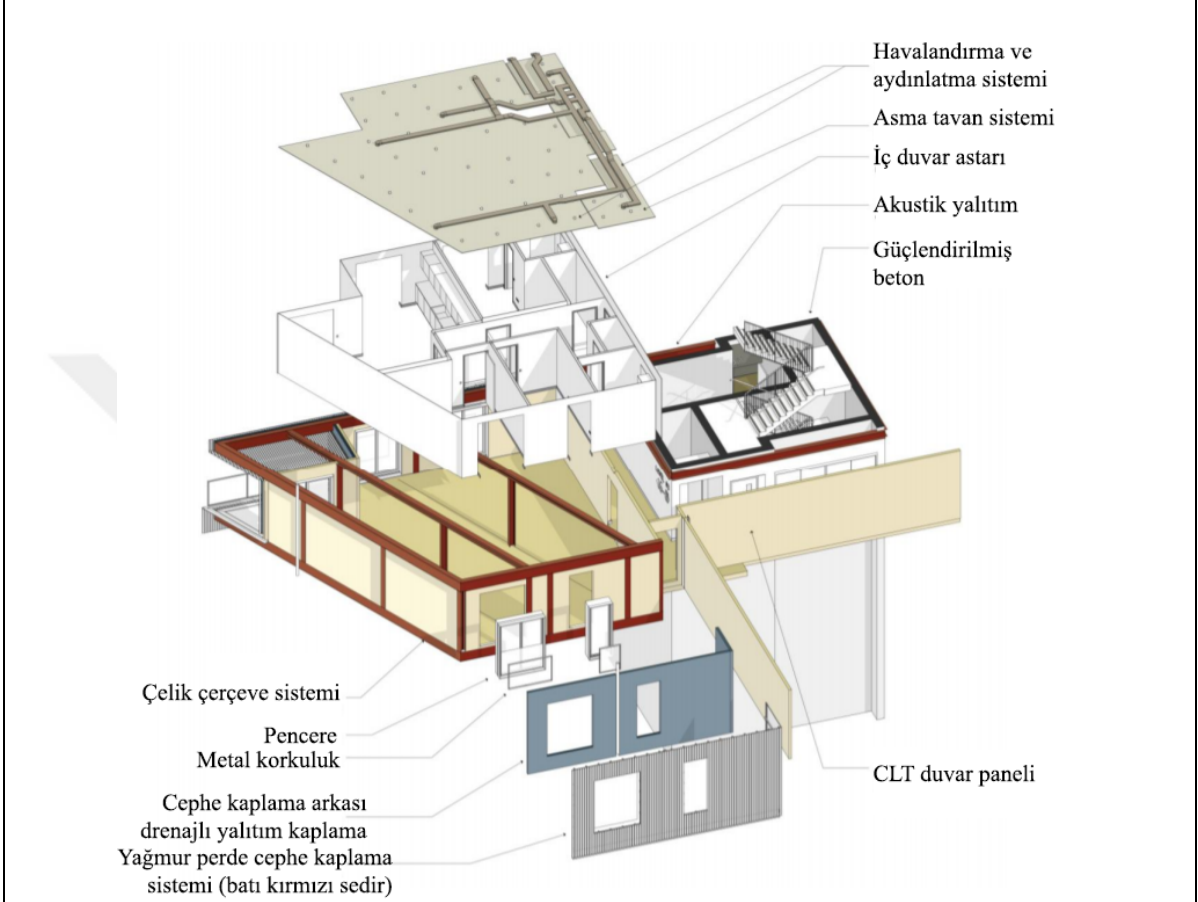
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	1200 cm		1200 cm	-
	Genişlik	-		-	-
	Kalınlık	20 cm	20 cm		-
Ahşap Ürünler		CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	3
Ahşap Strüktür Formu		Panel, Çubuk		Döşeme	-
				Merdiven	-



Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.33'ün devamı

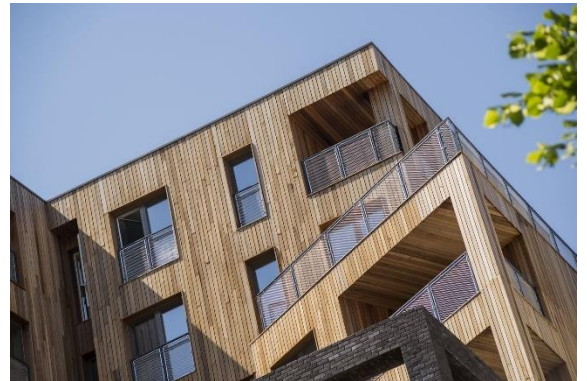
CLT Birleşim Elemanı	Metal Braket
CLT Bağlantı Türü	-



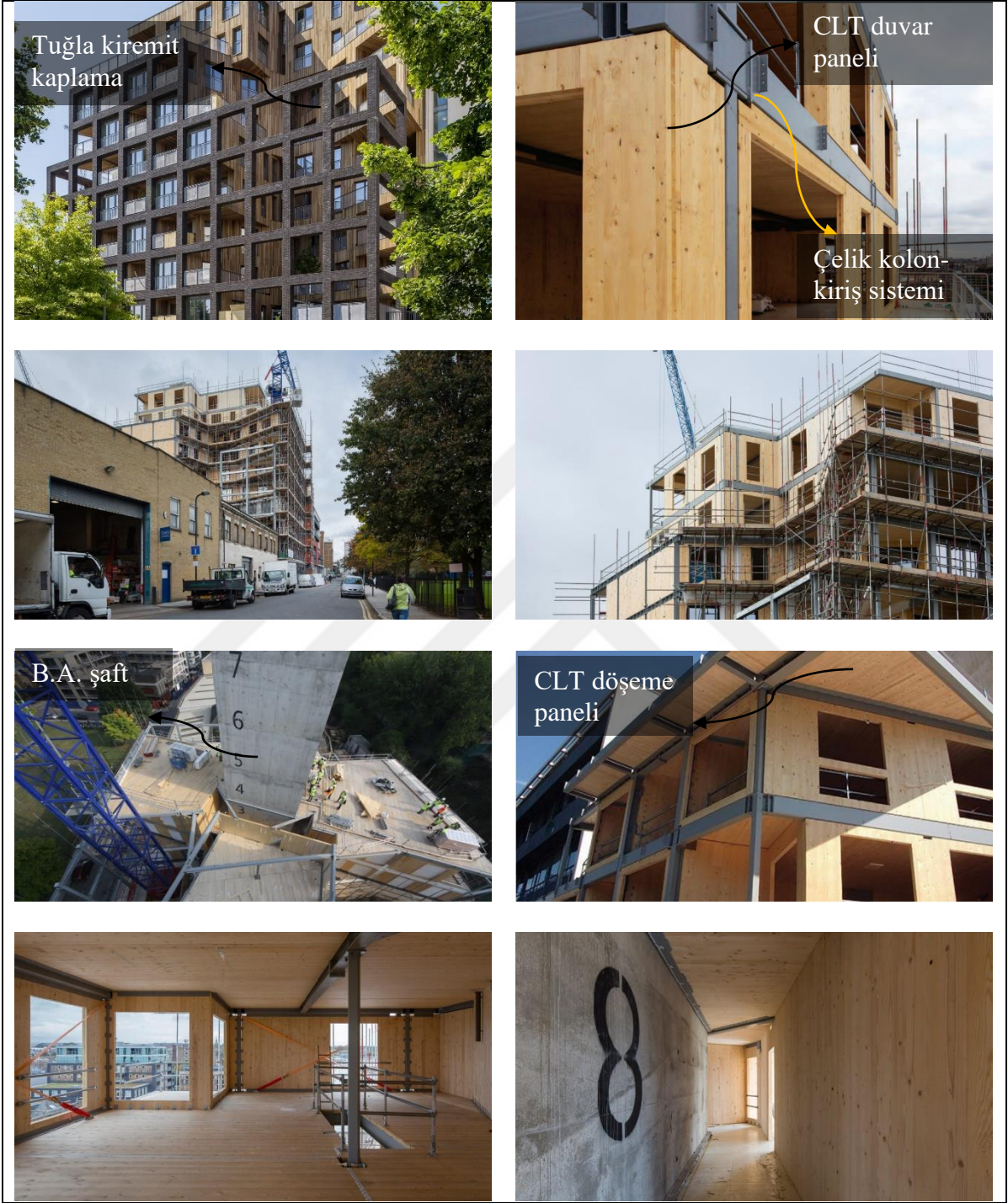
Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtım	• Şap ve hafif bir yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Drenajlı yalıtım cephe kaplaması
Yangın Dayanımı	• Alçı panel uygulaması
Akustik Yalıtım	• Alçı panel uygulaması

E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.33'ün devamı



Ek Tablo 2.1.34. 121, St. Clare's, Oxford (Trada, 2019 ve URL-446 ve 447, 2019)

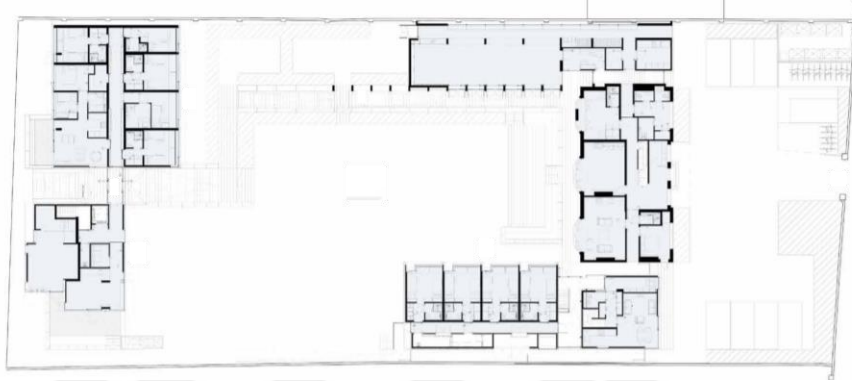
ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
34	121, St. Clare's, Oxford		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2015	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Oxford, İngiltere	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Okul	CLT Üretici	Hasslacher Norica Timber
Mimari Tasarım	Hodder + Partners	Ahşap Mühendisi	Eurban Ltd (CLT)
			
Maliyet	£4,5 milyon		
Yapı Özelliği	Tüm ahşap ürünler FSC / PEFC / CSA / SFI sertifikalıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • MSA Design Awards Commendation 2008 • Shortlisted for RIBA South Awards 2016 • Manchester Architects Building of the Year 2016 • Manchester Architects Best Built Residential Development 2016 • 2016 Oxford Preservation Trust Award • 2016 Wood Awards Highly Commended 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	-		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı Penceresi • Işık Kesici Panjur 	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.34'ün devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
					
Grafiksel anlatım					
Kat Sayısı	2	Yükseklik	-		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer	
		✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓				
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Avrupa meşesi			
	Yumuşak Ağaç	Avrupa ladin			
 					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	-	
			Şaft	-	
					
Kesit/Fotoğraf					

Ek Tablo 2.1.34'ün devamı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
	Kalınlık	14 cm	10 cm	14 cm	
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	-
				Merdiven	-



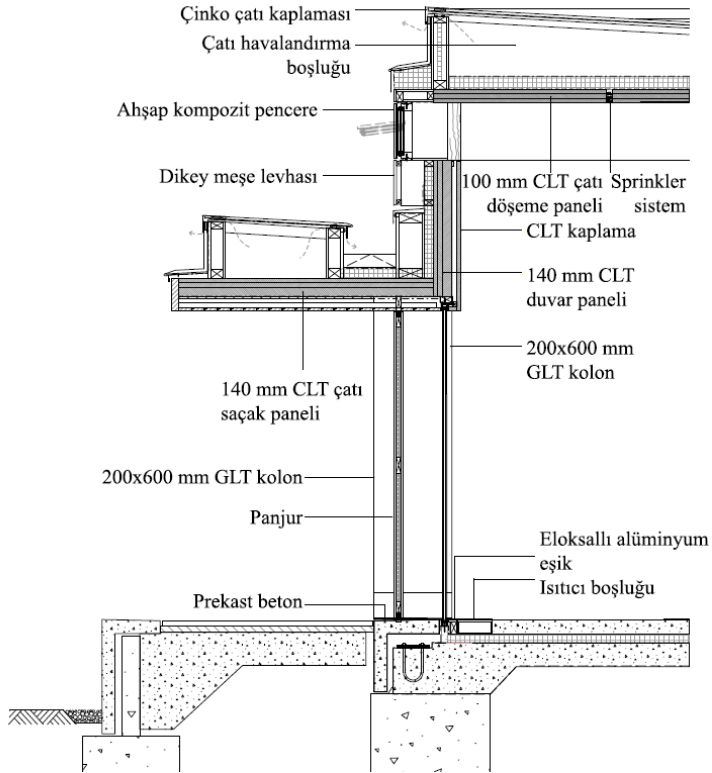
Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı

-

CLT Bağlantı Türü

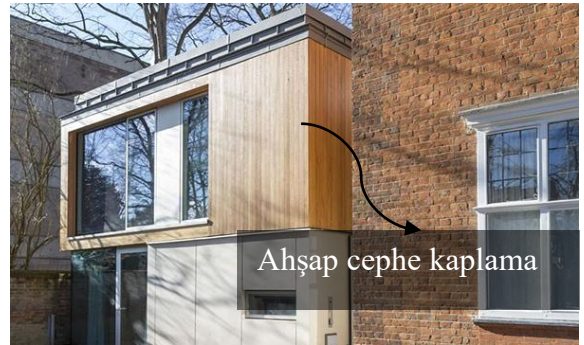
-




Detay çizim/Fotoğraf: Cephe detayı

Ek Tablo 2.1.34'ün devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	-
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Sprinkler sistemi uygulaması • CLT panellerin beyaz renk levha ile kaplanması
Akustik Yalıtım	-
E- YAPIM AŞAMALARI	



Ek Tablo 2.1.35. Alfriston School (Trada, 2020; Timber Media Limited, 2018 ve URL-448, 449, 450 ve 451, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
35	Alfriston School		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2014	Yapım Süresi	8 hafta (strüktür için)
Yapım Yeri	Beaconsfield, Buckinghamshire/ İngiltere	Yapı Alanı	~300 m ²
Yapı İşlevi	Okul -yüzme salonu	CLT Üretici	Cowley Timberwork
Mimari Tasarım	Duggan Morris Architects	Ahşap Mühendisi	Elliott & Company.
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	-		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2014 Wood Award: Structural Award Winner • 2014 MIPIM AR Future Projects Award Winner 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 12 adet çatı paneli, 12 adet duvar paneli ve 2 adet çatı katındaki eğik duvar olmak üzere toplam 26 adet CLT panel 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.35'in devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
<p>CLT çatı paneli</p> <p>225 x 70mm kiriş (beyaz çam)</p> <p>495x100 mm çift GLT kiriş</p> <p>Boyalı çelik boru şeklinde kolon</p>					
Grafiksel anlatım: 3 boyutlu çatı strüktürü					
Kat Sayısı	2	Yükseklik	~9 m		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer	
	✓				
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓		✓		
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Fraké Afrika tropik ağaç			
	Yumuşak Ağaç	Avrupa ve İskandinav çam ağacı			
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Çelik	
			Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
	✓		Şaft	-	

Ek Tablo 2.1.35'in devamı



Kesit/Fotoğraf

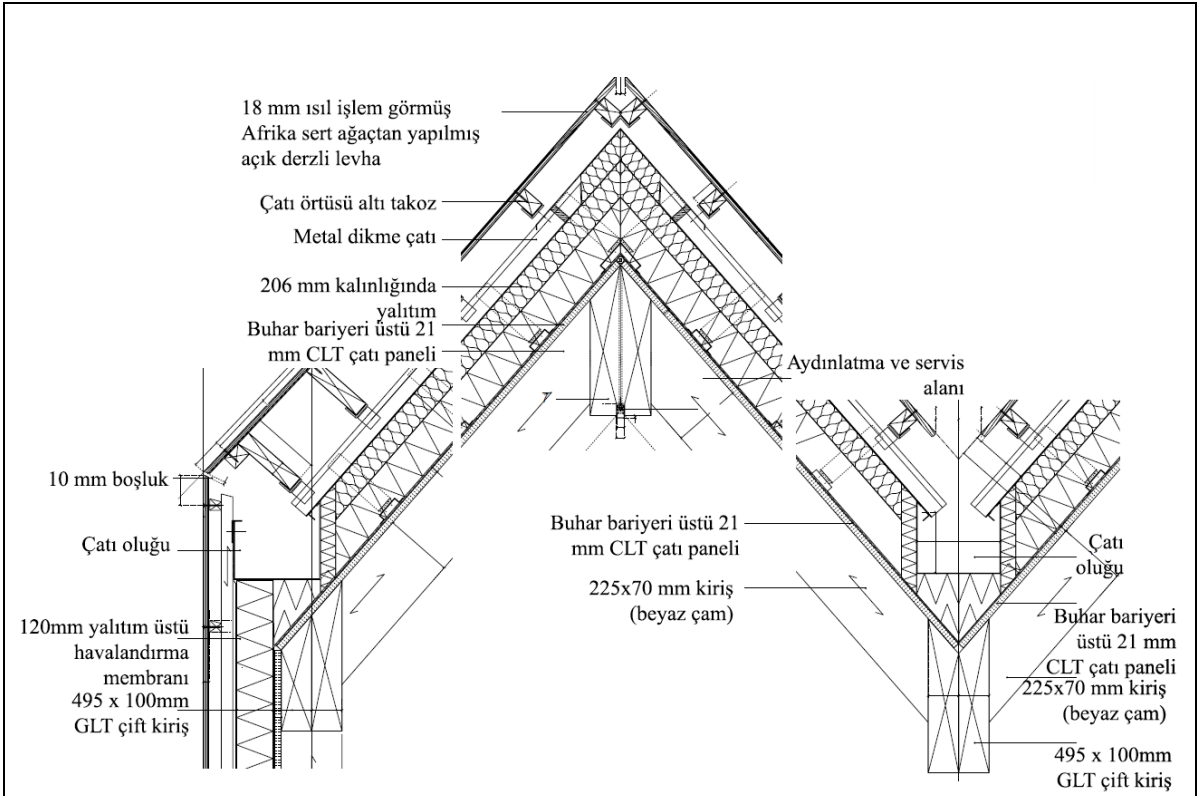
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	Yok	Yok	Yok	1500 cm
	Genişlik	Yok	Yok	Yok	520 cm
	Kalınlık	Yok	Yok	Yok	2,1 cm
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	-
				Merdiven	-



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	Vida
CLT Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.35'in devamı



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatıda 206 mm yalıtım malzemesi, duvarda 120 mm yalıtım malzemesi uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Buhar bariyeri ve havalandırma membranı
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Berrak, nefes alabilen, su bazlı ve toksik olmayan bir yangın geciktirici boya uygulaması
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI

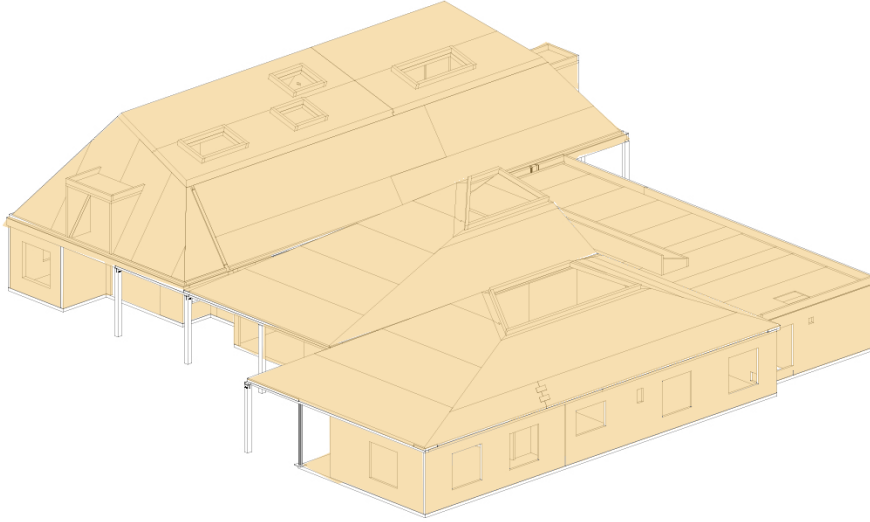
Ek Tablo 2.1.35'in devamı



Ek Tablo 2.1.36. Arcadia Nursery (Trada, 2020; Stora Enso Wood Products GmbH, 2015 ve URI-452, 453 ve 454, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
36	Arcadia Nursery		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2014	Yapım Süresi	6 Hafta (Strüktür için)
Yapım Yeri	Edinburgh/İskoçya	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Kreş	CLT Üretici	Stora Enso
Mimari Tasarım	Malcolm Fraser Architects	Ahşap Mühendisi	Eurban Ltd
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	-		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2015 Winner, Wood Awards, Education and Public sector • 2015 Winner RIAS Awards • 2015 Winner RIBA National Award • 2015 Building in Scotland Award: Special Mention • Wood for Good Award • Forestry Commission Special Category Award for Best Use of Timber • 2015 Zero Waste Scotland's resource efficiency award • RIAS Andrew Doolan Best 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • BREAAAM Excellent 		
Ahşap Miktarı	290 m ³ CLT		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı pencere sistemi;İstenmeyen parlamayı önlemek için kullanıcı tarafından kontrol edilen panjurlara ve doğal gün ışığı ve havalandırma sağlar. 	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yerden ısıtılmalı sistem 	

Ek Tablo 2.1.36'nın devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

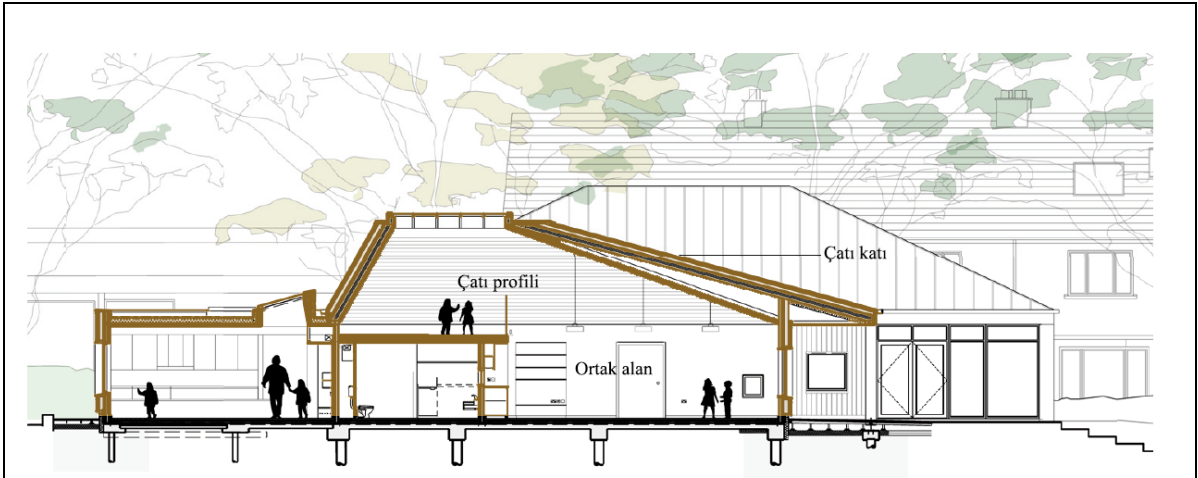
Grafiksel anlatım: 3 boyutlu strüktür

Kat Sayısı	2	Yükseklik	-	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓		✓	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Avusturya ladin, Sibiryra karaçam, İskoç karaçamı		



Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT ve Çelik	
			Kiriş	GLT ve Çelik	
	Hibrit		Merdiven	-	
	✓		Şaft	-	

