

T.C.
MİMAR SİNAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI FİZİĞİ VE MALZEMESİ PROGRAMI

EKOLOJİK DEĞERLERE GÖRE
AHŞAP KOMPOZİT MALZEMENİN
SEÇİM KRİTERLERİ

Y.Lisans Tezi

Tez danışmanı Prof. Dr. Murat ERİÇ

N. Papatya SEÇKİN
Orman Mühendisi – Peyzaj Mimarı

İSTANBUL - MAYIS 2006

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın yapılmasında engin bilgi ve deneyimleri ile büyük desteklerini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Murat ERİÇ'e şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım süresince, büyük ilgilerini esirgemeyen hocalarım Sayın Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY'a ve Doç. Dr. Leyla TANAÇAN'a; geniş tolerans ve teşvikleri ile beni destekleyen hocam Sayın Prof. Dr. Nuran YENER'e, ve yapıcı eleştirileri, bilimsel ve moral katkılarıyla çalışmalarına güç katan kıymetli hocam Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Yine, tez çalışmalarım sırasında, candan yaklaşım ve yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç, Dr. Cüneyt DİRİ'ye, dostlukları ve katkılarıyla bana destek veren Yapı Fiziği ve Malzemesi Bilim Dalı'ndaki araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve sevgileriyle yanımda olan aileme teşekkürlerimi ifade etmek isterim.

Mayıs, 2006

N. Papatya SEÇKİN
Orman Mühendisi – Peyzaj Mimarı

İÇİNDEKİLER

TÜRKÇE ÖZET	I
SUMMARY	IV
RESİM LİSTESİ	VII
ŞEKİL LİSTESİ	XI
TABLO LİSTESİ	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	1
1.2. Tezin Kapsamı ve Yöntemi	2
2. EKOLOJİ KAVRAMI VE MALZEME	4
2.1. Ekoloji Kavramı ve İlgili Tanımlar	4
2.2. Ekoloji Kavramının Gelişimi ve Tarihi Süreçte Ekolojik Yaklaşımlar	7
2.2.1. Ekoloji Kavramının Tarih İçindeki Gelişimi	7
2.2.2. Tarihi Süreçte Ekolojik Yaklaşımlar	10
2.3. Ekolojik Döngü Bilinci ve Sürdürülebilirlik	13
2.4. Malzemenin Ekolojik Olma Durumu ve İlgili Kriterler	20
2.4.1. Malzeme ve Küresel Isınma Gerçeği	22
2.4.2. Malzeme ve İnsan Sağlığı	25
2.4.3. Malzeme ve Enerji Korunumu	29
2.4.4. Malzeme ve Çevresel Atık	31
2.4.5. Malzemenin Geri Dönüşümü ve Yeniden Kullanımı	34
2.5. Ahşap Malzemenin Ekolojik Sürdürülebilirliği	37
3. AHŞAP KOMPOZİT MALZEME	40
3.1. Ahşap Kompozit Malzemenin Tarihi Gelişimi	40
3.2. Ahşap Kompozit Malzemenin Genel Özellikleri	49
3.3. Ahşap Kompozit Malzemenin Sınıflandırılması	52
3.3.1. Prese Kaplama	52

3.3.1.1. Kaplama levhalar	53
3.3.1.2. Kontrplaklar	57
3.3.1.3. Kontrtabla	62
3.3.1.4. Lamine Ahşap Kaplama - LVL (Laminated Veneer Lumber)	63
3.3.1.5. PSL (Parallel Strand Lumber)	66
3.3.2. Prese Aglomere	67
3.3.2.1. Yonga levha	67
3.3.2.2. Lif levha	76
3.3.2.3. Talaş levha	83
3.3.3. Prese Masif	85
3.3.3.1. Yoğunlaştırılmış ve Emprenye Edilmiş Ahşap Malzeme	85
3.3.3.1.1. Ahşap Malzemede Reçine (Tutkal) Kullanılarak Yapılan Uygulamalar	87
3.3.3.1.2. Ahşap Malzemeye Basınç Uygulanması	88
3.3.3.1.3. Ahşap Malzemeye Isı Uygulanması	90
3.3.3.1.4. Suda Çözünebilen Polimerlerle Yapılan Uygulamalar	90
3.3.3.1.5. Ahşap Polimer Kompozitleri	91
3.3.3.1.6. Ahşap Malzemenin Kimyasal Modifikasyonu	93
3.3.3.2. Tutkallı Lamine Ahşap Malzeme (Glued Laminated Timber)	97
3.4. Ahşap Kompozit Malzemenin Yapısına Giren Maddeler	102
3.4.1. Yapıştırıcılar	102
3.4.2. Katkı Maddeleri	108
3.4.3. Yüzey İşlem Maddeleri	116
4. AHŞAP KOMPOZİT MALZEMENİN KULLANIM OLANAKLARI	122
4.1. Mimari Alanındaki Uygulamalar	122
4.1.1. Yüzey Kaplama Elemanları	122
4.1.2. Bölme ve Pano Elemanları	134
4.1.3. Doğrama Elemanları	138
4.1.4. Yalıtım ve Korunum ile İlgili Uygulamalar	139
4.1.5. Taşıyıcı Elemanlar	141

4.2. İç Mimarlık Alanındaki Uygulamalar (Mobilya vs.)	149
4.3. Peyzaj Mimarlığı Alanındaki Uygulamalar (Kent Mobilyaları vs.)	155
4.4. Mühendislik Alanındaki Uygulamalar (Köprüler vs.)	159
4.5. Diğer Uygulamalar	161
5. EKOLOJİK DEĞERLERE GÖRE AHŞAP KOMPOZİT MALZEMENİN SEÇİM KRİTERLERİ	163
5.1. Ahşap Kompozit Malzeme ve Küresel Isınma	163
5.2. Ahşap Kompozit Malzeme ve İnsan Sağlığı	166
5.2.1. Yapıştırıcılar	167
5.2.2. Kimyasal Koruyucu Maddeler	172
5.2.3. Yüzey Koruyucu Maddeler	182
5.2.4. Ahşap tozları	185
5.3. Ahşap Kompozit Malzeme ve Enerji Korunumu	186
5.4. Ahşap Kompozit Malzeme ve Çevresel Atık	187
5.5. Ahşap Kompozit Malzemenin Geri Dönüşümü ve Yeniden Kullanımı	189
6. SONUÇ	195
KAYNAKLAR	201
EK A – STOCKHOLM ÇEVRE BİLDİRGESİ	215
EK B – RİO DEKLERASYONU	219
ÖZGEÇMİŞ	222

ÖZET

Yirmibirinci yüzyılın başında en önemli mimari haberler, sadece bilgisayar destekli tasarım ya da son tasarım akımları ile ilgili değildir. Artık, ekolojik tasarım ve ekolojik mimarinin gelişimi gündemdedir ve profesyonel tasarım disiplinleri olarak kendi kimliklerini bulmuşlardır. Yine de, ekolojik tasarım konusunda, mimarlar tarafından uzun ömürlü alternatif malzemeleri ve enerji tasarruflu sistemleri tercih edilmesine rağmen, küresel bir tavır görülmemektedir. Genel olarak, yapıda kullanılan malzemeler yaşam döngüsünün tüm aşamalarında negatif bir etkiye sahiptir. Bu etki, özellikle bozulmuş ve tahrip edilmiş çevrelerde rahatlıkla görülebilmektedir. Zararlı yayımlar ve atıklar bu etkilerin başlıca örneklerindedir.

Ahşap çevre ve insanlık üzerinde hiçbir yan etkiye sahip olmayan doğal ve sıcak bir malzemedir. Buna rağmen, ahşaptan yapılan ürünler de, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir ve doğayı kirleten zararlı yayımlar içermektedir. Farklı ahşap malzemelerin doğal ya da sentetik bir yapıştırıcı yardımıyla biraraya getirilmesiyle elde edilen kompozit malzemeler de, bu ürünlerin bir örneğidir.

Geniş anlamda kompozit malzeme, tanımlanabilir bir arayüze sahip tek bir yapı elde etmek amacıyla, iki ya da daha fazla sayıdaki farklı malzemenin bir araya getirilmesiyle oluşturulan bir üründür. Bu yeni ürünün özellikleri, arayüzün özelliklerine olduğu kadar, ürünü meydana getiren malzemelerin özelliklerine de bağlıdır. Mobilyaların bir çoğu ve bazı yapı malzemeleri, çeşitli ahşap kompozitlerden yapılmaktadır.

Ahşap kompozit, farklı ahşap türlerinin birbiriyle ya da farklı ahşap türlerinin diğer farklı malzemelerle, daha değerli bir ürün elde etmek amacıyla biraraya getirilmesini içeren geniş kapsamlı bir terimdir. Örneğin, bugün, prefabrik evlerin kat döşemelerinde kullanılan I kesitli kirişlerin çoğu, atık ahşap, yapıştırıcı, karbon lifi ve camelyaftan oluşan bir ahşap kompozitten yapılmaktadır ve bu şekilde, benzeri bir çelik kirişten daha hafif ve güçlü bir yapı elde edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, tez boyunca vurgulanacak olan ekolojik değerlere göre, ahşap kompozit malzemelerin seçim kriterlerinin araştırılmasıdır.

Bu çalışma altı ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümü, çalışmanın amaç ve kapsamını anlatmaktadır. İkinci bölüm ise, ekoloji ve sürdürülebilirlik ile ilgili tanımları kapsamaktadır. Yine, ikinci bölüm kapsamında, sözü edilen bu kavramların gelişim süreçleri ve yapı malzemesinin ekolojik olması için gerekli olan seçim kriterleri üzerinde de durulmuştur.

Ekoloji ile ilgili kavramsal sınırın belirlenmesinin ardından, literatür çalışmasının ikinci kısmı gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, ahşap kompozit malzemeler üzerine geniş kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş ve konuyla ilgili mümkün olduğunca çok veri toplanmaya çalışılmıştır. Özetle, tezin üçüncü ve dördüncü bölümleri ahşap kompozit ürünlerle ilgili bilgi ve değerlendirmeleri içermektedir.

Tezin beşinci bölümünde, toplanan verilerin ışığında ve önceki bölümlerde aktarılan bilgiler çerçevesinde, ekolojik değerlere göre ahşap kompozit malzemelerin seçim kriterleri tanımlanmıştır. Çalışmanın altıncı ve son bölümünde ise, önceki aşamalarda gerçekleştirilen irdelemeler sonucunda ortaya çıkan sorunlar ve çözümler üzerine genel bir değerlendirme yapılmış, öneriler getirilmiştir.

Ahşap kompozit malzeme, masif ahşap malzemedede olduğu gibi yüksek değerde mekanik ve teknolojik özelliklere sahip olmakla birlikte, masif ahşap malzemenin sakıncalarını taşımayan, üstün nitelikli bir malzeme oldu. Ahşap kompozit malzeme, dünyada azalmakta olan orman kaynaklarının ahşap endüstrisinde daha akılcı bir şekilde kullanılmasını sağlamanın yanı sıra, tüketiciyi memnun edecek ve ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte ürünler elde edilmesine imkan vermektedir. Sonuç olarak, ahşap kompozit ürünlerin; kullanım ve işlenebilme kolaylıkları, ucuz oluşları, çeşitli geri dönüştürülmüş malzemeler ve ahşap atıkları değerlendirilerek üretilebilmeleri, buna bağlı olarak da çevreye olan olumlu katkıları nedeniyle giderek artan bir öneme sahip oldukları ifade edilebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Ekoloji, Sürdürülebilirlik, Ahşap Kompozit Ürünler.

SUMMARY

The most important architectural news at the beginning of the 21st century isn't just about CAD or the latest design fashions. It's the fact that ecological design and ecological architecture are coming into their own as professional design disciplines. However, although many architects prefer alternative durable materials and energy-saving systems, it hasn't been seen a global attitude to ecological design. In general, materials which have been used in construction have had a negative influence in all the phases of the life cycle. The effects can easily be seen especially in the form of tampering with the environment. Harmful emissions and wastes are the main examples of these effects.

The wood is natural and warm material which does not have any side effects to the environment and humankind. Still, some products made from wood can contain harmful emissions which pollute nature and has bad influences too the health of mankind. Composite materials that are made by bounding the different kinds of wood together with an adhesive of natural or synthetic form is an example of these products.

By the broadest definition, a composite material is one in which two or more materials that are different are combined to form a single structure with an identifiable interface. The properties of that new structure are dependant upon the properties of the constituent materials as well as the properties of the interface. Much of the furniture and some of the building materials are made with some sort of wood composites.

Wood composite is a loose term for taking different types of wood or different types of wood and other non-wood materials and combining them together to make a valuable product. For example, most of the I-beams used in the floors of prefabricated homes today are made with a wood composite which takes waste wood, glue, carbon fibers and fiberglass and makes an I-beam structure which is stronger and lighter than its steel counterpart.

The objective of this study is to research the choice criteria for wood composite products, depending on ecological values which are going to be expressed through the thesis.

This study consists of six main chapters. The introductory chapter explains the objective and the scope of study. The second chapter contains the definitions related to ecology and sustainability. It also contains the development process of these concepts and the choose criteria of construction materials for being ecological.

After the conceptual border of ecology has been determined, the second phase of the literature study has been realized. In this phase, an extensive literature scanning on wood composite products which is the main subject of research has been carried out and it has been tried to collect as much data as possible related to the subject matter. In brief, the third and fourth chapters of the thesis contain all the information and assessments related to wood composite products and use opportunities.

In the fifth chapter of the thesis, it was determined the choose criteria for wood composite products, depending on ecological values in the light of all data collected and within the framework of the information given in the previous chapters. In the sixth and last chapter of the study, a general assessment has been made on the problems and solutions determined by the examinations in the previous stages and suggestions have been put forward.

Wood composite products have all the high mechanical and technological properties of massive wood. They are also high quality materials which don't have the negative features of massive wood. Wood composite products provide rational usage of forest sources which are decreasing around the world as well as they give possibility to get products which satisfies the consumer and also meets the needs of them. In conclusion, it could be expressed that wood composite products have an increasing importance because of the reasons such as processing and usage simplicity, frugality, possibility of production from waste wood or different recycled materials and according to all, their positive contributions to the environment.

Keywords: Ecology, Sustainability, Wood Composite Products

RESİM LİSTESİ

	<u>Sayfa No.</u>
Resim 2.1. Henry Thoreau.	8
Resim 2.2. Ernest Haeckel.	8
Resim 2.3. Eames Evi, Los Angeles, CA.	11
Resim 3.1. Firavun Tutankhamon'a ait taht	43
Resim 3.2. Firavun Tutankhamon'a ait lahit	43
Resim 3.3. Soyma yöntemiyle üretilen ilk kontrplak	44
Resim 3.4. İlk kontrplak fabrikası (1911)	45
Resim 3.5. Kazein tutkalı kullanılarak ladin kontrplaktan üretilmiş S-1 tipi öncü savaş uçağının gövdesi	45
Resim 3.6. 1915 yılında New York'ta kontrplaktan üretilmiş olan Model V tipi uçak gövdesinin mukavemeti.	46
Resim 3.7. Kontrplak.	61
Resim 3.8. LVL'nin genel görünüşü.	64
Resim 3.9. PSL'nin genel görünüşü.	66
Resim 3.10. Levha düzlemine dik konumda preslenmiş yongalevha ve yongalar.	70
Resim 3.11. Çeşitli kalınlık sınıflarındaki şerit yongalevhalar ve ince şerit yongalar.	71
Resim 3.12. Yönlendirilmiş Yonga Levha (OSB).	74
Resim 3.13. LSL'nin genel görünüşü.	75
Resim 3.14. OSL'nin genel görünüşü.	76
Resim 3.15. MDF üzerinde kaplama.	83
Resim 3.16. Talaş levha'nın genel görünüşü.	84
Resim 3.17. Tutkallı lamine ahşap malzemenin genel görünüşü.	97
Resim 4.1. Kayın ağacından üretilen çapraz döşenmiş masif parke.	123
Resim 4.2. Kayın ağacından üretilen düz döşenmiş masif parke.	123

Resim 4.3. Lamine parke katmanları.	123
Resim 4.4. Lamine parke görünüşü.	123
Resim 4.5. Laminat parke tabakaları	124
Resim 4.6. Laminat parke görünüşü.	124
Resim 4.7. Kontrplak duvar kaplaması ve döşeme.	124
Resim 4.8. Etiket yongalı levha kullanımı.	125
Resim 4.9. Deckaro.	126
Resim 4.10. Deckaro'nun uygulanma şekli.	126
Resim 4.11. Tekne döşemesinde deckaro kullanımı.	126
Resim 4.12. Bina girişinde deckaro kullanımı	126
Resim 4.13. Dış mekanda LVL'den üretilmiş merdiven.	127
Resim 4.14. İç mekanda LVL'den üretilmiş merdiven.	127
Resim 4.15. Mountain View Methodist Klisesi glulam tavan kaplaması.	127
Resim 4.16. Werzalit cephe kaplaması.	128
Resim 4.17. OSB çatı kaplaması örneği 1	129
Resim 4.18. OSB çatı kaplaması örneği 2.	129
Resim 4.19. LVL döşeme kirişi	130
Resim 4.20. Lambri.	131
Resim 4.21. Lambri uygulaması.	131
Resim 4.22. TGI binası girişi.	132
Resim 4.23. TGI mahkeme salonu iç mekanı.	132
Resim 4.24. TGI mahkeme salonu dıştan görünümü.	132
Resim 4.25. Into Evi, Finlandiya.	133
Resim 4.26. Into Evi, iç mekanda merdiven.	133
Resim 4.27. Into Evi iç mekan görünüşü.	134
Resim 4.28. Kontrplak panel.	135
Resim 4.29. Duvar pano olarak OSB.	136
Resim 4.30. Duvar pano olarak OSB.	136
Resim 4.31. MDF panel.	136
Resim 4.32. Sandviç panel kesiti.	137

Resim 4.33. Sandviç panellerin yapıda kullanımı.	137
Resim 4.34. OSB'den üretilmiş sandviç panellerin vinç yardımıyla yapıya oturtulması.	138
Resim 4.35. Talaş levhanın uygulanışı.	139
Resim 4.36. Kafes giriş detayı.	141
Resim 4.37. Glulam ile yapı iskeletinin oluşturulması.	142
Resim 4.38. Brentford'daki St. Paul Klisesi iç mekanda glulam kullanımı.	142
Resim 4.39. Ashton, Makefield'de bir kilisede LVL çatı makası.	143
Resim 4.40. LVL girişler.	144
Resim 4.41. OSB I girişleri.	144
Resim 4.42. Yapının OSB levhalardan oluşturulması.	145
Resim 4.43. Yapı iskeletinin kontrplak ile oluşturulması.	145
Resim 4.44. PSL'nin uygulanışı.	146
Resim 4.45. Düz giriş.	147
Resim 4.46. Trapez giriş.	147
Resim 4.47. Makas giriş örnekleri.	147
Resim 4.48. Makas giriş örnekleri.	147
Resim 4.49. Kemer giriş.	148
Resim 4.50. Çerçeve sistem.	148
Resim 4.51. Geodezik uzay system.	148
Resim 4.52. Eğrisel giriş.	149
Resim 4.53. Üç mafsallı çerçeve sistem.	149
Resim 4.54. Laajasalo Kilise Helsinki, Finlandiya.	150
Resim 4.55. MDF kullanılmış balkonlar.	151
Resim 4.56. MDF mutfak mobilyası.	151
Resim 4.57. MDF içki sehpa.	152
Resim 4.58. Suntalam sehpa.	153
Resim 4.59. Kontrplak sehpa örnekleri.	153
Resim 4.60. Kontrplak sehpa örnekleri.	153
Resim 4.61. P. Jeppesen tasarımı kontrplak sandalye.	154

Resim 4.62. Frank Gehry tasarımı kontrplak sandalye.	154
Resim 4.63. OSB'den üretilmiş koltuk.	154
Resim 4.64. OSB'den üretilmiş kitaplık.	154
Resim 4.65. LVL'den eğrisel formda üretilmiş sauna kabini.	155
Resim 4.66. Otoyolda ses bariyeri olarak tutkallı lamine ahşap malzeme (glulam)'nin kullanılması.	155
Resim 4.67. Kontrplaktan üretilmiş oturma bankı.	156
Resim 4.68. Ahşap bahçe mobilyası.	156
Resim 4.69. Havuz çevresinde Deckaro döşemesi.	157
Resim 4.70. Bahçe düzenlemesinde ahşap malzeme kullanımı.	157
Resim 4.71. Tutkallı lamine ahşap malzemeden yürüme yolu üzerinde dikme ve kavisli birleşimler.	158
Resim 4.72. Tutkallı lamine ahşap malzemeden pergola.	158
Resim 4.73. Ahşap saksı örnekleri.	158
Resim 4.74. Ahşap saksı örnekleri.	158
Resim 4.75. Tar nehri köprüsü Rocky Dağları, North Carolina.	159
Resim 4.76. Avusturya-Murau'da tutkallı lamine ahşap malzemeden yapılmış köprü.	159
Resim 4.77. Leonardo köprüsü genel görünüm.	160
Resim 4.78. Leonardo köprüsü yakın görünüm.	160
Resim 4.79. Flisa Köprüsü, Norveç.	160
Resim 4.80. Tutkallı lamine ahşap malzeme ile yapılmış yaya köprüsü.	161
Resim 4.81. Finlandiya'da köprü yapımında kalıp olarak LVL malzemenin kullanılması.	161
Resim 4.82. Araç kapısında suntalam uygulaması.	162
Resim 4.83. Werzalit örnekleri	162
Resim 4.84. Werzalit örnekleri	162

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No.</u>
Şekil 2.1. Ekolojinin diğer bilim dallarıyla olan ilişkisi	6
Şekil 2.2. Ekolojik Döngüler ve Ekosistem.	14
Şekil 2.3. Yapının Yaşam Döngüsünün Sürdürülebilir Modeli.	17
Şekil 2.4. Sera Etkisi.	22
Şekil 2.5. "Küresel Düşün, Yerel Hareket Et" kampanyası için hazırlanmış bir logo	25
Şekil 2.6. Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü süreçleri, süreçlerin birbirleri ve çevre ile ilişkileri.	35
Şekil 2.7. Bir ürünün şematik yaşam döngüsü.	36
Şekil 3.1. Thebes'de Rekhmara'ın mezar duvarlarında ahşap işleyen marangozlar ait çizim.	41
Şekil 3.2. Tabakalı ahşap malzemenin tarihsel gelişimi.	47
Şekil 3.3. Parça boyutu, yoğunluk ve üretim yöntemine göre ahşap kompozit malzemeler.	52
Şekil 3.4. Kaplama elde etme yöntemleri.	53
Şekil 3.5a. Freze Kaplama.	54
Şekil 3.5b. Teğet Desenli Kaplama.	54
Şekil 3.6. Kontrplaklarda Tabakaların Yerleşimi, 3 katlı ve 5 katlı kontrplak.	57
Şekil 3.7a. Karma Kontrplak.	59
Şekil 3.7b. Kaplamalı Kontrplak.	59
Şekil 3.8. Kontrplak üretim teknolojisi.	60
Şekil 3.9a. Orta Tabakası Geniş Çıtalardan Yapılmış Kontrtabla.	63
Şekil 3.9b. Orta Tabakası Dar Çıtalardan Yapılmış Kontrtabla.	63
Şekil 3.10. Yongalevha Üretim Teknolojisi.	69
Şekil 3.11a. İç Tabaka Yongaları Rastgele Yönlendirilmiş OSB.	72
Şekil 3.11b. İç Tabaka Yongaları Dış Tabaka Yongalarına Dik Olacak Şekilde Yönlendirilmiş OSB.	72

Şekil 3.12. OSB üretim şeması.	73
Şekil 3.13. Kuru yöntemle liflevha üretimi.	81
Şekil 3.14a. Ahşap malzemenin su iticiliğinin grafiksel gösterimi.	87
Şekil 3.14b. Ahşap malzemenin boyut stabilizasyonunun grafiksel gösterimi.	87
Şekil 3.15. Tutkallı lamine ahşap malzemenin üretim teknolojisi.	98
Şekil 3.16. En ve boy birleştirmeler.	99
Şekil 4.1. Tabakalı ahşap yapı elemanları ve sistemleri.	146
Şekil 5.1. Fidan-ağaç-ahşap-yapı döngüsü.	164
Şekil 5.2. Malzemenin yaşam döngüsü süreci.	165
Şekil 5.3. Malzemenin “beşikten mezara” kadar olan sürede sistemin girdileri ve çıktıları.	165
Şekil 5.4. Çeşitli malzemelerin (ahşap, çimento, cam, çelik) 1 ton üretimi için gerekli enerji miktarları.	186
Şekil 5.5. CCA ile emprenye edilmiş atıl haldeki ahşap malzemelerin remidasyon döngüsü (s.5)	193

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No.</u>
Tablo 2.1. Kirletici Maddelerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.	32
Tablo 3.1. Ahşap kompozit malzemelerin özellikleri.	51
Tablo 3.2. Kontrplakların sınıflandırılması.	58
Tablo 3.3. Kontrplak ve metalin karşılaştırılması.	62
Tablo 3.4. Yongalevhaların sınıflandırılması.	68
Tablo 3.5. Lif levhaların Sınıflandırılması.	77
Tablo 3.6. Ahşap polimer kompozit üretiminde kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri.	92
Tablo 3.7. Ahşap malzemeyi tahrip eden etmenler.	94
Tablo 3.8. Ahşap malzemenin kimyasal modifikasyonunda kullanılan maddeler.	95
Tablo 5.1. Ahşap kompozit levha ürünleri formaldehit emisyon derecesi ve sınıflandırılması.	169
Tablo 5.2. Formaldehit emisyonunu etkileyen faktörler	169
Tablo 5.3. Ahşap malzemenin korunma işlemlerinin riskleri ve bu risklerin onlenme şekilleri	184
Tablo 5.4. Zararlı gaz ve tozların etkisiyle çalışanlarda karşılaşılan bazı rahatsızlıklar	185

1. GİRİŞ

Yirmibirinci yüzyılın birinci çeyreğinin yaşandığı şu günlerde, bütün dünyada çevre ve çevreyle ilgili sorunlar gündemdeki yerlerini devamlı olarak korumakta, tüm basın ve yayın organları, sürekli bu konudan bahsetmektedir. Ekoloji, sürdürülebilirlik, küresel ısınma, sera gazları vb. kavramlar, günlük yaşantıda en çok kullanılan terimler arasında yer almaktadır.