Ek Tablo 2.1.36'nın devamı



Kesit/Fotoğraf

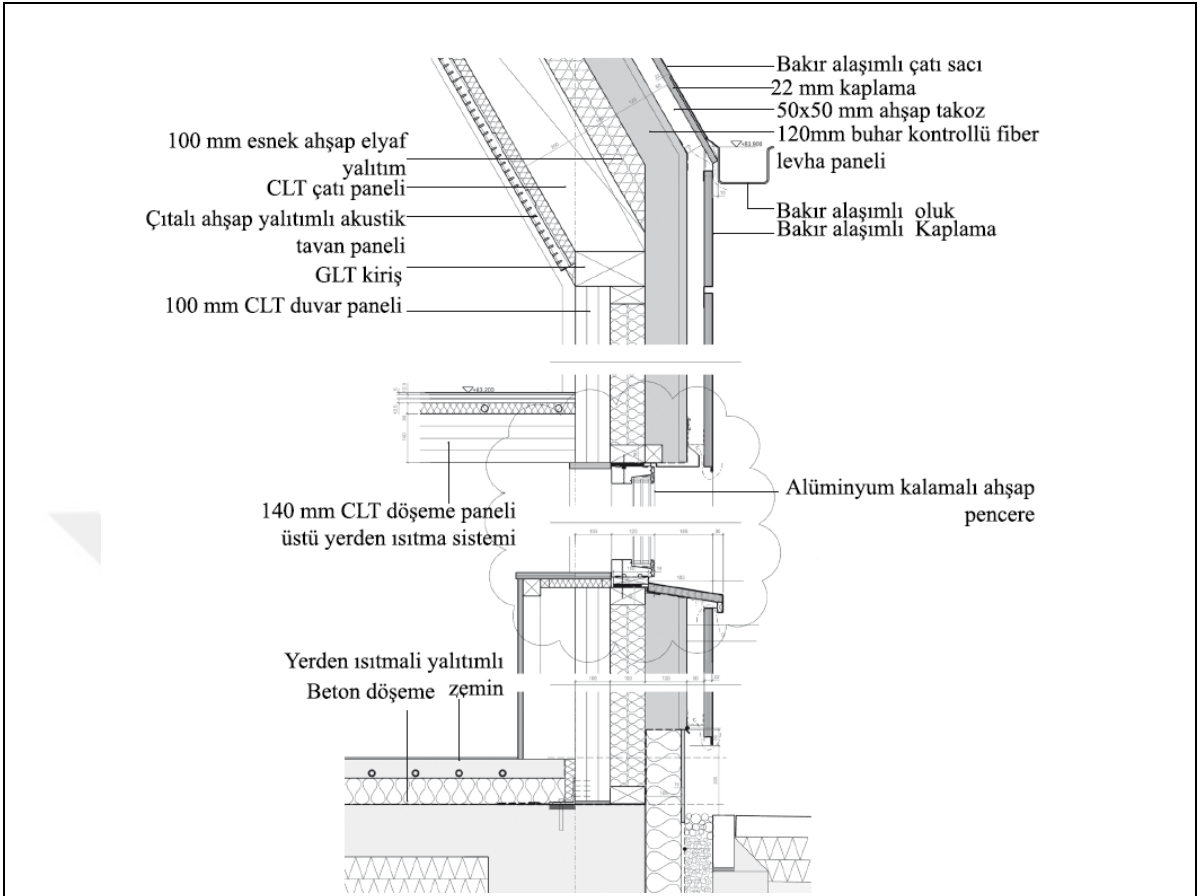
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
Kalınlık	10 cm	14 cm	-	-	-
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	-
				Merdiven	-



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	Köşebent, Vida, Bulon
CLT Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.36'nın devamı



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

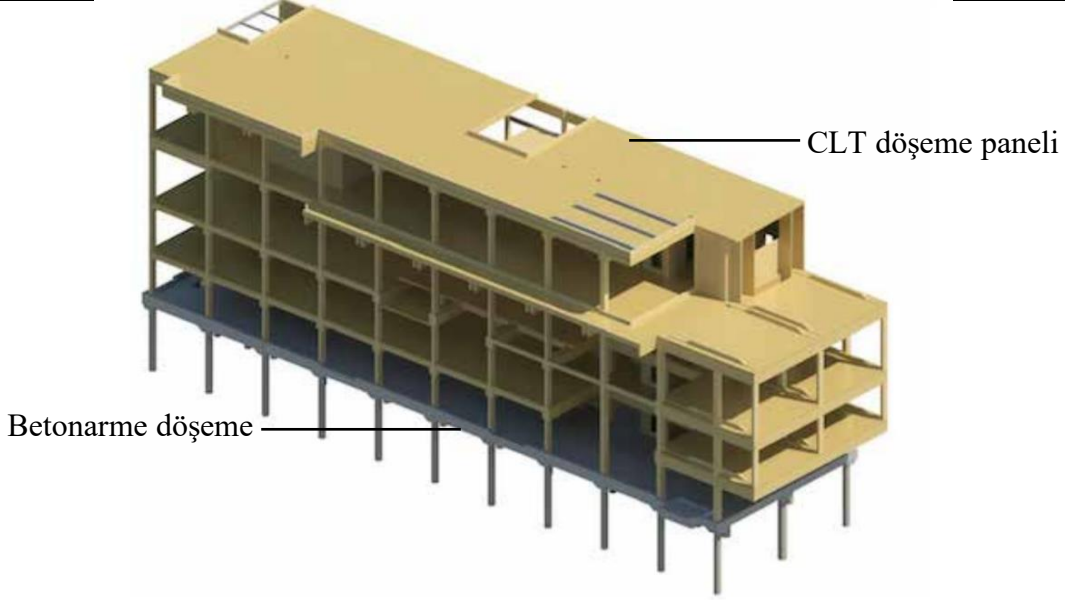
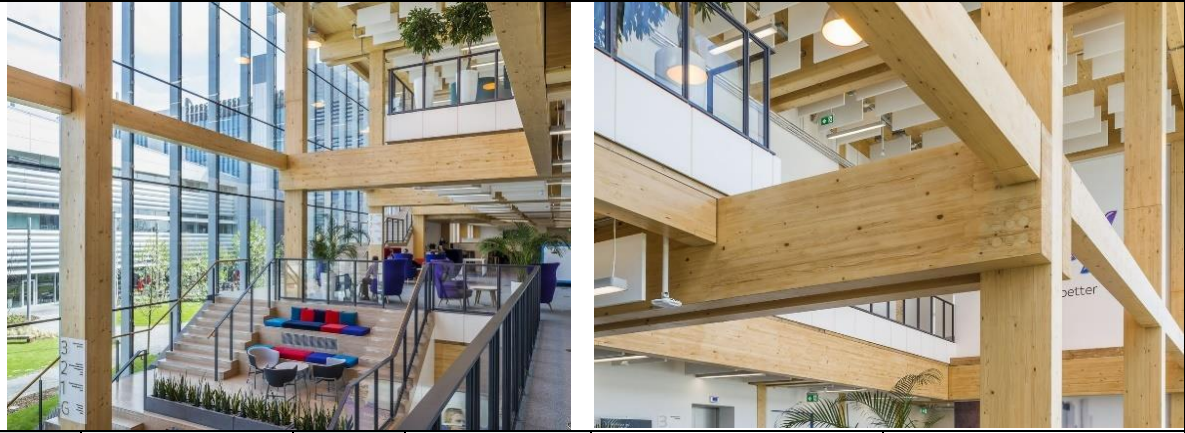
Isı Yalıtım	• Çatı ve duvarda 100 mm ahşap elyaf keçe yalıtımı kullanımı
Su ve Nem Yalıtımı	• 120 mm buhar kontrol / yalıtım fiber levha paneli uygulaması
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	• Çıtalı ahşap yalıtımlı akustik tavan paneli

E- YAPIM AŞAMALARI

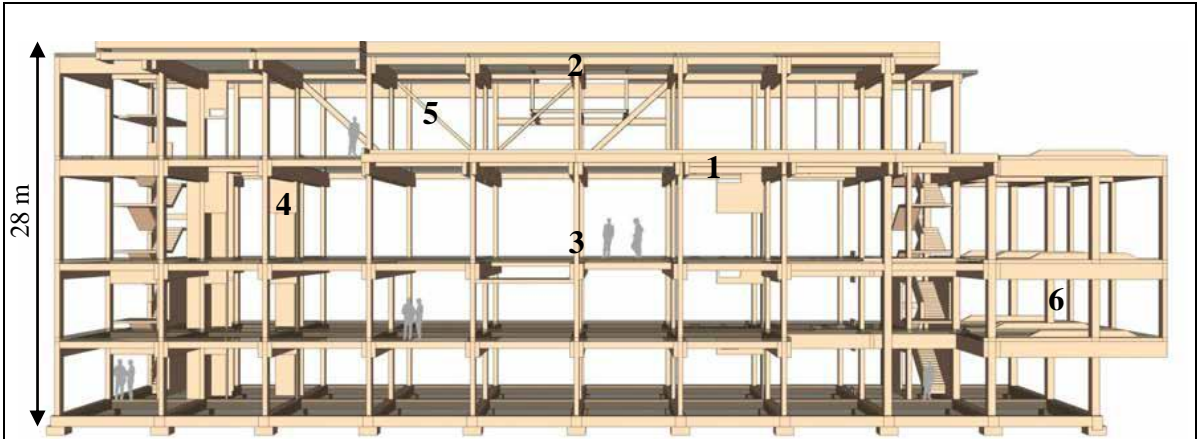
Ek Tablo 2.1.37. BSKyB /Believe in better building (Trada, 2020; URL-455, 456, 457 ve 458, 2019 ve URL-459, 460 ve 461, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
37	BSkyB /Believe in better building		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2014	Yapım Süresi	~1 yıl
Yapım Yeri	Londra, İngiltere	Yapı Alanı	3,800 m ²
Yapı İşlevi	Ofis	CLT Üretici	Binderholz GmbH
Mimari Tasarım	Arup Associates	Ahşap Mühendis	Engenuiti
			
Maliyet	£25 milyon		
Yapı Özelliği	İngiltere'deki en yüksek katlı ticari ahşap yapı ve dünyadaki az katlı yapıya sahip ahşap ofislerden biridir.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2015 ICE London Engineering Awards: Winner • 2015 The Wood Awards: Winner of judges' special award • 2015 East Midlands Celebrating Construction Awards: winner BIM project of the year • 2015 British Construction Industry Awards: Shortlist • 2015 Offsite Awards Winner of: Best use of timber; Best commercial project • 2014 Wood in Architecture Award: Winner • The Structural Awards: Highly commended in commercial category • Structural Timber Awards Winner of: Best education building; Best commercial building; Best low energy building; Architect of the year; Winner of winners 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 2,000 m² duvar alanı • 540 m³ GLT ve 220 CLT döşeme paneli 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	1,787 ton	
	Yeşil çatı	Var	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Güneş panelleri 	

Ek Tablo 2.1.37'nin devamı

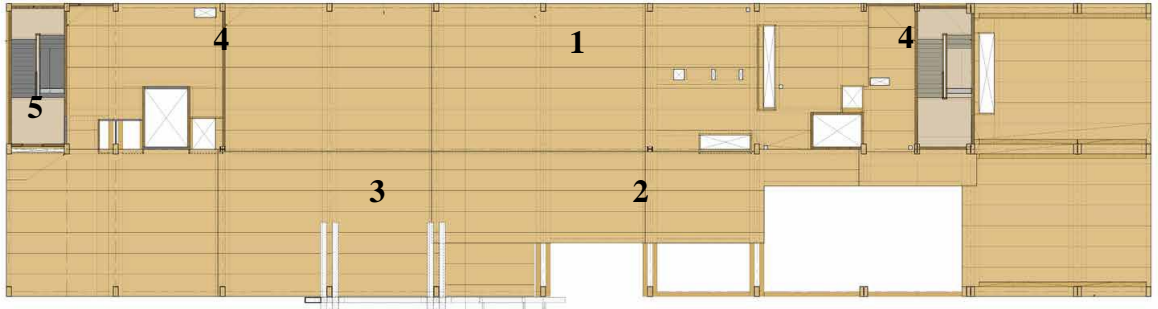
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
					
Grafiksel anlatım: CLT panel ve GLT 3 boyutlu gösterimi					
Kat Sayısı	4	Yükseklik	28 m		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer	
	✓				
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓				
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Huş ve meşe ağacı			
	Yumuşak Ağaç	Avusturya Ladin			
					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	Ahşap	
			Şaft	CLT	✓

Ek Tablo 2.1.37'nin devamı



1. CLT döşeme paneli
2. GLT kiriş
3. GLT kolon
4. CLT duvar paneli
5. Çelik makas
6. Konsollu zemin yapısı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
	Kalınlık	-	22 cm		-
Ahşap Ürünler	CLT, GLT		CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	5
				Merdiven	Yok

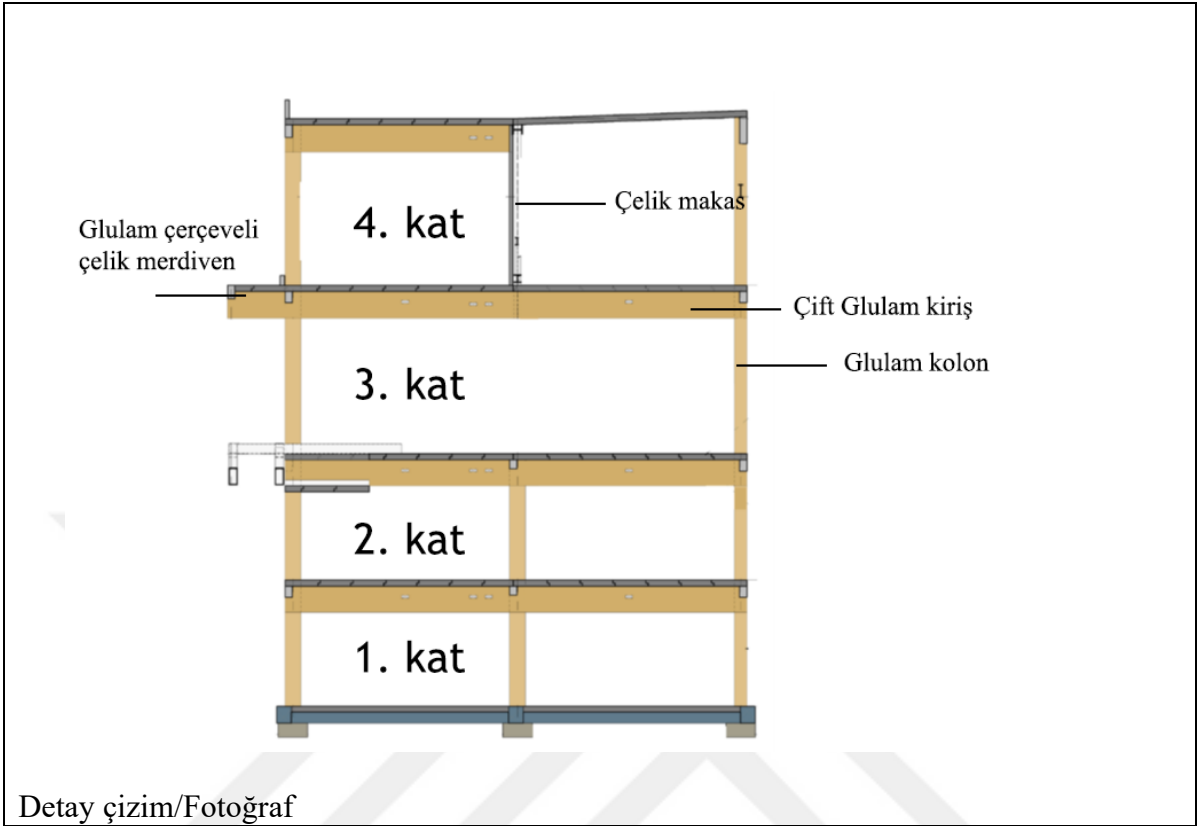


1. CLT döşeme paneli
2. Çift GLT kiriş
3. GLT kolon
4. CLT duvar paneli
5. CLT duvar ve GLT kolon destekli merdiven

Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	Vida ve braket
CLT Bağlantı Türü	-

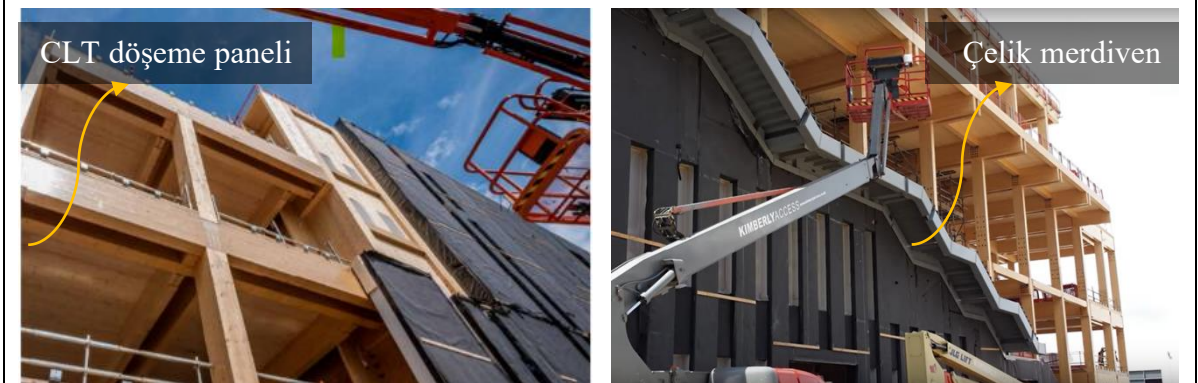
Ek Tablo 2.1.37'nin devamı



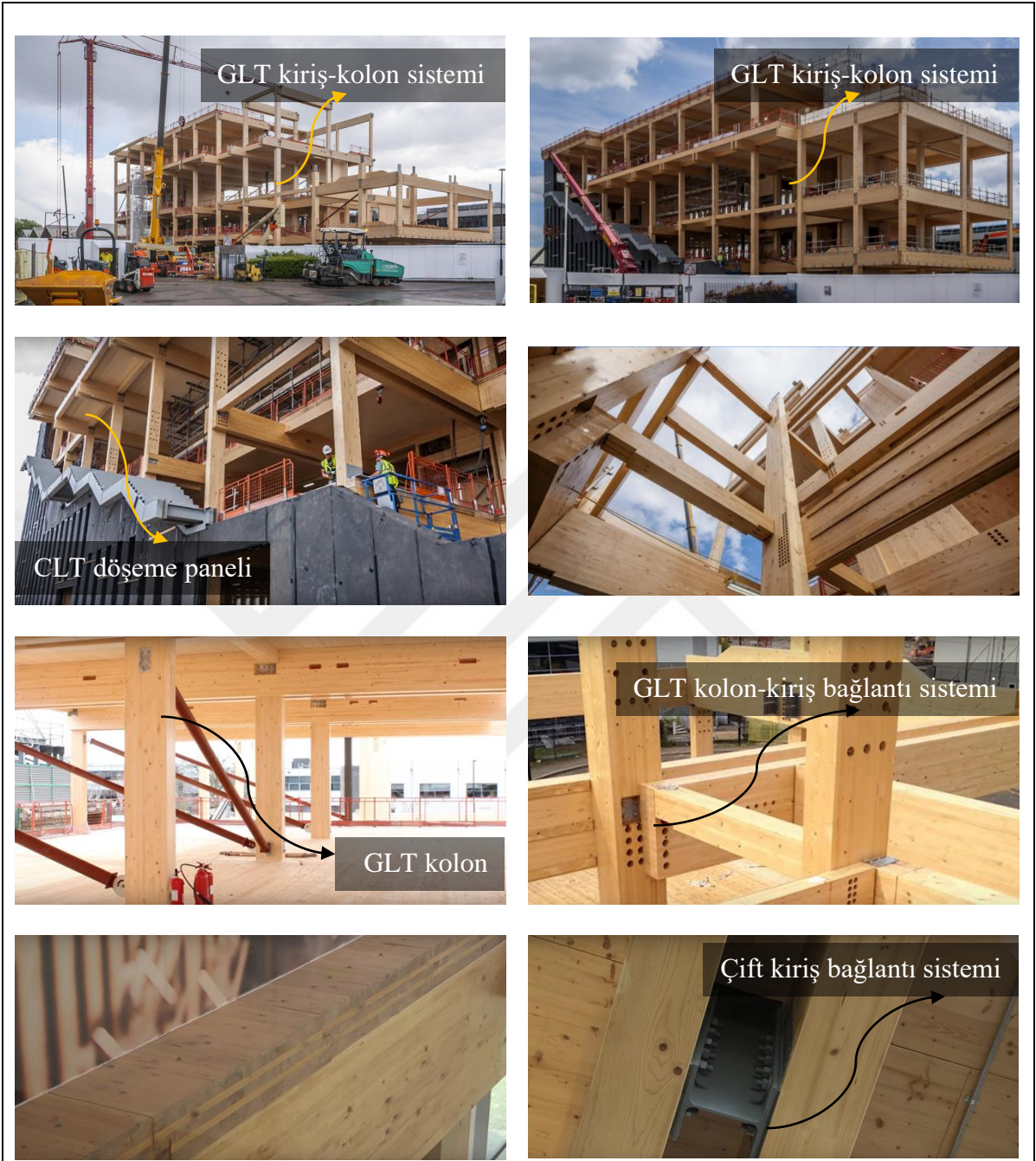
Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtımı	-
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Çimeto levha uygulaması • Dübelli ve kapaklı galvanizli çelik braket kullanımı • Sprinkler sistem kullanımı
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Yükseltilmiş döşeme uygulaması

E- YAPIM AŞAMALARI

Ek Tablo 2.1.37'nin devamı



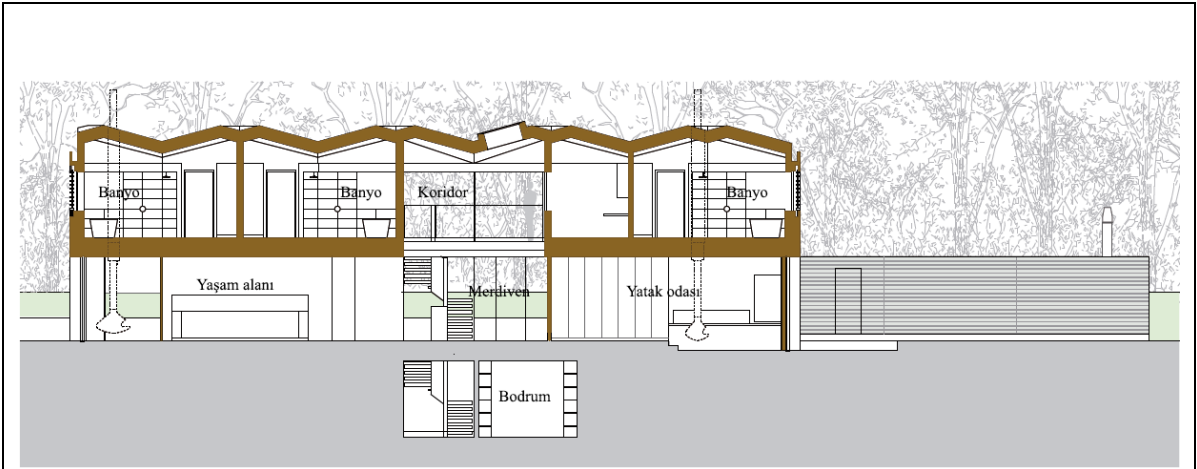
Ek Tablo 2.1.38. House, Sussex (Trada, 2019; URL-462, 2019 ve URL-463, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
38	House, Sussex		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2014	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Sussex, İngiltere	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Müstakil konut	CLT Üretici	KLH UK
Mimari Tasarım	Wilkinson King Architects	Ahşap Mühendisi	Price & Myers (CLT), Packham Lucas
			
Maliyet	£1-1,99 milyon		
Yapı Özelliği	Tüm ahşap ürünler FSC / PEFC / CSA / SFI sertifikalıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2015 RIBA House of the Year– Finalist • 2015 RIBA National Award– Winner • 2015 Structural Timber Awards,– Winner • 2015 Wood Awards,– Highly Commended • 2015 ISE Structural Awards– Shortlisted • 2014 Architect of the Year Awards –Best One-off House 2014– Finalist • RIBA Award, South East Region– Winner 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	143 CLT panel		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı penceresi • Işık kesici panjur 	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.38'in devamı

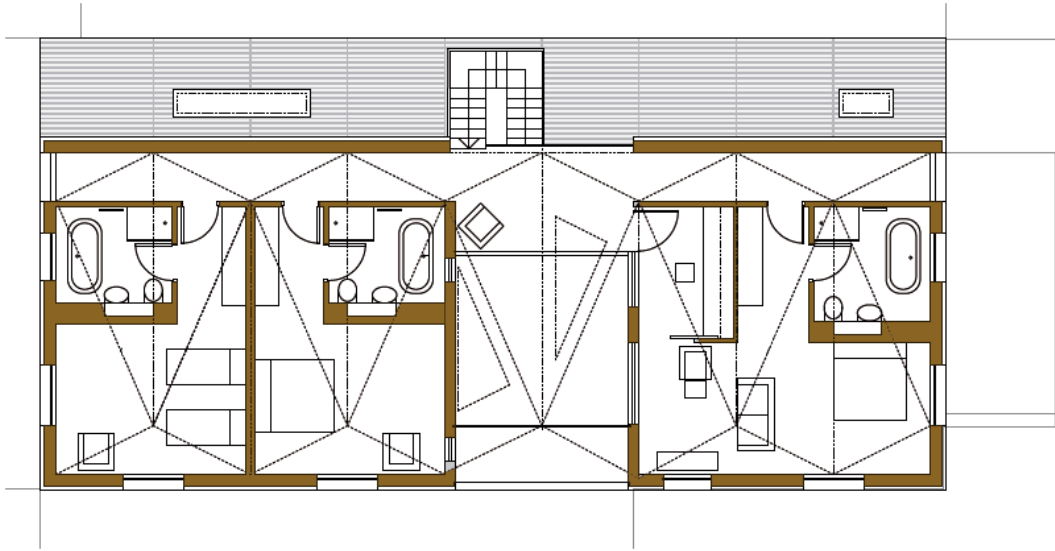
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
					
Grafiksel anlatım: Birinci kat CLT çatı ve duvar panellerinin 3 boyutlu kaplamasız gösterimi					
Kat Sayısı	2	Yükseklik	-		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer	
		✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓		✓		
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Meşe			
	Yumuşak Ağaç	Ladin, Batı kırmızı sedir			
					
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Çelik	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	-	
	✓		Şaft	-	

Ek Tablo 2.1.38'in devamı



Kesit/Fotoğraf

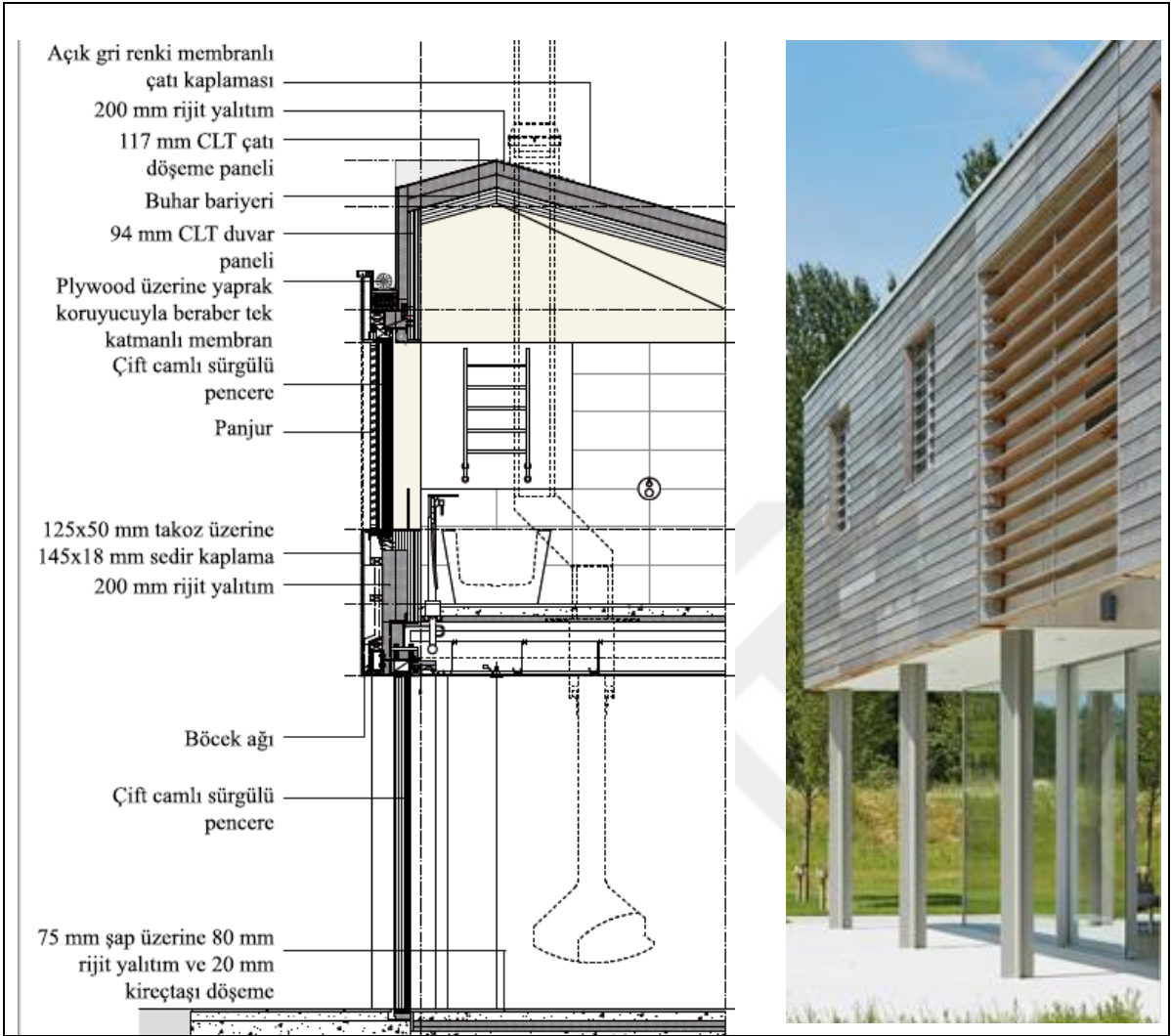
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı Döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
Kalınlık	9,4 cm	14,5 cm	11,7 cm		
Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	3	
Ahşap Strüktür Formu	Panel		Döşeme	5	
			Merdiven	Yok	



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	Vida
CLT Bağlantı Türü	-

Ek Tablo 2.1.38'in devamı



Detay çizim/Fotoğraf: Cephe detayı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

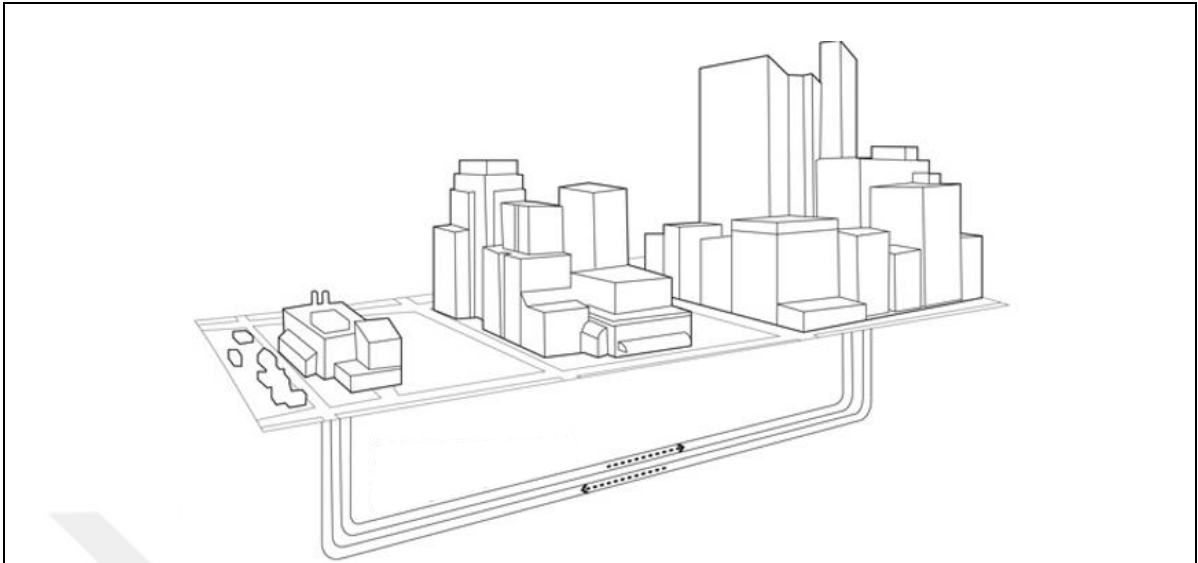
Isı Yalıtımı	• Çatıda 200 mm rijit yalıtım kullanımı
Su ve Nem Yalıtımı	• Tek katlı çatı membranı kullanımı
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI

Ek Tablo 2.1.39. The Wood Innovation and Design Centre (d'Errico, 2016; URL-464, 465, 466, 467 ve 468, 2019 ve URL-469, 470 ve 471, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
39	The Wood Innovation and Design Centre		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2014	Yapım Süresi	~12 ay
Yapım Yeri	Britanya Kolombiyası, Kanada	Yapı Alanı	4,820 m ²
Yapı İşlevi	Ofis	CLT Üretici	Structurlam
Mimari Tasarım	Michael Green Architecture	Ahşap Mühendis	Equilibrium Consulting Inc
			
Maliyet	£20,09 milyon		
Yapı Özelliği	Dünyanın en yüksek katlı modern ahşap ofis binasıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2016 Governor General's Award in Architecture • 2015 RAIC Award of Excellence for Innovation in Architecture • 2015 Lieutenant-Governor of BC Award in Architecture (Merit) • 2015 AIBC Innovation Award 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) Altın sertifikası • Voluntary certification programs • Green Globes 		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 1519 m³ ahşap 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	1,099 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Bionerji sistemi; Sıcak su bulunduğu bölgenin bioenerji sisteminden gelmektedir. 	

Ek Tablo 2.1.39'un devamı



Grafiksel anlatım: Bionerji sistemi

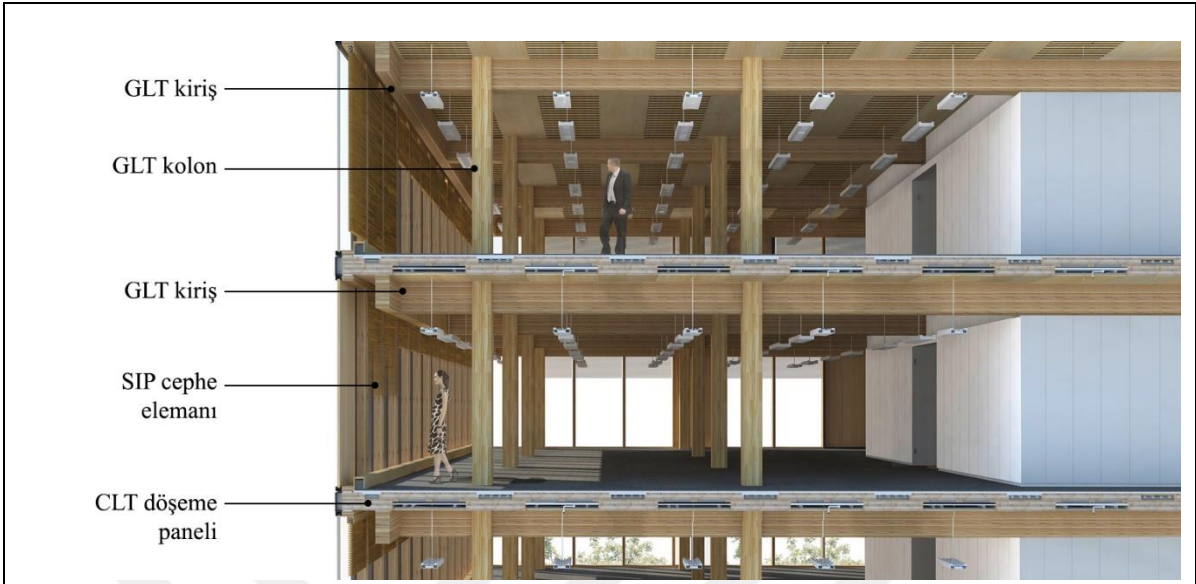
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	6	Yükseklik	29,5 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
	✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Douglas köknar, Baldıran otu, Çam, Ladin Batı kırmızı sedir		



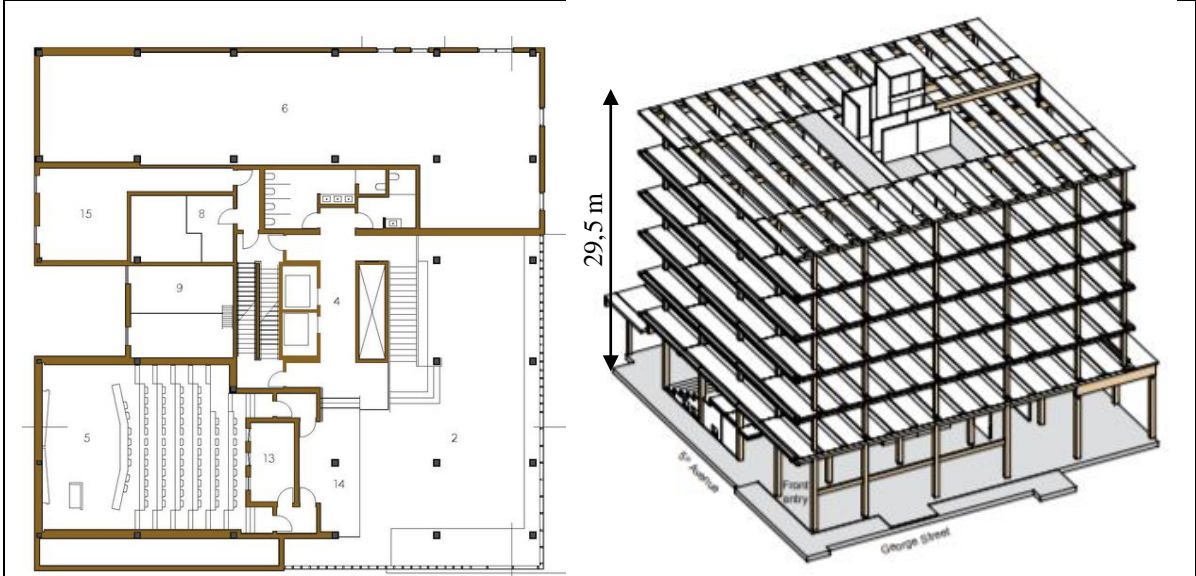
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT, PSL	
	Hibrit		Merdiven	LVL	
			Şaft	CLT	✓

Ek Tablo 2.1.39'un devamı



Kesit/Fotoğraf

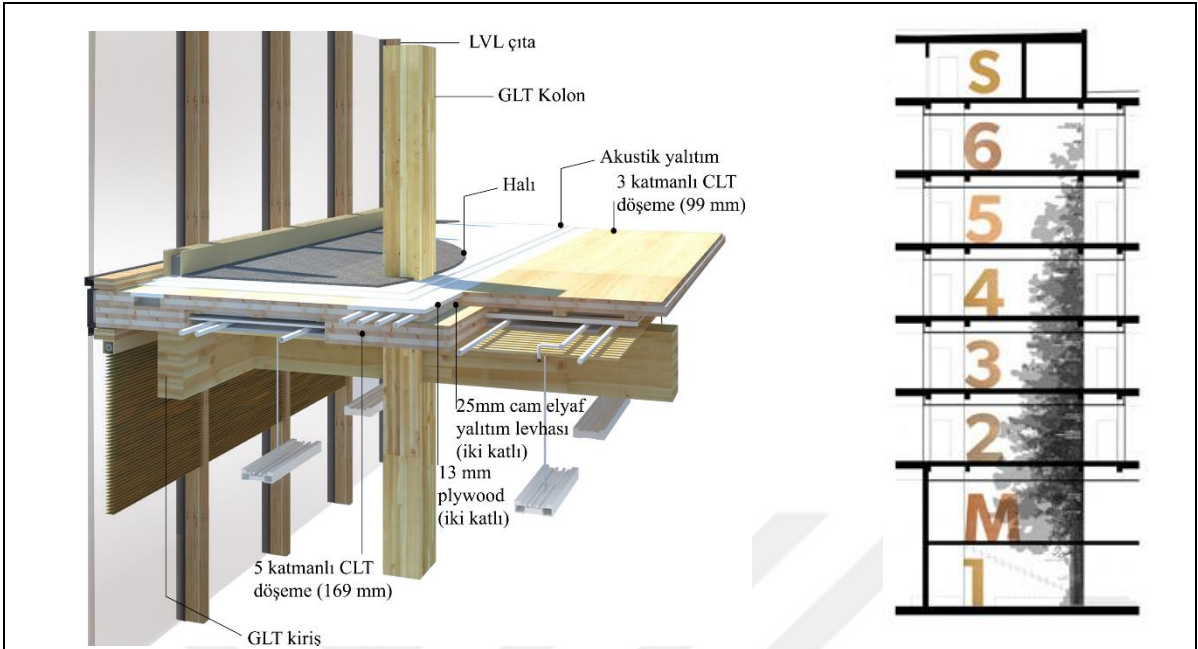
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-
	Kalınlık	-	9,9 ve 16,9 cm		-
Ahşap Ürünler	CLT, GLT, PSL, LVL		CLT Katman Sayısı	Duvar	3/5
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	5/7
				Merdiven	Yok



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	Köşebent, kiriş askısı, vida
CLT Bağlantı Türü	Bindirmeli bağlantı sistemi

Ek Tablo 2.1.39'un devamı

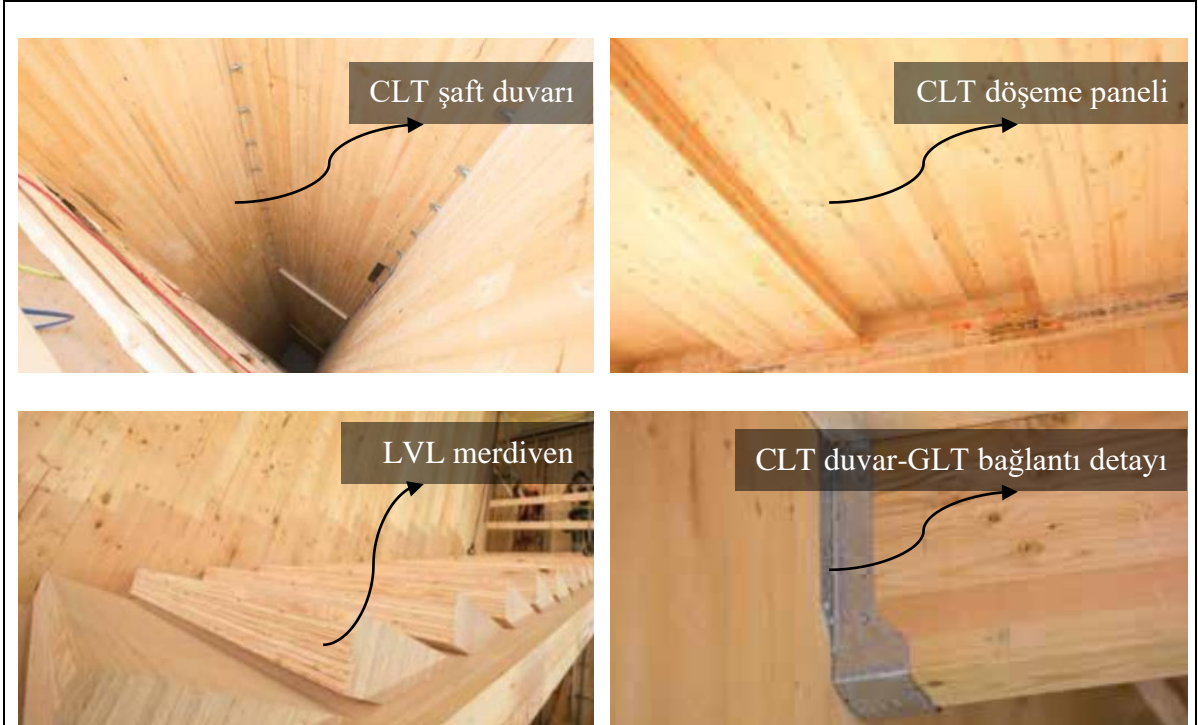


Detay çizim/Fotoğraf: Döşeme-Duvar Detayı

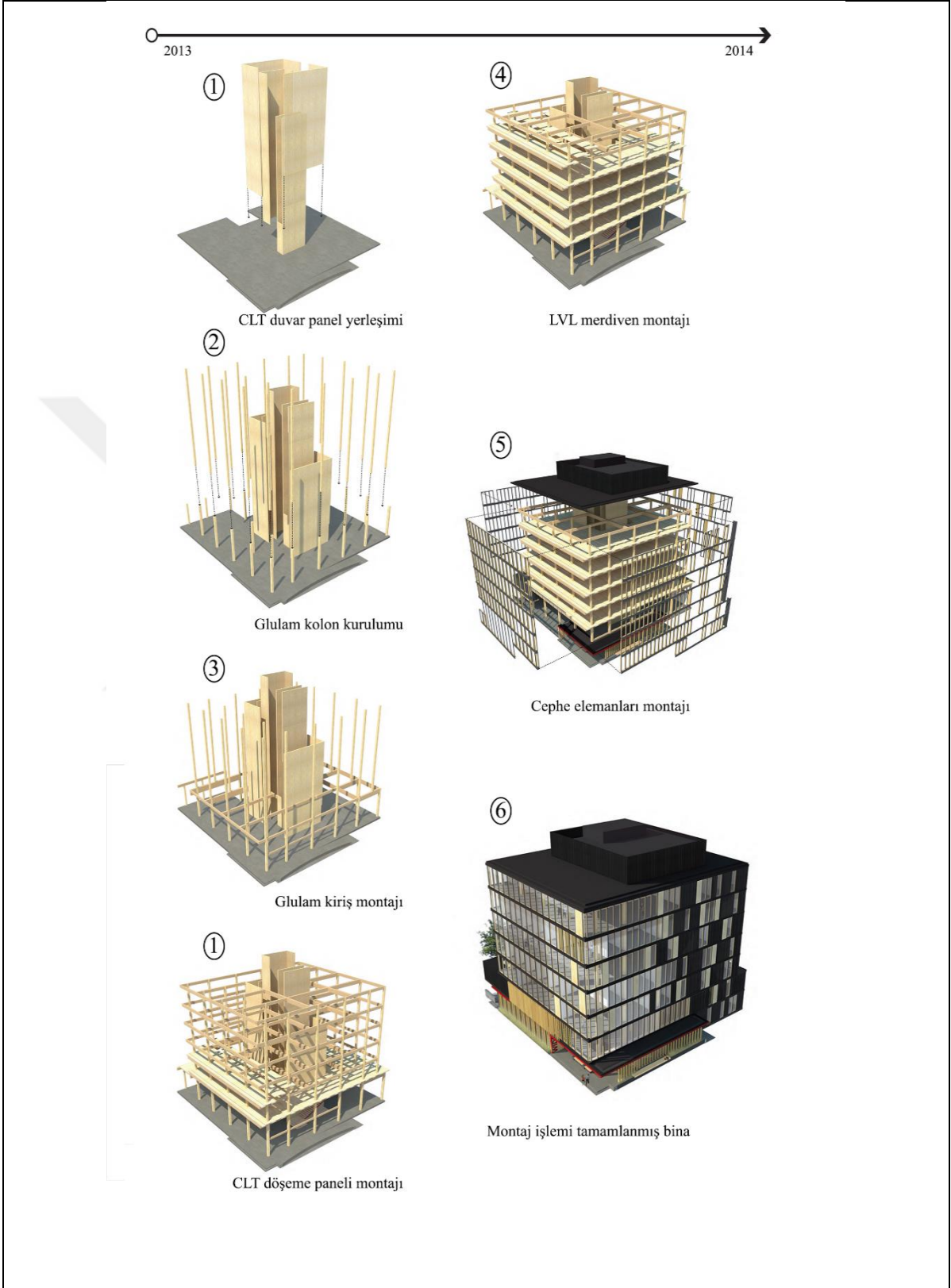
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> Döşemede 25 mm cam elyaf yalıtım levhası kullanımı
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> Döşemede ve duvarlarda kilit noktalarda nem sensörleri Yağmur perdesi cephe sistemi Çatı döşemesinde beton kaplama
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> Tek ve çift katlı alçı panel uygulaması
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> Akustik keçe ve halı kullanımı Çift kat döşeme uygulaması


E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.39'un devamı

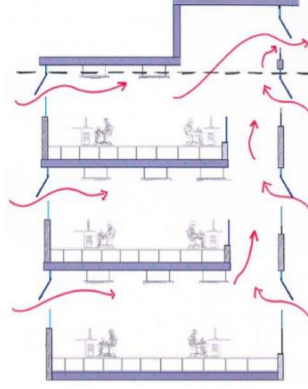


Ek Tablo 2.1.40. Keynsham Civic Centre (URL-472, 473, 474, 475, 476, 477 ve 478, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
40	Keynsham Civic Centre		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2014	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Keynsham/Birleşik Krallık	Yapı Alanı	9,600 m ²
Yapı İşlevi	Ofis, Kütüphane Toplum Merkezi	CLT Üretici	-
Mimari Tasarım	AHR	Ahşap Mühendisi	Hydrock Structures
			
Maliyet	£28 Milyon		
Yapı Özelliği	İngiltere'deki en düşük enerji tüketen kamu binalarından biridir. Ofisler EPC A derecesine ve enerji kullanımını nötr karbon derecesine yakındır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2017 Winner of CIBSE Building Performance Award Project of the Year (Public use) • 2016 Best Commercial Mixed-Use Design Construction & Engineering Awards • 2015 Winner, Commercial Workplace of the Year South West Property Insider Awards • 2015 RIBA South West Award for Sustainability • 2015 British Council for Offices Best of the Best Award • 2015 Highly Commended, Regeneration RICS South West Awards • 2015 Civic Trust Awards • 2015 National BCO Awards WINNER Corporate Workplace 		
Sertifikalar	EPC		
Ahşap Miktarı	84 ton ahşap		

Ek Tablo 2.1.40'ın devamı

Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO₂ miktarı	-
	Yeşil çatı	Yok
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Üst pencereler; sıcak havayı dışarı aktarır. Akustik güneş kırıcılar; düşük frekanslı trafik gürültüsünü emer ve gece boyunca güvenli bir ısı tahliyesi sağlar. • Güney cephede bulunan ışık raflar; ışığı iç mekanlara aktarır. • Sabit camların önüne koyulan panjur; gün ışığı parlama kontrolü sağlar.
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Soğutma borulu beton döşeme; zeminin% 50'sini oluşturur. • Isı pompası; binanın ısınmasının % 20'sini karşılar. • PV paneli; 750 solar panel kullanılmıştır.