Bu terimlerin anlamları ve toplumda çokca konuşuluyor olmasının nedenleri incelendiğinde ise, özellikle yapısal çevre anlamında, malzeme kavramının, ön plana çıktığı görülmektedir.

1.1. Tezin Amacı

Yirminci yüzyıldan itibaren hızlanan kentleşme süreci ve bu sürece bağlı olarak ortaya çıkan olumsuz gelişmeler, ekolojik bilinci canlandırmıştır. Ekolojik bilincin gelişimine paralel olarak, uluslar arası ölçekte çabalar yoğunlaşmış ve sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmıştır.

Sürdürülebilirlik kavramı, yaşama dair tüm konuları, ekonomik, ekolojik ve sosyal açılardan incelenmekte; özellikle insan ve çevresine ilişkin sağlıklı bir gelişme sürecinin yaşanması için gerekli olan tüm çabaları içermektedir.

Sürdürülebilirlik kavramına ilişkin ekolojik anlamdaki tartışmalar ve çözüm arayışları, çevre ve özellikle yapısal çevrenin oluşturulmasında temel faktör olan malzeme kavramları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Gerçekten de, bir başka gezegende yaşama ütopyası bir kenara bırakıldığında, sağlıklı ekolojik bir çevre, sürdürülebilir bir yaşam ve sera gazlarındaki artışa bağlı olarak gelişen küresel ısınma gibi olumsuz gelişmeleri engellemek için kullanılacak malzemelerin seçim kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu konu özellikle, teknolojinin sağladığı imkanlara paralel olarak gelişen çağdaş yapı malzemeleri açısından büyük önem taşımaktadır.

Ahşap kompozit malzeme de bu sınıflandırma kapsamında ele alınmaktadır; ve bu çalışmada incelenecek temel malzeme grubunu oluşturmaktadır. Ahşap kompozit malzeme, ahşap materyalin ahşap ya da başka bir materyal ile birleştirilmesi sonucu elde edilen malzemedir. Teknolojinin sağladığı imkanlar çerçevesinde üretilen ahşap kompozitler, farklı malzemelerin bir arada kullanılmasıyla, hem yapısal, hem de ekonomik açıdan daha verimli bir malzeme elde edilmesi amacıyla geliştirilmektedir. Sonuç olarak doğal ahşaptan farklı özelliklere sahip bir malzeme ortaya çıkmaktadır. Bu malzemenin özellikle üretim sürecinde bünyesine dahil edilen bağlayıcı, koruyucu ve katkı maddelerinin malzemenin ekolojik değerleri üzerindeki etkilerinin dikkatle incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ahşap kompozit malzemenin seçim kriterlerinin çağdaş yapı malzemesi kapsamında ortaya konulacak belirli ekolojik değerlere göre incelenmesidir.

1.2. Tezin Kapsamı ve Yöntemi

Bu çalışma dört aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, belirlenen amaca yönelik kapsamlı bir literatür taraması yapılarak bilgi birikiminin sağlanmasına çalışılmıştır. Bu tarama iki bölüm halinde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, ekoloji ve sürdürülebilirlik kavramları ile ilgili geniş bir literatür araştırması yapılmış; malzemenin ekolojik değerlendirmesinin yapılmasında yararlanılacak kriterler ve ahşap malzemenin ekolojik sürdürülebilirliği ortaya konulmuştur. Literatür taramasının ilk bölümünün sonucunda elde edilen bu bilgiler, tezin ikinci bölümünde yer almaktadır.

Literatür çalışmasının ikinci bölümünde ise, araştırma konusu olan ahşap kompozit malzeme hakkında kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş ve çalışma konusu ile ilişkili mümkün olduğunca çok sayıda veri toplamaya çaba gösterilmiştir. Tezin üçüncü bölümü bu verileri kapsamaktadır.

Toplanan bu verilerin ardından ikinci aşamada, ahşap kompozit malzemelerin kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla, literatür araştırmasının yanı sıra sektörden yetkililerle görüşmeler yapılmış; mimarlık, iç mimarlık, peyzaj mimarlığı ve mühendislik alanındaki uygulama örnekleri incelenmiştir. Bu aşamada toplanan tüm bilgiler, tezin dördüncü bölümünde yer almaktadır.

Çalışmanın üçüncü aşamasında, ilk iki aşama sonucunda ortaya konulan bilgiler çerçevesinde ahşap kompozit malzemenin seçim kriterleri belirlenmeye çalışılmış ve bu kriterler tezin beşinci bölümünde sunulmuştur.

Çalışmanın dördüncü ve son aşamasında ise, önceki aşamalarda gerçekleştirilen irdemeler sonucunda ortaya çıkan sorunlar ve çözümler üzerine genel bir değerlendirme yapılmıştır. Tezin altıncı bölümü bu değerlendirmeleri kapsamaktadır.

“Bütün buffalolar öldürüldükten, yaban atları ehlileştirildikten, ormanların en gizli köşeleri binlerce insanın ağır kokusuyla dolduktan, sevimli tepelerin görüntüsü konuşan tellerle kirlendikten sonra...
 Bir bakacaksınız ki...Gökteki kartallar yok olmuş...
 Hızla koşan taya elveda demişsiniz...Bu ne demektir biliyor musunuz?
 Bu yaşamın sonu ve sırf daha fazla hayatta kalmanın başlangıcıdır.”

Duwarmish Kızılderilileri Reisi Seattle

2. EKOLOJİ KAVRAMI VE MALZEME

Büyük kentleri felaketler ve kitlesel ölümler bekliyor (62, s.10)... Ekosistemdeki değişiklik sağlığı tehdit ediyor (204)... İnsan biyo-çeşitliliği tüketiyor (197)... Dünyadaki kaynakların üçte ikisini tükettik (63, s.11)... Ekosistem raporuna göre dünya bitiyor (99, s.14)... Ekolojik ayak izi hızla büyüyor (205)...

2006 yılındaki gazete manşetlerinden sadece birkaçı yukarıda sıralananlar...Son yarım yüzyıl içinde dünya nüfusunun artışı, teknolojinin ilerlemesi ve bunlara bağlı olarak doğal kaynakların hızla tükenmeye başlaması, çevre sorunlarının geniş kesimlerce tartışılmasına yol açmış ve ekoloji kavramını dünyanın gündemine oturtmuştur.

2.1. Ekoloji Kavramı ve İlgili Tanımlar

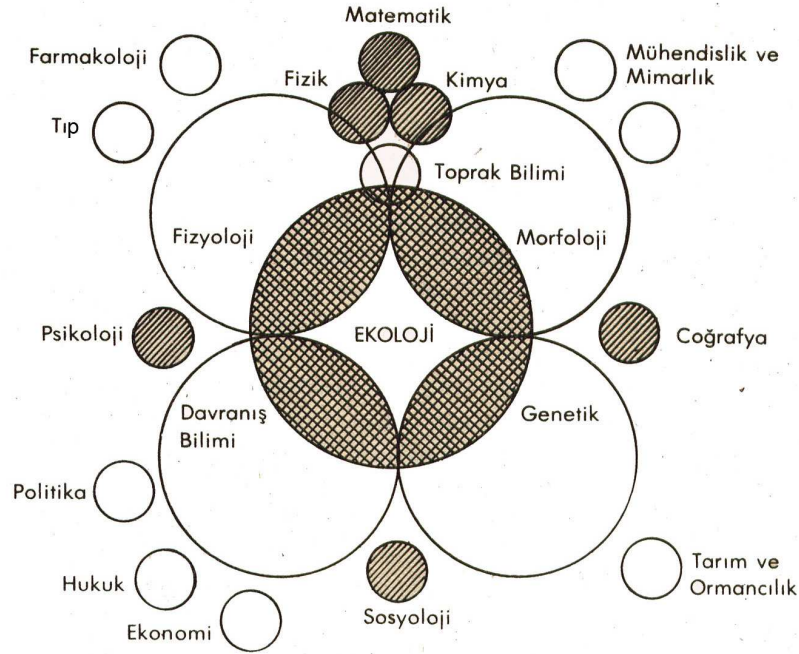
Ekoloji kelimesi, Antik Çağ felsefesinin kullandığı LOGOS ve OIKIA terimlerinin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur. Logos, eski Yunanca’da, akıl, mantık, bilim anlamına gelmekle birlikte, daha çok, değişmeyen evrensel yasa manasında kullanılmıştır. Oikia ise ev anlamındadır (75, s.36). Antik Çağ düşünürleri, üzerinde yaşadıkları dünyayı evleri olarak gördüklerinden, yeni türettikleri birçok bileşik kelimeye bu sözcüğü tercih etmişlerdir. İlerleyen yüzyıllarda da, dilbilimciler ya da bilim adamları yeni terimler türetirken yine bu kelimedenden bolca yararlanmışlardır. Örneğin, oikia ve nomos kelimelerinin birleştirilmesi ile elde edilen ekonomi kelimesi böyledir.

Ekoloji kelimesi ise, yukarıda sözlük manaları verilen oikia ve logos kelimelerinin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Bu açıdan ele alındığında ekoloji kelimesi, evrensel yasa ile uyum içinde olan, değişmeyen, yeryüzünün (evin) yapısı olarak tanımlanabilmektedir.

Bugüne gelindiğinde, Türk Dil Kurumu sözlüğünde ekoloji, canlıların hem kendi aralarındaki hem de çevreleriyle olan ilişkilerini tek tek veya birlikte inceleyen bilim dalı olarak ifade edilmektedir (122). Oxford İngilizce Sözlüğü'nde ise ekoloji, hayat biçimleri ve yetiştikleri ortamlarına kadar, yaşayan organizmaların ilişkileriyle ilgilenen bir bilim dalı şeklinde açıklanmaktadır (28, s.53).

Kelimenin terminolojisi ve sözlük anlamları göz önüne alınarak konuya yaklaşıldığında, kavramın dünyadaki tüm canlı ve cansız varlığı ifade etmeye çalıştığı anlaşılmaktadır. Bu canlı ve cansız çevrenin tamamı ekosistem olarak adlandırılmakta; bu tanımlamadaki canlı çevre; insan, hayvan ve bitkilere ait bireyleri veya bunlardan oluşmuş toplulukları ifade ederken, cansız çevre ise hava, su, toprak, ışık gibi abiotik faktörleri kapsamaktadır (197). Doğal olarak bu kadar çeşitli faktörü bünyesinde barındıran ekosistemler, tüm canlılar için büyük önem taşımaktadır. Bu geniş kapsam ve faktörler nedeniyle de, ekolojinin; botanik, zooloji, mikrobiyoloji, fizyoloji, bitki beslenmesi, anatomi, morfoloji, patoloji, pedoloji, jeoloji, jeomorfoloji, mineraloji, fizik, kimya, meteoroloji ve klimatoloji gibi bilim dalları ile yakın ilgisi bulunmaktadır (Şekil 2.1).

Sonuç olarak ekoloji, çeşitli türdeki canlıların çevreleri ile uyumlu olarak nasıl yaşamlarını sürdürdüklerini, bu canlı varlıkların hangi şartlar altında ihtiyaçlarını karşıladıklarını ve çeşitli fonksiyonların ne tür ortam ya da topluluklar içinde yürütüldüğünü incelemektedir. Ekoloji insana rağmen yine başta insan olmak üzere tüm canlıların yaşamlarını düzenli olarak sürdürebilecekleri uygun bir ortamın neler olacağını araştırır, meydana gelen anomalileri (doğadaki aykırılıklar) ortaya koyar ve çözümler önerir (105, s.2).



Şekil 2.1. Ekolojinin diğer bilim dallarıyla olan ilişkisi (30, s.21).

Özetle ekoloji, çevre kavramından daha geniş bir tanımlamadır. Ekoloji; doğa ve insanlığın doğal dünya ile ilişkisi hakkında çevreye göre daha geniş bir kavrayış getiren ve Biosfer'in dengesini ve bütünlüğünü amaç olarak gören bir bilimdir (29, s.7).

Uğraş alanı ya da görevleri yukarıda ifade edilmeye çalışılan ekolojinin en önemli konularından bazıları genel olarak şu şekilde sıralanabilir:

1. Canlı organizmalara ait bireylerin yaşayıp gelişmesini sağlayan iklimik (iklim özellikleri), edafik (toprak özellikleri), fizyografik (yeryüzü şekline ve yapısına bağlı özellikler) ve biyotik (diğer canlı varlıklar) faktörleri incelemek; organizmaların bu doğal koşullara karşı davranışını ve buna dayanarak bireylerin yetişme ortamı isteklerini belirlemek;
2. Aynı türden oluşan canlılar toplumunun (popülasyonun) yapısını, gelişim şeklini, popülasyon içi ve diğer popülasyonlarla olan ilişkilerini, beslenme ve enerji temini konularını incelemek;

3. Çeşitli canlılara ait toplumlarla içinde yaşadıkları fiziksel mekândan oluşan doğal sistemlerin (ekosistemler) öğelerini, tiplerini, yapılarını, beslenme ve enerji ilişkilerini (madde dolaşımı ve enerji akımı), zamanla değişimlerini (evrim ve süksesyon) vb diğer karmaşık ilişkileri incelemekte ve araştırmaktadır (30, s.23-24).

Bunlar içinde ekosistem kavramı son derece önemlidir. Çünkü ekosistemler son derece karmaşık yapı ve işlevlere sahiptir. Bu da tüm canlılar için büyük bir önem taşımaktadır. Ekosistemlerin özellikleri ne kadar iyi tanınırsa, doğal dengenin bozulmadan devam etmesinin sağlanması da o derece güvence altına alınmış olur. Bu son derece önemlidir. Özellikle son çeyrek yüzyılda dünyanın birçok yerinde doğal dengenin bozulması ekoloji uzmanlarını çok zor bir görevle karşı karşıya bırakmıştır. Onun için, “ekolojinin asıl görevinin, insanların sağlıklı yaşaması için gerekli doğal koşulların sürekliliğinin nasıl sağlanacağını belirlemek” olduğu vurgulanmalıdır.

2.2. Ekoloji Kavramının Gelişimi ve Tarihi Süreçte Ekolojik Yaklaşımlar

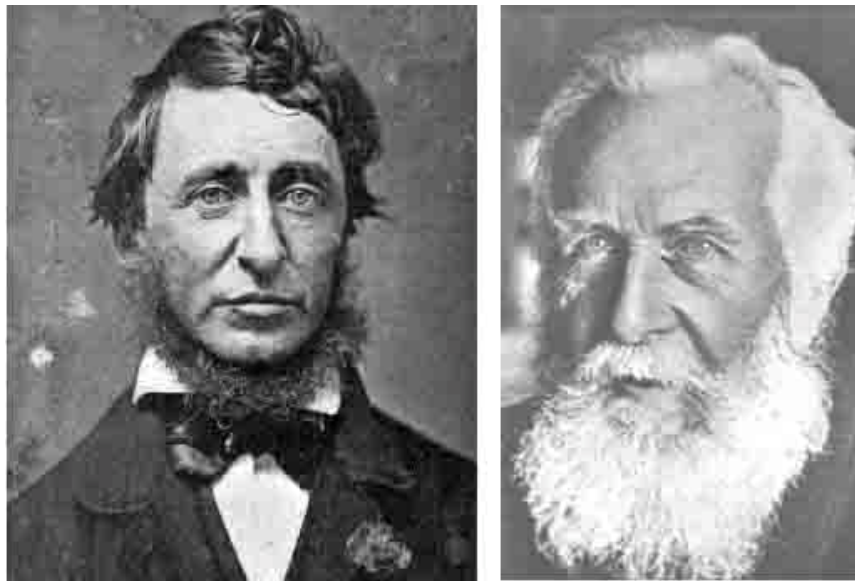
Ekoloji ile ilgili bulgular tarih öncesi devirlere kadar uzanmaktadır. İlkel toplumlar hayatlarını devam ettirebilmek için çevreleri hakkında belirli bir bilgi birikimine sahip olmak zorunda kalmıştır. MÖ IV. yüzyılda Aristotle’ın, ondan bir yüzyıl önce de hocası Teofrostus’un doğa ile ilgili olarak ileri sürdükleri fikirler dikkati çekmektedir (111, s.3).

2.2.1. Ekoloji Kavramının Tarih İçindeki Gelişimi

Tarihi süreçte, XV. yüzyılda dünyanın yuvarlak olduğu, güneşin çevresinde döndüğü kabul edilerek doğa kanunları gündeme gelmiş; buna bağlı olarak, çevrenin canlılar üzerindeki etki ve tepkileri incelenmeye başlanmıştır (58, s.15).

Yine, aynı yüzyıl içerisinde, Sultan II. Mehmed’in Haliç’i güzelleştirmek için bir vakıf kurduğu ve Haliç’in ekolojik dengesini korumak amacıyla tedbirler alınmasına öncülük ettiği bilinmektedir (66, s.7).

Pratik olarak başlangıcı tarih öncesi dönemlere uzanan ekoloji terimi, ilk olarak 1858 yılında Henry Thoreau tarafından kullanılmıştır (105, s.1). Darwin'in 1859 yılında canlıların değişen çevre koşullarına adapte olarak evrimleştikleri sürece hayatta kalabileceklerini ortaya koymasının ardından, canlı organizmaların, çevre ile etkileşiminin ve ilişkilerinin yaşamsal önemi bilim dünyasının gündemine oturmuştur (18, s.34). Ekoloji teriminin ilk tanımı ise, 1866 yılında Alman biyoloji uzmanı Ernest Haeckel tarafından biyoloji biliminden ayrı olarak ifade edilmiş ve tanımlanmıştır (75, s.36). Uzun yıllar halkın ilgisini çekmeyen ekoloji, XX. yüzyılın ortalarına kadar, bilim dünyasında genellikle geri planda kalmıştır. Özellikle, II. Dünya Savaşı'nı takip eden yıllarda belirginleşen nüfus patlaması, besin kıtlığı, çevre kirliliği gibi sorunların etkisiyle en önemli bilim dallarından biri olarak öne çıkmıştır (48, s.73).



Resim 2.1 ve 2.2. Henry Thoreau ve Ernest Haeckel (199, 198).

1972 yılında Stockholm'de düzenlenen I. Dünya Çevre Konferansı, ekolojik bilincin yaygınlaştırılması için ilk uluslararası girişim olmuştur. Bu konferansı izleyen birçok girişim sayesinde, ekosistem dengelerinin korunması ve sürekliliğinin sağlanması konularında yeni çevre politikaları üretilmiştir (53, s.76).

Stockholm bildirgesinde, çevrenin korunması ve güçlendirilmesi için insanlara ışık tutacak ve ekolojik planlama çabalarını yönlendirecek ortak görüş ve ilkelerin gerekliliği belirtilmiştir.

Stockholm bildirgesinde üzerinde ısrarla durulan ekoloji, çevre ve insan sözcükleri, artık XXI. yüzyılı simgeleyen üçlü bir deyim haline gelmiştir. Bilindiği gibi çevre, canlıların yaşamasını sağlayan ve onları sürekli olarak etkisi altında bulunduran faktörler kompleksidir. Bu çevrede, doğal kaynaklar olarak, güneşin ışın enerjisi, hava, su, toprak ve besin maddeleri tüm canlıların yaşam temellerini oluşturmaktadır. Rüzgâr, akarsu ve iklim elemanlarının etkisiyle inorganik ve organik maddeler ayrışmakta, buna bağlı olarak ekolojik döngüler meydana gelmekte ve bu şekildeki doğal süreçlerle de sürekli bir madde alış veriş ve enerji akımı sağlanmaktadır. Böylece, yeryüzünden atmosfere, yeraltı sularından okyanuslara, mikroorganizmalardan insanlara kadar tüm canlı ve cansız doğal varlıklar arasında karmaşık bir etkileşim ve ilişkiler ağı oluşmaktadır. Bu ilişkiler ağı, yaşamsal düzeyde önemli olan duyarlı bir denge üzerine oturmuş bulunmaktadır. Yaşanabilir bir dünya için bu dengenin korunması gerekmektedir.

Son 35-40 yıl içinde dünya nüfusu hızla artmış, teknoloji ilerlemiş ve buna bağlı olarak yaşam düzeyi yükselmiştir. Bu üç etken, insanların gereksinimini nicelik ve nitelik bakımından çığ gibi artırmış, bunun sonucunda doğal kaynaklar tükenme sınırına gelmiş; içecek sudan, solunum yapılan havaya kadar sağlıksız bir çevre oluşmuştur. Bu tehlike karşısında insanoğlu, yaşanan olumsuz olayların çıkış nedenlerinin kaynağına inmeye çalışmış, bir süre sonra bu çabalar meyvesini vermiş, insanlar ekolojik olarak bilinçlenmeye başlamış ve insan, doğanın bir parçası olduğunu anlamıştır. Böylece, tüm insanlığın yaşamını ve geleceğini güvence altına alacak olan ve doğa düzeninin sürdürülebilirliğini sağlama ilkesi olarak ifade edilebilen bir ekolojik düşünce doğmuştur.

Yukarıda sözü edilen hızlı kentleşme ve nüfus artışına bağlı olarak ortaya çıkan ekolojik sorunların büyük kısmı ise yapı sektörü kaynaklıdır (121, s.6). Dünya üzerindeki hava kirliliğinin % 24'ü ile tüketilen enerjinin ve küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının % 50'si mimari faaliyetler ile ilişkilidir (48, s.73). Bu verilerden de anlaşıldığı üzere, ekoloji kavramının gelişimini incelerken, mimari alandaki ekolojik yaklaşımları kısaca ortaya koymak, hem tezin konusu, hem de konunun önemi açısından gereklidir.

2.2.2. Tarihi Süreçte Ekolojik Yaklaşımlar

İnsanoğlu, ekoloji ile insanlık tarihinin başlangıcından itibaren pratik nedenlerle ilgilenmiştir. Doğal güçler, bitkiler ve hayvanlar hakkında sınırlı da olsa kendilerine yönelik yararlı bilgiler edinmişlerdir. Hayatlarını devam ettirebilmek için bu bilgi birikiminden faydalanmaya çalışmışlar ve yaşam çevrelerini bu birikim çerçevesinde kurgulamışlardır (115, s.35).

Yerel alışkanlıklar, kültürel değer yargıları, inanç gibi belirleyiciler paralelinde oluşan bu yaşam çevrelerinin çözümlenmesi için kullanılan teknoloji, bilindiği gibi, tarih öncesi ve erken dönem mimari tasarımında temel unsur değildir (94, s.16). Bu dönemde yoğunlukla yerel ve doğal malzeme kullanıldığından, malzemedен kaynaklanan ekolojik sorunlardan pek söz edilemez. Dönemin düşünür ve mimarları daha çok iklim koşulları ve bunların yapı tasarımına etkileri üzerinde tartışmışlardır. Örneğin, MÖ V. yüzyılda Socrates, kış güneşinden faydalanabilmek için konutların güney cephelerinin yüksek, soğuk rüzgarlardan korunabilmek için de kuzey cephelerinin alçak yapılmasını önermiştir (11, s.13).

Yine bu konularda, Vitruvius'un MÖ I. yüzyılda yazdığı "De Architectura" çok önemli bir kaynaktır. Vitruvius eserinde, iklim koşulları ve tasarım üzerindeki etkilerini ayrıntılı bir biçimde ele almıştır (128, s.18). Avlu fikri, avluda serinletici öge kullanımı, kalın taş ve kerpiç duvarlarla mekân içi iklimik konforu sağlama çabaları, yaşam alanlarında sağlıklı hava sirkülasyonu için boşluk ve üst örtü tasarımları, bu dönem mimarisinin konu ile ilgili çalışmaları arasında gösterilebilir.

Ekolojik açıdan bakıldığında, ilkel ya da eski çağlara ait mimari, bugün üzerinde tartışılan ekolojik önerilere oldukça yakın çözümler getirmiştir. İnsan yoğunluğu ile doğanın kaldırma kapasitesi arasındaki denge, yerleşim ve yapıların tasarımı ile iklim arasındaki ilişki, doğal ve yenilenebilir malzeme kullanımı, dönemin yaklaşımını ortaya koyan niteliklerdir (28, s.54).