Grafiksel anlatım: Pasif enerji kazanım kesiti

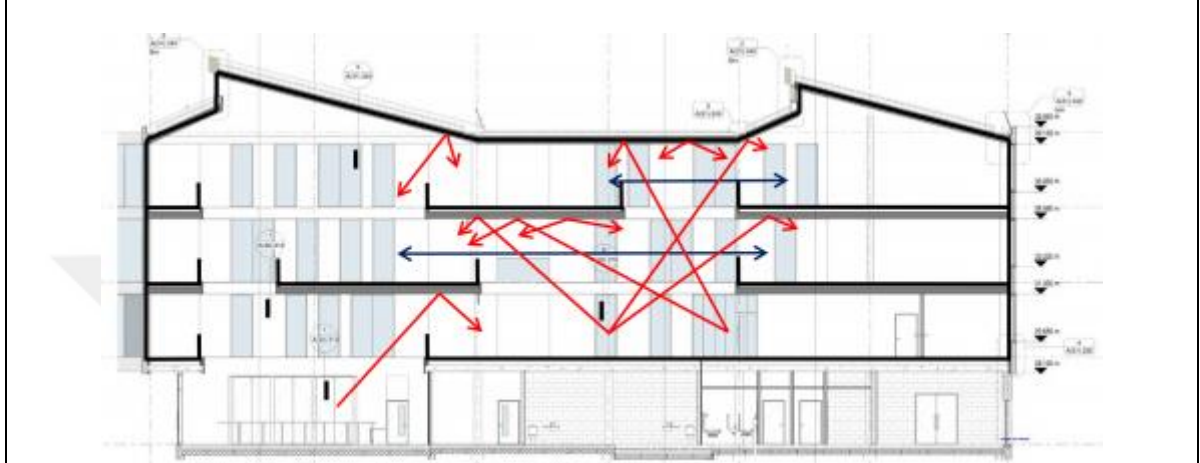
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	4	Yükseklik	-	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
	✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓	✓	✓	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	-		



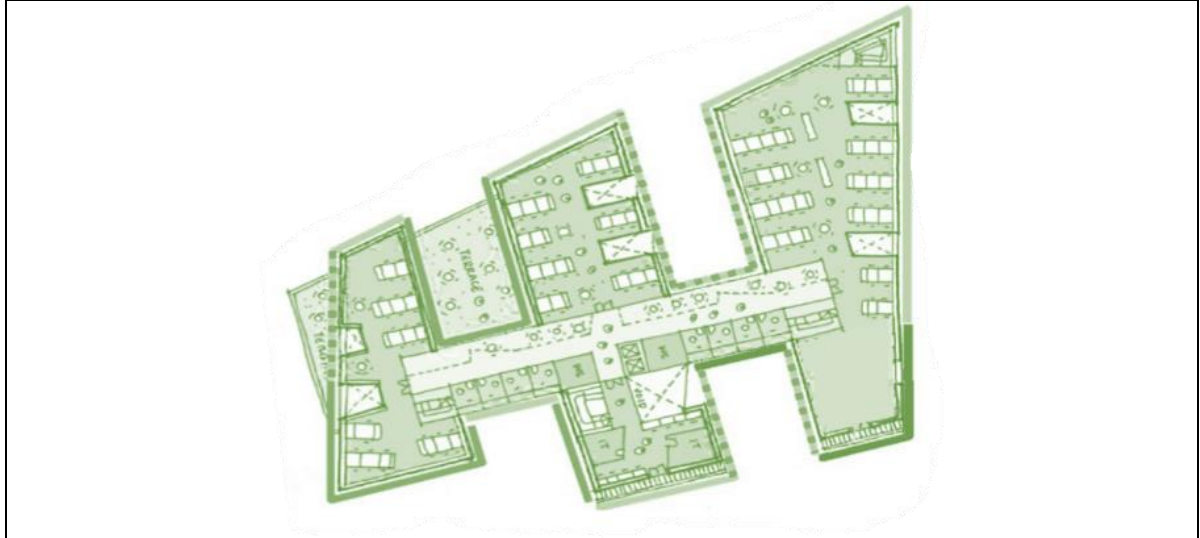
Ek Tablo 2.1.40'ın devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT ve B.A.	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Çelik	
			Kiriş	Çelik	
	Hibrit		Merdiven	-	
	✓		Şaft	-	



Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-
	Genişlik	-	-	-
Kalınlık	-	-	-	-
Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme	-
			Merdiven	Yok



Plan/Fotoğraf

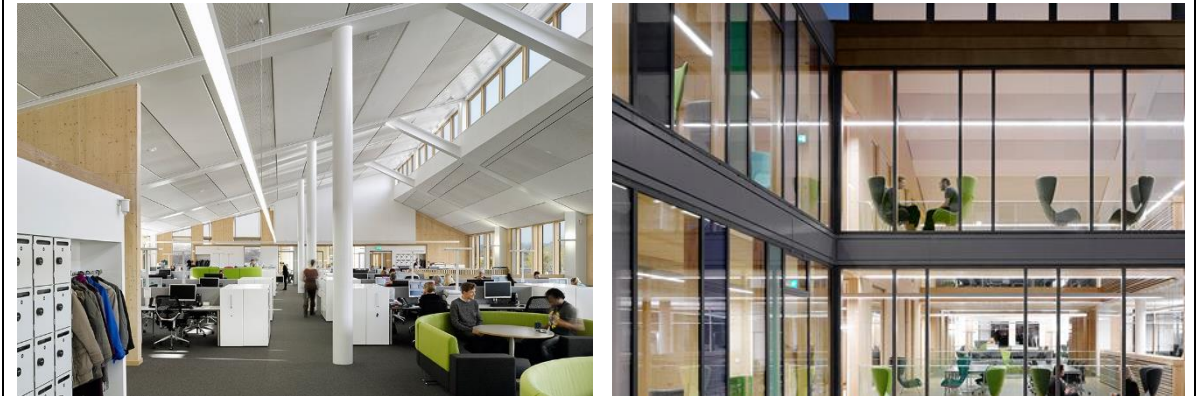
Ek Tablo 2.1.40'ın devamı

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-
<p>1. Yapı Malzemesi Hibrit Çapraz Lamine Ahşap (CLT) ve çelik çerçeve kullanılmıştır.</p> <p>2. Gün Işığı ve Havalandırma Üst pencereler sıcak havayı çatı seviyesinde dışarı aktarır.</p> <p>3. Termal Kütle Soğutma borulu beton döşemeler zeminin% 50'sini oluşturur.</p> <p>4. Akustik Yankılanmayı kontrol etmek için delikli ladin ahşap panelleri kullanılmıştır.</p> <p>5. Havalandırma Otomatik BMS kontrollü üst havalandırma kapısı ve manuel alt kapı kullanımı sağlanmıştır.</p> <p>6. Aydınlatma Kullanıcı tarafından kontrol edilen ve ayrı bir yerden güç hattına bağlı masa aydınlatma sistemi kullanılmıştır.</p> <p>7. Akustik ve Havalandırma Akustik güneş kırıcılar, düşük frekanslı trafik gürültüsünü emer ve gece boyunca güvenli bir ısı tahliyesi sağlar.</p> <p>8. Aydınlatma Sirkülasyon alanlarında otomatik aydınlatma kullanılmıştır.</p> <p>9. Gün Işığı Güney cephede bulunan "Işık Rafları", ışığı iç mekanlara aktarır. Sabit camların önüne koyulan manuel panjurlar gün ışığı parlama kontrolü sağlar.</p> <p>10. Hizmet Dağıtım Yükseltilmiş döşeme altında bulunan acil kapatma anahtarı, güç tasarrufu için PC'lerin ve ışıkların gece kapatılmasını sağlar.</p>	


Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

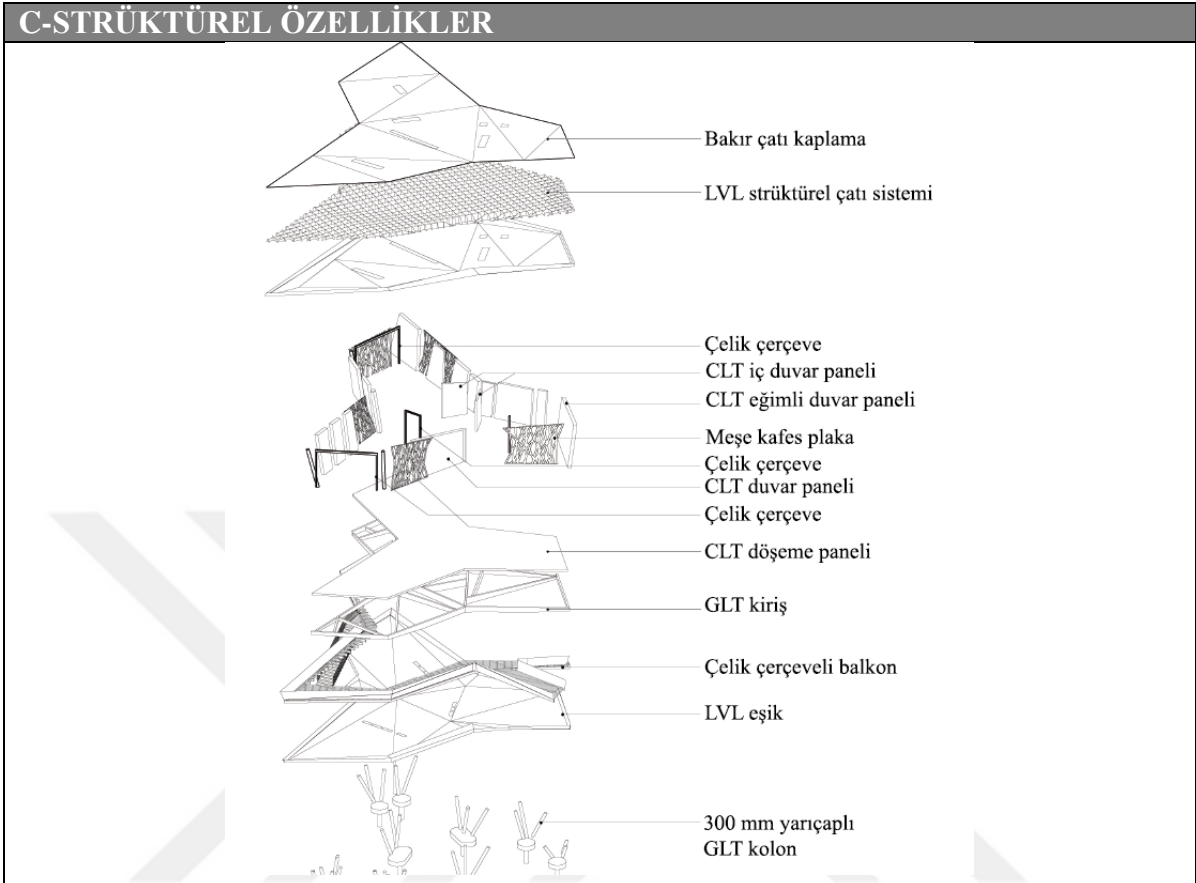
Isı Yalıtım	-
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Akustik güneş kırıcı pencere sistemi kullanımı • Yankılanmayı kontrol etmek için delikli ladin ahşap panel uygulaması

E- YAPIM AŞAMALARI

Ek Tablo 2.1.41. Maggie's Oxford Centre (Trada, 2020; Waugh ve Thistleton, 2018 ve URL-479, 480 ve 481, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
41	Maggie's Oxford Centre		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2014	Yapım Süresi	61 hafta/5 hafta
Yapım Yeri	Oxford/İngiltere	Yapı Alanı	225 m ²
Yapı İşlevi	Sağlık merkezi	CLT Üretici	Zublin Timber
Mimari Tasarım	Wilkinson Eyre	Ahşap Mühendisi	Metsawood
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	-		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2015 RIBA Awards: South East Winner and Sustainability Award • 2015 Wood Awards Education and public Sector: Highly Commended • 2015 Structural Timber Awards, Best Healthcare Project 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 200 m³ ahşap 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı penceresi • Cephe önü ahşap kafes levha 	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Döşeme altı ısıtma sistemi, • Toprak kaynaklı ısı pompası 	

Ek Tablo 2.1.41'in devamı



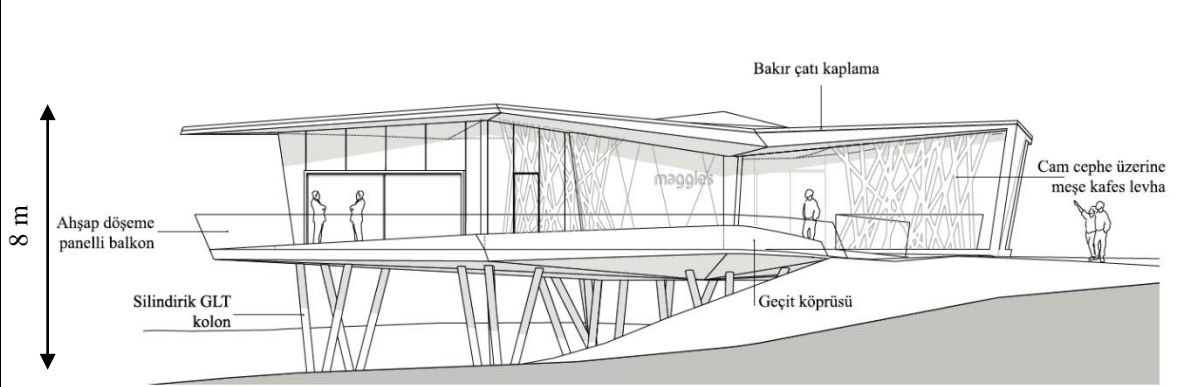
Grafiksel anlatım: Strüktürel gösterim

Kat Sayısı	1	Yükseklik	8 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kathı	Yüksek Kathı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Avrupa meşe ağacı		
	Yumuşak Ağaç	Norveç ladin, beyaz köknar, İskoç çam, Avrupa karaçam, Douglas köknar, İsviçre taş çam		



Ek Tablo 2.1.41'in devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT ve LVL	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
			Şaft	-	



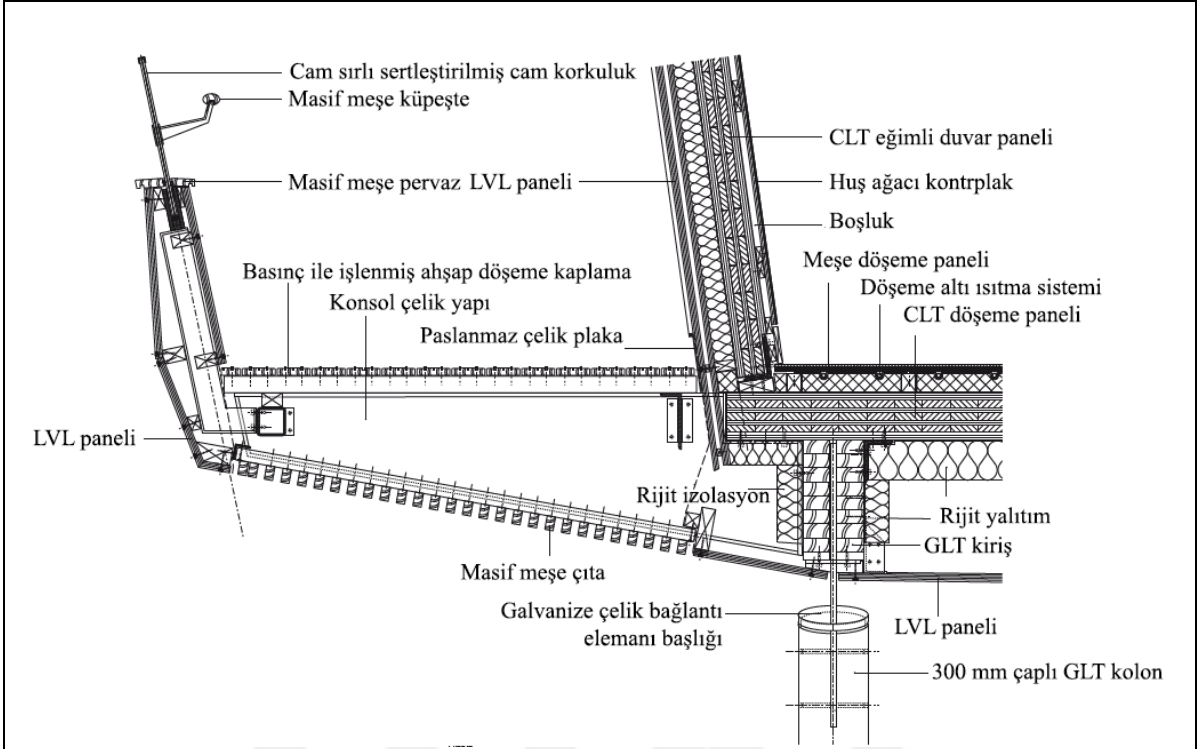
Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	Yok
	Genişlik	-	-	Yok
Kalınlık	-	-	-	Yok
Ahşap Ürünler	CLT, GLT, LVL	CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme	-
			Merdiven	Yok

Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-

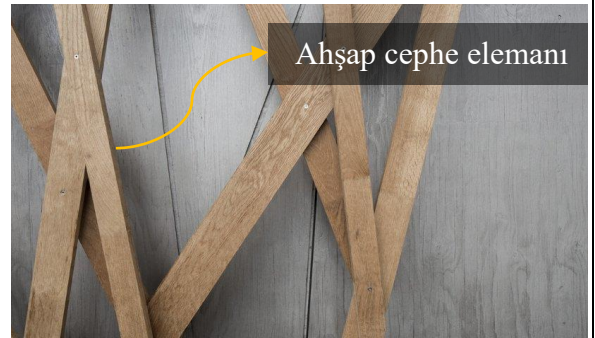
Ek Tablo 2.1.41'in devamı



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

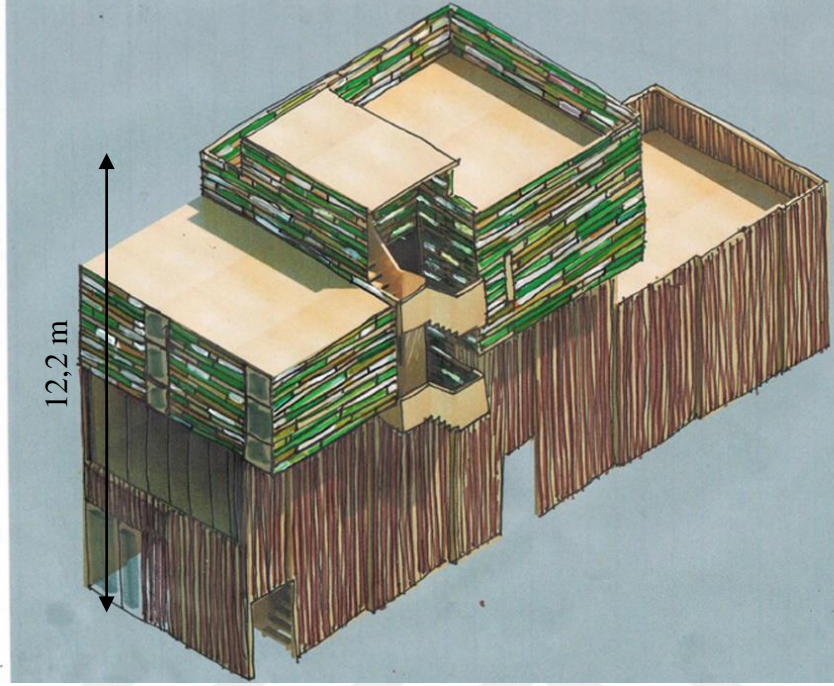
Isı Yalıtım	• Çatı döşemesinde rijit yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Meşe döşeme paneli uygulaması
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI

Ek Tablo 2.1.42. Woodblock House (URL-482, 483, 484, 485, 486 ve 487, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
42	Woodblock House		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2013	Yapım Süresi	-
Yapım Yeri	Londra, İngiltere	Yapı Alanı	257 m ²
Yapı İşlevi	Müstakil konut, ofis	CLT Üretici	ZÜBLIN Merk Timber
Mimari Tasarım	dRMM	Ahşap Mühendisi	Timber First
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	-		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2014 WINNER RIBA London Regional Award • 2014 LONGLIST RIBA Manser Award • 2014 SHORTLISTED New London Architecture (NLA) Award, Home Category • 2014 HIGHLY COMMENDED Wood Awards 		
Sertifikalar	Yok		
Ahşap Miktarı	-		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.42'nin devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

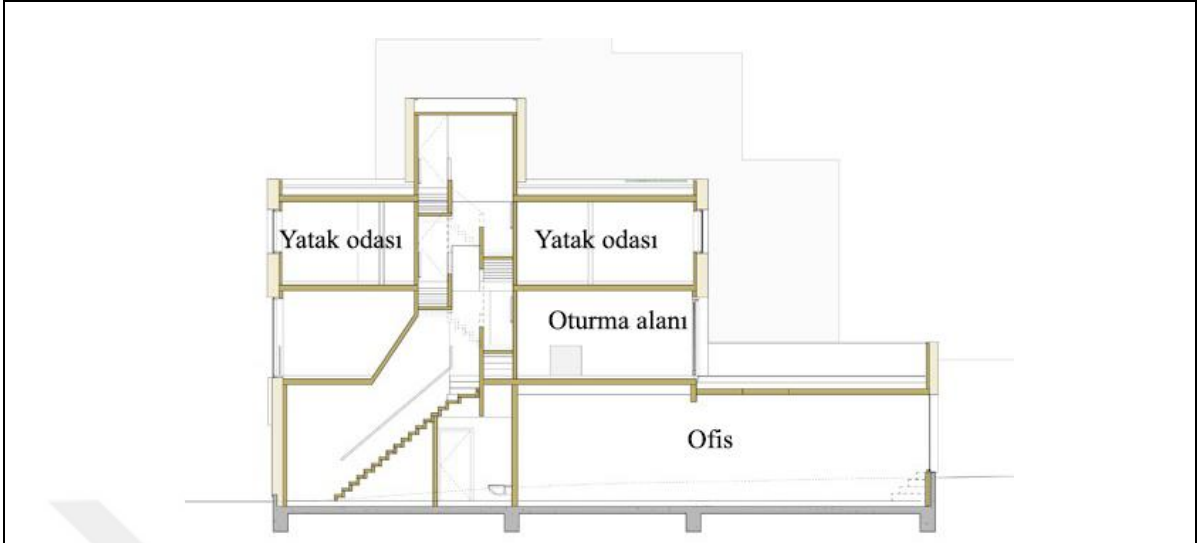
Grafiksel anlatım: 3 boyutlu gösterim

Kat Sayısı	4	Yükseklik	~12,2 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kathı	Yüksek Kathı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Karaçam		



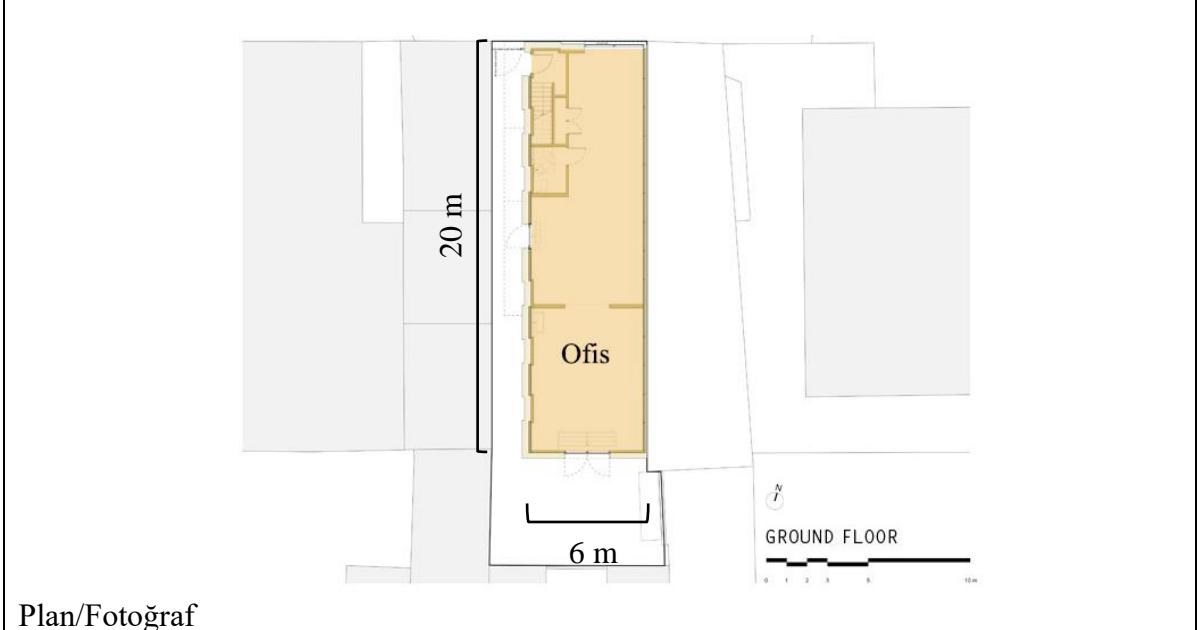
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	CLT	✓

Ek Tablo 2.1.42'nin devamı



Kesit/Fotoğraf

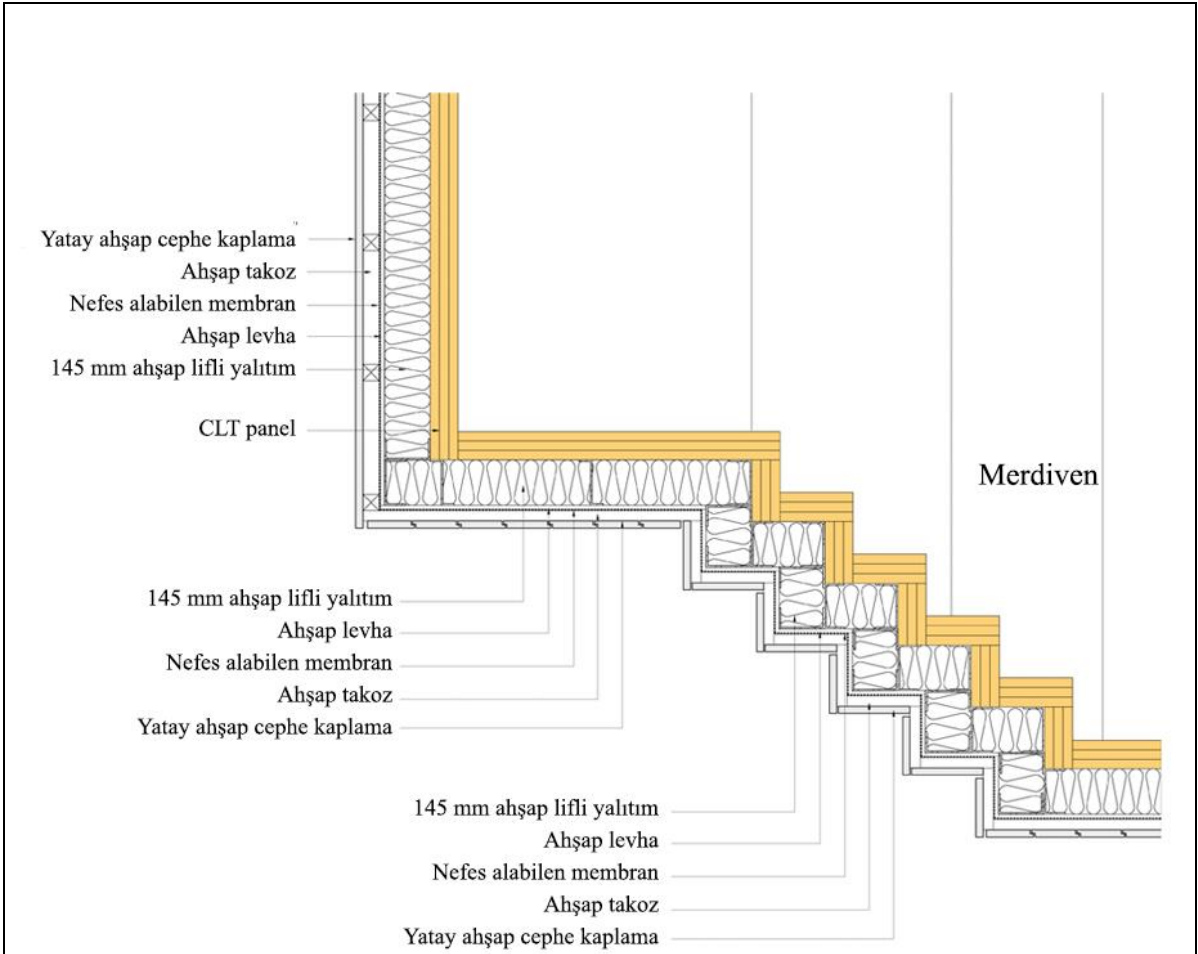
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi	
	Uzunluk	-	-	-	-	-
	Genişlik	-	100 cm	-	-	-
	Kalınlık	~9 cm	~9 cm	-	-	-
Ahşap Ürünler		CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	3/5	
Ahşap Strüktür Formu		Panel		Döşeme	-	
				Merdiven	-	



Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-

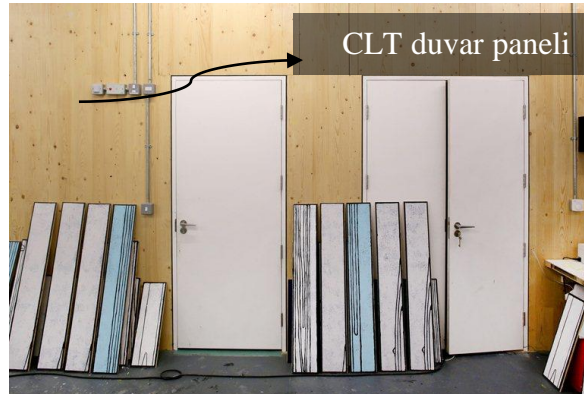
Ek Tablo 2.1.42'nin devamı



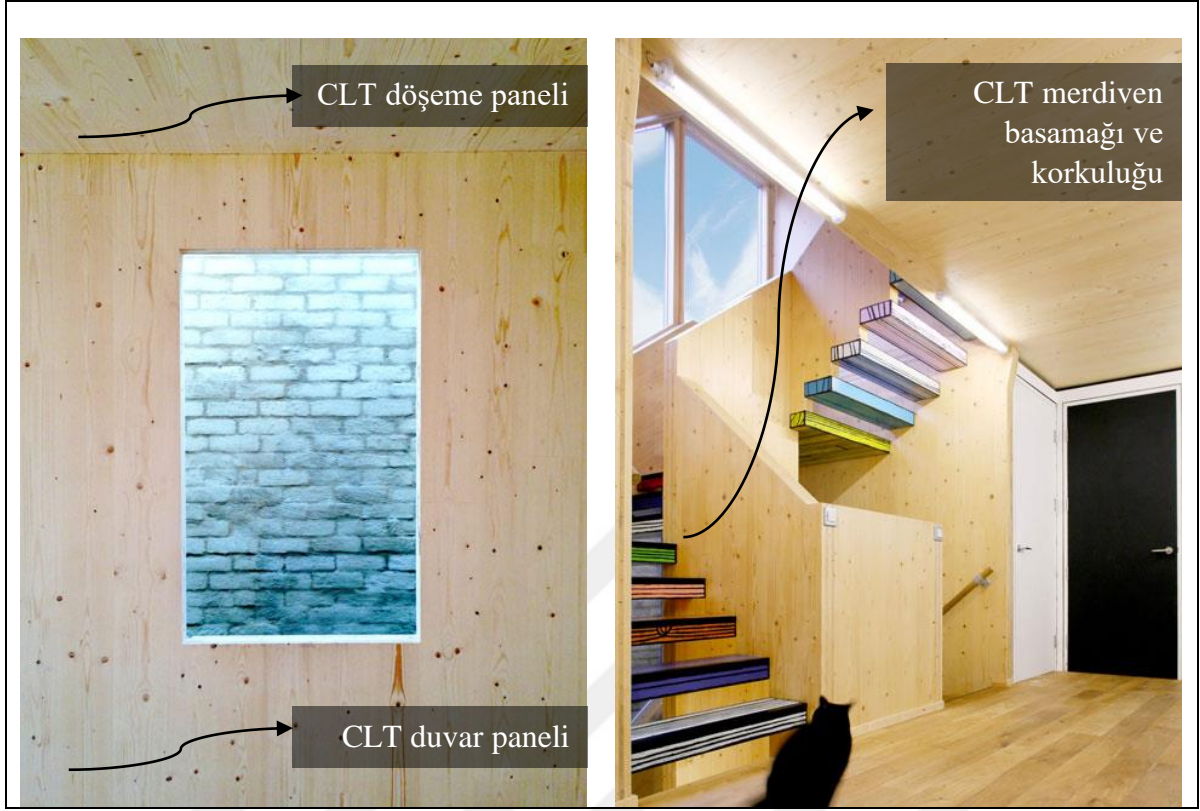
Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtım	• Döşeme ve duvarda 145 mm ahşap lifli yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Duvarda nefes alabilen membran örtü kullanımı
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI

Ek Tablo 2.1.42'nin devamı



Ek Tablo 2.1.43. Abbotsford Visitor Reception Building (Trada, 2020; URL-488, ve 489, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
43	Abbotsford Visitor Reception Building		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2012	Yapım Süresi	3 hafta (strüktür için)
Yapım Yeri	Melrose, İskoçya	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Ziyaretçi merkezi	CLT Üretici	Metsa Wood
Mimari Tasarım	LDN Architects	Ahşap Mühendisi	Elliott & Company.
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	Birinci kat döşemesi, hibrit ahşap-betonarme bir yapıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2013 Wood Awards, Shortlisted • 2013 RIAS Awards, Highly Commended • 2013 RIAS Forestry Commission Wood Awards, Winner • 2013 Scottish Design Awards, Winner (Sustainable Design) • 2013 EAA Awards, Shortlisted • 2013 SBC Design Awards, Winner • 2013 Timber In Construction Awards, Winner • RIBA National Award Winner 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	-		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Var	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı saçağı; 1,5 m uzunluğunda çatı saçağı kullanılmıştır. 	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Yerden ısıtma; otoparkın altındaki deliklere bağlanmış toprak kaynaklı bir ısı pompası ile sağlanır. 	

Ek Tablo 2.1.43'ün devamı



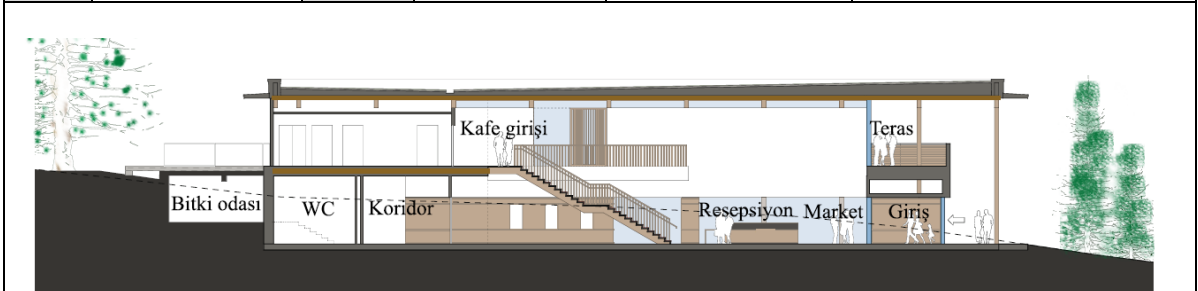
Grafiksel anlatım: Yaşam döngüsü kesiti

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	2	Yükseklik	~9,3 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
Ağaç Türü	Sert Ağaç	Avrupa meşe, Garapa, Venge		
	Yumuşak Ağaç	Fin ladini		



Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	-	
	Hibrit Ahşap		Döşeme	CLT ve B.A.	✓
	Hibrit		Kolon	LVL	
	✓		Kiriş	LVL	
			Merdiven	LVL	
			Şaft	-	



Kesit/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.43'ün devamı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-		-
	Genişlik	-	-		-
Kalınlık	-	-		-	
Ahşap Ürünler	CLT, LVL		CLT Katman Sayısı	Duvar	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk			Döşeme	-
				Merdiven	-



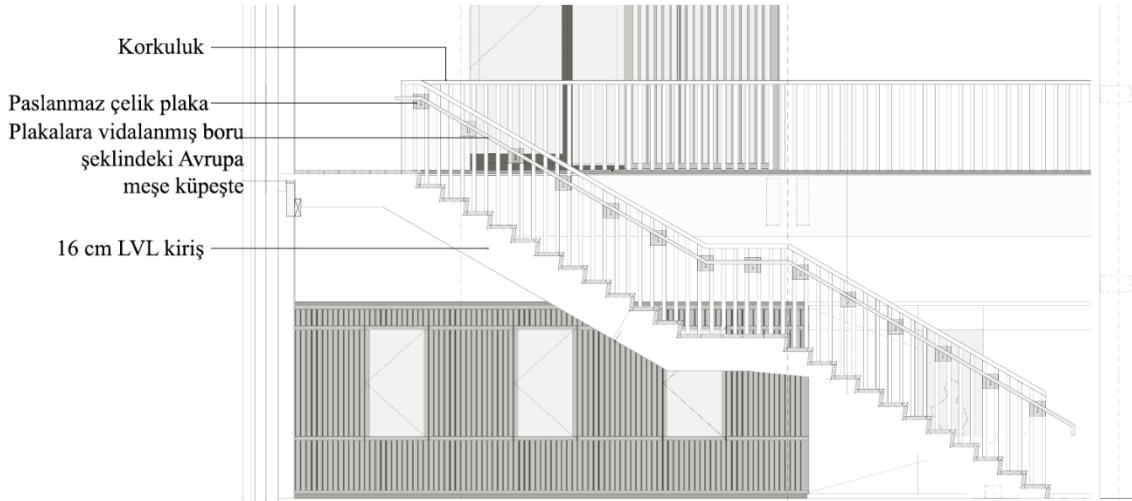
Plan/Fotoğraf

CLT Birleşim Elemanı

-

CLT Bağlantı Türü

-



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtım

- Döşemde koyun yünü yalıtımı kullanımı
- Duvarlarda ahşap elyaf yalıtımı kullanımı

Su ve Nem Yalıtımı

-

Yangın Dayanımı

-

Akustik Yalıtım


- Döşemde koyun yünü yalıtımı uygulaması

Ek Tablo 2.1.43'ün devamı

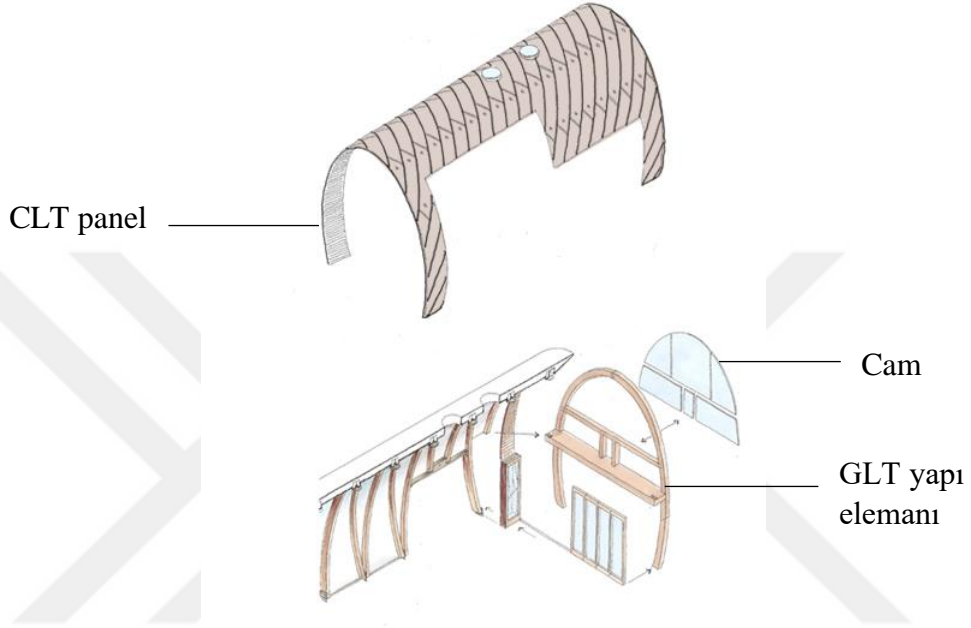
E- YAPIM AŞAMALARI



Ek Tablo 2.1.44. Downley House (URL-490, 491, 492, 493, 494, 495, 496 ve 497, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
44	Downley House		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2012	Yapım Süresi	1 yıl 10 ay
Yapım Yeri	Hampshire/İngiltere	Yapı Alanı	650 m ²
Yapı İşlevi	Müstakil konut	CLT Üretici	Eurban
Mimari Tasarım	Birds Portchmouth Russum Architects	Ahşap Mühendisi	Matthew Wells
			
Maliyet	£2,5 milyon		
Yapı Özelliği	CLT ile tonoz formu oluşturulan binadır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2013 RIBA Award • 2013 Civic Trust Commendation • 2013 Sunday Times Luxury House Of The Year • 2013 Daily Telegraph Most Innovative Home • 2013 Evening Standard Luxury House Award • 2013 RIBA Manser Medal Shortlist • 2013 International Design Award Bronze 		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	-		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> • Çatı penceresi 	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Toprak kaynaklı ısı pompası • Isı geri kazanım sistemi 	

Ek Tablo 2.1.44'ün devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

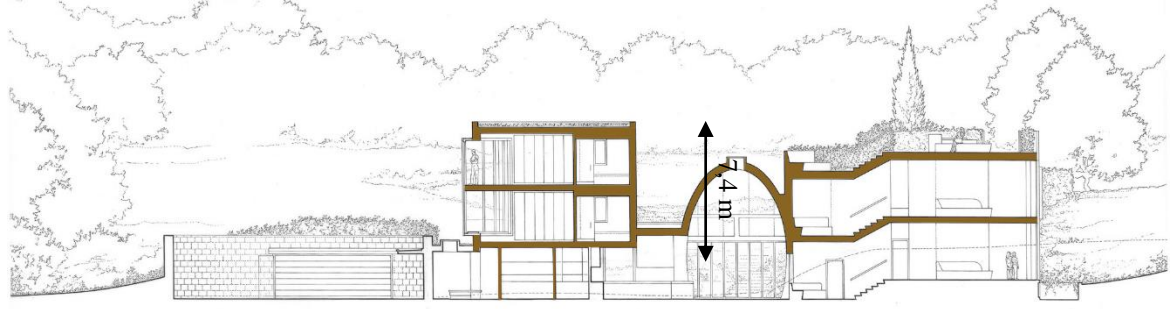
Grafiksel anlatım: Strüktürel gösterim

Kat Sayısı	2 ve 3	Yükseklik	~7,4 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	-		



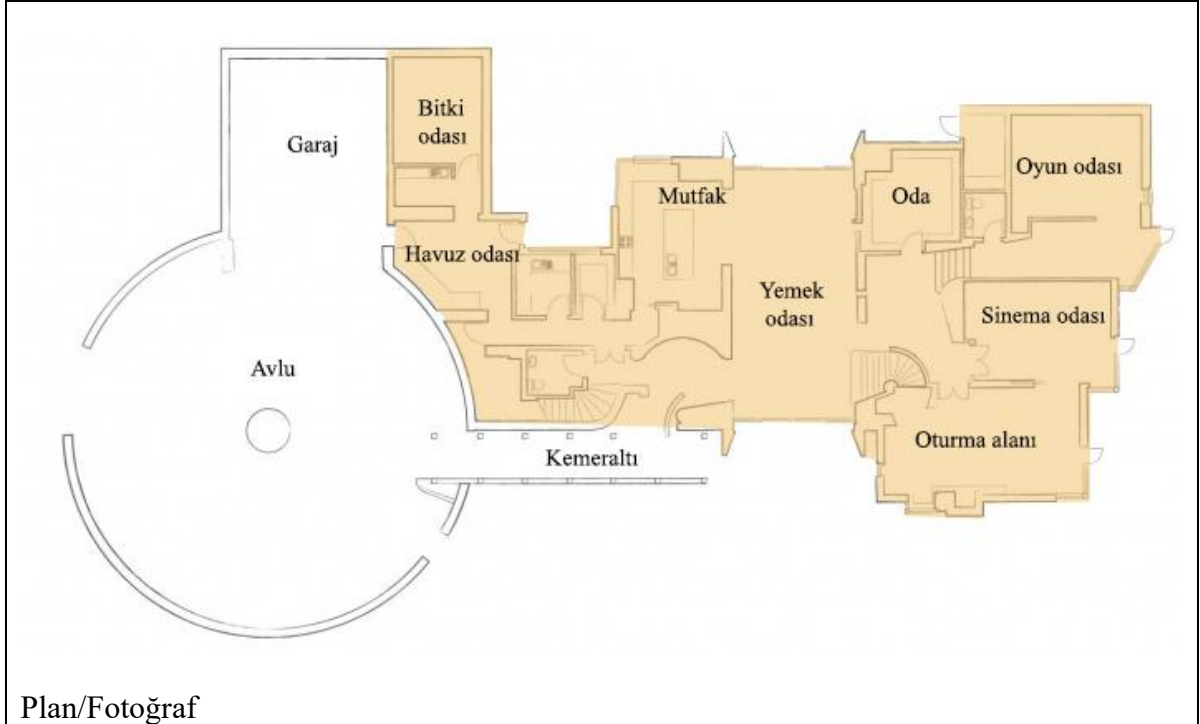
Ek Tablo 2.1.44'ün devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT	
	✓		Kiriş	GLT	
	Hibrit		Merdiven	-	
			Şaft	-	



Kesit/Fotoğraf

CLT Boyutu	Duvar	Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	~600 cm
	Genişlik	-	-	-
	Kalınlık	-	-	~6 cm
Ahşap Ürünler	CLT, GLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	3
Ahşap Strüktür Formu	Panel		Döşeme	5
			Merdiven	-



Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.44'ün devamı

CLT Birleşim Elemanı	-
CLT Bağlantı Türü	-
<p>Detay çizim/Fotoğraf</p>	

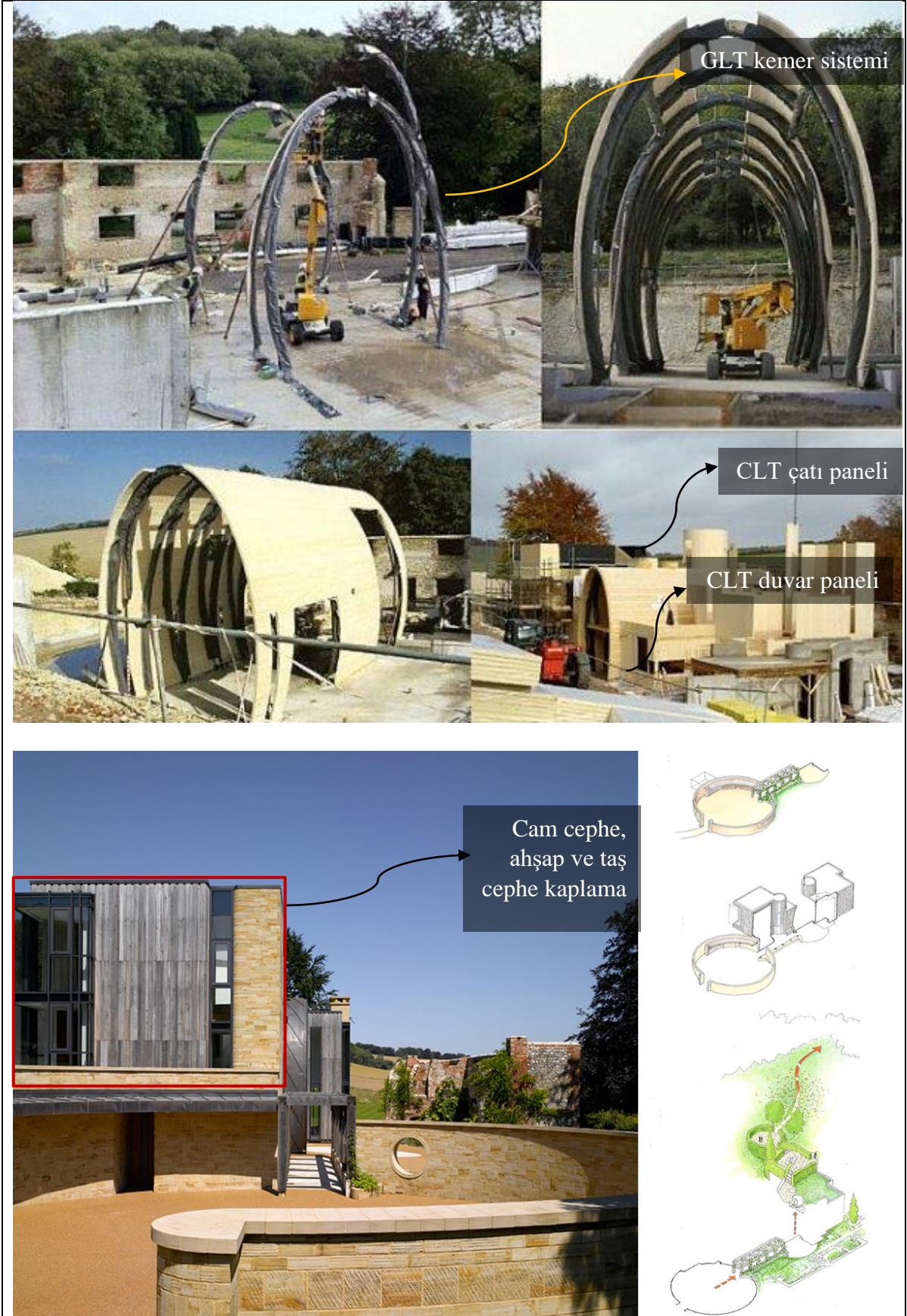
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtım	• Döşemde yalıtım uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	• Çatı döşemesi üzerine membran uygulaması
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-


E- YAPIM AŞAMALARI



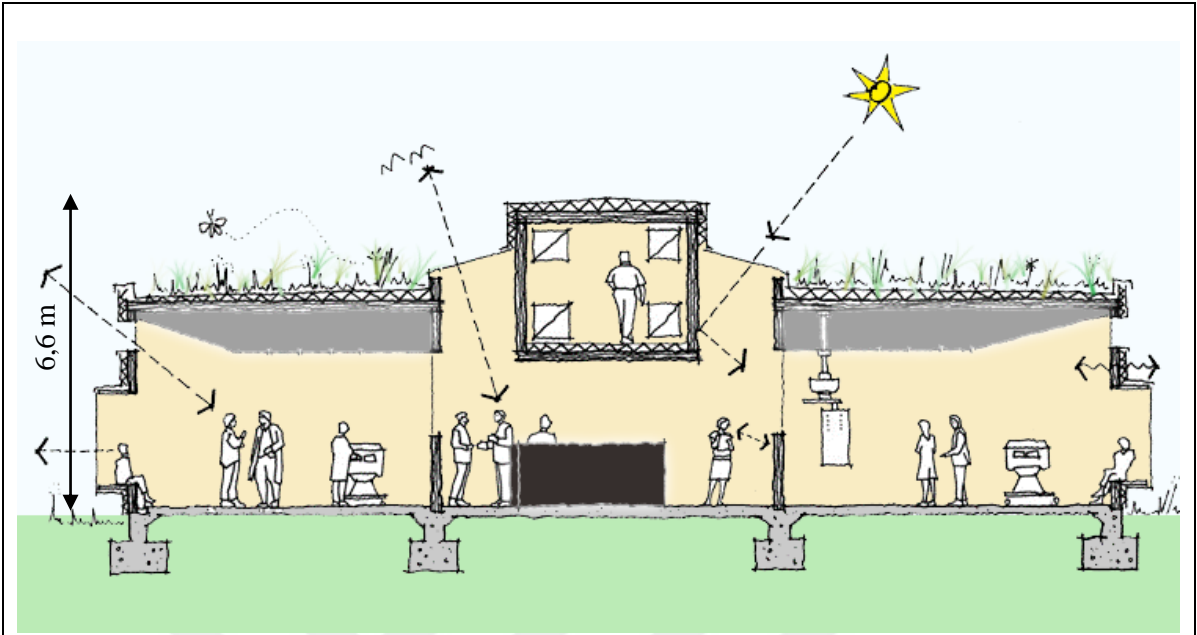
Ek Tablo 2.1.44'ün devamı



Ek Tablo 2.1.45. The Dyson Centre for Neonatal Care (Trada, 2019; URL-498 ve 499, 2019 ve URL- 500, 501 ve 502, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
45	The Dyson Centre for Neonatal Care, Bath		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2011	Yapım Süresi	1 yıl (3 hafta CLT)
Yapım Yeri	Bath/İngiltere	Yapı Alanı	860 m ²
Yapı İşlevi	Hastane	CLT Üretici	KLH İngiltere
Mimari Tasarım	Feilden Clegg Bradley Studios	Ahşap Mühendisi	Buro Happold
			
Maliyet	£3 milyon		
Yapı Özelliği	Sağlık merkezinde CLT kullanılan ilk örneklerinden biridir.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2012 RIBA National Award • 2012 RIBA South West Regional Award • 2012 RICS Award • 2012 Building Better Healthcare Awards – Best Inpatient Facility Design • 2012 SW Built Environment Project of Year and Award for Innovation 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • BREEAM 'Excellent' 		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 329 m³ 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	248,5 ton	
	Yeşil çatı	Var	
	Pasif enerji kazanım	Çatı penceresi	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

Ek Tablo 2.1.45'in devamı



Grafiksel anlatım: Enerji kazanım kesiti

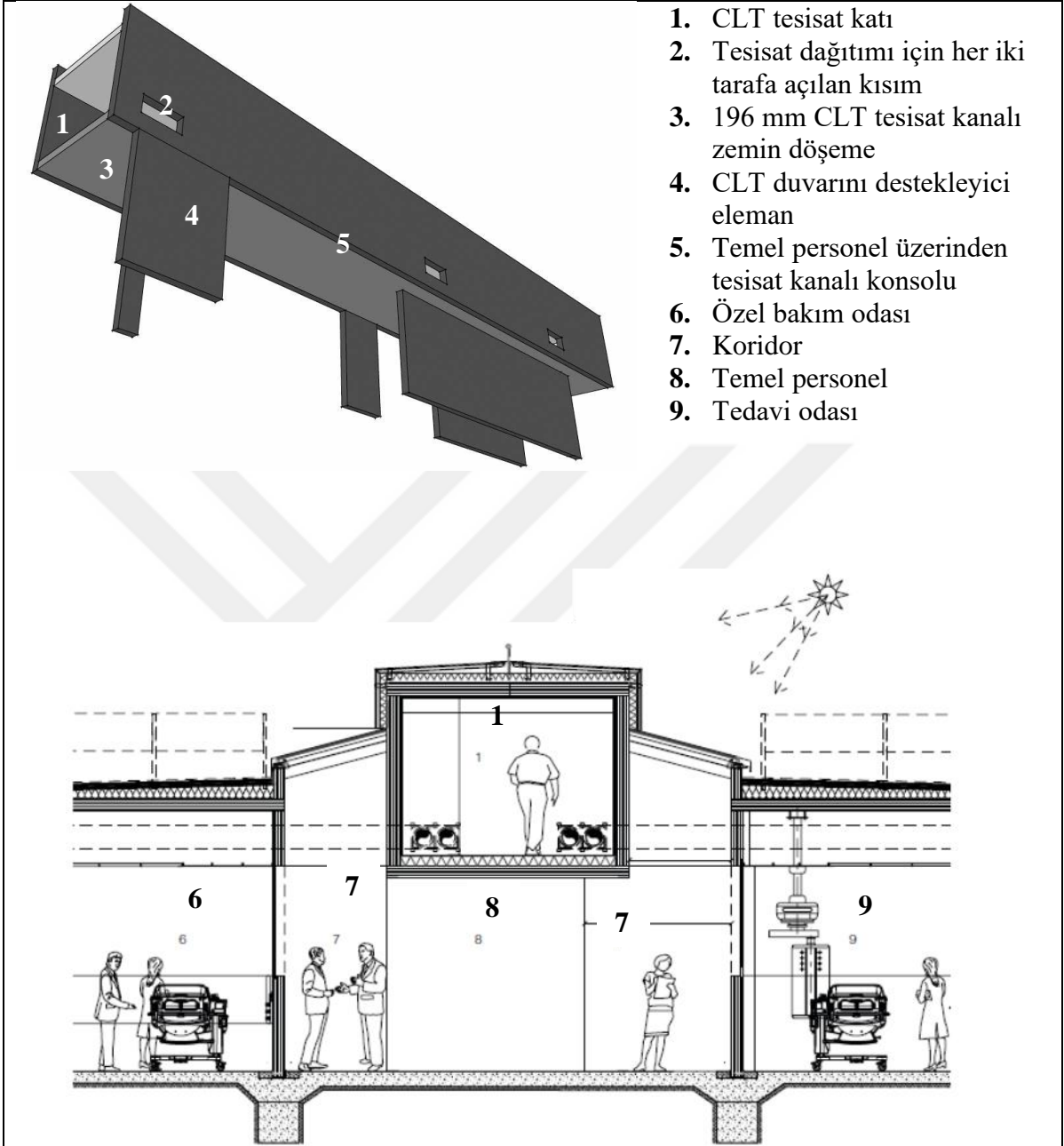
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Kat Sayısı	2	Yükseklik	~6,6 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
		✓		
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Avusturya ladini		



Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	-	
			Şaft	CLT	✓

Ek Tablo 2.1.45'in devamı

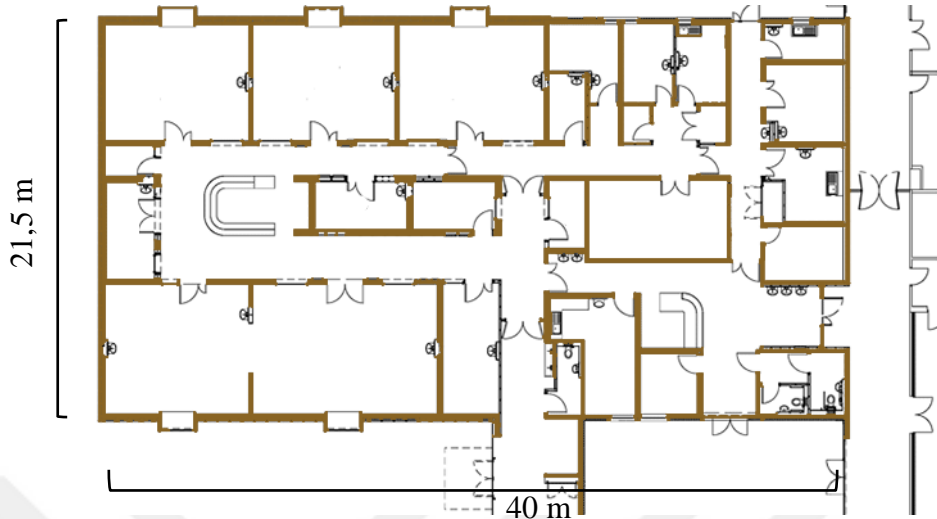
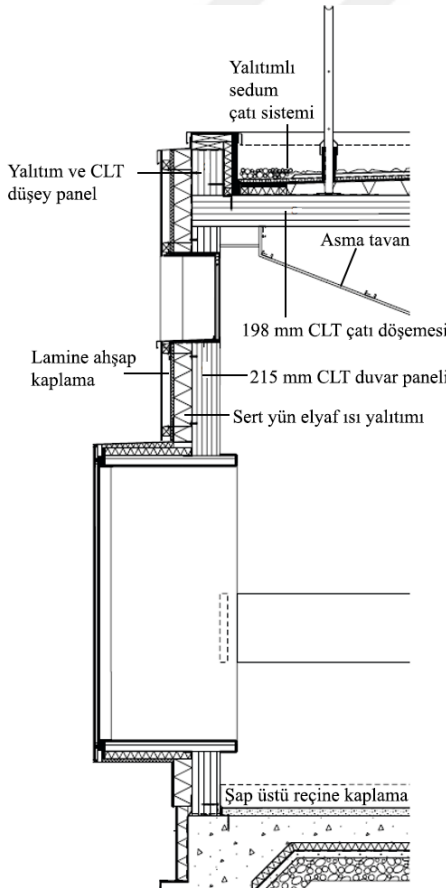
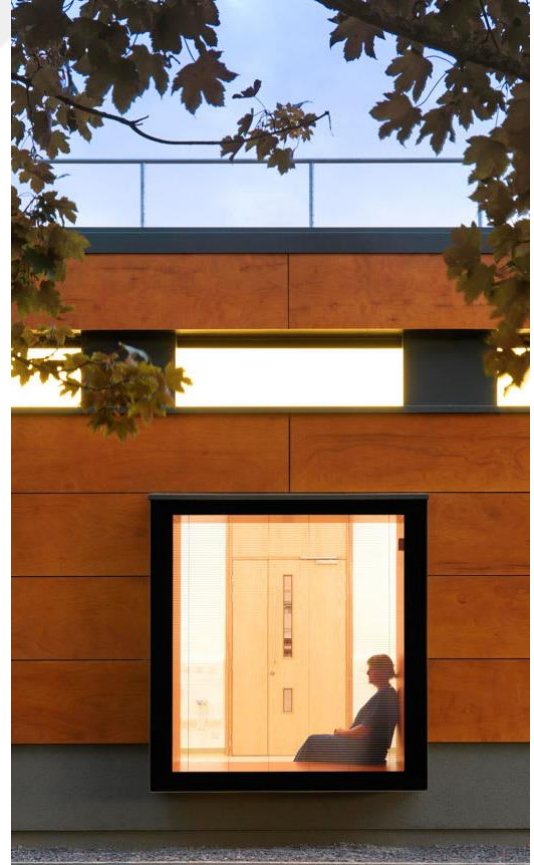


1. CLT tesisat katı
2. Tesisat dağıtım için her iki tarafa açılan kısım
3. 196 mm CLT tesisat kanalı zemin döşeme
4. CLT duvarını destekleyici eleman
5. Temel personel üzerinden tesisat kanalı konsolu
6. Özel bakım odası
7. Koridor
8. Temel personel
9. Tedavi odası

Kesit/Fotoğraf

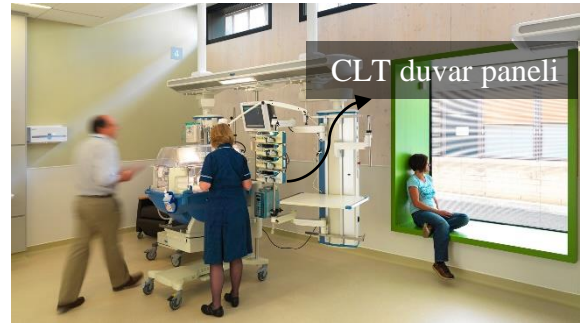
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı Döşemesi	
	Uzunluk	~1310 cm	-	-	-	-
	Genişlik	-	-	-	-	-
	Kalınlık	21,5 cm	-	-	19,8 cm	-
Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	-	-	-
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme	-	-	-
			Merdiven	-	-	-

Ek Tablo 2.1.45'in devamı

	
Plan/Fotoğraf	
CLT Birleşim Elemanı	Köşebent
CLT Bağlantı Türü	-
	
Detay çizim/Fotoğraf: Cephe detayı	

Ek Tablo 2.1.45'in devamı

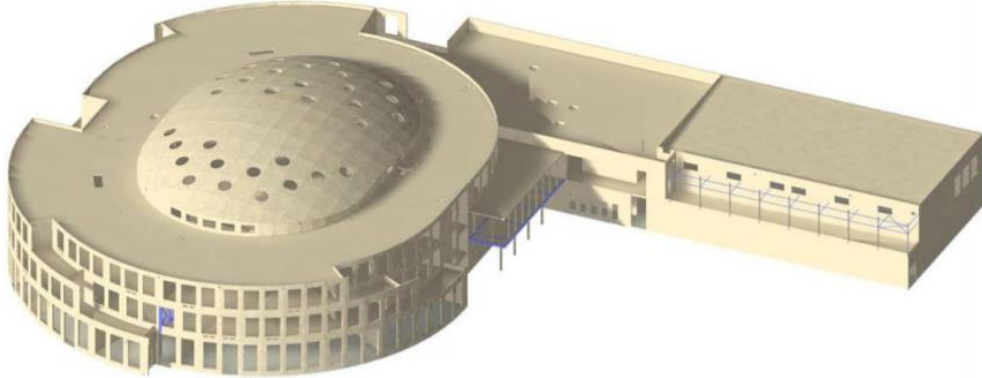
D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> Cephede rijit yün elyaf yalıtım malzemesi kullanımı
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> Yağmur perdesi cephe sistemi(rainscreen)
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> CLT panel kömürleşme oranı; dakikada 0.76 mm olan koruyucu katmana sahiptir. Kaplamasız CLT paneller; ahşabın doğal hissini ve rengini koruyan, yaşla sararma eğilimini azaltarak ve A sınıfı yayılımını sağlayan üç aşamalı bir koruyucu kaplamayla kaplıdır.
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> Asma tavan uygulaması
E- YAPIM AŞAMALARI	



Ek Tablo 2.1.46. Open Academy (Trada, 2019 ve URL-503, 504, 505, 506 ve 507, 2019)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
46	Open Academy		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2010	Yapım Süresi	1 yıl/16 hafta (CLT)
Yapım Yeri	Birleşik Krallık	Yapı Alanı	9,500 m ²
Yapı İşlevi	Üniversite	CLT Üretici	KLH UK
Mimari Tasarım	Sheppard Robson	Ahşap Mühendisi	Ramboll UK
			
Maliyet	£20 milyon		
Yapı Özelliği	Birleşik krallık'ta CLT panelden yapılmış en büyük binadır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> British Council for School Environment - Shortlisted IStructE Awards - Commended Wood Awards - Shortlisted 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> BREEAM 'Excellent' 		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> 3,095m³ ahşap 12 adet GLT çerçeve sistem 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	3,000 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	<ul style="list-style-type: none"> Pasif güneş tasarımı uygulaması Çatı penceresi kullanımı 	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> Biyoyakıt deposu, PV panel kullanımı 	

Ek Tablo 2.1.46'nın devamı

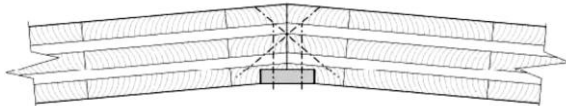
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Grafiksel anlatım: 3 boyutlu CLT panel gösterimi

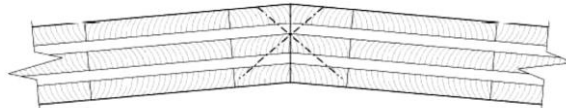
Kat Sayısı	3	Yükseklik	~18 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
	✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓		✓	
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Sedir		



Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
			Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	GLT ve Çelik	
			Kiriş	GLT ve Çelik	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
	✓		Şaft	CLT	✓



Dış duvar paneli detayı

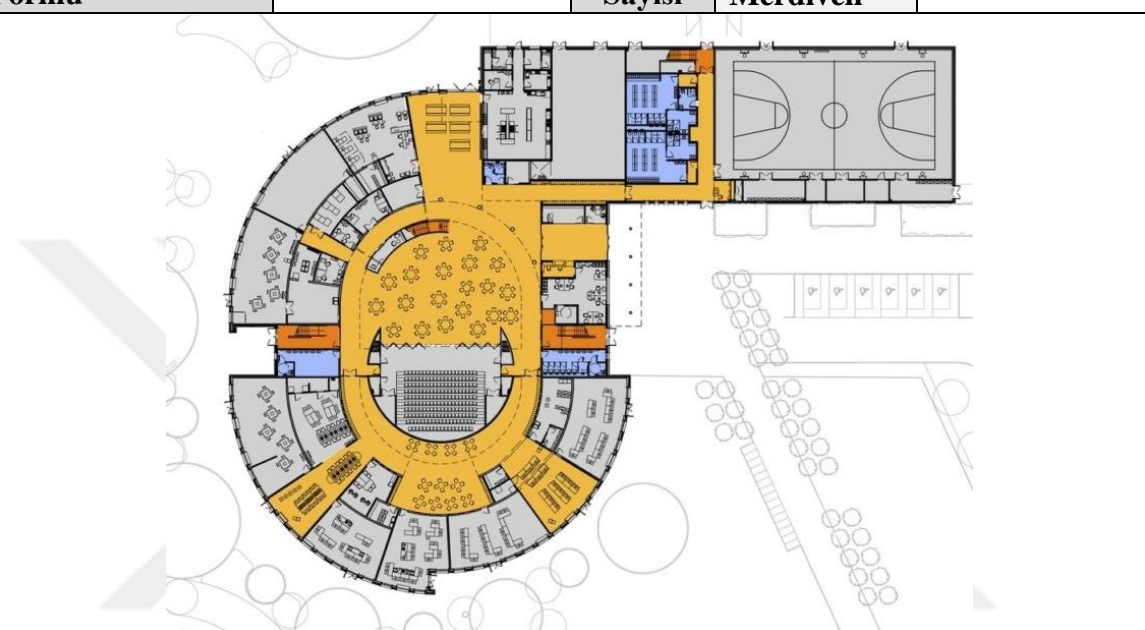
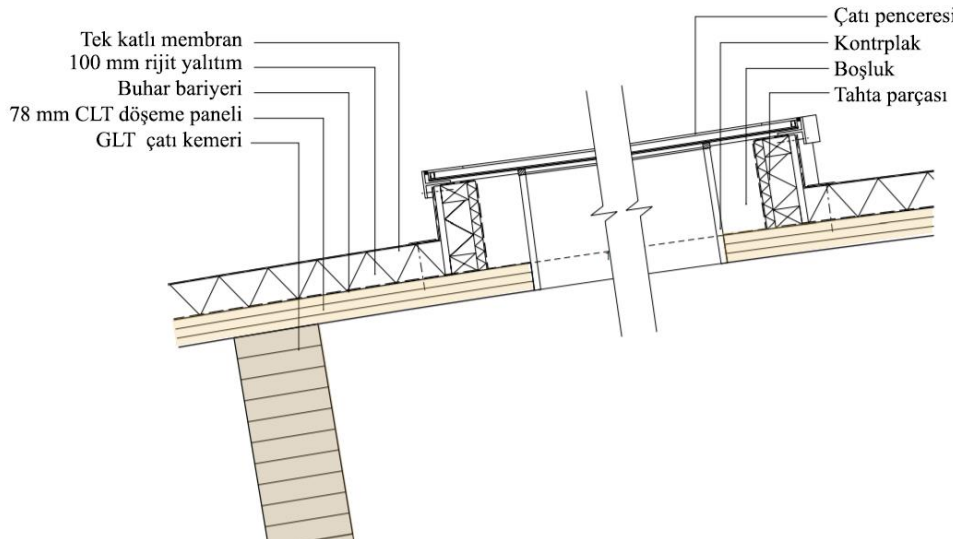