Bugün ise, teknolojinin işin içine girmesiyle, özellikle yapı malzemesi konusunda, ekonomi – ekoloji dengesine bağlı olarak sorunların arttığı gözlenmekte ve yeni yaklaşımlara ihtiyaç hissedilmektedir. XX. yüzyılın ilk yarısında inşa edilen, Pierre Chareau'nun Cam Ev'i ve Eames çiftinin Los Angeles'da inşa ettikleri ev, teknolojinin mimaride kullanımını önemli ölçüde etkilemiş iki yapıdır (94, s.36). Cam Ev'de endüstriyel yapı elemanları ilk kez gizlenmeden açığa vurulurken, Eames Evi modüler kombinasyona sahip endüstriyel anlayışlı ilk yapıdır (101, s.21).



Resim 2.3. Eames Evi, Los Angeles, CA.

İlk örneklerinden itibaren, geçen 100 yıla yakın süre içerisinde, teknolojinin gelişimine bağlı olarak değişen ileri teknoloji (high-tech) mimarinin, bugünkü genel yaklaşımı ekonomi temellidir ve ikincil olarak konfor ve prestij üzerinedir. Teknolojiyi insanın hizmetine maksimum şekilde sokmak ve düşük maliyetli ama yüksek dayanımlı ürünler üretmek adına gösterilen çabalar, elemanter mimaride

kolaylıkla ulaşılan ekoloji dostu tasarımlara ulaşılmasını zorlaştırmaktadır. Hatta zaman zaman teknoloji, ekonomi ve ekoloji arasındaki dengeyi kurmak imkansızlaşmakta; hedeflenenin aksine, yüksek enerji tüketen, yok edilemeyen çevresel atıkları üreten, insanın gerek ruhsal, gerekse fiziksel anlamda kalıcı sağlığına zararlar veren ve dolayısıyla ekolojik döngüyü zedeleyen bir sonuçla karşılaşılmaktadır.

Esas olarak, gerek elemanter, gerekse ileri teknoloji mimari için ortak kabuller ve ekolojik gerçekler pek fazla değişmemektedir. Aradaki farklılık, gelişen teknoloji karşısında, ekonomi – ekoloji ilişkisinin farklı yorumlanmasına olan ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır. Şüphesiz teknoloji, dünyanın bugünkü şekillenmesinde başrolü oynamaktadır ve ekolojik gerekliliklerle çelişen özelliklerinden ötürü tamamen sırt dönülebilecek bir kavram değildir. Dolayısıyla, teknolojiyi dışarıda bırakan yaklaşımların bugünün koşullarında bir geçerliliği olması da beklenemez.

Bu amaçla, bugün, geleneksel yaklaşım ile teknolojinin, yerel ile evrenselin ve doğa ile yapının bir arada düşünüldüğü eko-teknolojik (eco-tech) yaklaşımlar şekillenmektedir (100, s.19).

Sözü edilen eko-teknolojik yaklaşımlar, tasarım konusuna çok girdili bir sorun olarak bakmakta ve bu çerçevede, çevre ile mümkün olduğunca sağlıklı bir etkileşime sahip, teknoloji uyumlu sürdürülebilir yaşam alanları oluşturmayı amaçlamaktadırlar. Bu kapsamda doğanın bütünleyici yeteneklerini tasarıma yansıtmak amacıyla kullanılan teknolojinin özgün veya ihtiyaç duyulan teknoloji olmasına özen gösterilmektedir (93, s.53; 94, s.74).

Bir tür uzlaşma olarak nitelenebilecek bu yaklaşım, ekoloji ve teknoloji arasında, ekonomik ve sosyal koşullar gözetilerek optimum bir çözüm elde edilmesini hedeflemektedir. Sonuç olarak bu eğilim, çevresel farkındalığın getireceği bir tasarım olgunluğu sayesinde birbiri ile etkileşim içinde olan faktörler arasında uzlaşma sağlama çabası olarak ifade edilebilir.

Bu yapı merkezli yaklaşımların dışında, kuşkusuz çevre merkezli yaklaşımlardan da söz etmek gerekmektedir. Kent planlama alanında, enerjinin etkin kullanımını, iyi bir toplu taşıma sistemini ve iklim koşullarına uygun bir yol sistemini desteklediği kadar kentli yaşamının kalitesini iyileştirmeyi amaç edinmiş pek çok yaklaşım bulunmaktadır. Örneğin iskan alanlarının, güneşten azami yarar sağlanabilen bölgelere yerleştirilmesi gibi zonlamalar, güneş enerjisinden maksimum yararı sağlayacaktır (19, s.38).

Bugün kent planlama sürecinde, çevre düzenlemesi ve peyzaj tasarımı içinde yaklaşımlar geliştirilmektedir. Sözü edilen bu yaklaşımlar, özellikle ekosistemle ilişkili insan, toprak, su, flora, fauna, iklim, atmosfer gibi konular üzerinde yoğunlaşmaktadır. İlgilendiği konuların içeriği nedeniyle de, ekolojik döngü ve sürdürülebilirlik üzerinde, tek bir yapı için ortaya konulan ekolojik yaklaşımlardan daha etkili gelişmelere neden olabilmektedir.

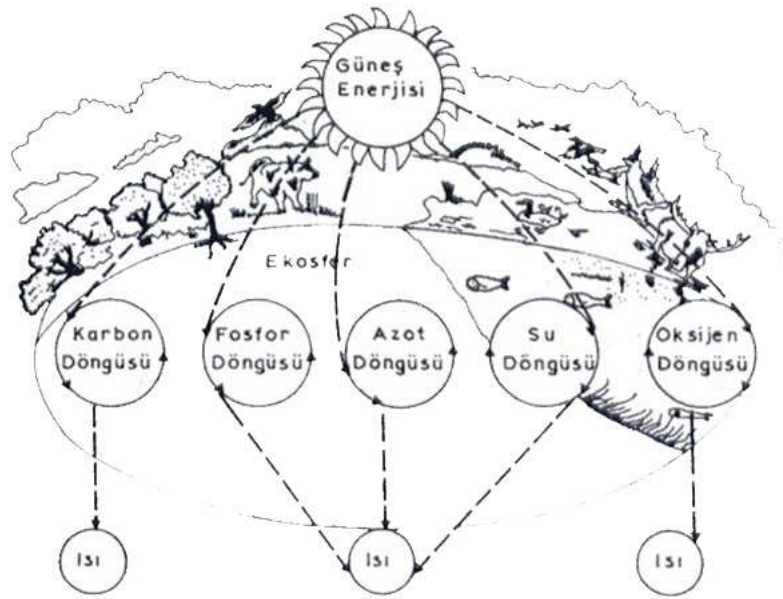
2.3. Ekolojik Döngü Bilinci ve Sürdürülebilirlik

Doğada, canlı yerkürenin içerisindeki tüm maddeler sürekli olarak devinimler yaparak tekrar kullanılırlar (15, s.8). Termodinamik kanununun birinci maddesine göre, doğada hiçbir madde yok olmaz, hep sistem içinde kalırlar. Fiziksel, termokimyasal ya da biyolojik etkilerle sistemin öğeleri arasında form değiştirerek dolaşırlar. Ekosistemlerdeki bu dolaşıma, Ekolojik Döngü ya da Ekolojik Çevrim adı verilir (51, s.13).

Ekolojik ilişkilere örnek vermek gerekirse; bitkilerin büyüebilmesi için besleyici ortamın yaratılması gerekir. Organizmalar aynı zamanda cansız çevrelerin fiziksel ve kimyasal yapısında değişiklik yapabilirler. Örneğin, baklagiller toprağın yapısını etkiler, toprakta azot miktarını artırır; toprakta mikroorganizma azalmasından bitkilerin büyümesi yavaşlar veya bitkilerin yok olması ile erozyon oluşur, toprak yapısında değişim olur. Ancak canlılar arasında çevreyi en çok etkileyen insan ve insan faaliyetidir.

Einstein her maddenin enerji, her enerjinin de madde olduğunu göstermiştir. Demek ki evrensel yaşam, enerjinin maddeye, maddenin enerjiye dönüşümünün süregelmesidir. Enerji aktığı sürece canlı vardır. Enerji duruyorsa, dönüşmüyorsa, sadece taş, toprak, hava, su olabilir; ancak canlı olamaz. Varolan ekolojik çeşitliliğin ve yaratılan kültür ve uygarlık düzeyinin yok edilmesi düşünülmüyorsa, bize yansıyan enerji yetmelidir. Geleceğin ne ekolojik, ne de ekonomik bir şişmanlamaya veya zayıflamaya tahammülü vardır.

Çağdaş ekoloji bilminde ekosfer, güneş enerjisi ile işleyen büyük bir makineye benzetilmektedir. Bu makinenin tüm canlılar için gerekli başlıca parçaları; karbon, fosfor, azot, su ve oksijen döngüleridir (Şekil 2.2). Bu döngüleri yürüten güç ise güneş enerjisidir (51, s.13).



Şekil 2.2. Ekolojik Döngüler ve Ekosistem (75, s.55).

Ekolojik döngüler, döngülerin bozulması ve bunların ekosferdeki yaşamı değiştiren, tehdit eden etkilerinin ortaya çıkmasıyla önem kazanmışlardır. Özellikle endüstri devrimi insanların döngülerdeki doğal rolünün yıkıcı bir hal almasına yardımcı olmuştur. Örneğin milyonlarca yılda oluşan fosil yakıtlar neredeyse iki asır gibi, oluşumuna oranla, çok daha kısa bir sürede tüketilmek üzeredir (75, s.29).

Döngüleri bozan, sadece bu hızla tüketim değildir. Yeni ürünler üretirken kullanılan teknikler ve sentetik ürünler, zararlı çevresel atıklar oluşturmaktadır. Bu doğal olmayan maddelerin de doğal bir döngüsü olmadığı dönüşümleri de söz konusu olmamaktadır (51, s.17).

Her yaşama ortamında, kendi koşulları içinde oluşmuş ve gelişmiş bir biyolojik denge geçerlidir. Bu ortam dengesindeki küçük değişiklikler, kendi içinde yeni düzenlemelerle, var olan yaşam döngüsünün bozulmasına neden olmamaktadır. Fakat, önemli boyutlardaki sürekli tahribat doğal dengeleri olumsuz yönde etkilemekte ve bir daha kurulamayacak bir biçimde bozmaktadır (46, s.57).

İnsanoğlunun, özellikle son yüzyıl boyunca sürdürdüğü uygulamalar ile açık devreye dönüşen karbon döngüsünün insanın geleceğini nasıl etkileyeceği konusunda değişik felaket senaryoları yazılmıştır. Oysa tüm doğal döngüler kapalı devre mantığı ile çalışırlar. Karbon döngüsü gibi azot, oksijen, hidrojen ve su döngüleri, madde ve enerji transformasyonları, beslenme zinciri, gündüz-gece döngüsü ve mevsimler doğal yasa gereği kapalı devreler şeklinde programlıdır. Döngünün akarı, belirli bir yörüngede seyreden bir gezegen misali belirli bir süre sonra aynı yere geri dönmekte, bu süreç böylece devam edip gitmektedir.

İnsanın doğaya her türlü bilinçsiz müdahalesi sonucu belirsiz gelişmeler ortaya çıkmakta, kapalı devre mantığı ile çalışan doğal döngülerin açık devrelere dönüşmesi ekolojik dengelerin bozulmasına neden olmaktadır. Bitki örtüsünün, milyonlarca yılda kömüre, petrole dönüştürmüş olduğu karbonu, yapay enerji üretim araçları sadece son yüzyılda topraktan çıkararak neredeyse tamamını geri dönüşümü olmaksızın atmosfere taşımışlardır. Aynı üretim sırasında ortaya çıkan azot oksitlerin ise asit yağmuruna dönüşerek suya geçmesi, bu kez suların asitleşmesine (ötrofikasyona) neden olur. Bu iki olgu da açık devrelerdir. Karbonun topraktan atmosfere çıkması ve azotun atmosferden suya geçmesinin ne gibi ekolojik yapı değişikliklerini beraberinde getireceği her türlü spekülasyona açıktır.

İnsanlık, bilinçli olarak bir felaketi planlamıyorsa, iki seçenek bulunmaktadır. Bunlar ya karbonun toprağa, azotun da atmosfere geri dönüşünü sağlayacak teknolojiyi getirip devrenin kapanmasını temin etmek ya da sonucu belirsiz yapay enerji üretimi tekniklerinden vazgeçmektir. Gelecek 100 yıl içinde yakacak hiçbir fosil kaynak kalmayıp bütün karbon da atmosfere çıkmış olduğunda, yeni teknoloji arayışları için geç kalınmış olacaktır.

İnsanoğlunun faaliyetleri sonucu çevreye verilen zararlar, doğanın kendini yenileyebilme yeteneği sayesinde başlangıçta fark edilmemiş, çevrenin zamanla bu kirliliği yok edeceği, tüketilenin yerine yenisini vereceği düşünülmüştür. Ancak zaman içinde kirliliğin biçim ve niteliğindeki değişiklikler, çevrenin yenileyebilme mekanizmalarının yetersiz kalışı, kitlesel zararlara yol açmaya başlamıştır.

1952 yılının Aralık ayında Londra’da kirli hava nedeniyle bir hafta içinde yaklaşık 4000 kişinin yaşamını yitirmesi, çevre sorunlarının ulaştığı boyutları toplumlara tanıtan ilk örnek olmuştur (72, s.15).

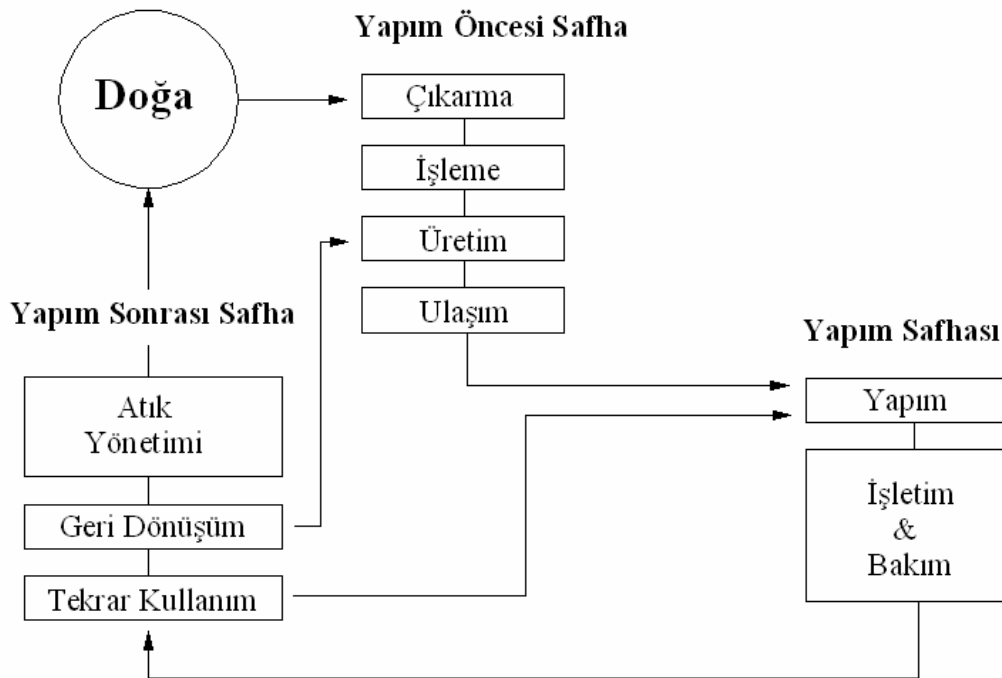
Hava, su ve toprağın kirlenmesiyle başlayıp, bitki örtüsü ve hayvan topluluklarının yok olmasına ve doğal kaynakların tükenmesine kadar uzanan çevre sorunları, insanlığın gelecekte kaygı duymasına neden olmuştur. Bu kaygıya bağlı olarak, doğal kaynakların korunması, geliştirilmesi ve etkin kullanılması amacıyla ulusal ve uluslararası çabalar önemli bir boyut kazanmıştır.

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, 1987 yılında, daha önce sözü edilen Stockholm I. Dünya Çevre Konferansı’ndan itibaren gelişen düşüncelerin ışığında, “Ortak Geleceğimiz” adıyla bir rapor yayınlamıştır. Brundtland Raporu olarak da bilinen bu çalışmada, “Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma” kavramları üzerinde durulmuş; XXI. yüzyılda karşılaşılabilecek büyük düşünce değişimlerinin temeli olarak ilan edilmiştir (121, s.41). Bu rapor, sürdürülebilirlik kavramını, ekonomik, çevresel ve toplumsal gereksinimlerin, gelecek kuşakların yaşam koşullarına zarar vermeden karşılanması olarak tanımlamaktadır (28, s.53).

Sürdürülebilirlik, bir başka anlamıyla kaynakların bozulma, kendini yenileyememe ve tükenme noktasına gelmeden dengeli biçimde kullanılmasıdır (31, s.4). Sürdürülebilir kalkınma ise, ekonomi ile ekosistem arasındaki dengeyi koruyarak, doğal kaynakları tüketmeden, gelecek kuşakların yaşam olanaklarını kısıtlamadan gelişme sağlanması şeklinde tanımlanabilir (53, s.76).

Sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlayabilmek için, yapılaşmış çevre ile doğal çevre arasındaki etkileşimin ve bu etkileşimi belirleyen faktörlerin, binanın tüm yaşam döngüsü boyunca dikkate alınması gerekmektedir. Ekolojik denge ile uyumlu tasarımın başarısı, alınan kararların, binanın ömrü süresince (yapım öncesi, yapım ve yapım sonrası) her aşamada, çevre ile ilişkilerinin, aşamaların birbiri ile ilişkilerinin ve ekolojik denge üzerindeki etkisinin düşünülmesine bağlıdır (88, s.29-30).

Bu şekilde döngülü sistemler ile ekolojik denge üzerindeki olumsuz etki azaltılır. Kim ve Rigdon (1998) tarafından hazırlanan sürdürülebilir modele göre yapının yaşam döngüsü boyunca geçtiği tüm aşamalar, ekolojik dengeyle ve kendi aralarında devamlı etkileşim içerisindedirler (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yapının Yaşam Döngüsünün Sürdürülebilir Modeli (76).

Yukarıda anlatılanlardan da anlaşılacağı üzere, sürdürülebilir gelişmenin ekolojik yönü ağır basmaktadır. Nitekim, 1992’de Rio de Janeiro’da toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı ile 1997’de Kyoto’da organize edilen Küresel İklim Konferansında, en çok sera etkisi ve hava kirliliği, biyolojik çeşitliliğin ve orman alanlarının azalması gibi konulara ağırlık verilmiştir. Özetle, sürdürülebilirlik kavramı, yenilenemeyen kaynakların kullanımının en aza indirgenmesi, yenilenebilen kaynakların sağlıklı kullanımı gibi ekolojik yönleri ifade etmektedir (31, s.6).

Tüm bunların sonunda, ekolojik döngünün sürdürülebilir bir biçimde devam edebilmesi için belirli prensiplerden söz edilebilir. Bunlar;

1. **Negatif geri bildirim prensibi:** Sistemin sınırsızca kuvvetlenmesi veya kendisini yok etmesi yerine, bir düzenler zinciri oluşturarak kendi kendisini idare etmesi anlamına gelir.
2. **Büyüme ve gelişimden bağımsız olma prensibi:** Bir sistemin işlevlerinin dengeli reaksiyonlarla korunabilmesi için sürekli büyümenin olmaması gerekir.
3. **Üründen bağımsız olma prensibi:** Ürünler geçici, işlevler kalıcı olmalıdır.
4. **Etkinin dönüştürülmesi prensibi:** Varolan zararlı ve karşıt kuvvetlerden dönüştürme yoluyla amaç doğrultusunda yararlanmaktır.
5. **Tekrar yararlanma prensibi:** Ürünler, işlevler ve organizasyon yapılarında yeni dengeler oluşması için gereklidir.
6. **Yeniden kazanma prensibi:** Atıkların ve ısının yeniden değerlendirilmesi ile düzendeki dönüşümden yararlanmaya dayanır.
7. **Ortak yaşama (simbiyoz) prensibi:** Farklı özellikteki yapıların bağlanma ve değiş-tokuş yoluyla birbirinden karşılıklı olarak yararlanmalarını ifade eder.
8. **Biyolojik tasarım prensibi:** Çevreyle ilgili geri bildirim planlaması yapılması ile biyolojik yapıların oluşturulması demektir (127, s.38-39).

Mimari açıdan sürdürülebilirlik kavramı, sürdürülebilir yapıların ortaya çıkmasını sağlamıştır ve bu kavram, dünyada içinde bulunduğu coğrafya ve kültüre bağlı olarak farklı şekillerde yapılara yansımıştır. Ancak, temel kriterler dünyanın her yerinde ortaktır. Sürdürülebilirlik kavramından yola çıkarak yapılarda sürdürülebilirlik; ekoloji, kullanıcı konforu ve sağlığı ile yapılabirlik olmak üzere üç ana başlık altında gruplandırılmıştır (16, s.73):

1. Ekolojik kriterler
 - çevreye saygı
 - temiz enerji kullanımı
 - enerji etkileşimi
 - geri dönüşüm
2. Kullanıcı sağlığı ve konfor kriterleri
 - termal şartlara uygunluk
 - görsel şartlara uygunluk
 - akustik şartlara uygunluk
 - hava kalitesi
 - elektromanyetik alanlar
 - malzeme uygunluğu
3. Yapılabilirlik kriterleri
 - ekonomik olarak yapılabilirlik
 - teknolojik olarak yapılabilirlik
 - kaliteli ortam sağlamak.

Sözü edilen bu kriterler, ayrı ayrı sınıflandırılmış olsalar da, birbirleri ile etkileşim içerisindedirler. Örneğin, ekoloji içeriği bakımından, çevre, enerji ve kaynakların kullanımı gibi konuları kapsamakta, ancak sonuçları, sağlığı etkileyici boyutlarda olduğundan kullanıcıyı doğrudan etkilemektedir. Aynı şekilde yapılabirlik kavramı da, kaynakların doğru olarak kullanımı ile ilgili olduğundan ekoloji ve sağlıkla ilgilidir. Türkiye’de, bu bağlamda, çevreye olan olumlu etkileri nedeniyle, geleneksel kerpiç ve ahşap yapı malzemelerinin ön plana çıktığı görülmektedir (16, s.73).

2.4. Malzemenin Ekolojik Olma Durumu ve İlgili Kriterler

Dünyada bir yılda tüketilen hammaddenin yüzde 40'ı, yani 3 milyar tonu inşaat sektörüne aittir. Bu durum dünya nüfusunun artmasına paralel olarak artan bina sayısı ile daha da artacaktır. Dolayısıyla, ekolojik malzeme kullanılmasının teşvik edilmesi, gün geçtikçe azalan, yenilenemeyen kaynakların korunmasında, kaynakların ya da atık maddelerin akıllıca kullanılmasında ve böylelikle doğal ekosistemin korunmasında yardımcı olacaktır (107, s.720).

Ekolojik açıdan değerlendirmesinin yapılabilmesi ve sürdürülebilir özelliklere sahip olup olmadığının ortaya konulabilmesi için, malzemeyi belirli ölçütler çerçevesinde incelemek doğru olacaktır. Bu ölçütler üç ana başlık altında toplanabilmektedir (44, s.84):

1. Sosyal ve ekolojik özellikler
 - sağlıkla ilgili etkiler
 - çevresel etkiler (ekoloji)
 - sosyal yön
 - ekonomik yön
2. Uygulamaya ilişkin özellikler
 - dayanıklılık
 - uygulama tekniğiyle ilgili özellikler
3. Madde özellikleri
 - kimyasal özellikler
 - fiziksel özellikler

Birinci değerlendirme grubunun içine, malzemenin hammadde olarak elde edilmesi, saflaştırma işlemleri, işlenmesi, taşınması, uygulanması, kullanımı ve yeniden değerlendirilmesi gibi konular girmektedir. Uygulama özellikleri ile ilgili ikinci grupta, malzemenin kullanım koşulları karşısındaki tavrı ve zaman içindeki dayanımı, uygulama tekniği, kullanılan teknoloji gibi konular yer almaktadır.

Üçüncü grupta ise malzeme, mali yönü, üretim, uygulama ve kullanımın çeşitli aşamalarındaki işlemlerle çevreyi etkilemesi, ekolojik dengeleri bozması gibi dolaylı, orta veya uzun vadede etkisini gösteren yönler dışında, maddeye has, kullanıcıyı etkileyen kimyasal ve fiziksel yönleri ele alınarak değerlendirilmektedir (44, s.85).

Yine, mimari projenin çevre konusundaki önceliğine göre malzemelerin ekolojik olma niteliği bir ya da birden fazla kritere göre değerlendirilebilir. Bunlar:

1. **Kaynak kullanımındaki etkinlik:** Geri dönüşümlü, doğal, yenilenebilir, nispeten bol, yerel, enerji etkin, atığı az olan, sera etkisini azaltan bir şekilde yeniden değerlendirilmiş, dayanıklı malzemelerin kullanımı
2. **İç ve dış ortamın hava kalitesi:** Zehirli olmayan, üretim ve uygulamada hiç ya da minimum seviyede kimyasal emisyonu olan, neme dayanıklı, bakımı yaşam sağlığına zarar vermeyen, hava kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunan malzemelerin kullanımı
3. **Enerji kullanımındaki etkinlik:** Binalarda enerji tüketimini en aza indiren her türlü malzemenin kullanımı
4. **Su korunumu:** Doğal su kaynaklarını koruyan, ve binalarda su tüketimini minimum seviyeye indiren her türlü malzemenin kullanımı gibi kriterlerdir (107, s.720).

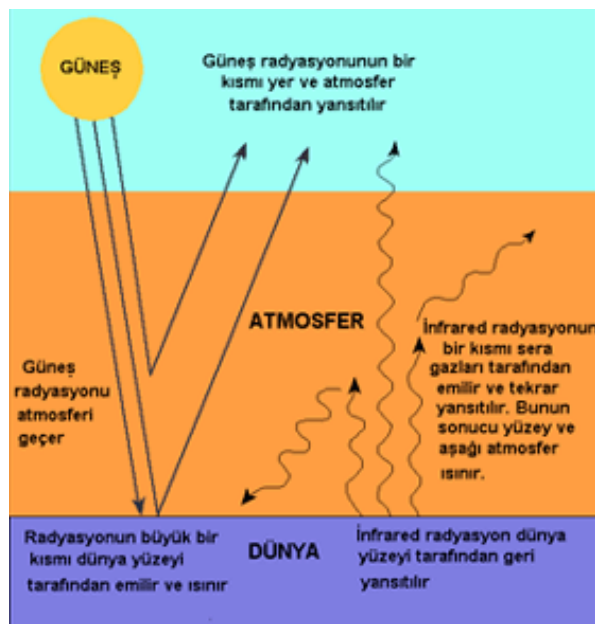
Çalışmanın bu bölümünde, araştırmanın başlığı ve yukarıdaki kriterlerle ilişkili olarak sosyal ve ekolojik özelliklerin değerlendirilmesine yönelik kriterler üzerinde durulacaktır. Bu amaçla, sırasıyla yapı malzemesinin, küresel ısınma, kişi sağlığı ve ortamın konfor düzeyi üzerindeki etkileri, üretimi sırasında gereksinim duyulan enerji miktarı, yine üretimi aşamasında ortaya çıkan atık veya zararlı maddeler ile geri dönüşebilirliği ve yeniden kullanılabilirliği konuları ayrı başlıklar halinde tartışılacaktır.

2.4.1. Malzeme ve Küresel Isınma Gerçeği

En basit şekliyle, insan tarafından atmosfere verilen gazların sera etkisi yaratması sonucunda dünya yüzeyinde sıcaklığın artması küresel ısınma olarak tanımlanmaktadır.

Aslında, dünyanın oluşumundan beri varolan sera etkisi olmasaydı dünyanın yüzey sıcaklığı -20 derecelerde olur, okyanuslar buz tutar, Dünya'da canlılar yaşayacak ortam bulamazdı (Şekil 2.4).

Güneş ışınları yeryüzüne düştüğü zaman, yeryüzü aynı miktarda enerjiyi uzaya geri yansıtmaktadır. Atmosferde molekül kümelerinin oluşturduğu koruyucu bir katmanda karbondioksit bulunmaktadır ve bu katman uzaya doğru yansıyan radyasyonu bir süre tutarak, yeryüzünün ısınmasına neden olmaktadır. Bir başka deyişle, atmosferdeki karbondioksit tabakası ısının yükselmesini engelleyen bir perde oluşturmaktadır. Tıpkı seradaki gibi güneş ışınlarının içeri girmesine izin verilmekte, ama ısının dışarı çıkmasını engellenmektedir. İşte bu nedenle, atmosferdeki karbondioksit oranı arttıkça dünya daha çok ısınmakta ve bu tip sera gazlarının miktarındaki artış, küresel ısınmanın temel nedenini oluşturmaktadır (172).



Şekil 2.4. Sera Etkisi (172).

Bunların başında su buharı gelmektedir. Ancak insanların su çevrimine karşı yapabilecekleri birşey yoktur. Bunun yanında atmosferdeki öteki sera gazlarını insan etkileri arttırmaktır.

Küresel ısınma, dünya yüzeyinde her bölgede aynı ölçüde olmayacaktır. Sıcaklık artışı kutup bölgelerinde daha fazla olacaktır. Kutup bölgelerindeki buzullar eriyecek, deniz seviyelerinde yükselmeler olacaktır. Deniz düzeyinin yükselmesi, kıyılarda toprak kaybına sebep olacak, aynı zamanda kıyılara yakın temiz su kaynakları denizle bütünleşecektir.

Dünya nüfusunun yaklaşık üçte biri deniz kıyılarındaki 60 kilometrelik alanda yaşıyor. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) tahminlerine göre 2100 yılına kadar deniz su seviyesindeki artış 40 ila 65 cm arasında olacaktır. Bu durumda adalarda, kıyı şeritlerinde, kıyı şehirlerinde ve nehir yataklarında yaşayanlar ile birlikte balıkçılık ile ve kıyılarda turizm tesisi işleten ve tarım yaparak geçimini sağlayanlar, yerleşim ve geçim alanlarını kaybedebilecektir (7, s.4).

Yazla kış, geceyle gündüz arasındaki sıcaklık farkının azalması gündeme gelebilecek, neticede bütün dünyadaki rüzgâr desenleri etkilenecek, fırtınaların sıklığı, şiddeti ve yönleri değişebilecektir. Küresel ısınma neticesinde sıcaklıkların artmasıyla, aşırı sıcaktan insanların ve bazı diğer canlı türlerinin ölüm oranlarında artışlar meydana gelecektir.

Geçmişte, madencilerin madene beraberlerinde bir kanarya indikleri bilinmektedir. Çünkü kuşun fenalaşması, havadaki metan gazının arttığı habercisidir. Şimdi de hızla yok olan narin kuş türleri, bize atmosferin kimyasal bileşiminin iyice bozulduğunu göstermektedir. Sadece İngiltere’de son 25 yılda 22 milyon çift kuşun 17 milyon çifti yok olmuştur (67, s.5). Küresel ısınmayla böceklerin yaşam süreleri uzayabilecek bu da insanlar için büyük bir tehlike olabilecektir. Örneğin sivrisineğin yaşam süresinin uzaması halinde sıtma hastalığından insan ölümlerinde artış olacaktır.

Küresel ısınma deniz sularının da ısınmasına yol açacak ve su içindeki ekosistemde büyük tahribatlar meydana gelebilecektir. Tarım ürünlerinin yetişme alanları ve yetişme koşullarında değişiklikler olacak, iklim kuşaklarında kaymalar olabilecektir. Küresel ısınma yalnızca sıcaklık artışına yol açmayacak yağış düzenleri de değişecektir. Kimi bölgeler aşırı miktarda yağış alırken, kimi bölgelerde aşırı kuraklık meydana gelecektir.

Bugün itibarıyla sera gazlarının üretimi dursa bile, atmosferdekiler sayesinde sıcaklık artışının 20-30 yıl sürmesi beklenmektedir. Başta Çin olmak üzere gelişmiş ülkelerin atmosfere saldıkları sera gazı miktarı her geçen gün artmaktadır (67, s.5). Bu gaz miktarlarını artıran başlıca etkenlerden biri fosil yakıtların kullanılmasıdır. Su buharı, karbondioksit ve metan gazı, dünyanın üzerinde doğal bir örtü oluşturmaktadır. Ancak fosil yakıtların kullanılması ve ormanların yok edilmesi, bu örtüyü oluşturan gazların, atmosferde normalin çok üzerine çıkmasına neden olmaktadır. Sera gazı miktarını azaltmak için, kullanılan fosil yakıtların azaltılması gerekmektedir.

Daha önce de değinildiği gibi, 1992 yılında Rio de Janeiro'da "Küresel düşün, yerel hareket et" ilkesinin eyleme geçirilebilmesi için dünya bir araya toplanmış (Şekil 2.5); 1997 yılında da Kyoto Protokolü ile endüstrileşmiş ülkeler için sera gazları emisyonlarının azaltılmasına yönelik hedefler belirlenmiştir. Bu hedeflere ulaşma yöntemlerini belirlemek için ise Kasım 2000'de Lahey'de bir araya gelinmiştir (173).

Lahey'deki iklim görüşmeleri, ABD'nin, Kyoto anlaşmasının "karbon lavabosu" kullanma hakkını verdiğini iddia etmesi ve sera gazlarını azaltmak yerine üçüncü dünya ülkelerine "ağaç dikmek", henüz karbondioksit üretimi düşük olan gelişmekte olan ülkelerin "haklarını satın almak" ve hayvanların metan gazı üretmesini engellemek için "gaz yapmayan yem" üretmek gibi ilginç fikirleri üzerinde ısrar etmesi nedeniyle çıkmaza girmiştir (177).



Şekil 2.5. "Küresel Düşün, Yerel Hareket Et" kampanyası için hazırlanmış bir logo (157).

Yukarıda anlatılanlardan da anlaşılacağı gibi, ekolojik dengenin korunması konusunda, biyoçeşitlilik, ormansızlaşma, çevresel bilinç ve kaynakların optimum kullanılmaları gibi kavramlara gösterilen hassasiyet, küresel ısınma olgusuna da gösterilmelidir.

Hemen her alınan yanlış alan kullanım kararı küresel ısınmaya sebep olacak etmenlerin bir hazırlayıcısı durumundadır. Atmosferdeki değişimler yerküreye intikal etmekte, ekolojik denge bozulmakta, ekosistem tahrip olmakta, Tsunami, kasırgalar, seller, sular, heyelanlar; hatta depremler olarak bu yanlışlar insanoğluna geri dönmektedir (39, s.29).

Başta ABD olmak üzere büyük ülkelerin, atmosfer kirliliğini önlemede gerekli davranışı göstermediği anlaşılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, bireysel çabaların değeri bir kat daha artmakta, her türlü tasarımda ekolojik malzeme kullanımının önemi daha da net anlaşılmaktadır. Küresel ısınma tehlikesinin gelişme hızını düşürmek için, malzemelerin çevreye duyarlı olanları tercih edilmeli, kullanılan malzemelerin atık miktarı azaltılmalıdır.

Örneğin, çimento üretiminin çevreye zarar vermesi, yeni çözüm arayışlarına neden olmuştur. Artık çimento içindeki radon gazı gibi kimyasallara karşı önlem alınmakta, imalat sırasında uçucu kül gibi başka malzemeler kullanılmaktadır (17, s.18).

2.4.2. Malzeme ve İnsan Sağlığı

Yapının, bir başka deyişle iç mekanı oluşturan öğelerin insan sağlığı ve doğal çevreye uyumu açısından da gerekli niteliklere sahip olmaları gerekmektedir. Öte yandan, yaşama uygun koşullar yapının içinde sağlanırken, dışarıda bunun doğal dengeleri zedelemeyen gerçekleştirilmesi önemlidir. Çünkü, esas olan, yapının da içinde yer aldığı doğanın korunmasıdır. Dolayısıyla, doğal dengeleri gözetilen bir bilim dalı olan ekoloji, yapı biyolojisi ile ilişkili bir daldır.

Çok genel bir değerlendirme ile yapı biyolojisi, insan ve doğayı esas alarak yapısal olaylara yaklaşan bir bilim dalıdır. Yapı biyolojisinde ise esas olan insan sağlığının korunması, ekolojik dengelerin değişerek bozulmamasının gözetilmesi ve insan ile doğa arasındaki ilişkilerin yeniden kurulmasıdır.

Genellikle bir rahatsızlığın ortaya çıkmasında kalıtsal, ruhsal ve beslenme ile ilgili etkenlerin yanı sıra, ortam koşullarından kaynaklanan biyoklimatik etkenler de büyük önem taşımaktadır. Bir yapıda biyoklimatik açıdan iç fiziksel ortamın koşulları değişik etmenlere bağlı olarak oluşmaktadır. Esas olarak, bu konuda belirleyici olan önemli öğelerden bir tanesi yapı malzemesidir (46, s.56-57).

Tasarımı somutlaştıran, yapıyı oluşturan unsur malzeme olduğundan insan sağlığı ile doğrudan ilişki içindedir. Yapıda kullanılan kimi ürünler, üreticiler, uygulayıcılar ve kullanıcılar üzerinde olumsuz etkiler yaratarak çeşitli hastalıklar oluşmasına neden olabilmektedirler. Kullanıcı gereksinimleri karşılanarak sağlıklı ve yaşanabilir ortamlar yaratılması, doğru malzeme seçimi ile olanaklıdır (96, s.98).

Malzemenin üretim, işleme, uygulama ve kullanım sürecinde insan sağlığına yaptığı zararlı etkiler;

1. Malzemenin üretim aşamasında atık madde veya yan ürün olarak ortaya çıkan zararlı maddeler,
2. Malzemenin depolanması sırasında ortaya çıkan zehirli maddeler,
3. Malzemenin uygulanması sırasında meydana gelen zehirli etkiler,
4. Malzemenin uzun süreli kullanımında yayılan zehirli maddesel etkiler,
5. Malzemenin, havanın elektriksel dengelerini etkilemesi ve yüzeyleri elektrostatik açıdan yüklemesine neden olan etkileri şeklinde sıralanabilir (121, s.80)

Bugün, yapı malzemesinden kaynaklanan çevre ve insan sağlığını etkileyen etkenlerin analizi, sentetik yapı malzemelerinin giderek artan oranda kullanılmalarına bağlı olarak yapı içerisinde insanlara gerekli temiz havanın sağlanamaması, oda sıcaklıkları ile yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın insanın konfor limitlerinin dışında olması, kanserojen etkileri bilimsel olarak saptanan zararlı gazların iç mekân havasındaki etkilerinin giderek artması gibi nedenlerden dolayı, büyük bir önem kazanmıştır (3, s.89).

Yapı biyolojisi açısından kapalı hacimlerde karşılaşılan önemli özelliklerden biri, mekânın havalanması, içteki havanın değişimidir. İç hava kalitesinin oluşmasında, çeşitli etkenlerle birlikte iç ortamda kullanılan yapı malzemelerinin önemli bir rolü bulunmaktadır. Çünkü bazı yapı malzemeleri, çeşitli özellikleri nedeniyle ortama gaz veya parçacık halinde kirleticiler yayarak, iç havayı olumsuz yönde etkilemektedirler (49, s.99).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün 1984 yılında sunduğu raporda, küresel olarak, yapıların % 30'undan fazlasında iç hava kalitesiyle ilgili şikayetlerin bulunduğu, bu şikayetlerin ise kullanıcıların yapıda geçirdikleri zamanla ve yapının iç ortam özellikleriyle bağlantılı olduğu ileri sürülmüştür (195).

İnsanın kendisini konfor içinde hissedebilmesi için gerekli taze hava 30 – 60 m³/saat olarak düşünülmektedir. Doğal yapı malzemesinin kullanıldığında bu değer 30 m³/saat-kişi olarak yeterliyken, özellikle plâstik esaslı yapı malzemelerinin kullanıldığı hallerde gereksinim 60 m³/saat-kişi seviyesine yükselmektedir (46, s.57).

Mekân içerisinde yeterli havanın temini, seçilen malzemenin, strüktürün ve kabuk sisteminin geçirgenliği ile doğru havalandırma koşullarının sağlanmasına bağlı olduğu kadar, yine seçilen malzemenin yaydığı kirletici seviyesine göre de kolaylaşmakta ya da zorlaşmaktadır.

Bir malzemenin kirletici yayması, bu kirleticinin türü, miktarı ve etkileme derecesi, o malzemenin üretiminde kullanılan veya daha sonra uygulanan ve malzemeye çeşitli özellikler kazandıran maddelere göre değişmektedir (49, s.102). Bazı ülkelerde, özellikle malzemenin üretim sürecinde kullanılan zararlı maddelere bir kısıtlama ve yasaklama getiren düzenlemeler yapılmaktadır (90, s.575). Örneğin İngiliz Standartlar Enstitüsü (BSI), tanecikli yapay ahşap için elde edilebilir formaldehitin maksimum düzeyini sınırlamıştır. Yine, kanserojen etkisi olan asbestin pek çok ülkede yasaklandığını ya da özellikle çocuk sağlığına zararlı olan kurşun içeren yağlı boyalarda, asbest oranının azaltıldığı ve tamamen kaldırıldığı bilinmektedir (19, s.37).

Yapı malzemesinin bu tip zararlı etkilerinden kurtulabilmek için, öncelikle bünyesinde insan sağlığına zararlı içerik bulunmayan ürünler arasından seçim yapılmalıdır. İstenilen performansa yakın malzemenin bulunamaması ve kirletici yayan bir ürünün kullanması halinde ise, bu yayımı engelleyecek bir malzemeyle kaplanması ya da daha önce belirtildiği gibi etkili bir havalandırma sistemi ile kirletici gazların dışarı atılması gerekmektedir (49, s.102; 107, s.723).

İnsanın kendisini rahat ve huzur içinde hissedebilmesinde bir başka önemli unsur da, çevreyle dengeli bir ısı alışverişinde bulunmasıdır. Çevre ile ısı alışverişi, bulunulan hacmin havasının sıcaklığı, çevredeki elemanların yüzey sıcaklıkları, bu elemanların ısı iletkenlik özellikleri, hacim içindeki havanın bağıl nem seviyesi ve hava

hareketleri gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Bir başka önemli konu da bu sıcaklık seviyesinin ne kadarlık ısı enerjisiyle sağlanabildiğidir. Yapıda ısı ile ilgili gerekler yerine getirildiği ölçüde aynı sıcaklık seviyesi için nispeten daha az yakıt kullanılacaktır ki, bu da daha düşük işletme gideri ve daha az kirli bir doğal çevre sonuçlarını doğuracaktır (46, s.57; 107, s.729).

Biyolojik açıdan uygun ortam koşullarının oluşumunda, çok genel bir yaklaşımla, geleneksel malzemelerin daha uygun olduklarını söylemek de hatalı olmayacaktır. Doğal olarak bu genel anlatım çağdaş malzemenin reddi anlamını taşımamaktadır. Birçok üstün özelliklere sahip çağdaş malzemelerin doğru yerde, doğru seçimlerle, doğru kullanılması ve uygulamada insan ve çevrenin gereksinimlerinin ön planda tutulması gerekmektedir (46, s.59). Sonuç olarak, sağlıklı bir yaşam için sağlıklı yapılar ve mekânların tasarlanması gerekmektedir. Sağlıklı bir yapı, sürdürülebilir ekolojik yapı malzemeleri ile oluşturulacaktır.

2.4.3. Malzeme ve Enerji Korunumu

Yeryüzündeki yaşamsal döngü, güneşten gelen enerjinin atmosfer, fotosentez ve beslenme ağı yolunu takip eden transformasyonlarından başka bir şey değildir. Canlıların yaşamaları, araçların hareket etmeleri için enerji tüketmeleri, daha doğrusu enerjiyi dönüştürmeleri gerekmektedir.

Son araştırmalar, dünya petrol rezervlerinin ortalama 40, doğal gazın 70, kömürün ise 140 yıl içersinde tamamen tükenmiş olacağını ortaya koymaktadır. Tükenmekte olan kaynaklar gerginlikleri de beraberinde getirmektedir (152).

Enerji, yaşam için gereken rolünü çoktan aşmış, insan için besin, ısı, ışık gibi doğal ihtiyaçların ötesinde ne yazık ki ekonomik gücün, politik iktidarın ve hatta savaşların hem amacı, hem de aracı olma durumuna gelmiştir.

Enerjinin bugünkü görünümünden kurtararak, Enerji – Ekonomi - Ekoloji üçgeninin yeniden çizilmesi, ekonomik gelişmeler kadar ekolojik dengeleri de gözetilen yeni bir enerji etiğinin geliştirilmesi doğal zorunluluğun ve insanî sorumluluğun gereğidir. Bugün insan enerji ihtiyacını, genel anlamda üç şekilde karşılamaktadır:

1. Fosil kaynakları yakarak
2. Atom çekirdeğini parçalayarak
3. Güneşe dayalı yenilenebilir kaynakları kullanarak

Dünya esas itibarıyla, fosil kaynaklı enerjiye bağımlıdır. Son elli yılda bu bağımlılık katlanmış, tüketim tam beş kez artmıştır. 1950’de 1.7 milyar ton petrol eşdeğerinden, 1999’da 8 milyar’a çıkmıştır. Bu haliyle fosil kaynaklar, dünyanın enerji gereksiniminin % 85’ini karşılamaktadır (80, s.75).

Bugünkü uygarlık düzeyini mümkün kılan enerjinin temin edildiği bu fosil kaynakların tükenmekte ve dünya ekosistemini tehdit eden boyutlara varan kirliliklere neden olması, enerjinin geleceği ile ilgili kaygılar doğurmakta, yeni enerji kaynakları aramaya, geleceğe dönük yeni bir enerji etiği, insanlığı yeni bir enerji stratejisi, yeni bir enerji politikası ve yeni enerji teknolojileri geliştirmeye zorlamaktadır.

Yapı malzemeleri de özellikle üretim aşamalarında önemli enerji gereksinimi içerisindedirler. Üretim aşamasında birim üretim için harcanan enerji miktarı ekolojik açıdan büyük önem taşımaktadır. Örneğin, çelik üretiminde 550 kWh/m^3 gibi oldukça yüksek bir enerji kullanımı söz konusu olurken, ahşap 5 kWh/m^3 ‘lük enerji kullanımı ile ekolojik açıdan, ideal bir yapı malzemesi olarak görünmektedir. Alüminyum ve plâstik malzemeler ise, üretimlerinde kullanılan enerji miktarı nedeniyle ekolojik açıdan olumsuzdur. Kerpiç, taş gibi doğal malzemeler, üretim enerjisi açısından olumludur (121, s.92). Doğal bir malzeme olarak taş, çıkarıldığı yerden çok uzak mesafelere taşınmıyor ise, elde edilmesi az enerji gerektirir ve bir yapı malzemesi olarak enerji verimliliğini artırır (19, s.36).

Bu üretimlerde kullanılan enerjinin çeşiti de, miktarı kadar ekolojik dengeyi ve maliyetleri etkilemektedir. Bu nedenle, yapı malzemesi üretiminde gerek ekonomik, gerek ekolojik açıdan verimli olmayan fosil yakıtlarının yerine yenilenebilir kaynaklardan sağlanan enerjiler tercih edilmelidir .

2.4.4. Malzeme ve Çevresel Atık

Yeraltı kazılarından, eski uygarlıklar zamanında da insanların çöplerini attığı ve bunları kapılarının önünde ya da bir köşede biriktirdikleri anlaşılmıştır. 1772’de Kral I. William, şehir halkının tutumlarına öylesine sinirlenmiştir ki, askerlerine evlerden dışarı bırakılan çöplerin, küreklerle tekrar evlerin içine atılmasını emretmiştir. Bu bir anlamda, belki de; “kirleten öder” prensibini uygulayan bir yetkili bulunduğunu gösteren kayıtlı ilk örnek olmuştur. Bugün, Avrupa Birliğine üye ülkelerde kişi başına yılda ortalama 400 kg “kentsel (evsel) katı atık” çıkarılmaktadır. ABD’de ise bu rakam 1996 yılı verilerine göre yılda 750 kg’a yaklaşmaktadır. Günlük olarak düşünüldüğünde, ortalama bir kişi günde yaklaşık 2 kg kadar evsel katı atık çıkarmaktadır. Türkiye’de ise bu değer, kişi başına günlük 1 kg olarak tahmin edilmektedir (38, s.28).

Doğada bazı organizmaların atıkları başka organizmaların hayatlarını sürdürmelerini sağlarken, bazı kaynaklar kent sistemi içerisinde nereden geldikleri ve ortaya çıkacak atıkların nereye bırakılacağı veya nasıl dönüştürüleceği düşünülmeden işlenmektedir. Oysa, üretilirken, kullanılırken ve kullanıldıktan sonra, kısacası yaşam çevrimi boyunca çevreye en az zarar verecek şekilde tasarlanmak ve üretmek esastır. Bu yaklaşımda, malzeme seçimi sırasında, çevreye en az zarar verebilecek alternatifleri göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Üretim aşamasında, en az atık madde açığa çıkarılacak şekilde, havayı ve suyu en az kirletecek bir biçimde, en az enerji kullanarak kullanım ömrü boyunca az enerji harcatacak ürünleri üretebilecek ortamları hazırlamak, işlemleri yapmak ve kararları almak önemlidir. Dolayısıyla, mühendislere ve tasarımcılara artık biraz daha büyük bir sorumluluk yüklenmekte, sadece anlık işlemler ve bunların etkilerinin değil, ürünün kullanım sonrası durumunun da göz önünde bulundurulması istenmektedir.

Kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynakların yakılması tüm canlıların sağlığını tehdit edecek boyutlarda çevre (su, hava, toprak) kirliliğine neden olmaktadır. Asit yağmurların, orman ve bitki örtüsünün yok olmasının, suların asitleşmesinin, sera etkisinin ve atmosferin ısınması neticesinde olası iklim felaketinin nedeni, fosil kaynakların yakıt olarak kullanılmasıdır.

Fosil yakıtlar atmosfere en çok zarar veren enerji kaynaklarıdır. Yaklaşık olarak yılda toplam 25 milyar ton CO₂, CO, SO, NO_x, O₂, is ve kül çıkarmaktadır (148). Bu maddeler önce hava kirliliğine sonra asit yağmurlarına ve asit dumanına sebep olmaktadır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Kirletici Maddelerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri (148)

CO	Karbon Monoksit	Kalp hastalığı, çarpıntı Metabolizmaya etki
SO _x	Kükürt türevleri	Akut nefes darlığı
NO _x	Sodyum türevleri	Kronik nefes darlığı, bronşit
xO ₂	Oksitler	Akut astım ve allerjik nefes hastalıkları
	Hirdokarbonlar	Kanser
PbxO _x	Duman ve Kurşun	Doku tahribatı, Alyuvar Kanseri, Kemik İliği Kanseri

Artık insanoglunun kan hücrelerinde görülen kurşun miktarı, benzindeki kurşun oranına yaklaşmıştır. Tüm sağlık harcamalarının yaklaşık % 10'luk kısmı sadece hava kirliliğinden kaynaklanan hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (148). Asbest ve kurşunun kanserojen etkisi, granitin radon gazı yayınıımı, formaldehit, epoksi ve akrilik reçinelerin üretimleriyle ortaya çıkan çevre kirliliği ve insanlarda allerjik etki yaratmaları gibi zararlar söz konusu olmaktadır (81, s.47). Bu tür malzemelerin üretim sürecinde meydana gelen zararlı, dönüşümsüz kimyasal atıklar ve kullanımlarında saldıkları zehirli gazlar insan ve çevre, kısaca ekolojik denge için tehdit oluşturmaktadır.

Genellikle yalıtım elemanı olarak kullanılan poliüretan ve polistren köpük gibi malzemelerin üretimlerinde ortaya çıkan klorofluorokarbon (CFC) gazları, dünyayı güneşin zararlı radyoaktif ışınlarından koruyan ozon tabakasına zarar vermekte ve insanlarda astım gibi solunum hastalıklarına neden olabilmektedir (148).

CFC içeren maddeler, geçmişte pek çok yerde özellikle yalıtım ve dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Buna ek olarak havalandırma sistemlerinde ve yangına dayanıklı malzeme üretiminde de hatırı sayılır derecede yer aldığı görülmektedir. Fakat ekolojik dengeye verdikleri zararlar nedeniyle kullanımları azaltılmış, bunların yerine, sıkıştırılmış atık kağıt, yün veya mineral elyafından yapılmış panolar gibi malzemeler tercih edilmeye başlanmıştır. Havalandırma sistemlerinde filtre ve soğutucu ünitelerinde CFC yerine, hidrokarbonlar kullanılmaktadır. Tüm bunların yanısıra, tasarım aşamasında, doğal havalandırma ve gölgeli alanların sağladığı imkanlardan maksimum yararlanacak çözümlere gitmek, bu tip malzemelerden yararlanan sistemlerin kullanımını azaltacaktır (19, s.37).

Bugün, ozon tabakasına zarar veren CFC maddesinin kullanımı büyük ölçüde kısıtlanmış durumdadır. Bununla birlikte, bu maddenin kullanımının önlenemeyeceği de açıkça ortaya konulmuş bulunmaktadır. Şöyle ki, bugünkü refah konumuna hızlı büyüme yoluyla ulaşan ABD’de her evde bir buzdolabı bulunmaktadır (CFC gazının en büyük kullanım alanlarından biri buzdolaplarıdır). Çin ise bugün 12 yeni CFC üretim tesisi kurmuş olup, her eve bir buzdolabı hedefini koymuş durumdadır (38, s.32). Bu ve benzeri sorunların çözülmesi, belki de yeni bir teknoloji ile aşılabilmesi de mümkün olabilecektir.

2.4.5. Malzemenin Geri Dönüşümü ve Yeniden Kullanımı

Malzemenin doğa içinde çözülerek döngünün bir halkası haline gelmesi ekolojik açıdan büyük önem taşımaktadır. Bazı malzemelerin üretimlerinde, döngüde yer almamalarından dolayı doğada sürekli biriken geri dönüşümsüz atıklar, ekolojik dengeye zarar vererek küresel ısınmaya, asit yağmurlarına ve insanda çeşitli rahatsızlıklara neden olmaktadır (53, s.76).

Yeniden kullanım ve kazanım, kullanılmış eşyaların, malzemelerin, araç ve gereçlerin atılması yerine yeniden kullanılması ile ilgilidir. Bunlar atıklarla savaşmanın ve çevreyi korumada kullanılacak en basit ama bir o kadar etkili yöntemdir. Daha çok katı atıklar için kullanılabilen bu yöntemler ile, atıklar toplanır, biriktirilir, tipine göre ayrılır ve yeniden kullanılmaya elverişli ise yeniden kullanılmak için yönlendirilir. Evlerden çıkan alüminyum, cam, kağıt ve plâstik gibi atık malzemelerin yaklaşık % 80'i yeniden kazanılabilir çöplerdir. Orijinal bir alüminyum içecek kutusunun yapımı, kullanılmış alüminyum teneke kutularının eritilerek yeniden yapılmasından 20 kez daha fazla enerji gerektirmektedir (38, s.33). Zaten, ekolojik açıdan malzemenin sahip olması istenen özellikler de, malzemenin hammadde olarak üretimi, geri dönüşebilirliği, hurda malzemenin yeniden elde edilebilirliği, aynı malzemenin yeniden kullanılabilirliğidir.

Ekolojik denge açısından geri dönüşümlülük aynı zamanda doğadaki belirli malzeme kaynaklarının tükenmesini engelleyen önemli bir faktördür. Geri dönüşümsüz madde, doğaya dolaylı ve dolaysız olmak üzere iki biçimde zarar verir; birincisi, birikerek ekolojik dengeyi bozması, ikincisi sürdürülebilirliği olmadığından ilk hammaddeden üretilirken yeniden enerji kullanımı ile doğadaki enerji kaynaklarının tüketimine yol açmasıdır (121, s.98).

Demir, çelik, bakır, kurşun, plâstik, kauçuk, cam gibi yapı malzemelerinin geri dönüşümü ve tekrar kullanılması, doğal kaynakların hızla tükenmesini önleyeceği gibi, kullanılan enerjiden de büyük ölçüde tasarruf edilmesini sağlayacaktır.

Malzemenin geri dönüşümü ve yeniden kullanımı başlığı altında, malzemenin, özellikle yapı ürünlerinin yaşam döngüsü hakkında bilgilenmenin de yararı bulunmaktadır. Yapı ürünlerinin yaşam döngüsü; ürünü oluşturan hammaddelerin edinimi ile başlayan, ürünün kullanımının sona ermesi ve yok edilmesiyle biten, birbirini izleyen ve birbiri ile ilişkili süreçler bütünüdür (109, s.43).

3. AHŞAP KOMPOZİT MALZEME

Kompozit kavramı, iki veya daha fazla elementin matris aracılığı ile bir arada tutulması esasına dayandığından, masif ahşap malzeme de bir anlamda kompozit olarak ifade edilebilir. Masif ahşap malzeme, selüloz, hemiselüloz ve ligninin (az miktarda ekstraktif ve inorganik maddelerle birlikte) bir araya gelmesiyle oluşan üç boyutlu bir kompozittir. Bu birleşimde matris elemanı lignin olmaktadır (95, s.279).

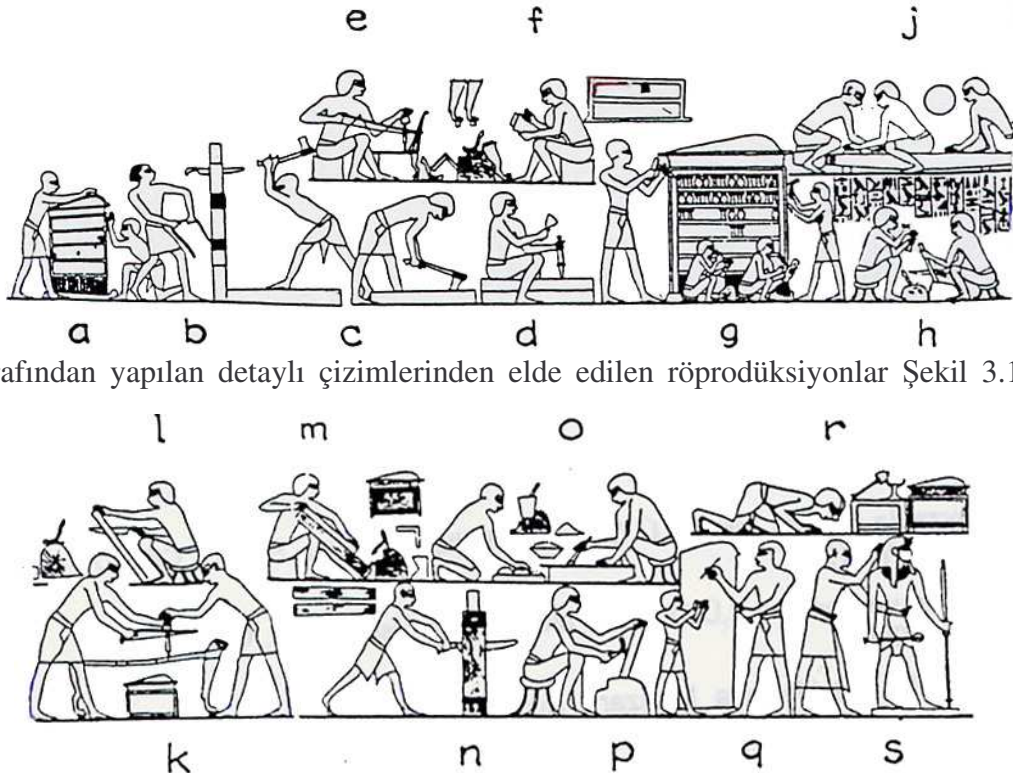
Ahşap kompozit malzeme, genel anlamda, doğal kaynaklı olmakla birlikte, özellikleri değiştirilmiş ve istenilen özellikler kazandırılmış malzemedir.

3.1. Ahşap Kompozit Malzemenin Tarihi Gelişimi

Tarihte ahşap, büyük kereste halinde sadece masif formda kullanılmıştır. Büyük çapta ağaçların azalması ile, ahşap endüstrisi, büyük boyutlu kereste ve masif ahşap yerine daha ufak çaplı ağaçlarla veya biçme artıklarıyla malzeme üretme yolunu seçmiştir. Yeni kompozit ürünlerin gelişimi, tutkallı lamine kiriş üretimi amacıyla malzemenin oldukça kalın lamine edilmesiyle başlamıştır. Ardından, kontrplak için ince kaplamalar, yongalevha için yongalar ve liflevha için lifler kullanılmıştır. Kompozit malzemeyi oluşturan elemanların boyutu küçüldükçe, üretilen malzemenin özelliklerine etkisinin azaltılması için, kusurları (budak, çatlak vb.) yok etmek veya tekrar dağıtmak mümkündür (95, s.280).

Kaplama ve kontrplak yapımı firavunlar devrine kadar uzanmaktadır. İlk ahşap kaplama levhasının bundan 3000 yıl önce Mısır'da üretildiği belirtilmektedir (68, s.92). Bu levhalar değerli ağaçlardan üretilmiş ufak parçalar olup kral ve prens mobilyalarında kullanılmıştır. Bu değerli parçalar fildişi ve metal ile artistik tarzda birleştirilerek tabut yapımında kullanılmıştır. Hangi tip tutkal kullanıldığı bilinmemekle beraber albümin esaslı olduğu ve sıkıştırma basıncının kum torbaları ile sağlandığı tahmin edilmektedir.

Mısır'da ahşap işlemeye dair daha başka ve daha önceki tarihlere ait resimler (illüstrasyonlar) var olmakla birlikte, 18. yy. Hanedanı dönemine ilişkin olan, Thebes'de Rekhmara'nın mezar duvarlarında resmedilen manzaraların Newberry



tarafından yapılan detaylı çizimlerinden elde edilen röprodüksiyonlar Şekil 3.1'de

görülmektedir (36, s.226-227).

Şekil 3.1. Thebes'de Rekhmara'nın mezar duvarlarında ahşap işleyen marangozlara ait çizim (36, s.226-227)

Şekil 3.1'de çalışma halindeki marangozlar ve onların kullandıkları hemen hemen bütün aletler görülmektedir. Sol baştan başlayarak, (a)'da bitmiş bir çekmeceli dolabın iki kişi tarafından cilalanması görülmektedir. (b)'de bir adam, bir tomruğu (kesilmiş ağaç gövdesi parçasını) tahtalara bölmek için onu düşey olarak zemine tespit etmeye çalışmaktadır. Mısır testereleri modern testerelerde olduğu gibi çapraz dişlere sahip değil, düz dişlidir. Dolayısıyla bu testerelerle çalışılırken kesilen tahtaların arasına testere sıkışabilmektedir. Tahtalar yukarıdan aşağıya doğru

biçilirken ve biçim işlemi belirli bir mesafeye geldiğinde, testerenin sıkışmasını önlemek için kesilen tahtalar arasına bir halat parçası konarak bu tahtaların arası açılır ve (n)'de görüldüğü gibi, sonra kesime devam edilirdi. (c)'de iki adam, bakır baltalarla, ham odunu şekillendirmektedir ve (d)'deki çalışmada, bir marangoz keski ve tokmakla zıvana açmaktadır.(e) ve (k)'da, bir el matkabının kullanılışı görülmektedir. (f)'deki adam, bir kanepenin ahşap ayaklarını şekillendirmektedir. Marangoz keserleri ve üzerinde çalışmanın yapıldığı ahşap tezgah ve (m)'de bir set square görülmektedir. (g)'de dört adam fildişi ve değerli taşlarla işlenmiş bir kutu mezar üzerinde çalışmaktadır. Solda ayakta duran adam, bir keski ve silindir şeklindeki odun parçasından bir tokmak kullanmaktadır. Oturmakta olan iki kişi, kakmaları şekillendirmekte ve sağda ayakta duran dördüncü kişi mezarın sağ tarafında keser kullanmaktadır. (h)'de oturan iki kişi de mezarın değişik detay kısımları üzerinde çalışmaktadır. (j)'deki üç adam, nilüfer tomurcuğu başlıklı ahşap bir sütun üzerinde çalışmakta ve (k)'daki iki adam el matkabı ile bir kanepede bir delik açmaktadır. (h)'deki adamlardan biri gibi (l)'deki adam da bir odun parçasını kesmekte ve (m)'de onun arkasındaki adam işlediği bir parçanın yüzeyinin muntazamlığını test etmektedir. (n)'de dekoratif bir ahşap kaplama kesilmekte ve (o)'da parçalar birbirine tutkallanmakta, odunkömürü ateşi üzerinde bir kapta tutkal ısıtılmaktadır. (q)'da bir sanatkar, bitmiş bir dolabın boyanması ile uğraşmakta ve (s)'de en sağda Thothmes III'ün bitmiş bir heykeli, (r)'de saygı ile yeri öpen iki görevli görülmektedir (36, s.226-227).

M.Ö. 1361'den 1352'ye kadar firavun olarak hüküm süren Tutankhamon'nun mezarında bulunan bir tahtın sedir ağacı kaplamalarından yapıldığı ve üzerinin abanoz ve fildişi tabakaları ile süslendiği görülmüştür. Tutankhamon'un tahtı Resim 3.1'de, lahiti Resim 3.3'de görülmektedir.

Tarihi eserlerde, Romalı zenginlerin Doğunun ve Tropik bölgelerin nadir ağaç türleriyle üretilmiş kaplamalarla yapılan masaları satın almak için eski Yunan'a gittikleri ve bu amaçla çok yüksek ücretler ödedikleri kaydedilmektedir. 18. yüzyılın sonlarına doğru T. Sheraton "Doğramacılık ve Döşemecinin el kitabı" adlı eserinde, "soyma levhalarından meydana gelmiş materyalde çarpılma ve eğilmeyi önlemek

maksadıyla bazı zamanlar 3 soyma levhasından alt ve üstte olanlarının lifleri ortadaki soyma levhasının liflerine dik olacak şekilde yapıştırılmaktadır” denmektedir. 18. yüzyılda ve 19. yüzyılın ilk yarısında ahşap malzeme ile uğraşan sanatkarlar , bütün artistik kabiliyet ve hünelerinin münferit eserlerin yapımına harcadılar. Böylece bir yandan, ahşap malzemedeki çeşitli kusurların giderilmesine çaba sarfederken, bir yandan da bu malzemenin çalışmasının önlenmesi bakımından ince levhaların lif yönleri birbirine dik gelecek şekilde yapıştırılmasının gerektiği öğrenilmiş ve bu bilgiler daha sonra geliştirilerek, 20. yüzyılın tipik ticari kontrplakları elde edilmiştir (25, s.1-3)



Resim 3.1 ve 3.2. Firavun Tutankhamon'a ait taht (solda) ve lahit (sağda) (186, 167)

Diğer malzemelerden faydalanılmayarak yalnız ahşap kaplama levhalarının yanyana getirilmesi ile kontrast ve simetrik şekillerin oluşturulmasına 1700 yılından itibaren başlanmıştır. 1769'da XV. Louis'in Kraliyet bürosu için üretilen mobilyalar ahşap kaplama levhaları ile kaplanmıştır. Avrupa'da kaplama üreten testerelele ilgili ilk patent 1812 yılında Fransa'da alınmasına rağmen, 1825 yılından önce kullanılamamıştır. İlk kesme kaplama makinesi patenti 1834 yılında Fransa'da Charles Picot tarafından alınmış, ancak endüstride kullanılması 30-40 yıl sonra gerçekleşmiştir (68, s.92).

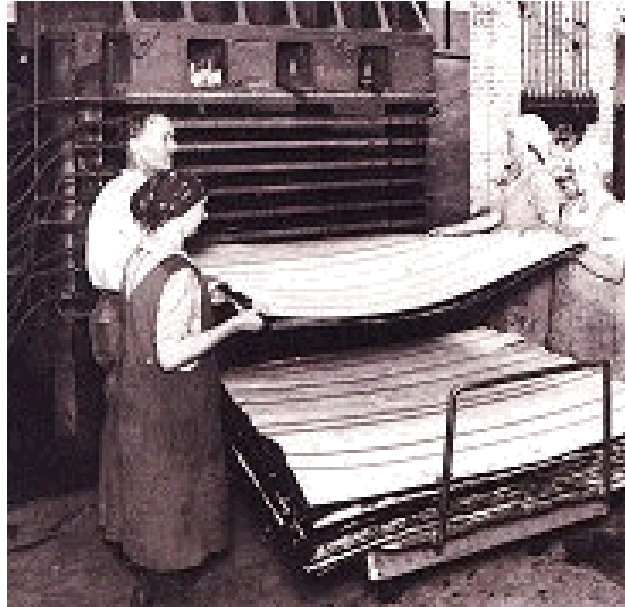
19. yüzyıl sonlarına doğru kapılar, sıra kapakları, merdivenler, dikiş makineleri ve diğer mobilya parçaları gibi bir çok ticari üründe kontrplak kullanılmaya başlanmıştır. Amerika'da 1870 yılının sonlarına kadar ince levhaları lif yönleri birbirine dik gelecek şekilde yapıştırarak direncini arttırma prensibini kullananlar sadece mobilya ustaları olmuştur. Bu prensip, 1884 yılında Kuzey Avrupa'da Reval'de kurulan küçük bir fabrikada bükme suretiyle kontrplaktan iskemle oturağı üretiminde kullanılmıştır. 1890 yılında tomruklardan soyma yöntemiyle kaplama elde etme tekniği keşfedilerek geniş levhalar halinde soyma kaplamalar elde edilmeye başlanılmıştır (Resim 3.3). Ancak bugünkü anlamda kontrplak yapımı bu tarihten altı yıl sonra gerçekleştirilebilmiştir. Soyma yöntemiyle elde edilen levhalar lif yönleri birbirine dik gelecek şekilde yapıştırılarak büyük boyutlarda dayanıklı konstrüksiyonlar ve levhalar yapılmıştır. 20. yüzyılın ilk yarısında Avrupa'nın çeşitli kısımlarında kontrplak fabrikaları kurulmuştur. Bunlardan bir kısmı mobilya yapımı için özel kontrplak üretmiştir (25, s.2-3)



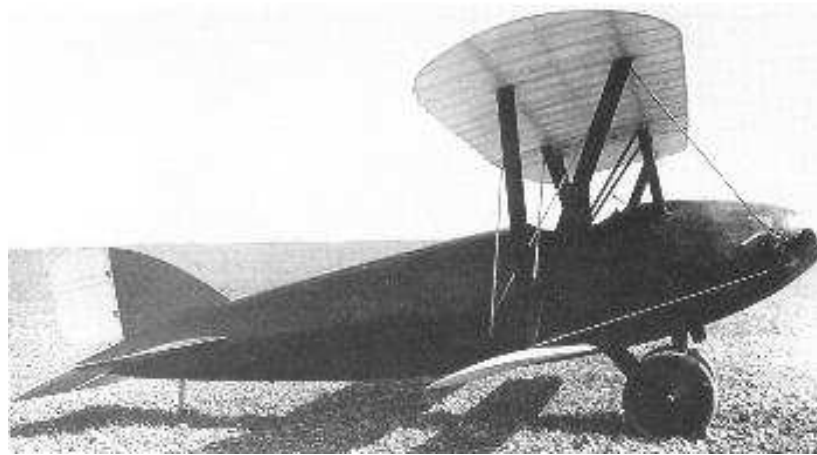
Resim 3.3. Soyma yöntemiyle üretilen ilk kontrplak (139, 140)

Modern kontrplak endüstrisi 1910 yıllarında doğmuştur (Resim 3.4). Ancak, mobilya endüstrisi bundan birkaç yüzyıl öncesinde kaplama tahtalarını masif ahşap üzerinde kullanmıştır.

ABD'de 1830 yılında piyano endüstrisinde kontrplak kullanılmaya başlanmıştır. 1914'den itibaren havacılıkta görülen hızlı ilerleme ile birlikte kontrplak endüstrisi de gelişme göstermiştir (Resim 3.5).



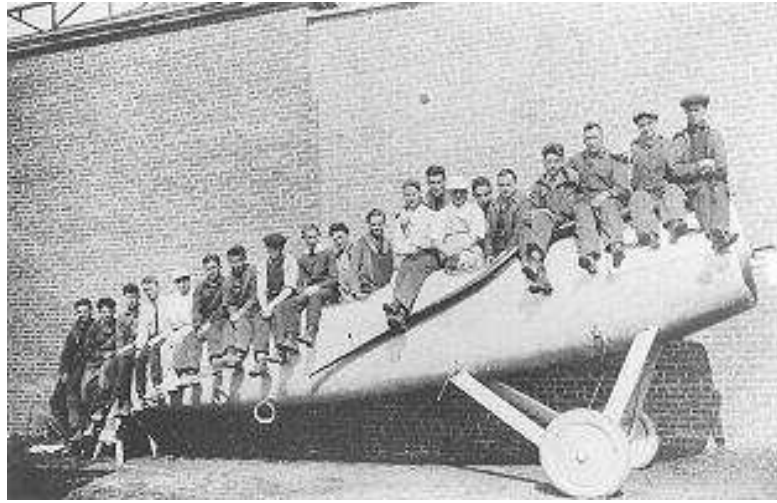
Resim 3.4. İlk kontrplak fabrikası (1911) (200)



Resim 3.5. Kazein tutkallı kullanılarak ladin kontrplaktan üretilmiş S-1 tipi öncü savaş uçağının gövdesi (185)

I.Dünya Savaşı sırasında (1914-1918) uçak fabrikaları uçak yapımı için büyük miktarlarda ince kontrplağa ihtiyaç göstermiş; aynı yıllarda Amerika ve Avrupa'da sudan etkilenmeyen tutkalların üretimi gerçekleştirilmiş ve yoğun bir araştırma sonucu geliştirilen bu tutkallar sayesinde savaşın son yıllarında tamamen sağlam

kontrplaklar piyasaya sürülmüştür (Resim 3.6). 1930'lu yıllarda kontrplak sanayi için önemli bir gelişme olan sentetik tutkalların bulunması ve böylece kontrplakların dirençlerinin çoğu kullanım yeri için yeterli seviyeye yükselmesi kontrplakların kullanım alanlarını genişletmiştir (68, s.92). 1930-1939 yıllarında özellikle F.L. Wright ve R. Neutra gibi ünlü mimarlar ahşap gibi geleneksel bir malzemeyi ileri yapı tekniğiyle kullanarak değerli eserler üretmişlerdir (42, s.310). II. Dünya Savaşı'nın başlaması ile yapım tekniğinde özellikle İngiltere ve Amerika'da dikkate değer ilerlemeler olmuştur. Sentetik reçinelerle tutkallanmış seri halde hazırlanan yeknesak dirençli ve suya dayanıklı kontrplaklar yapılarda güvenle kullanılmıştır. Savaş sırasında karada ve denizde karşılaşılan güçlükler bu malzemenin sağlamlığını kanıtlamış ve 20. yüzyılın ortaları ahşap malzeme işçileri tarafından kontrplak çağı olarak tanımlanmıştır (25, s.4-5).

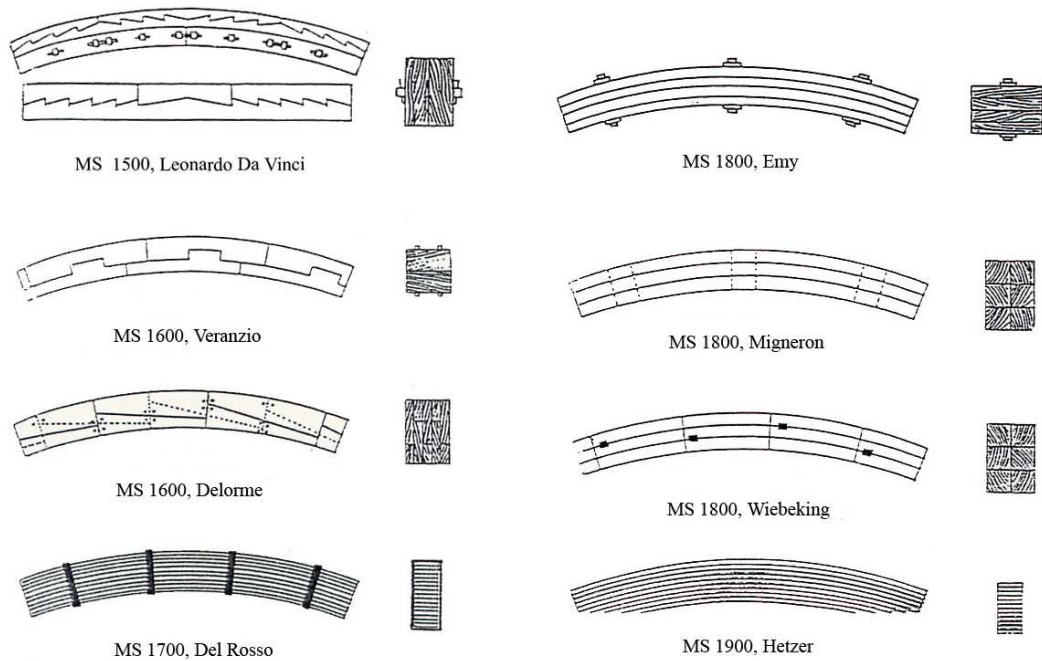


Resim 3.6. 1915 yılında New York'ta kontrplaktan üretilmiş olan Model V tipi uçak gövdesinin mukavemeti. Bu Model V tipi uçaklar 1919 yılında Çekoslovakya Hava Kuvvetleri tarafından kullanılmış olup, bir örneği Pragu Ulusal Teknik Müzesi'nde bulunmaktadır (185).

Tabakalı ahşap teknolojisinin geçmişi 16.yüzyıla dayanmaktadır. Leonardo Da Vinci, ahşap kütüklerin daha ince olarak dilimlenmesi ve bu dilimlenmiş kerestelerin kenarlarının dişlendirilmesi ve üst üste yapıştırılması veya yine ahşap kamalarla birbirine bağlanması suretiyle oluşturulacak birleşik kesitlerin, daha büyük açıklıktan geçebilecek birtakım yapı taşıyıcı elemanları olarak kullanılabilceğini keşfeden ilk

kişidir (131, s.93).

Şekil 3.2’de tarihi gelişimi görülen tutkallı ahşap teknolojisi, en olgun ve tipik formasyonuna İsviçreli mühendis, Otto Hetzer ile ulaşmıştır. 1893 yılında Otto Hetzer, yaklaşık 5 cm genişlikte, 20 cm yükseklikte, 1.5-5.0 m uzunluğunda biçilmiş ahşap elemanları, uçları "kurt ağzı" tabir edilen şekilde çentmek ve bu elemanları uç



uca ve üst üste kazein esaslı bir tutkal ile yapıştırarak tabakalamak suretiyle, formu önceden tasarlanmış birtakım taşıyıcı ahşap yapı elemanları üretmiş ve bu sistemin patentini alarak bir üretim tesisi kurmuştur (131, s.93).

Şekil 3.2. Tabakalı ahşap malzemenin tarihsel gelişimi (113, s.115)

İlk örneğini 1901 yılında İsviçre’de; ikinci örneğini 1906’da Almanya’da veren teknoloji, 1907-1930 yılları arasında Avusturya, Belçika, Macaristan, İngiltere ve Danimarka’da tanınarak kullanılmaya başlanmıştır. Birinci Dünya Savaşı sırasında, başta uçak hangarları olmak üzere çok sayıda askeri tesisin inşasında kullanılan bu sistemin, 1914 yılında Danimarka’da Hetzer lisansı ile, 1918’de Norveç’te ve 1919’da İsviçre’de Brekke lisansı ile üretimi yapılmaya başlanmış; kısa zamanda sivil yapılarda, kilise inşaatlarında, köprülerde kendini gösteren teknoloji, 2. Dünya

Savaşıyla birlikte askeri yapılarda da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. ABD'de 1980'li ve 1990'lı yıllarda, bu teknoloji ile köprü yapımı çok yaygınlaşmış ve birçok tali yol köprüsü, tutkallı ahşap olarak yenilenmiştir (113, s.115).

Tutkallı lamine kirişler, 1893 yılında İsviçre Basel'de oditoryum yapımında kazein tutkalı kullanılarak tanıtılmış olup, yüzyıllardan beri yapılarda kullanılan masif ahşap kirişlerden sonra tasarıma yeni bir boyut kazanmıştır (95, s.280).

Liflevha kullanımının orijini MÖ 6. yüzyıla kadar gitmekte olup, Japonya'da küçük evlerin duvarlarında ağır kağıt tipinde bir çeşit liflevha kullanılmıştır. 1850 yılında İngiltere'de birden fazla karton tabakalarının yapıştırılmasıyla elde edilen mukavvalar inşaat sektöründe uygulama alanı bulmuştur. Yoğunlaştırılmış ve emprenye edilmiş masif ahşap ise özellikle 2. Dünya Savaşı sonrası çelik endüstrisinde başlayan sıkıntı sonuncu ve plastik esaslı tutkalların geliştirilmesi ile yapıya girmiştir (42, s.310-311).

Yönlendirilmiş yongalevha yapımı, 1940'ların sonu 1950'lerin başlarında Amerika'da Armin Elmendorf'un ve Almanya'da Wilhem Klauditz'in çalışmalarına dayanmaktadır. Elmendorf 1946'da Kaliforniya'da başlattığı araştırmalarda çimento bağlantılı levhaları üretirken şerit halindeki yongaları kullanmıştır. Wilhem Klauditz ise Braunschweig'de 1952 yılında başlattığı çalışmalar sonunda yönlendirilmiş yongalevhalarla ilgili ilk patenti 1954 yılında alarak, araştırma sonuçlarını 1960 yılında yayımlamıştır. Nitekim, Elmendorf yaptığı çalışmalar sonunda, 1965 yılında, yeni bir patent olarak ürettiği malzemeye 'sentetik kontrplak' deyimini kullanmıştır. 1980 yılında Amerikan Yapı Konseyi (The Council of American Building) APA'nın (American Plywood Association) performans-oran panellerini kapsayan, kontrplak ve kompozit levhaların yapılarda güvenli bir şekilde kullanılabileceğini gösteren bir rapor yayımlamıştır. Bunun sonucunda, ilk etiket yongalı levha (waferboard) fabrikası 1980 yılında Maine'de kurulmuştur. 1981 yılında Elmendorf Bemidji'nin Minesota'da büyük bir yönlendirilmiş yongalevha fabrikası kurması ile OSB'nin ticari üretimine başlanmıştır (10, s.5).

İlk talaşlevha endüstrisi 1908'de, yongalevha endüstrisi 1940'larda, sert liflevha

endüstrisi 1950 civarında, şerit yongalevha ve MDF endüstrileri de 1960'lı yılların başında kurulmuştur (95, s.281). Dünya'da ilk MDF fabrikası, 1965 yılında New York Deposit'te kurulmuştur. 1973 yılından itibaren çeşitli Avrupa ülkelerinde MDF üretilmeye başlanmıştır. Özellikle, 1980'li yıllardan itibaren dünyada MDF üretiminin hızlı bir şekilde artmasına neden olan en önemli etkenler; hammadde isteğinin yongalevhadan daha geniş sınırlar içinde olması, masif ahşap malzeme gibi işlenebilmesinden dolayı başta mobilya endüstrisi olmak üzere birçok kullanım alanında yongalevha ve kontrplak yerine daha fazla tercih edilmesi, fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyi olmasıdır.

Çimentolu ahşap kompozit malzeme, 1930'larda ilk kez Heraklith adı altında üretilmiştir. Başlangıçta bu amaçla talaştan yararlanılmıştır. Bağlayıcı olarak ise, magnezit kullanılmıştır. Bunlara hafif levhalar adı verilmiş olup, binalarda ses ve ısı izolasyonu amacıyla kullanılmıştır. Daha sonra magnezit yerine portland çimentosundan yararlanılmıştır. 1966 yılından sonra üretilen levhalarda uzun talaşlar yerine yonga kullanımına geçilerek ağır çimentolu levhalar üretilmiştir. Tarihte ilk çimentolu yongalevha üretimi 1967 yılında İsviçre'de gerçekleştirilmiş, daha sonra da Filipinler, Avustralya gibi tropik iklime sahip olan ülkelerde hızla artmıştır (14, s.1226).

Türkiye'de kaplama levhaları endüstrisi 1945 yılında İstanbul'da kurulmuş bir imalathane ile faaliyete geçmiştir. Kontrplak endüstrisinin kuruluşu ise 1930'lu yıllara kadar uzanmaktadır. Türkiye'de ilk liflevha fabrikası, 1958 yılında, İzmir'de kurulmuş, ikinci fabrika aynı yıl İstanbul'da faaliyete geçmiştir. MDF 1980'li yıllarda dünya'nın birçok ülkesinde geniş ölçüde üretilirken, ülkemizde ilk MDF fabrikası, 1985 yılında Ordu'da kurulmuştur.

3.2. Ahşap Kompozit Malzemenin Genel Özellikleri

Kompozit malzeme, farklı maddelerin özelliklerini bir maddede toplamak amacıyla en az iki farklı maddenin yapıştırıcı vasıtasıyla bir araya getirilmesi; ahşap kompozit

malzeme ise, ahşap materyalin ahşap ya da başka bir materyal ile birleştirilmesi suretiyle elde edilen malzemelerdir.

Kompozit malzemeleri, şu yönleri ile ayırt etmek mümkündür (45, s.12; 125, s.6; 130, s.82):

- İnsan yapısı olması,
- Farklı malzemelerin bir araya getirilmesi ile oluşan karışımın 3 boyutlu olması,
- Kimyasal bileşimleri birbirinden farklı en az iki veya daha fazla malzemenin bir araya getirilmiş olması
- Bileşenlerinin hiç birinin tek başına sahip olmadığı özellikleri taşıması.

Kompozit malzeme; gerek mobilya endüstrisinde, gerek inşaat sektöründe, gerekse iç ve dış mekânda çok geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Bu ürünlerin özellikleri; hammadde odunun fiziksel strüktüründe yapılan değişiklikler, levha yoğunluğu, kullanılan tutkalın cinsi ve miktarı, su ve yangına karşı dayanımı, ayrıca çeşitli çevresel etkilere karşı direncinin artırılması amacıyla eklenen maddeler ile geliştirilebilmektedir (55, s.136).

Ahşap kompozitlerin geliştirilmesiyle elde edilen avantajlar şu şekilde sıralanabilir (95, s.280):

- Daha ufak boyda ağaçlar kullanılabilenkte,
- Üretim sırasında oluşan ahşap artıkları değerlendirilebilmekte,
- Malzeme kusurlarından arındırılabilmekte,
- Daha muntazam ürün elde edilebilmekte,
- Orijinal (masif ahşap) malzemeye göre daha kuvvetli kompozitler üretilmekte
- Farklı şekillerde kompozitler üretilmektedir.

Ahşap kompozit malzemelerin özellikleri genellikle ahşap malzemenin özelliklerine benzemektedir. Ancak doğal ahşap malzemedeki görüldüğü gibi lif yönlerine bağlı olarak değişen değerler göstermedikleri gibi istenilen özellikleri sağlayabilmek için

özel üretim imkanlarına da sahip bulunmaktadırlar. Tablo 3.1’de ahşap kompozit malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri görülmektedir (42, s.324).

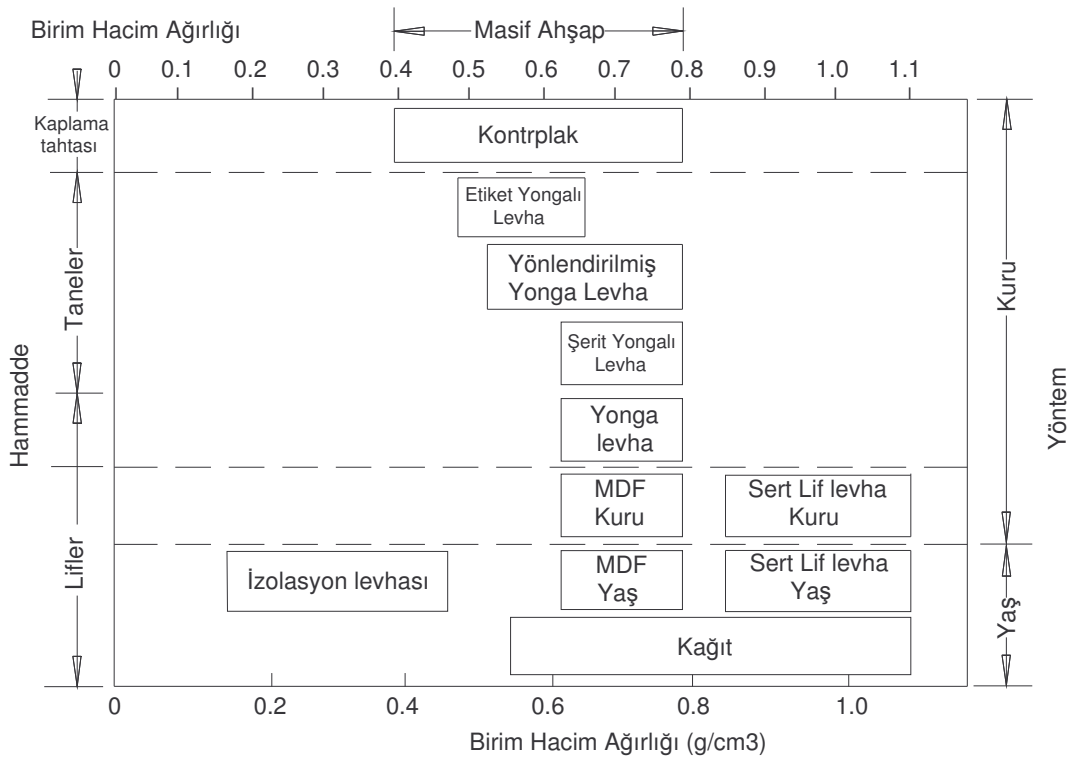
Tablo 3.1. Yapay Ahşap Malzeme Özellikleri (42, s.326)

Tür	Ahşaptan Üretilmiş Yapay Malzemeler	Boyut			Fiziksel Özellikler				Mekanik Özellikler N/mm ²				
		Kalınlık mm	En cm	Boy cm	Birim ağırlık Δ gr/cm ³	Suda şişme % 24 saat	Isı iletkenlik λ kcal/mhC°	Ses emicilik β dB	$\sigma_{çekme}$	$\sigma_{basınç}$	σ_{egilme}	Esneklik modülü E	
Prese kaplama	Kontırplak	3	125	220	0.45	3-4	0.10-0.14	0.25	//	50	-	61.4	9000
		24	170	210	0.50			0.05					
		tolerans: +0.2 -0.5	tolerans: ± 5						\perp	28	-	57	5000
Prese aglomere	Talaş levha	15 100		200	0.57-0.36	-	0.12-0.70	0.04 0.70	-	-	40 170	-	
	Yonga levha	8 50	122	246	0.56-0.40	5.5-7	0.08-0.05	0.25 0.36	12.3-11 8.5-7	-	16.5 14	2300 2000	
	Lif levha	Gözenekli	1.2	30	60	0.02-0.40	30-100	0.028	0.04	0.5-1.6	0.6-2	1.4	-
			3.7	122	244			0.048	0.74			2.4	
		Sert	0.4 5	122	366 480	0.40-1.45	15-30	-	0.13 0.72	1.7-45	-	2 65	-
Prese masif	Lignostone	Özel üretim			1.4	-	-	-	250	150	250	-	
	Emprenye ahşap	Özel üretim			0.94	6.7-3.2	-	-	85	150	140	14000 21700	

3.3. Ahşap Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

Ahşap Kompozit Malzemeler, üretim şekillerine göre, prese kaplama, prese aglomere ve prese masif olarak üç sınıfta toplanmaktadır.

Ahşap kompozit malzemeleri, tane boyutu, yoğunluk ve üretim yöntemlerine göre gruplandırmak mümkündür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Parça boyutu, yoğunluk ve üretim yöntemine göre ahşap kompozit malzemeler (95, s.289)

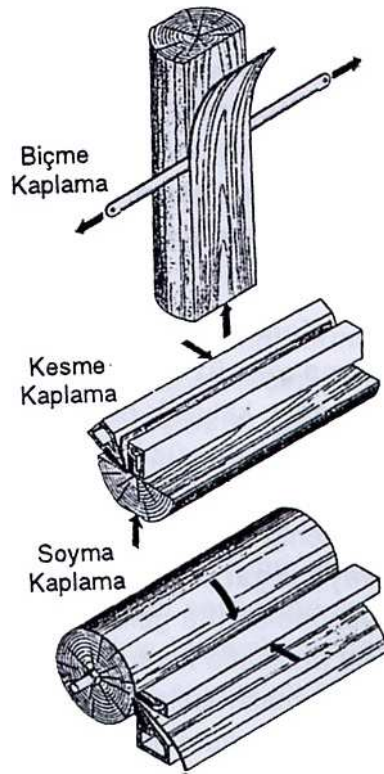
3.3.1. Prese Kaplama

Tarihte, kaplamalık değeri yüksek olan güzel renk ve tekstürlü ahşap malzemenin masif halde harcanması, bunları kullananlar üzerinde bir çekimserlik yaratmıştır. Bu nedenle, böyle değerli ahşap malzemedan en fazla yararlanmayı sağlamak için, ahşap malzeme ince levhalara bölünmüş ve daha az değerli ahşap malzemeye yapıştırılarak kullanılmıştır. Kaplamacılık sanatının gelişmesi kontrplak sanayisini de olumlu yönde etkilemiş ve onun yavaş yavaş gelişmesinde rol oynamıştır.

Tomrukların çeşitli yöntemlerle ince ahşap levhalar şeklinde dilinmesi veya açma ya da soyma diye adlandırılan, sabit bir bıçağın önünde tomruğun eksenine etrafında döndürülüp, soyulmasıyla elde edilen ince tabakaların birbirlerine veya diğer ahşap malzemelere preslenerek yapıştırılması yoluyla üretilen bu ahşap kompozitleri, kaplama levhalar ve kontrplaklar olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır (45, s.185; 43, s.67).

3.3.1.1. Kaplama Levhalar

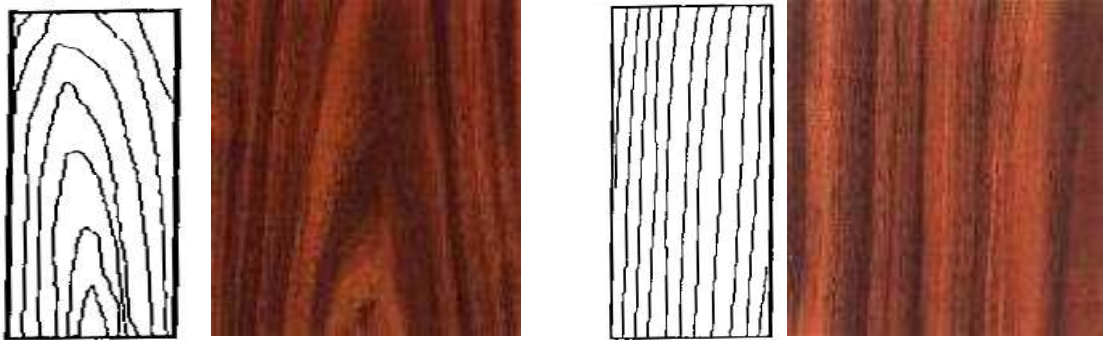
Kaplama, odundan soyularak, kesilerek veya biçilerek elde edilen en çok 8 mm kalınlığındaki ince levhalardır. Buna göre kaplamalar; üretim yöntemlerine göre, Şekil 3.4'te görüldüğü gibi kesme, soyma ve biçme kaplama olmak üzere üç ana sınıfa ayrılmaktadır.



Şekil 3.4. Kaplama elde etme yöntemleri (92, s.151)

Yöntemler içerisinde en eskisi biçme yöntemi olup, bu yöntemle üretilen kaplamalar daha kalitelidir. Bugün, yüksek kalitenin istendiği mobilya ve müzik aletlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Kesme kaplamalar, çoğunlukla estetik amaçla kullanılmaktadır. Bugün üretilen kaplamaların %90'ı soyma yöntemiyle elde edilmektedir. Mobilya ve duvar kaplamaları (lambri), kontrtablaların dış tabakalarında kullanılan kaplamalar, kesme ve soyma yöntemiyle elde edilmektedir.

Her bir üretim yöntemine göre elde edilen kaplamaların görünüşleri farklı olmakta ve buna göre isimler almaktadır. Örneğin, ahşap prizmanın radyal yönde kesilmesi veya biçilmesi ile elde edilen yıllık halkaları yaklaşık olarak birbirine paralel görüntüde olan kaplamaya *radyal (Freze) kaplama*; ahşap prizmanın yıllık halkalara teğet yönde kesilmesi veya biçilmesi ile elde edilen yıllık halkaları iç içe geçmiş parabol şeklinde görünen kaplamaya *desenli kaplama* (hareli), freze ve desenli kaplama dışındaki görünümlere sahip olan kaplamalara da *karışık desenli kaplama* denilmektedir (Şekil 3.5). Karışık desenli kaplamanın en güzel örneği Gül kaplamadır (68, s.92-93).



Şekil 3.5. a) Desenli Kaplama b) Freze Kaplama

Kaplama konstrüksiyon amacıyla kullanıldığında mekanik özellikler; dekoratif yüz kaplaması olarak kullanıldığında da malzemenin vereceği desen önem kazanmaktadır. Kullanılacak tomruğun; silindirik formda olması, budak-çürüklük ve renk bozukluğu, reaksiyon odunu ve verimi düşürecek çatlakları içermemesi, liflerinin düzgün ve öze paralel olması, özünün merkezde bulunması ve yıllık halkalarının yavaş ve homojen büyüme göstermesi gerekmektedir (68,s.94).

Kaplama üretiminde ilk adım, tomrukların ısıtılmasıdır (plâstikleştirme). Huş, kızılağaç, ıhlamur ve manolya gibi bazı ağaç türleri yeteri kadar elastik olup, kaplama üretimi sırasında ortaya çıkacak plâstik deformasyondan zarar görmemekte ve taze iken soyulabilmektedir. Akçağaç gibi bazı türler ise doğal renklerini koruyabilmeleri için zor da olsa buharlanmadan kesilmekte veya soyulmaktadır. Ancak, pek çok türlerden kaplama üretilebilmesi için, tomrukların plâstikleştirilmesi gerekmektedir. Plâstikleştirme; suyla ısıtma veya buharlama yolu ile gerçekleştirilmektedir. Tomruklar plâstikleştirildikten sonra kabukları soyulup boyutlandırılmakta, kusurlu kısımları temizlenmektedir (68, s.94). Üretimde son aşama kurutmadır. Yaş kaplamalar hemen kurutulmadığı takdirde mantarların etkisiyle ve kimyasal reaksiyonlar sonucu istenmeyen renk değişimleri meydana gelebilmektedir. Ayrıca tabakalı ahşap malzeme üretiminde tutkallamada yeterli yapışma direnci sağlanabilmesi için tutkal türüne göre belli bir rutubete kadar (% 4-12) kurutma gerekmektedir.

Kaplama levhaları, çeşitli nedenlerle bugün mobilyacılıkta istenilen renk ve desende kullanılmaktadır. Bu çeşitli kullanımların yanında, pano sistemi ile de yapıya girmiş, ortada masif ahşap, yonga levha, lif levha veya kontrtabla bir karkasın her iki yüzüne uygulanan şekliyle geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Kaplama levhaların kullanımı ile sağlanan avantajlar şu şekilde sıralanabilmektedir (45, s.185; 112, s.45; 5, s.24; 69, s.40) :

- Kaplamalar genellikle, renk ve doku açısından özellik taşıyan ağaçların görsel etkisinin yapay ahşap malzemeye kazandırılması amacıyla yapılan bir uygulamadır. Böylece, daha değerli ağaç türlerinden elde edilen kaplamalarla çok daha geniş yüzeyler kaplanarak istenen görsel etki kazandırılır.
- Doğada nispeten az bulunan ve güzel rengi, şekli, yapısal özellikleri dolayısı ile pahalı olan ağaçtan ince levhalar haline getirerek değer itibarıyla düşük, fakat dirençli olan ahşap malzemenin yüzeyine kaplama yapmak suretiyle iyi nitelikli ve görünümlü, aynı zamanda daha ucuz ürünler elde edilir.
- Çeşitli ince levhaların birbiri ardınca lifleri dik yönde olmak üzere üst üste yapıştırılması ile kontrplak elde edilir.

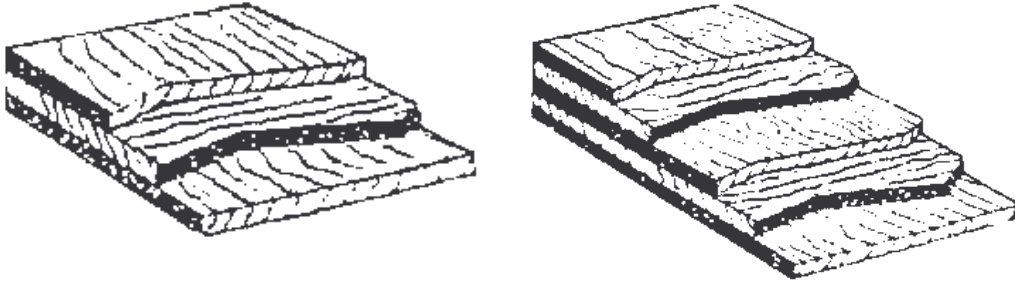
- Masif ahşap malzemenin liflere paralel ve dik yönlerde farklı olan dirençleri yerine her iki yönde üniform direnç özelliklerini içeren bir malzeme elde edilir. Böylece malzemede çarpılma ve şekil değiştirme sakıncaları en alt düzeye indirilmeye çalışılır.
- Kaplama levhalarının hafiflik, kolay bükülebilme ve birleştirilme özelliklerinden yararlanılarak, model kalıplar üzerine prese edilmek suretiyle yüzeyi kıvrık ve dalgalı malzeme elde etmek ve bu yolla her türlü mobilyanın yüzeyini kaplayarak estetik değer kazandırmak mümkündür.
- Dokusu birbirine eş nitelikte geniş yüzeyler oluşturur.

Türk standartlarında kaplama üretimi için kullanılacak ağaç türleri, ceviz, dişbudak, karaağaç, kestane, meşe, çam, göknar, ladin, akçaağaç, armut, çınar, ıhlamur, kavak, kayın, kızılağaç, söğüt ve kiraz olarak belirtilmekle birlikte; bugün bu ağaçların çok az kısmından kaplama üretimi yapılmaktadır. Yerli ağaç türlerinden kayın, kavak, ceviz, meşe ve çam en fazla tercih edilen türlerdir. Bunların dışında okume, meranti, maun, sapelli, gül ağacı, bubinga, makore ve tetra gibi tropik bölge ağaçları da son yıllarda önemli oranda kaplama üretiminde değerlendirilmektedir.

Ahşap kaplamalı ahşap panolar içleri dolu, boşluklu veya petek yapılı olarak üretilmektedir. İçi dolu pano elemanlar, doğal veya yapay ahşap elemanların yan yana yapıştırılmaları veya çeşitli geçme teknikleriyle birleştirilmeleri veya her iki yüzeyinin kaplama tabakasıyla kaplanması şeklinde oluşur. Ortada taşıyıcı tabaka bulunur. Boşluklu panolarda, ortada panoyu oluşturan ve taşıyıcı olan bölüm kısmen boşaltılarak konstrüksiyon geleneksel ahşap sisteme benzer şekilde kurulmaktadır. Malzemeden tasarruf sağlamak ve panoyu hafifletmek, deformasyonları azaltmak ve ısı direnç gibi çeşitli fiziksel özellikleri kazandırabilmek amacıyla oluşturulan bu taşıyıcı çekirdeğin her iki yüzeyi yine ahşap kaplama levhalarıyla kaplanmaktadır. Petek konstrüksiyon sistemi ise, boşluk bölgelerini bölerek küçültmek ve boşluklu panolarda görülebilen kaplama deformasyonlarını en düşük düzeye indirebilmek amacıyla yapılmaktadır (45, s.186-187).

3.3.1.2. Kontrplak

Kontrplak, ardışık olarak gelen tabakalarının lif doğrultuları birbirine dik ve en az üç tabakadan oluşacak şekilde üst üste yapıştırılmış, orta tabaka veya özün her iki tarafında yer alan iç ve dış tabakalar genellikle birbirine simetrik olan bir levhadır . Avrupa standartlarında ise (EN 313-2) kontrplak; birbiri üzerine genellikle lif yönü dik olacak şekilde yapıştırılmış tabakalardan oluşan ahşap esaslı panel olarak tanımlanmaktadır. Amerikan standartlarına göre (ASTM-D-907) kontrplak; ince levhaların üst üste ve lif yönleri birbiriyle 90° açı yapacak şekilde yapıştırılmış ahşap levhalar olarak belirtilmektedir. Genel olarak kontrplak katları 3, 5, 7 gibi tek sayıda olmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Kontrplaklarda Tabakaların Yerleşimi, 3 katlı ve 5 katlı kontrplak (68, s.93)

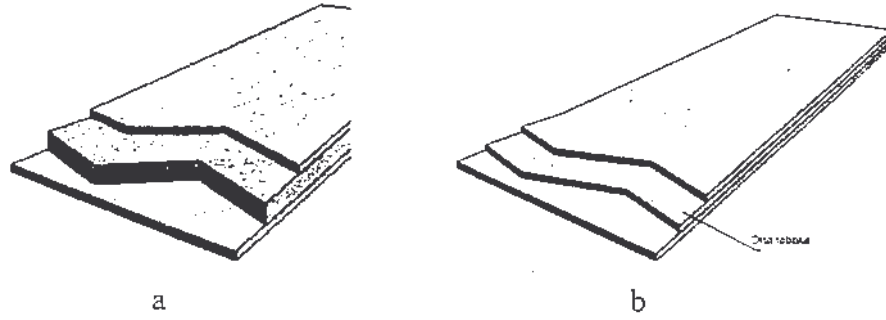
Kontrplaklar çok çeşitli kriterlere göre sınıflandırılabilir. Kontrplakların, TSE 3103 EN 313-1'e göre sınıflandırılması Tablo 3.2'de görülmektedir.

Kontrplağın bütün tabakaları aynı ağaç türünden yapılmışsa, bu malzeme *homojen kontrplak*; kullanılan iç tabakalardan bazıları veya kontrplağın göbeği farklı bir ağaç türünden yapılmışsa, bu malzemeye *karışık kontrplak*; kontrplak yüzeyi mekanik zımparalama makineleriyle düzgünleştirilmişse bu malzemeye *zımparalanmış kontrplak*; yüzeyi mekanik törpüleme makineleriyle düzgünleştirilmişse bu malzemeye de *törpülenmiş kontrplak* denmektedir. *Bükülmüş kontrplak* özel bir kontrplak olup, bu malzeme, yapımından sonra, üzerine çeşitli bükme işlemleri uygulanarak bükülmüş olan, genellikle ince bir kontrplaktır (45, s.199).

Tablo 3.2. Kontrplakların sınıflandırılması (120, s.1)

Kontrplakların Sınıflandırılması	
Genel görünümlerine göre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yapılarına göre <ul style="list-style-type: none"> – Kaplama kontrplak (Bütün katları kaplama olan kontrplak) – Odun özlü kontrplak (Kontrtabla) <ul style="list-style-type: none"> * Blok levha * Lamine levha (Yaprak levha) – Kompozit Kontrplak ▪ Şekil ve formuna göre <ul style="list-style-type: none"> – Düz – Kalıplandırılmış (Şekillendirilmiş)
Başlıca özelliklerine göre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dayanıklılıklarına göre <ul style="list-style-type: none"> – Kuru ortamlarda kullanım için – Rutubetli ortamda kullanım için – Dış ortamlarda kullanım için ▪ Mekanik özelliklerine göre ▪ Yüzey görünüşüne göre ▪ Yüzey durumlarına göre <ul style="list-style-type: none"> – Kumsuz levha – Kumlu levha – Önceden bitirilmiş (cilalanmış) levha – Kaplanmış levha (dekoratif kaplama, reçineli film, emprenye edilmiş kağıt, plastik, metal)
Kullanıcı ihtiyaçlarına göre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Genel amaçlar için üretilen kontrplak ▪ Özel amaçlar için üretilen kontrplak (yapı, kalıp)

Kaplama kontrplak, bütün tabakaları levha yüzeyine paralel yönde uyumlaştırılmış kaplama tabakalarından yapılmaktadır. *Özlü kontrplak* (kontrtabla), özü birbirine yapıştırılmış veya yapıştırılmamış çitalardan veya peteklerden oluşmaktadır. Orta tabakası 7 mm-30 mm genişliğe sahip, tutkallı veya tutkalsız olarak bir araya getirilmiş ahşap şeritlerden oluşan orta tabakalı kontrplak *blok levha*; Orta tabakası (göbeği) yanlarda 7 mm'den kalın olmayan, tamamen veya büyük bir kısmı tutkallanarak bir araya getirilmiş olan soyma kaplama şeritlerden oluşmuş orta tabakalı kontrplak ise *lamine levha* olarak adlandırılmaktadır. Karma (kompozit) kontrplak, orta tabakası (veya belli tabakaları) masif ahşap veya soyma levhalar dışında başka malzemelerden yapılmış olup, orta tabakanın iki tarafında lifleri birbirine dik en az iki tabaka bulunmaktadır (116, s.1-4).



Şekil 3.7. a) Karma ve b) Kaplamalı Kontrplak

Yüzeyi emdirilmiş kağıt, plâstik, sentetik reçineli film, metal veya diğer tür kaplama maddeleriyle kaplanan kontrplaklar, *kaplanmış kontrplak*; bir kalıpta preslenerek üretilen, düz olmayan kontrplak, *kalıplanmış kontrplak*; en dıştaki kenarın lifleri, levhanın uzun kenarına kısmen veya tamamen paralel ise *uzun lifli kontrplak*; bu lifler levhanın kısa kenarına kısmen veya tamamen paralel ise *çapraz lifli kontrplak* olarak ifade edilmektedir. .

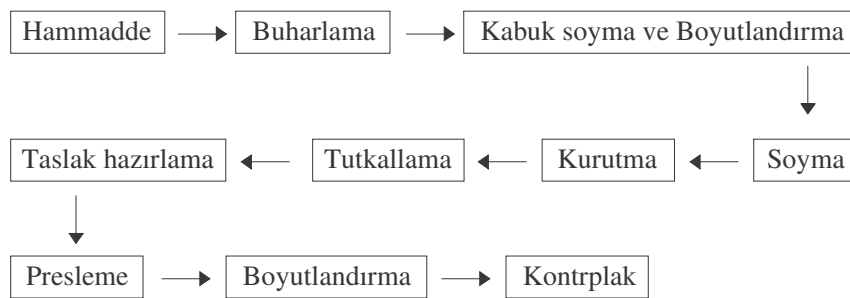
Bu ayrıntılı sınıflamalardan başka genel olarak kontrplaklar dekoratif kontrplaklar ile yapısal ve endüstriyel kontrplaklar olmak üzere iki genel gruba ayrılmaktadır (55, s.138);

Dekoratif kontrplaklar; fiziksel ve mekanik özelliklerden çok, levha yüzeylerinin görünüm özellikleri ön plana çıkmaktadır. Bu tip kontrplakların yüzey tabakaları genellikle görünüm özellikleri güzel olan geniş yapraklı ağaç türlerinden elde edilmektedir. Bunlar duvar paneli, döşeme, bazı müzik aletleri, kapı, ince duvar kaplama malzemesi vb. şekillerde kullanılmaktadır.

Yapısal ve endüstriyel kontrplaklar; görünümünden çok fiziksel ve mekanik özellikleri önemli olan bu kontrplakların kullanımında levhaların direnç değerleri ve kullanım yerinin gereklerine uygun bir tutkalla üretilmiş olması önemlidir. Geniş yapraklı ağaçların yanında büyük ölçüde iğne yapraklı ağaç türleri de kullanılmaktadır. Bunlardan taban döşemesi, ahşap prefabrik konut yapımı, beton ve betonarme kalıp tahtası, bölme elemanı, raf, tezgah, konteynır, reklam panosu, mağaza donanımı, depolama tankları, gemi ve yat güvertelerinde, otobüs, minibüs,

kamyon, tır vb. araçların taban döşemelerinde, soğutma vagonlarında yararlanılmaktadır. Bu tip kontrplakların yüzeyleri reçine emdirilmiş kağıt esaslı malzemeler ya da plâstik ve metal esaslı malzemelerle kaplanarak dekoratif ve daha dirençli duruma getirilerek kullanım alanı genişletilebilmektedir.

Kontrplak üretiminde yaş yöntem ve kuru yöntem olmak üzere iki sistem uygulanır. Kuru sistemde; tomruklar buharlanıp yumuşatıldıktan sonra kontrplak ölçüsünden 10-20 cm fazla kesilerek soyma kaplama makinesinde istenilen kalınlıkta kaplama levhaları elde edilir. Kusurlarından arındırılan levhalar kurutma fırınında kurutulduktan sonra kesilip tutkallanır. Katların tutkallanmasında genellikle üre-formaldehid, ıslak mekânlar için fenol-formaldehid reçinesi kullanılır. Tutkallı kaplama levhaları, lifleri birbirine dik olacak şekilde üretilecek tabaka sayısına göre tek sayıda olmak üzere üst üste yerleştirilerek preslenir. Presten çıkan kontrplaklar belli ölçülerde kesilip zımparalanarak köşelerine markası, ölçüleri ve kalite işaretleri konur. Yaş sistemde de üretim esasları değişmemekle birlikte, kaplamalar yaş halde iken eklenip tutkallanarak preslendiği için kurutma ve presleme aynı anda yapılır. Boyutları genellikle 205x125, 210x130 ve 220x170 cm olmaktadır (92, s.151). Kontrplak üretimindeki aşamalar Şekil 3.8’de görülmektedir.



Şekil 3.8. Kontrplak üretim teknolojisi (55, s.139)

Kontrplak üretim teknolojisi bakımından, dağınık traheli geniş yapraklı ağaç türleri daha uygundur. Ancak geniş yapraklı ağaç türlerinin yanı sıra çam, ladin, Douglas göknarı gibi iğne yapraklı ağaç türleri de kullanılmaktadır. Pratikte genel olarak kaplama soyma özellikleri iyi olan ağaç türlerinden üretilen kaplamalar yüzey tabakalarında, çok iyi olmayanlar ara tabakalarda; bazı ağaç türleri de hem orta

tabakalarda hem de yüzey tabakalarda kullanılabilir. Bu durum yalnızca ağaç türünün görünüm ve soyulma özelliklerine değil, aynı zamanda yeterli miktarda bulunabilmesine de bağlıdır. Kontrplak üretiminde, orta tabakada çam, duglas göknarı, ladin, huş, kayın, kızılağaç, okoume, kavak, melez; yüzey tabakalarında duglas göknarı, melez, sekoya, porsuk, akçaağaç, huş, ceviz, dişbudak, maun, gül ağacı, tik, makore, bubinga, sapelli, sipo, ıroko yaygın olarak kullanılan ağaç türleridir (55, s.139). Kontrplakların gelen görünüşü Resim 3.7’de görülmektedir.



Resim 3.7. Kontrplak

Kontrplakların, masif ahşap malzemeye göre sahip olduğu bazı önemli üstünlükler şunlardır:

- Masif ahşap malzemeye göre daha homojen yapıdadır. Heterojen ve anizotropik yapıdaki masif ahşap malzemenin boyutları stabil olmayıp farklı yönlerinde farklı miktarlarda çalışmaktadır. Kontrplak ise, boyut stabilitesi daha yüksek bir malzeme olup, masif ahşap malzemeye göre rutubete daha iyi karşı koymakta ve çalışması daha az olmaktadır.
- Elâstikiyeti yüksek, kırılmaya dirençli, bükülmeye, aşınmaya dayanıklı ve serttir. Üretim aşamasında kolaylıkla kıvrılarak biçimlendirilmekte, hafif ve dayanıklı bir kompozit malzeme elde edilmektedir.
- Levha yüzeyine dik yönde ısı iletkenliği düşüktür.
- Ses absorpsiyonu ve akustik özellikler bakımından elverişlidir. Böylece ses

izolasyonu levhaları olarak kullanılmaktadır.

- Üretim esnasında ve sonrasında emprenye edilebilir. Boyanabilir. İstenirse özel amaçlar için yangına karşı dirençli hale getirilebilir.
- Geniş boyutludur. Kullanım yerine göre standart boyutlarda üretilebilir.
- El aletleri ve makinelerle işlenmesi kolaydır.
- Üretildikleri fabrikalarda diğer ürünlere dönüştürülebilir
- Birçok kullanım amacı için; birim alan ağırlığı, direnç, kalınlık ve özgül ağırlık bakımından uygunluk gösterir.
- Çivi, vida ve tutkallarla diğer malzeme üzerine tespit edilebilir.
- Genellikle estetik bir görünüme sahiptir.

Kontrplağın mukavemet özellikleri diğer ahşap panellerden daha iyidir. Hatta huş odunu kontrplak örneğinde olduğu gibi ağırlık/mukavemet oranı olarak metalden bile iyi sonuçlar verebilmektedir. İğne yapraklı kontrplak yeterli mukavemeti ve ekonomisi ile ahşap konutlarda geniş bir kullanım alanı bulmaktadır (Tablo 3.3).

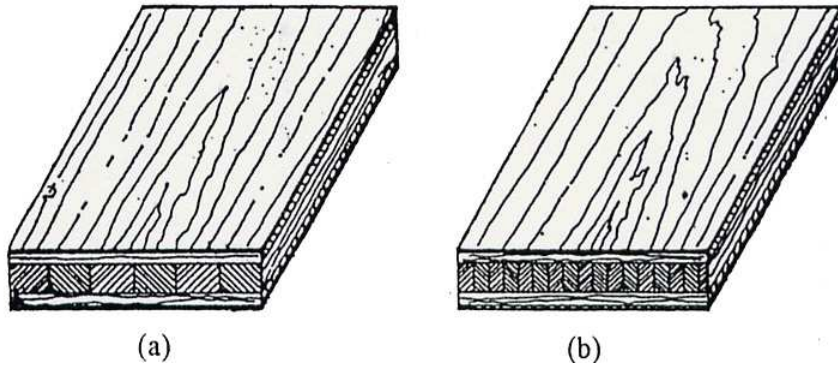
Tablo 3.3. Kontrplak ve metalin karşılaştırılması (25)

Malzeme	Kalınlık (mm)	Panel Ağırlığı (kg/m ²)	Sehim (mm)
Huş kontrplak	12	8.4	5.6
Alüminyum	6.5	17.4	5.6
Çelik	4.9	38.2	5.6

3.3.1.3. Kontrtabla

Çeşitli yöntemlerle çita veya soyma levha şeritlerinin yan yana getirilmesiyle üretilen bir orta tabakanın, her iki yüzünün kaplama levha ile liflere dik yönde yapıştırılarak kaplanmasıyla elde edilen malzemeye kontrtabla denmektedir. 3 tabakalı kontrtablada, hazırlanan orta tabakanın yüzeyine liflere dik yönde gelecek şekilde birer adet kaplama levha yapıştırılır. Beş tabakalılarda ise, lif yönleri birbirine dik gelecek şekilde orta tabakanın her bir yüzüne ikişer adet kaplama levha yapıştırılır. Dış tabaka kalınlığı genellikle orta tabakanın %10'u kadardır.

- **Geniş çita göbekli kontrtabla:** Orta tabakası en fazla 24 mm yükseklikte ve en az 30 mm genişlikte çitalardan oluşmuştur (Şekil 3.10).
- **Dar çita göbekli kontrtabla:** Orta tabakası 7mm'den geniş ve 30 mm'den dar çitalardan oluşmuştur (Şekil 3.10).
- **Şerit göbekli kontrtabla:** Orta tabakası 8mm veya daha dar çitalardan veya yan yana yapıştırılmış kaplama plaka şeritlerinden oluşmuştur.
- **Petek göbekli kontrtabla:** Orta tabakası petek yapısında olan ve göbeğin her iki tarafında en az iki ters doğrultulu tabaka bulunmaktadır.



Şekil 3.9. Orta Tabakası Geniş (a) ve Dar (b) Çitalardan Yapılmış Kontrtabla (69, s.51)

Yapıda kullanılan kontrtablaların dış tabakalarında meşe, kayın, çam, ladin ve göknar; genel amaçlar için üretilen kontrtablaların dış tabakalarında ise kayın, kızılalağaç, kavak, çam, ladin, göknar, ceviz ve dişbudak levhaları kullanılmaktadır.

3.3.1.4. Lamine Ahşap Kaplama - LVL (Laminated Veneer Lumber)

Piyasada, lamine ahşap kaplama, LVL (Laminated Veneer Lumber) ya da micro-lam isimleriyle tanınan bu malzeme, iki ya da daha fazla soyma kaplama katının tutkallanarak ve katların lif yönü birbirine paralel ya da dik gelecek şekilde basınç altında birleştirilmesiyle elde edilen bir malzeme olup, kaplamaların paralel şekilde düzenlenmesi daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bükme mobilya üretiminde kullanılacak LVL'lerde katların lif yönünün paralel düzenlenmesi gerekmektedir (55, s.151). LVL'nin genel görünüşü Resim 3.8'de görülmektedir.



Resim 3.8. LVL'nin genel görünüşü

Kaplamaların sınıflandırılması yoğunluk ve görünüş özelliklerine göre yapılmaktadır. Genelde düşük kalitedeki kaplamalar orta tabakalarda, yüksek kaliteli kaplamalar yüzeyde kullanılmaktadır. Amerika'da hammadde olarak, Douglas göknarı ve Güney çamları; Avrupa'da ise ladin ve çam tercih edilmektedir. Bunların dışında muhtemel ağaç türleri olarak; sahil çamı, monterey çamı, veymut çamı, okalıptüs, kavak ve söğüt gösterilebilir. Üretimde bu ağaç türlerinden kombinasyonlar da yapılabilir. Kavis verilerek mobilyada kullanılması durumunda, bükülme özelliği iyi olan türler tercih edilmelidir. Türkiye'de ise bazı kontrplak fabrikalarında bükme mobilya üretiminde kullanılmak üzere kayından üretilmektedir. Kaplamaların kalınlıkları 2.5 mm ile 6.4 mm arasında değişmekle birlikte genellikle 3.0 – 3.2 mm kalınlıktaki kaplamalar kullanılmaktadır. LVL kalınlıkları, normalde 19 – 45 mm arasında olup, istenirse 89 mm kalınlığa ve 1800 mm genişliğe kadar üretilebilir (34, s.2-3).

LVL, soyma kaplamalardan üretilmektedir. LVL üretimini oluşturan aşamalar kabuk soyma ve soyma kaplama eldesi, kurutma, kusurlu kısımlardan arındırma, tutkallama, presleme ve son işlemler şeklinde sıralanır. LVL üretiminin ilk aşamaları kontrplakta da olduğu gibi kaplamaların elde edilmesiyle başlamakla birlikte ve üretim akışları birbirine çok benzemektedir. LVL ve kontrplağı birbirinden ayıran karakteristik özellik, kaplamaların panel içerisindeki yönlendirilme şekilleridir. Kontrplaklarda kaplamalar lif yönleri birbirine dik gelecek şekilde birleştirilmiştir.

LVL’de ise kaplamalar, lifleri birbirine paralel olacak şekilde aynı yönde dizilmişlerdir ve bu sayede kiriş olarak yandan ya da kalas olarak üstten yük altında kaldığında daha fazla direnç gösterirler. Bu çeşit malzemeler paralel tabaklandırılmış malzemeler olarak bilinirler ve kontrplak’a göre daha homojen olup direnç özellikleri yüksektir (61, s.43; 84, s.40).

LVL'lerin sağlamış olduğu avantajlar şu şekilde sıralanabilir (34,s.4; 84, s.41).

- 1) Doğal ahşap malzeme, kusur itibariyle homojen değildir; bu yüzden de sınıflara ayrılmıştır. Ahşap malzeme, yıllık halka yönüne, budak boyutuna ve nerede olduğuna, lif düzensizliğine ve doğal kusurlarına göre farklılıklar gösterir. LVL ise daha homojendir. Budaklar ve özürlü kısımlar kaplamalardan LVL üretimi öncesinde arındırılmışlar ya da üretim esnasında levha içerisinde dağıtılmışlardır.
- 2) Doğal ahşap malzeme gibi tek parçadan oluşmadıkları ve küçük kaplamaların birleştirilmesiyle elde edildikleri için lif kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlarlar.
- 3) LVL’ler aynı boyuttaki doğal ahşap malzemeye göre aynı gerilmelere karşı iki kat ya da daha fazla dirençlidir. Bu yüzden aynı kalınlıktaki LVL, doğal ahşap malzemeye göre daha uzun dayanak açıklığında gerekli yükü taşıyabilir ya da aynı yük daha ince bir LVL ile taşınabilir.
- 4) LVL’ler, presin boyuna bağlı olarak herhangi bir uzunlukta, sürekli preslerin kullanıldığı durumlarda ise taşıma kurallarının elverdiği boyuta kadar üretilebilir. Doğal ahşap malzeme genellikle 50 cm'lik boy farklarıyla satılır. İstenen parça gerekenden birkaç santim (2cm) fazla bile olsa, 48 cm’lik kısım boşa gitmektedir. LVL ise 2cm’lik ya da daha az artımlarla satılabilmesi nedeniyle LVL kullanımında iş yerinde kesme ve buna bağlı artık madde oluşumu yoktur.
- 5) Rutubet etkisiyle burkulma, çarpılma ve çukurlaşma gibi kusurların oluşumu doğal ahşap malzemeye oranla çok daha az olup, boyutsal kararlılığı daha yüksektir.

LVL'nin yanma özellikleri masif ahşap malzeme gibi olmakta, tutkalla yapıştırılmış olması yanmaya karşı koymasını engellemektedir. Yanmaya karşı korunmuş olarak sınıflandırılan LVL panellerin taban veya tavan döşeme elemanı olarak performansı, aynı maddelerle emprenye edilmiş masif ahşap veya tutkallı lamine ahşap malzeme gibi olmaktadır.

3.3.1.5. PSL (Parallel Strand Lumber)

Ticari adı Parallam olan PSL, kaplama parçalarının büyük boyutlu parçalar haline getirilerek birbirine paralel yapıştırılması ile ticari kereste boyutlarında üretilen bir bileşik (kompozit) malzemedir (Resim 3.9).



Resim 3.9. PSL'nin genel görünüşü (61, s.44)

LVL üretiminde olduğu gibi, 3 mm kalınlıkta üretilen soyma kaplamalar şeritler halinde kesilerek yaklaşık 20 mm genişlikte ve en az 60 cm uzunlukta olacak şekilde yonga haline getirilmektedir. Genellikle dış ortamlara ve suya dayanıklı fenol formaldehit tutkalı gibi yapıştırıcılar kullanılmaktadır. Taslak, preslerde sıkıştırılmakta ve tutkal sertleşmektedir. Preslerde şerit yongalar kusursuz bir şekilde yönlendirilmekte ve yayılmaktadır. Daha sonra ürün boyutlandırılır. Üretilen malzemenin maksimum enine kesit boyutları 280 mm x 485 mm kadar olup, boyu ise

20 m ye kadar olmaktadır (34, s.1). PSL üretiminde pek çok tür kullanılabilir olmasına rağmen şu anda ABD 'de kullanılan türler Duglas göknarı, Güney çamları, Batı tsugası ve lale ağacı' dır (55, s.151).

3.3.2. Prese Aglomere

Prese sözcüğü, marangozlukta, yan yana dizilen veya bir çerçeve meydana getiren ahşap çitaların yüzlerine kontrplak, duralit veya sunta yapıştırılıp bir preste sıkılarak yapılmış öğeleri anlatmak için kullanılmaktadır (138). *Aglomere* deyimini ise, 'Glomus, glomeris (topak, yumak) yani bir araya toplanarak bağlanmış kütle' anlamına gelmektedir (130, s.83)

Küçük ahşap parçalarına (yonga, talaş, testere talaşı, rende talaşı, vb.) veya lignoselülozik parçalara (keten iplikleri, kenevir iplikleri vb.), sıcaklık ve basınç altında, yapıştırıcılar eklenmesi suretiyle talaş levha, yonga levha ve lif levha şeklinde başlıca üç çeşit olarak üretilen ahşap esaslı levhalara *prese aglomere levha* adı verilmektedir. Diğer bir ifade ile, ahşap talaşları, lifleri ve yongaları bağlayıcılarla birleştirilerek aglomere oluşturulmaktadır.

Tarihsel ilk örneğini VI. yüzyıl Japonya'sında ev duvarlarında kullanılan ağır kağıtlarda gördüğümüz bu malzeme, 18. yüzyıldan sonra başlayan bir çaba ile 1908'de Avustralya'da (ilk talaş levha) ve 1915'te Amerika'da (ilk sert lif levha) kendini geliştirme imkanı bulmuştur (43, s.71)

3.3.2.1. Yonga Levha

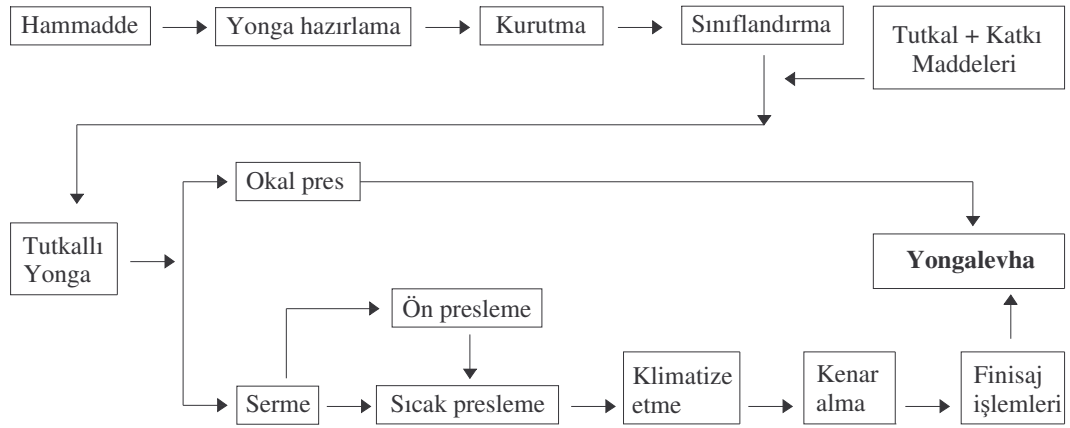
Ahşap yonga levhalar; odun parçalarından (odun parçaları, yonga, testere talaşı, rende talaşı vb.) ve/veya lignoselülozik malzemelerden (keten,kenevir ipliği, kendir ipliği, suyu çıkarılmış şeker kamışı posası vb. odunlaşmış bitkilerden) elde edilen yongaların tutkallandıktan sonra, sıcak preslenmesiyle elde edilen levhalardır (119, s.1). TS EN 309'ye göre yongalevhalar Tablo 3.4'te sınıflandırılmaktadır.

Tablo 3.4. Yongalevhaların sınıflandırılması (119, s.1-2)

Üretim İşlemlerine Göre	<ul style="list-style-type: none"> - Yatık preslenmiş - Dik preslenmiş - Kalıplanmış (şekillendirilmiş) <ul style="list-style-type: none"> A) Deliksiz B) Delikli
Yüzey Durumlarına Göre	<ul style="list-style-type: none"> - Preslenmiş (zımparalanmamış) - Zımparalanmış veya planyalanmış - Kaplanmış (sıvı kaplama, örneğin boya ile) - Basınç altında, katı bir malzeme ile yüzeylendirilmiş (dekoratif lamine kaplama, emprenye edilmiş dekoratif kağıt vb.)
Şekil Ve Formlarına Göre	<ul style="list-style-type: none"> - Düz, - Yüzeyi profilli, - Kenarı profilli
Parçaların Şekil Ve Ölçülerine Göre	<ul style="list-style-type: none"> - Talaş levha, - Yaprak levha, - Şekillendirilmiş levha - Odunlaşmış bitkilerden (keten, kenevir ipliği vb.) üretilen panolar.
Yapılarına Göre	<ul style="list-style-type: none"> - Tek tabakalı - Çok tabakalı - Sınıflandırılmış - Kalıplanmış (şekillendirilmiş) delikli levhalar
Kullanımlarına Göre	<ul style="list-style-type: none"> - Genel amaçlı levhalar, - Kuru şartlarda, kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) levhalar - Konstrüksiyonlarda taşıma amaçlı kullanılan levhalar <ul style="list-style-type: none"> a) Aşırı yüklenebilen levhalar, b) Biyolojik tehlikelere karşı dayanıklılığı geliştirilmiş levhalar, c) Ateşe dayanıklı levhalar, d) Ses absorbe eden levhalar, e) Diğerleri.

Yongalevha üretiminde, yatık yongalı levha üretimi, dik yongalı levha üretimi ve kalıplanmış yongalevha üretimi olmak üzere üç üretim teknolojisinden söz edilebilmektedir. Bütün üretim yöntemlerinde temel olarak işlemler aynıdır. Farklılık, presleme tekniği, serme işlemi veya kullanılan bağlayıcıdan kaynaklanmaktadır. Presleme yöntemine göre, levhalar yatık veya dik yongalı levha olarak adlandırılırken, presleme yöntemi hepsinde yatık olarak uygulandığında, serme işleminin farklılığından dolayı tek katlı ve çok katlı levhalar ile yönlendirilmiş levhalar elde edilebilmektedir. Kalıplanmış yonga levhalarda ise elde edilecek

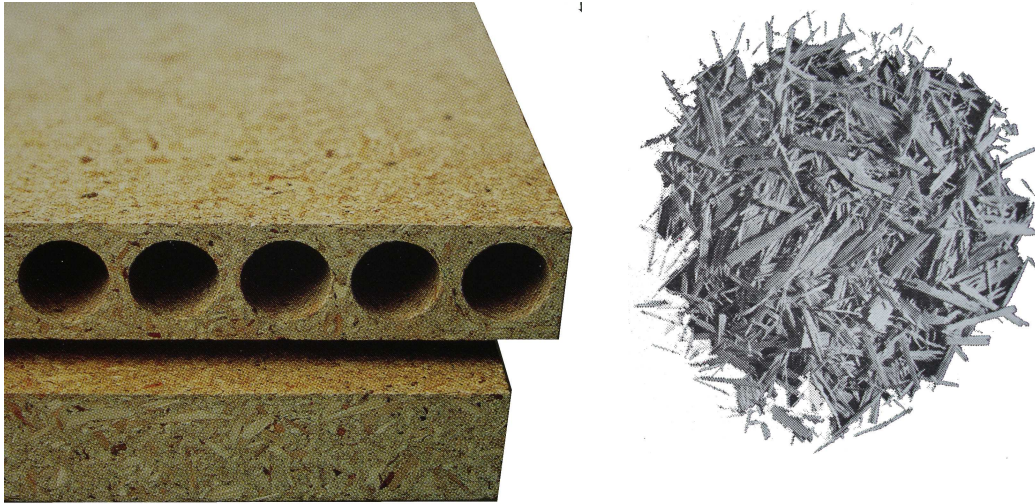
ürünün son şekline göre özel kalıplar kullanılarak presleme yapılmaktadır. Kullanılan bağlayıcılar çimento ve alçı olunca üretilen levhalarda çimentolu veya alçılı yongalevha olarak isimlendirilmektedir. Belirtilen bu farklılıklar dışında yongalevha üretim safhaları hemen hemen aynı olmaktadır. Şekil 3.10'da yongalevha üretim teknolojisi genel hatlarıyla görülmektedir.



Şekil 3.10. Yongalevha Üretim Teknolojisi (55, s. 144)

Her türlü odun ve kaba odun artıklarının üretime katılmaları için yorgalanmaları gerekmektedir. Testere talaşı gibi ince materyal doğrudan levha üretiminde kullanılabilir. Yongaların uygun boyutlarda hazırlanması, yonga geometrisinin levha özelliklerini etkilemesi nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Genel olarak yonga kalınlıkları 0,5-0,7 mm , yonga genişlikleri 25-40 mm ve yonga uzunlukları 35-75 mm kadardır. Resim 3.10'da levha düzlemine dik konumda preslenmiş yongalevha ve yongalar görülmektedir.

Tabakalı yonga levhaların üretiminde orta ve yüzey tabakalarında kullanılacak yongaların ayrı ayrı hazırlanması gerekmektedir. Orta tabakada kullanılacak yongalar, daha düşük kalitedeki malzemeden üretilmekle beraber, nispeten kaba tekstürlüdür. Yüzey tabakalarında kullanılan yongalar ise daha ince, düzgün yüzeyli ve homojen kalınlıkta olması gerektiği için bu yongalar daha kaliteli odunlardan elde edilmektedir. Kaliteli yonga elde edebilmek için yongalanacak odunun rutubeti % 30-60 arasında olmalıdır.



Resim 3.10. Levha düzlemine dik konumda preslenmiş yongalevha ve yongalar (61, s.49; 95, s.286)

Yongalar yaklaşık olarak %2-5 rutubete kadar kurutulmaktadır. Tutkallanan yongaların yeknesak bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazırlanması yongalevha üretiminin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Yongaların uygun bir şekilde serilmemesi sonucu meydana gelen özgül ağırlıktaki değişiklikler, mekanik özelliklerin değişmesinden çok, levhada eğrilmeler ve çarpılmalar meydana getirmesi bakımından önemli olmaktadır. Presleme safhası ön presleme ve sıcak presleme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ön preslemenin (soğuk pres) uygulanması ile orta ve yüzey tabakaları birbiri ile daha iyi kenetlenir. Yongalevha taslağı, levha özelliğini ancak sıcak preslerde kazanır. Taslak, sıcak preste istenilen levha kalınlığına kadar sıcaklık altında sıkıştırılır. Bu sırada, sıcaklık etkisiyle tutkal sertleşir ve stabil bir malzemenin elde edilmesi sağlanır. Sıcak preslemeden sonra, levhalar soğutulur. Eğer soğutulmadan levhalar üst üste istiflenirse, üre-formaldehit tutkalıyla yapıştırılmış levhalar rutubetin de etkisiyle bozulur ve yapışma direnci azalır. Levhalar soğutulduktan sonra standart boyutlara getirilir. Artık parçalar, levha üretiminde yeniden kullanılır veya yakılır. Zımparalama işlemi ile levhalar hem yüzey işlemleri için hazır hale gelirken hem de kalınlık hataları giderilmektedir.

Masif ahşap malzeme ve kontrplak üretimi için kalın çaplı, düzgün gövdeli, uzun ve fazla miktarda odun kusurları içermeyen tomrukların kullanılması gerekmektedir; ancak bu tür hammaddelerin bulunması nispeten zor ve pahalı olmaktadır.

Yongalevha üretimi için kullanılacak hammaddelerde bu tür özellikler aranmamakta hatta bitki artıkları dahi yonga levha endüstrisinde değerlendirilebilmektedir. Yonga levhalar; birçok kullanım yeri için gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri taşırlar, düzgün yüzeylidir, istenilen kalınlıkta üretilebilir, homojen bir yapıya sahiptir, çivi, vida ve tutkalla diğer malzemelerle birleştirilebilir, büyük ebatlarda üretilmiş olması işçilikten tasarruf sağlar, üst yüzey işlemleri uygulanabilir, yongaların koruyucu, yanmayı geciktiren ve hidrofobik maddelerle muamele edilmesiyle çeşitli özellikler kazandırılabilir, işlenmesi kolaydır, masif ahşap malzemede görülen budak, çürüklük ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmaz ve nispeten ucuzdur.

Etiket Yongalı levhalar (Waferboard) ve Şerit Yongalı Levhalar (Flakeboard)

Etiket yongalı levhalar, kavaktan elde edilen büyük boyutlu yongaların tutkalanıp preslenmesiyle elde edilen levha ürünü olup, ince çaplı tomruklar üretimde kullanılabilir. Bu levhalarda yonga kalınlığı 0.5-0.7 mm, genişliği 25-40 mm, uzunluğu 35-75 mm olmaktadır. Etiketli yongalevhalar 6-8 mm, 9-11 mm ve 15 mm olarak 3 kalınlık sınıfında üretilmekte olup, ince olanlar duvar kaplaması, kalın olanlar ise döşeme ve çatı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Şerit yongalı levhalarda kullanılan yongaların kalınlık ve uzunlukları etiket yongaları ile aynı, genişlikleri ise 9-10 mm'dir (Resim 3.11). Kullanım alanları etiket yonga levhalarla aynıdır.



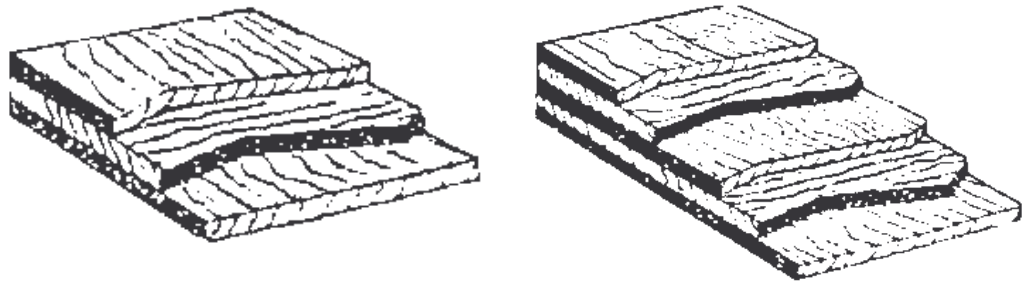
Resim 3.11. Çeşitli kalınlık sınıflarındaki şerit yongalevhalar

Gerek etiket yongalı gerekse şerit yongalı levhaların üretim prosesi yongalevhalarla aynıdır. Yapıştırıcı olarak termoset (sıcaklıkla sertleşen) tutkalların yanında sülfite atık suyundan da yararlanılmaktadır. Genellikle, fenol formaldehit, izosiyanat gibi suya dayanıklı tutkallar kullanılmaktadır.

Etiket ve şerit yongalı levhalar, kontrplağa alternatif olarak üretilen ve genellikle yapısal uygulamalarda kullanılan levhalar olup, kontrplağın kullanıldığı her yerde değerlendirilebilmektedir. Kullanılan tutkal türüne bağlı olarak çatı kaplamaları, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme ve döşeme altı materyal olarak değerlendirilir. Çatı malzemesi olarak kullanılan levhalarda levhaların sürtünme katsayısını arttırmak amacıyla preste elek teli kullanmak suretiyle bir yüzeyine pürüzlülük verilir. Yüzeyi kaplanacak ve döşemelik olarak kullanılacak olan levhalar dışındakilere herhangi bir yüzey işlemi uygulanmaz. Bu levhaların özellikleri geliştirilerek OSB üretilmiştir.

Yönlendirilmiş yongalı levhalar OSB (Oriented Structurel Board)

Özel hazırlanmış yongaların, uygun bir yapıştırıcıyla karıştırılıp serme sırasında istenilen yönde yönlendirilmesiyle elde edilen taslağın sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle üretilen levha şeklindeki malzeme, yönlendirilmiş yonga levha olarak adlandırılmaktadır. Dış tabaka yongaları levha boyuna veya genişliğine paralel olarak; orta tabakadaki ya da tabakalardaki yongalar ise rastgele ya da genellikle dış tabakalardaki yongalarla dik açı yapacak şekilde yönlendirilebilirler (Şekil 3.11). Yönlendirme derecesi arttıkça levhanın eğilme direnci ve gerilmeye karşı dayanımı artar. Levhaların her üç tabakası, veya sadece dış tabakası yönlendirilebilir.



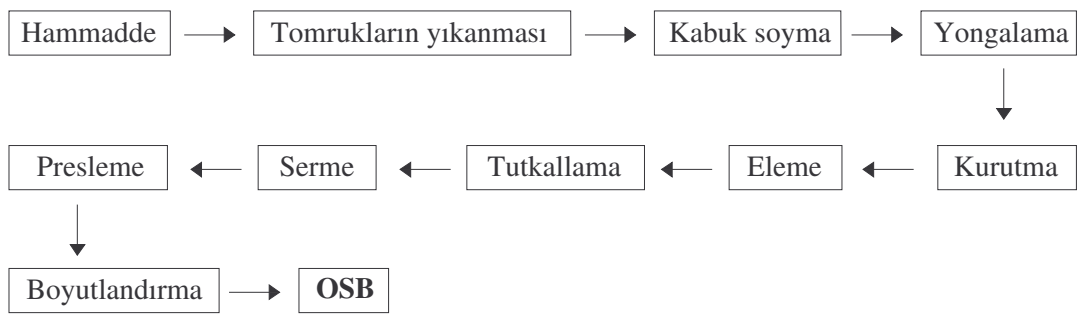
Şekil 3.11. a) İç Tabaka Yongaları Rastgele Yönlendirilmiş OSB b) İç Tabaka Yongaları Dış Tabaka Yongalarına Dik Olacak Şekilde Yönlendirilmiş OSB (10, s.4)

OSB, TS EN 300 (2001)'e göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

- OSB/1: Kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar
- OSB/2: Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar¹,
- OSB/3: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar.
- OSB/4: Nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar.

Yongalevha üretiminde kullanılan her türlü hammadde, OSB üretiminde kullanılabilirle birlikte kullanılabilir en küçük ağaç çapı 5 cm olmakta ve ağaç kabuğu kullanılmamaktadır. OSB üretiminde kabuk kullanılmamasının nedeni, kabukların düşük yoğunlukta, kısa lifli ve mukavemetlerinin düşük olmasıdır. Levhanın kalitesi ve üretimi bakımından kabuğun neden olduğu kusurlar arasında, levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde düşürerek tutkal sarfiyatını arttırması, levha yüzeyinin görünümünün ve kalitesinin bozulmasına neden olması, kum, taş parçaları vb. yongalama bıçaklarını aşındıran maddeler içermesi sayılabilir.

OSB, yongaların tutkal ile sıcaklık ve basınç altında birleştirilmesi ile üretilir. OSB üretim teknolojisi ile normal yongalevha üretim teknolojisi arasında kullanılan yonga boyutları ve serme sırasındaki yönlendirme hariç bir fark bulunmamaktadır. Üretim sırasındaki aşamalar Şekil 3.12'de görülmektedir.



Şekil 3.12. OSB üretim şeması (55, s.146)

¹ Yük taşıyıcı levhalar, kuru ya da rutubetli şartlarda, tasarım ve yapılarda duvar panelleri, zemin döşeme, çatı ve I-kirişleri gibi yapı elemanlarının tasarımında kullanılan levhalardır.

Yongalar genellikle 0.3-0.6 mm kalınlıkta, 40-70 mm uzunlukta ve 5-30 mm genişlikte olmaktadır. Yongaların kalınlığı arttıkça eğilme direnci değerlerinde azalma, fakat yüzeye dik yönde çekme direnci değerlerinde artış görülür. Yongaların uzunluğu arttıkça eğilme direnci artar, fakat yüzeye dik yönde çekme direnci azalır. OSB özellikle açık hava şartlarında kullanıldığı için genellikle fenol formaldehit, izosiyanat veya melamin ile takviye edilmiş üre reçinesi kullanılır. Üretilen levhaların yoğunluğu 640-660 kg/m³ olup, kalınlıkları 6-25 mm arasında değişir. Levha boyutları 2440 x 1220 mm ya da 2440-1200 mm olur (55, s.147). OSB'nin genel görünüşü Resim 3.12'de görülmektedir.



Resim 3.12. Yönlendirilmiş Yonga Levha (OSB)

Normal yonga levhalarda yüzey izotropisi homojendir. Kalınlık yönünde ise özellikler farklıdır. Oysa bazı kullanım yerlerinde malzemenin kalınlık doğrultusunda da aynı özellikte olması arzu edilmektedir. Bu nedenle OSB geliştirilmiştir. OSB'lerde odundaki anizotropi aynen korunabildiği gibi, yongaları yönlendirmekle ortadan kaldırılabilir. Masif ahşap malzemeye göre daha stabildir, çatlak, budak gibi odun kusurları bulunmaz. OSB normal yongalevhaların kullanılmadığı daha fazla direnç gerektiren yerlerde kullanılabilir. Kullanım yerine göre arzu edilen dirençte üretilebilir. Hammaddesinin kolay bulunması ve ucuz oluşu; yüksek kabiliyeti, ortam koşullarına bağlı olarak, boyut ve şeklinde değişiklik olmaması nedeniyle OSB, özellikle inşaat sektöründe sıkça kullanılmaktadır.

Yongalevha üretiminde kullanılan her türlü hammadde OSB üretiminde kullanılabilir. Douglas göknarı gibi dirençli ağaç türlerinden yapılan levhalarınkine yakın özelliklere sahip, kavak ve çam gibi daha az dirençli ağaç türleri kullanılarak levhalar elde edilebilir. Ayrıca kırmızı akçaağaç (*Acer rubrum*), Amerikan sığla ağacı (*Liquidambar styraciflua*), lale ağacı (*Liriodendron tulipifera*) ve boylu mazi (*Biota plicata*) da kullanılan ağaç türleri arasında sayılabilmektedir.

LSL (Laminated Strand Lumber) ve OSL (Oriented Strand Lumber)

LSL, görünüş ve üretim teknolojisi bakımından OSB'ye benzer özelliklere sahip olmakla birlikte, OSB'ye göre daha uzun, PSL'ye göre daha kısa yongalardan üretilmektedir (55, s.151). Üretiminde kullanılan şerit yongaların uzunluğu 300 mm, kalınlığı ise 0.7 mm ile 1.2 mm arasındadır. Şerit yongaların uzunluğu ve ürünün boyuna paralel yönde dizilmeleri nedeniyle LSL'nin uzunluk yönündeki direnci yüksektir. LVL ve PSL'nin aksine, LSL üretiminde kullanılan tomrukların geniş çaplı ve silindirik olmalarına, soyulmalarına gerek yoktur. Pekçok türe ait daha küçük ve eğri tomruklar LSL üretiminde kullanılabilir. Genelde hızlı gelişen kavak, söğüt ve lale ağacı kullanılır (34, s.2). LSL'nin genel görünüşü Resim 3.13'de görülmektedir.



Resim 3.13. LSL'nin genel görünüşü (61, s.46)

LSL'nin bir değişik tipi de OSL'dir. Çoğu zaman her ikisinin aynı ürün olduğu da ifade edilir (55, s.152). OSL, şerit yongalardan üretilmekte olup, yongaların yönlendirilmesi OSB'ye benzemektedir (Resim 3.13). Ancak OSB levha halinde üretildiği halde, OSL 300 mm uzunluktaki yongalardan kalın prizmalar şeklinde üretilerek kereste boyutlarına biçilir (34, s.2). Tüm yongalar aynı doğrultuda yönlendirilmekte ve ürünün her yerinde üniform bir yoğunluk sağlanacak şekilde ve nispeten kısa sürede preslenmektedir. Düşük değerli sert ağaç odunlarından üretilir. Kiriş ve direk olarak kullanılır. Masif haldeki keresteden daha yüksek dirence sahiptir (55, s.152).



Resim 3.14. OSL'nin genel görünüşü

3.3.2.2. Liflevha (Fiberboard)

Ahşap ya da diğer lignoselülozik maddelerden elde edilen liflerin doğal yapışma ve keçeleşme özelliğinden faydalanılarak veya yapıştırıcı maddeler ve bazı durumlarda diğer katkı maddeleri katılarak oluşturulan levha taslağının ısı ve/veya basınç uygulaması sonucu elde edilen malzemedir.

Lif levhalar, üretim işlemlerine, kalınlığa, yoğunluğa, hususi özelliklere, kullanım şarlarına veya uygulama amaçlarına vb. kriterlere göre sınıflandırılabilir. TS 3635 EN316 (2005)'e göre liflevhaların sınıflandırılması Tablo 3.5'te görülmektedir.

Tablo 3.5. Lif levhaların