İç duvar paneli detayı

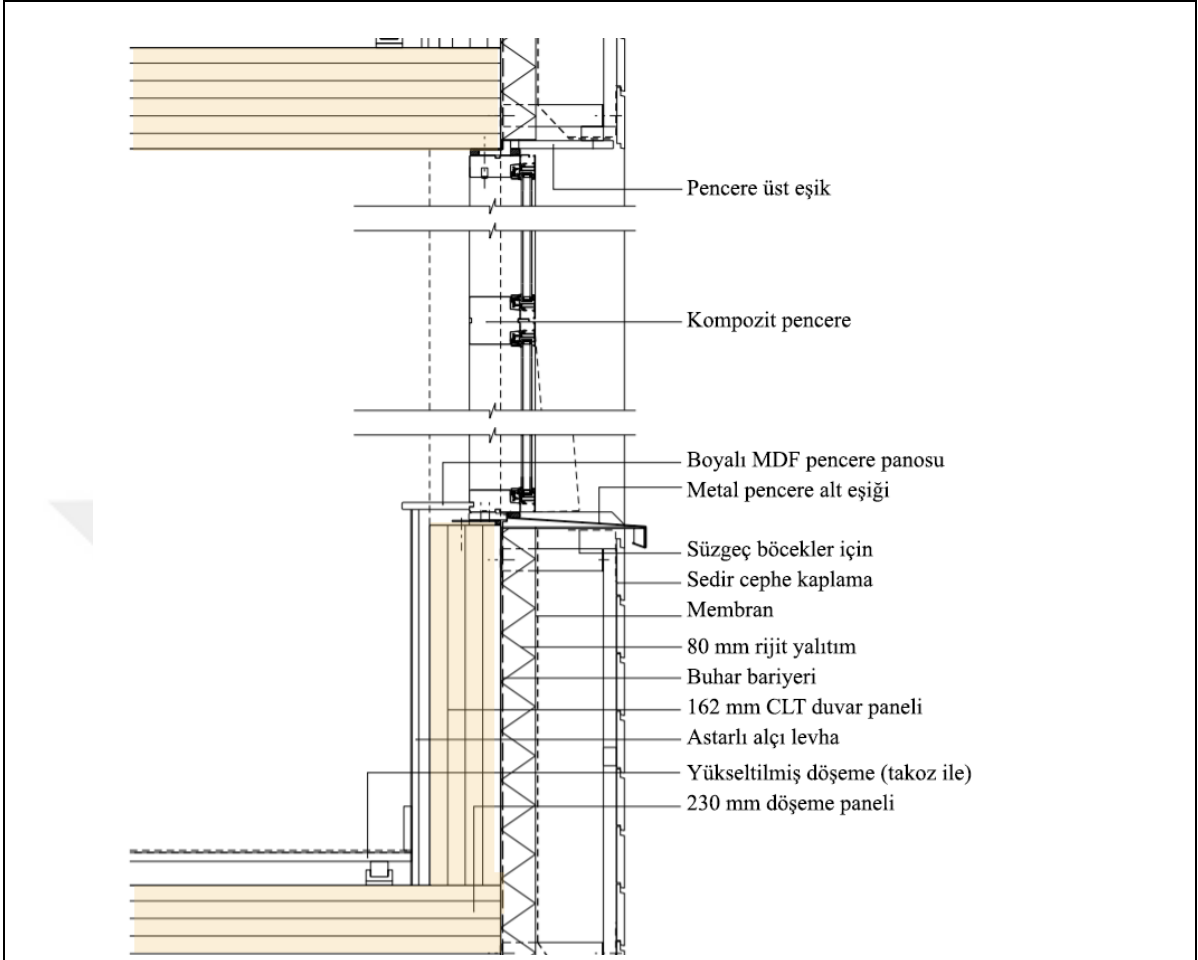
Kesit/Fotoğraf



Ek Tablo 2.1.46'nın devamı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-	-	-	-
	Genişlik	60/250 cm	-	-	-
Kalınlık	16,2 cm	22 cm	22 cm	7,8 cm	
Ahşap Ürünler	CLT, GLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	5	
Ahşap Strüktür Formu	Panel, Çubuk		Döşeme	5	
			Merdiven	-	
					
Plan/Fotoğraf					
CLT Birleşim Elemanı	Metal plaka				
CLT Bağlantı Türü	Ek parçalı bağlantı sistemi				
					
Detay çizim/Fotoğraf					

Ek Tablo 2.1.46'nın devamı



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • 100 mm rijit çatı yalıtımı uygulaması • 80 mm rijit duvar yalıtımı uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Su ve buhar bariyeri • Havalandırmalı panjurlu pencere pencereler
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Astarlı alçı panel kullanımı
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Yükseltilmiş döşeme sistemi

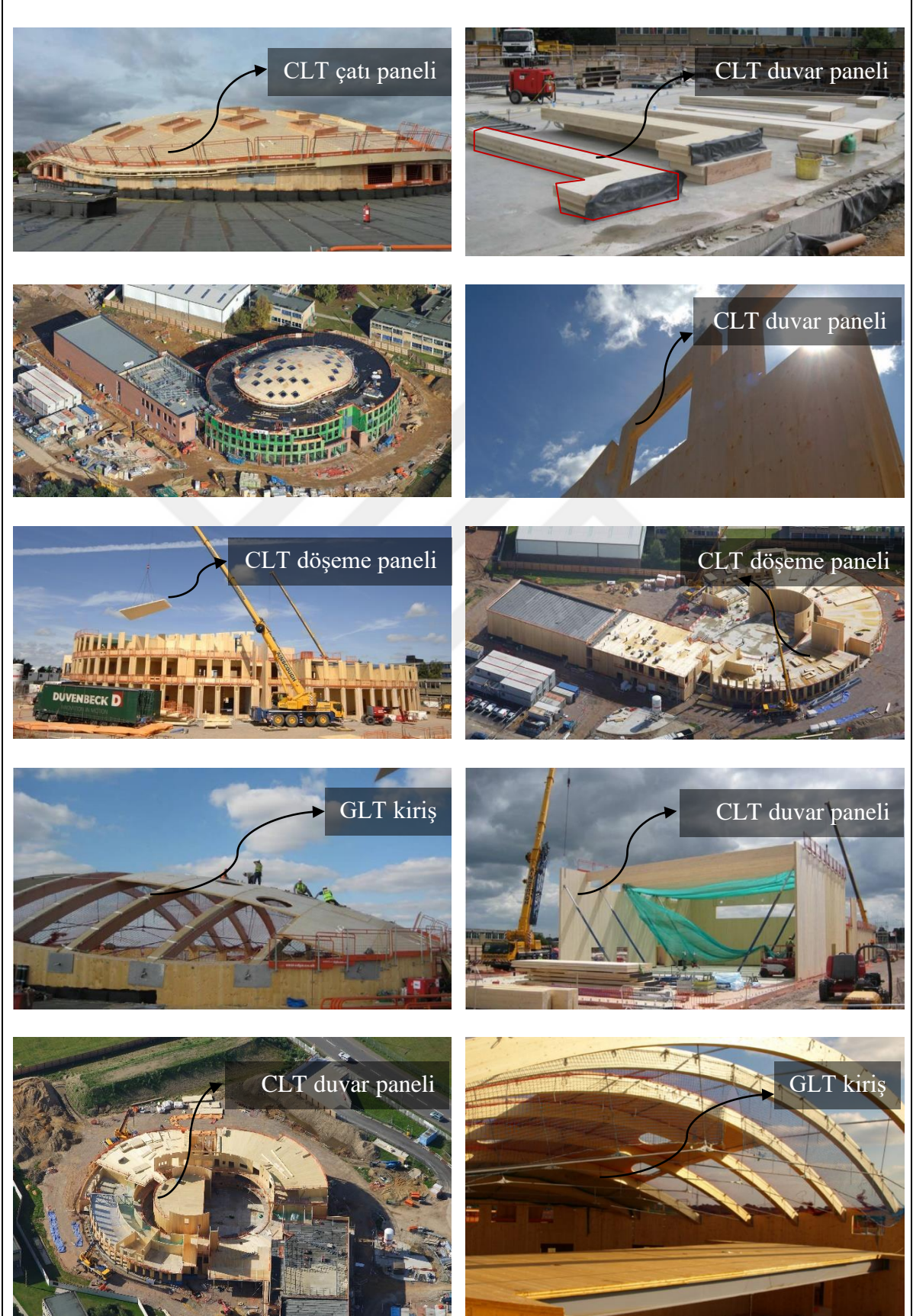
E- YAPIM AŞAMALARI

CLT duvar paneli




CLT döşeme paneli

Ek Tablo 2.1.46'nın devamı




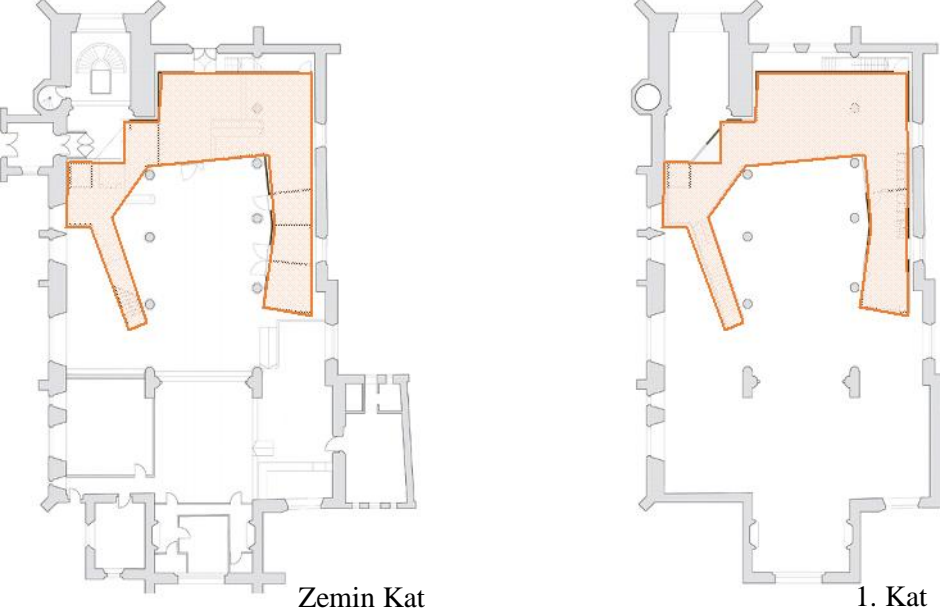
Ek Tablo 2.1.47. Garden Museum (URL-508, 509, 510, 511, 512 ve 513, 2019)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
47	Garden Museum		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2008	Yapım Süresi	12 hafta/3 hafta (CLT için)
Yapım Yeri	Londra, İngiltere	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Müze	CLT Üretici	Schilliger Holz
Mimari Tasarım	Dow Jones Architects	Ahşap Mühendisi	Eurban
			
Maliyet	£300,000		
Yapı Özelliği	Restorasyon projesidir.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	2018 Refurbishment in Civic Trust Award 2010 Building Design Magazine's Architect of the Year Award		
Sertifikalar	-		
Ahşap Miktarı	90 m ³ ahşap		
Yapımın Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	200 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	Yok	
	Mekanik enerji kazanımı	Yok	

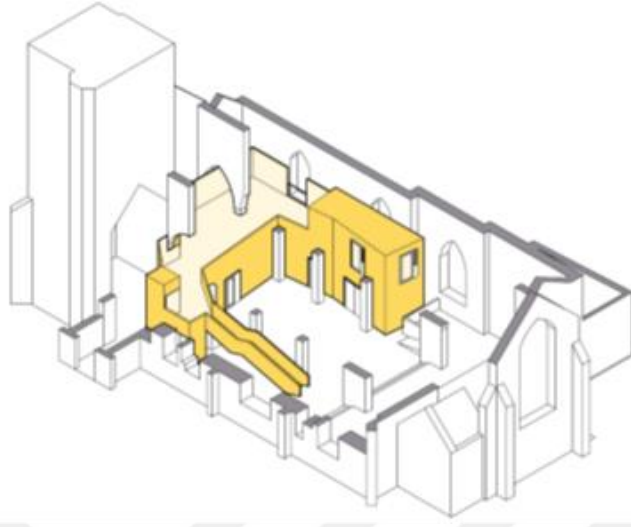
Ek Tablo 2.1.47'nin devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER					
Grafiksel anlatım: 3 boyutlu					
Kat Sayısı	2	Yükseklik	~6,6 m		
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer	
		✓			
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer	
	✓				
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-			
	Yumuşak Ağaç	-			
Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	Yok	

Ek Tablo 2.1.47'nin devamı

		Kesit/Fotoğraf																																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="4">CLT Boyutu</th> <th colspan="2">Duvar</th> <th colspan="2">Döşeme</th> <th>Çatı döşemesi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Uzunluk</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Yok</td> </tr> <tr> <td>Genişlik</td> <td>~660 cm</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Yok</td> </tr> <tr> <td>Kalınlık</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Yok</td> </tr> </tbody> </table>		CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi	Uzunluk	-	-	-	Yok	Genişlik	~660 cm	-	-	Yok	Kalınlık	-	-	-	Yok	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Ahşap Ürünler</th> <td>CLT</td> <th rowspan="3">CLT Katman Sayısı</th> <td>Duvar</td> <td>-</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="2">Ahşap Strüktür Formu</th> <td>Panel</td> <td>Döşeme</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Merdiven</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	-	Ahşap Strüktür Formu	Panel	Döşeme	-	
CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi																															
	Uzunluk	-	-		-	Yok																														
	Genişlik	~660 cm	-		-	Yok																														
	Kalınlık	-	-	-	Yok																															
Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	-																																
	Ahşap Strüktür Formu		Panel	Döşeme	-																															
				Merdiven	-																															
		Plan/Fotoğraf																																		
		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CLT Birleşim Elemanı</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>CLT Bağlantı Türü</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		CLT Birleşim Elemanı	-	CLT Bağlantı Türü	-																													
CLT Birleşim Elemanı	-																																			
CLT Bağlantı Türü	-																																			

Ek Tablo 2.1.47'nin devamı



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtım	-
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-


E- YAPIM AŞAMALARI



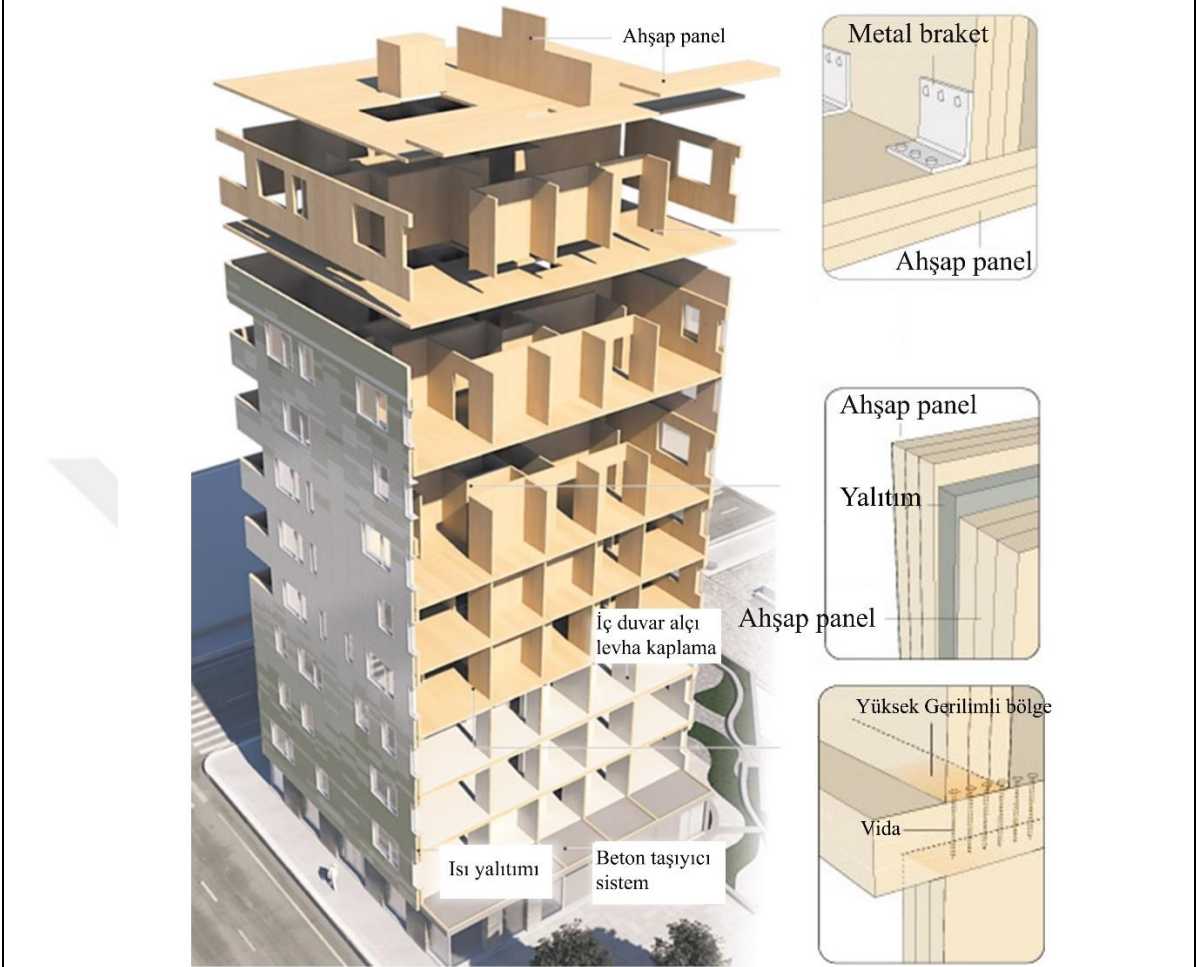
Ek Tablo 2.1.47'nin devamı



Ek Tablo 2.1.48. Stadthaus, 24 Murray Grove (Trada, 2019 ve 2017; URL-514, 515, 516, 517, 518, 519 ve 520, 2018 ve URL-521 ve 522, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
48	Stadthaus, 24 Murray Grove		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2009	Yapım Süresi	~12 ay
Yapım Yeri	İngiltere	Yapı Alanı	2,890 m ²
Yapı İşlevi	Konut	CLT Üretici	KLH UK
Mimari Tasarım	Wagh Thistleton Architects	Ahşap Mühendis	Techniker
			
Maliyet	£3,9 milyon		
Yapı Özelliği	Dünyadaki en yüksek CLT panel yapısıdır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2009 Judges Special Award, British Construction Industry Awards • 2009 Building for Life Gold Standard, CABE • 2009 Short listed for RIBA London Region Award • 2009 Innovation Award, Daily Mail Newspaper • 2008 Structural Award Winner • 2008 Timber in Construction Awards • 2008 Offsite Construction Wood Award • 2008 Timber Journal Awards 		
Sertifikalar	<ul style="list-style-type: none"> • LEED Gold sertifikası (almayı hedeflemektedir) 		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> • 901 m³ ahşap 		
Yapımın Yaşam Döngüsü	Depolanmış CO ₂ miktarı	~310 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	<ul style="list-style-type: none"> • Fotovoltaik panel 	

Ek Tablo 2.1.48'in devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Grafiksel anlatım: CLT panel grafiği

Kat Sayısı	9	Yükseklik	29,75 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
			✓	
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Ladin, Avrupa beyaz çamı		



Ek Tablo 2.1.48'in devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	CLT	✓

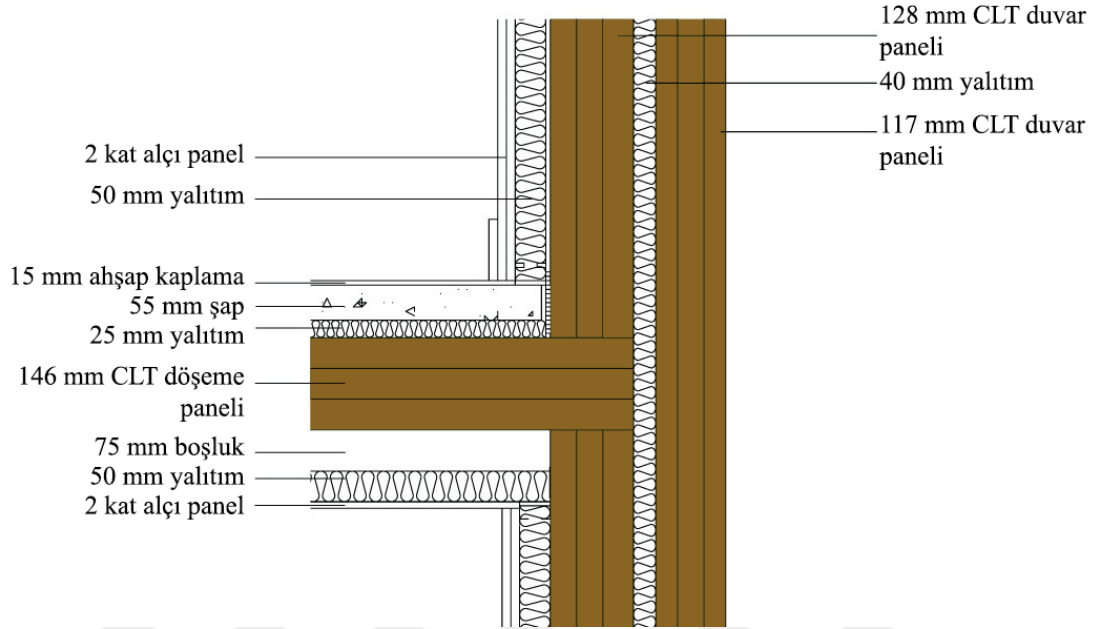


CLT Boyutu		Duvar	Döşeme	Çatı döşemesi
Uzunluk		-	-	-
Genişlik		-	-	-
Kalınlık		12,8-11,7 cm	14,6 cm	-
Ahşap Ürünler		CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar
Ahşap Strüktür Formu		Panel		Döşeme
				Merdiven



Ek Tablo 2.1.48'in devamı

CLT Birleşim Elemanı	Köşebent, vida
CLT Bağlantı Türü	Düz ve bindirmeli bağlantı sistemi



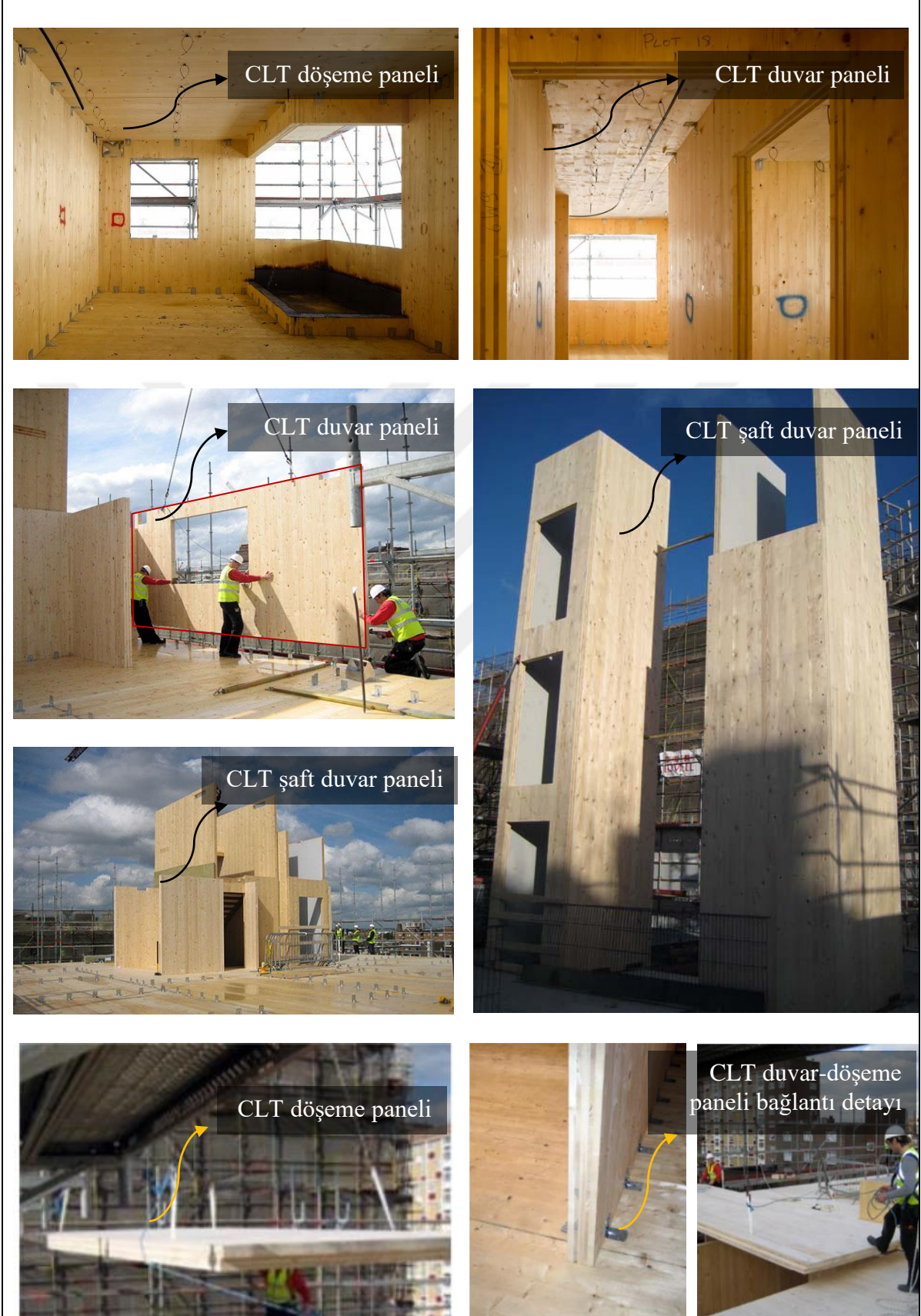
Detay çizim/Fotoğraf: Döşeme-Duvar Detayı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER


Isı Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> Duvar ve döşemede 50 mm yalıtım malzemesi uygulaması
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> Zemin katta beton uygulama
Yangın Dayanımı	<ul style="list-style-type: none"> Çift duvar arası yalıtım katmanı asansör shaftında ve merdiven boşluğunda kullanımı Alçı panel kullanımı
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> Çift duvar arası yalıtım katmanı; asansör shaftında ve merdiven boşluğunda kullanımı Yüzer döşeme ve asma tavan uygulaması

E- YAPIM AŞAMALARI

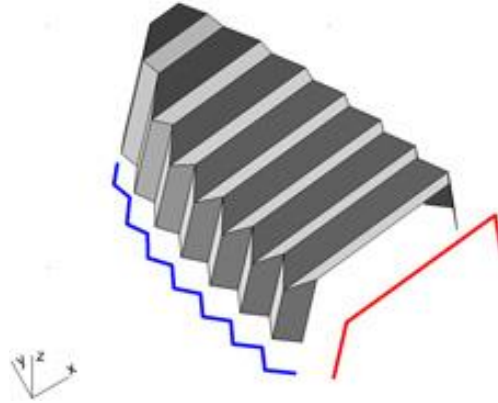
Ek Tablo 2.1.48'in devamı



Ek Tablo 2.1.49. St-Loup Chapel (Falk, vd., 2019; Ferrari, 2019; Weinand, 2016 ve URL-17, 18, 19, 523 ve 524, 2019)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
49	St-Loup Chapel		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2008	Yapım Süresi	2 ay
Yapım Yeri	İsviçre	Yapı Alanı	-
Yapı İşlevi	Şapel	CLT Üretici	-
Mimari Tasarım	Localarchitecture & Danilo Mondada	Ahşap Mühendisi	IBOIS LABORATORY
			
Maliyet	-		
Yapı Özelliği	Dışta bir tekstilden ve içte oluklu polikarbonat panellerden oluşur		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> Federal Office for the Environment – FOEN tarafından desteklenmiştir. 		
Sertifikalar	Yok		
Ahşap Miktarı	<ul style="list-style-type: none"> 28 adet duvar paneli 14 adet çatı döşeme paneli 		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	-	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	Yok	

Ek Tablo 2.1.49'un devamı

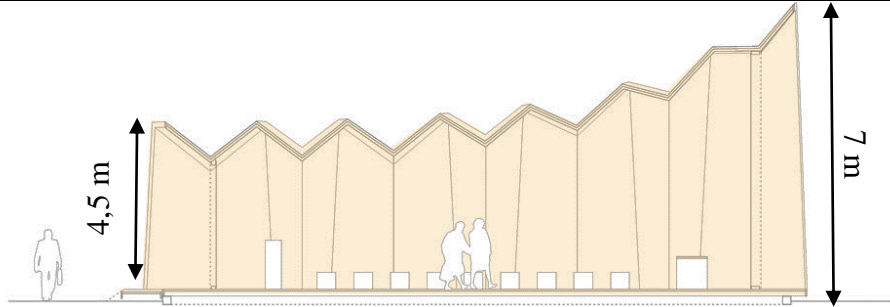
C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER

Grafiksel anlatım: 3 boyutlu CLT panel gösterimi

Kat Sayısı	1	Yükseklik	~4,5-7 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Katlı	Yüksek Katlı	Diğer
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	Ladin		

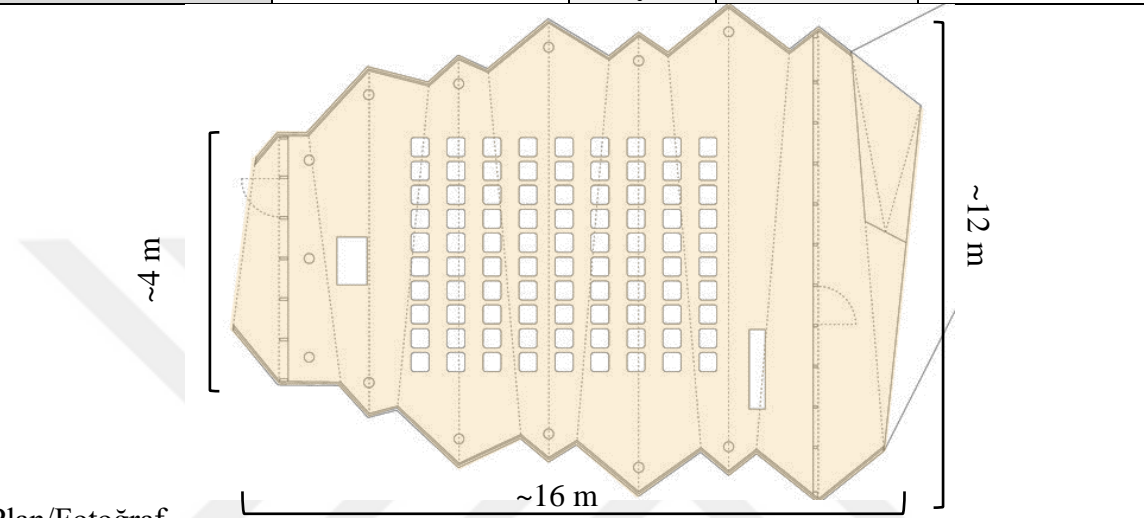
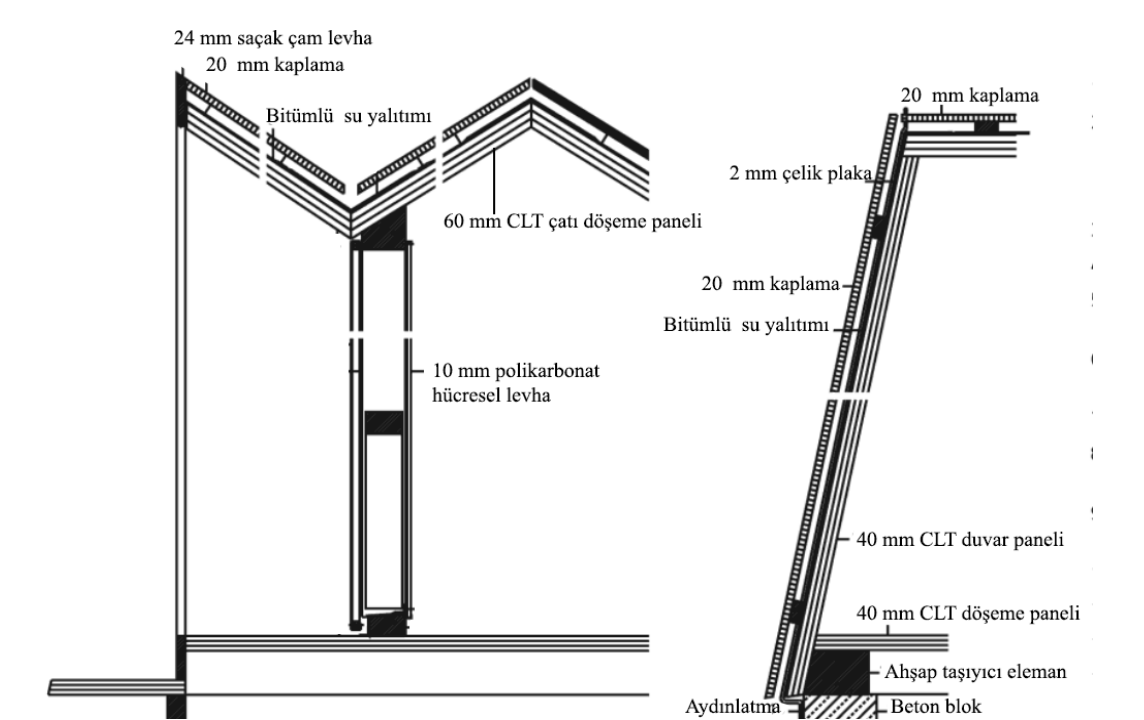


Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	Yok	
			Şaft	Yok	



Kesit/Fotoğraf

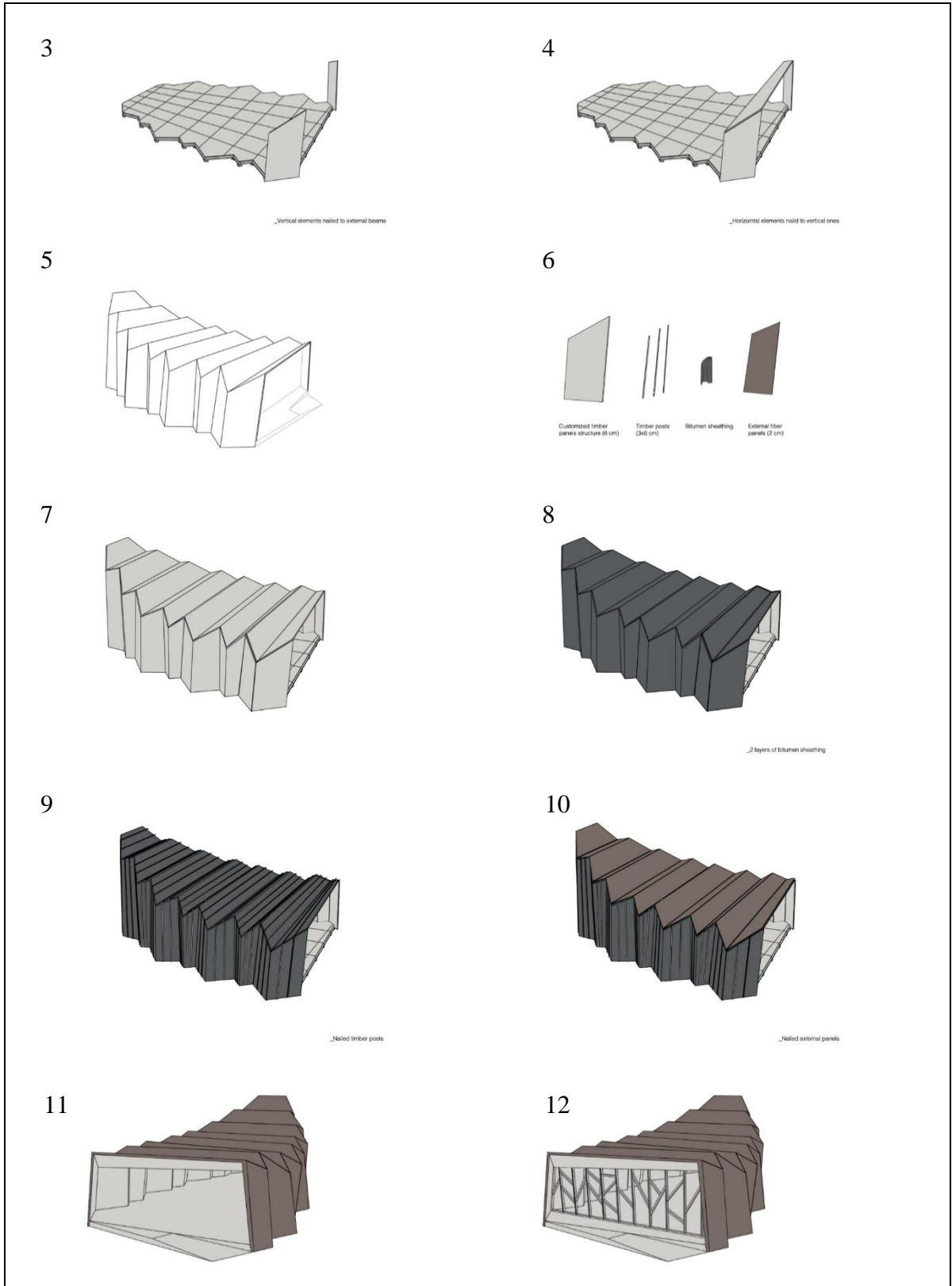
Ek Tablo 2.1.49'un devamı

CLT Boyutu	Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	430-740 cm	-		625-1170 cm
	Genişlik	90-200 cm	-		90-200 cm
	Kalınlık	4 cm	4 cm		6 cm
Ahşap Ürünler	CLT	CLT Katman Sayısı	Duvar	3	
Ahşap Strüktür Formu	Panel		Döşeme	3	
			Merdiven	Yok	
 <p>Plan/Fotoğraf</p>					
CLT Birleşim Elemanı		Metal plaka, vida			
CLT Bağlantı Türü		Düz bağlantı sistemi			
 <p>Detay çizim/Fotoğraf</p>					


Ek Tablo 2.1.49'un devamı

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER	
Isı Yalıtım	Yok
Su ve Nem Yalıtımı	<ul style="list-style-type: none"> • Bitümlü su yalıtımı
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	<ul style="list-style-type: none"> • Yükseltilmiş döşeme sistemi
E- YAPIM AŞAMALARI	
	
	
	
	
	
	
1	2
	

Ek Tablo 2.1.49'un devamı



Ek Tablo 2.1.50. MK 40 Tower (Waugh ve Thistleton, 2018 ve URL-525, 526 ve 527, 528 ve 529, 2020)

ÖRNEK NUMARASI	YAPI ADI		
50	MK 40 Tower		
A-YAPI KİMLİK BİLGİLERİ			
Yapım Yılı	2007	Yapım Süresi	7 gün/5 gün (strüktür için)
Yapım Yeri	Buckinghamshire/İngiltere	Yapı Alanı	40 m ²
Yapı İşlevi	Pavyon	CLT Üretici	KLH Massivholz
Mimari Tasarım	dRMM	Ahşap Mühendisi	KLH UK
			
Maliyet	£25, 000		
Yapı Özelliği	Yapı 101 ahşap basamaktan oluşmaktadır.		
B-SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK			
Ödüller	<ul style="list-style-type: none"> • 2008 WINNER: Best Structural Project (LABC Built in Quality – National Awards) • 2008 SHORTLISTED: Best Small Project and Best Use of Panel Products (The Wood Awards) • 2008 SHORTLISTED: Best Public or Community Project (LABC Built in Quality – Central Region Awards) 		
Sertifikalar	Yok		
Ahşap Miktarı	39 m ³ ahşap		
Yapının Yaşam Döngüsü	Depolanan CO ₂ miktarı	24 ton	
	Yeşil çatı	Yok	
	Pasif enerji kazanım	-	
	Mekanik enerji kazanımı	-	

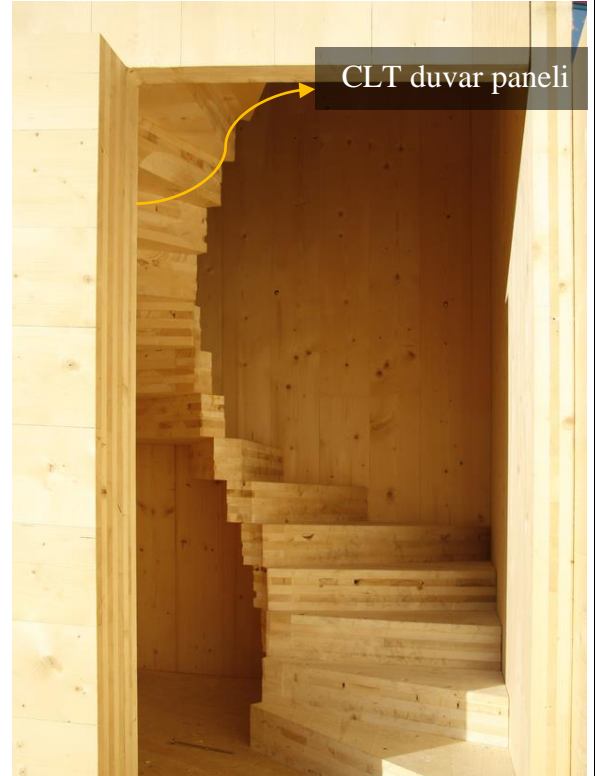
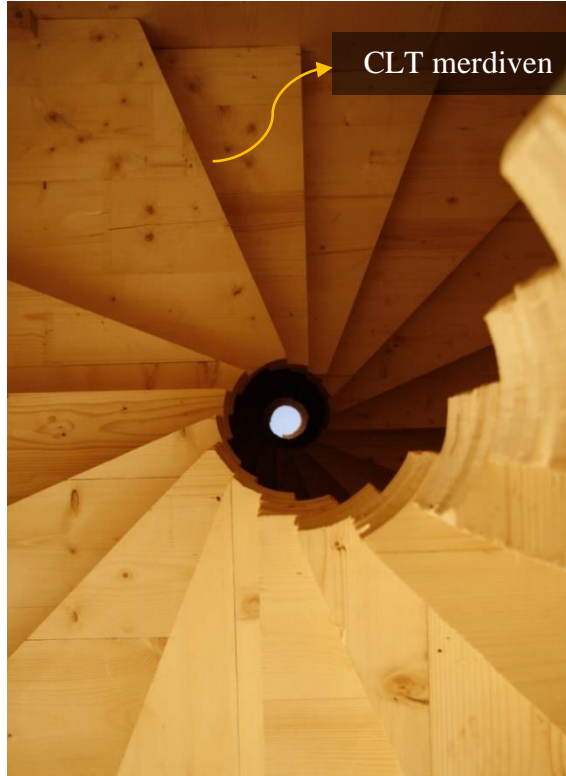
Ek Tablo 2.1.50'nin devamı

C-STRÜKTÜREL ÖZELLİKLER



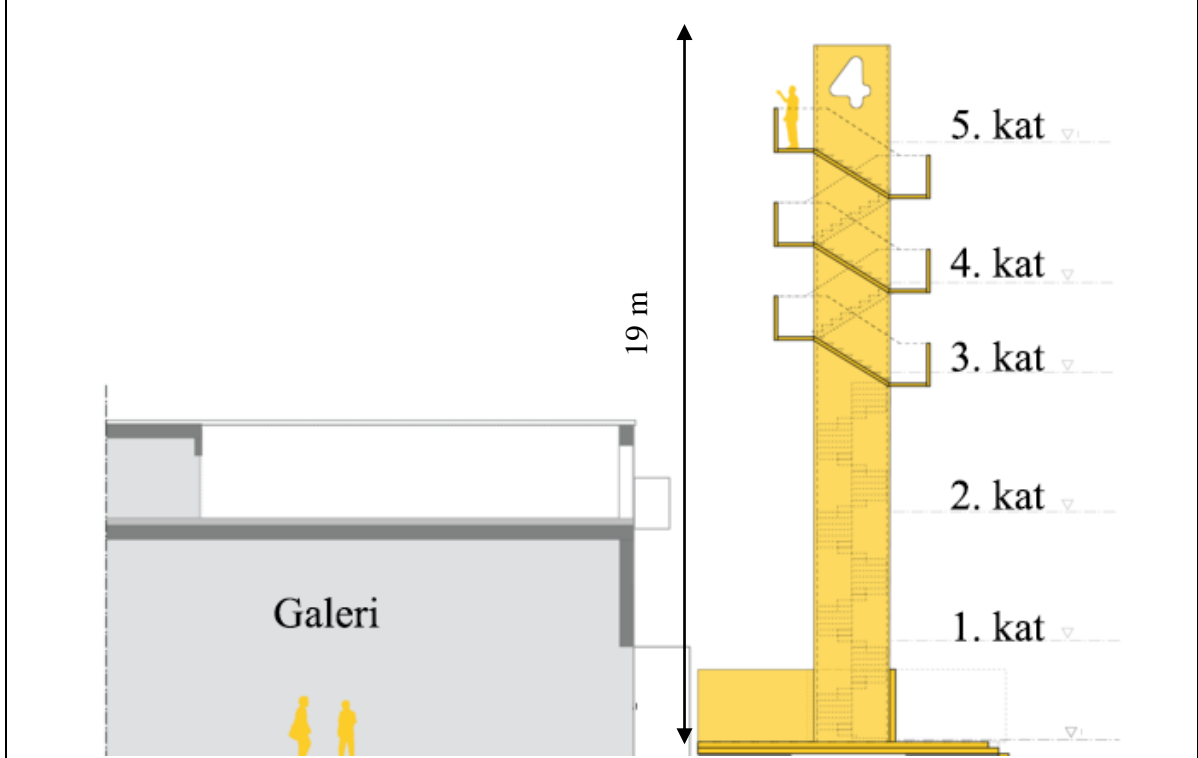
Grafiksel anlatım: 3 boyutlu gösterim

Kat Sayısı	5	Yükseklik	19 m	
Yapı Türü	Geniş Açıklıklı	Az Kath	Yüksek Kath	Diğer
				✓
Strüktür Malzemesi	Ahşap	Beton-Betonarme	Çelik	Diğer
	✓			
Ağaç Türü	Sert Ağaç	-		
	Yumuşak Ağaç	-		



Ek Tablo 2.1.50'nin devamı

Yapım Sistemi	CLT Panel	Yapı Elemanı	Duvar	CLT	✓
	✓		Döşeme	CLT	✓
	Hibrit Ahşap		Kolon	Yok	
			Kiriş	Yok	
	Hibrit		Merdiven	CLT	✓
			Şaft	Yok	



Kesit/Fotoğraf

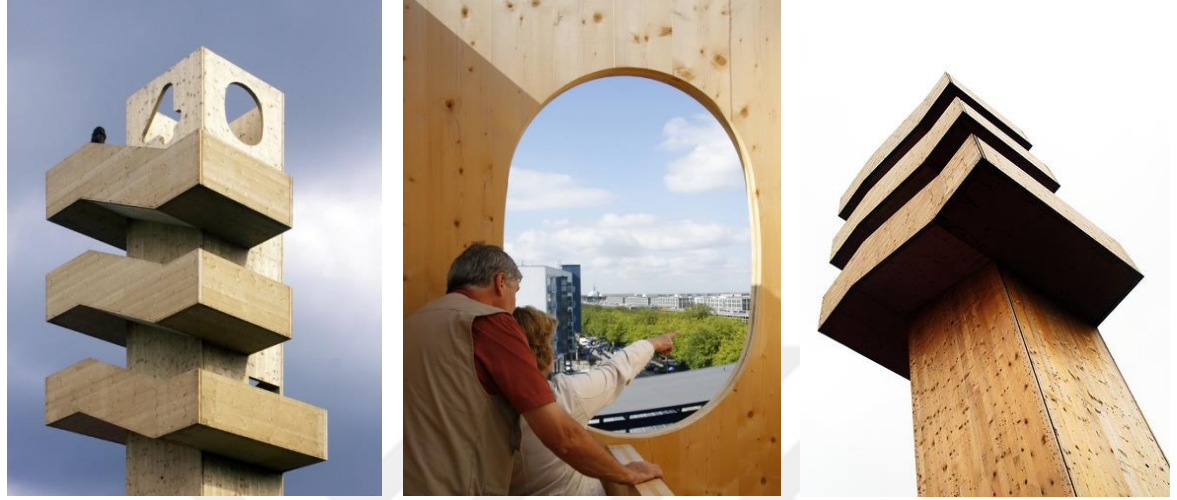
CLT Boyutu		Duvar		Döşeme		Çatı döşemesi
	Uzunluk	-		-		Yok
	Genişlik	-		-		Yok
	Kalınlık	-		-		Yok
Ahşap Ürünler	CLT		CLT Katman Sayısı	Duvar		3/5
Ahşap Strüktür Formu	Panel			Döşeme		-
				Merdiven		5



Plan/Fotoğraf

Ek Tablo 2.1.50'nin devamı

CLT Birleşim Elemanı	Vida
CLT Bağlantı Türü	Düz bağlantı sistemi



Detay çizim/Fotoğraf

D- PERFORMANSA DAYALI ÖZELLİKLER

Isı Yalıtım	-
Su ve Nem Yalıtımı	-
Yangın Dayanımı	-
Akustik Yalıtım	-

E- YAPIM AŞAMALARI

ÖZGEÇMİŞ

1994 yılında Trabzon'da doğdu. 2012 yılında ilk ve orta öğretimini Trabzon'da tamamladı. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümünden mezun oldu. 2017 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2018-2019 yılları arasında KTÜ Rektörlüğe bağlı Proje Üretim Merkezi'nde stajyer öğrenci olarak çalışmada bulundu. İyi derecede İngilizce bilmektedir.

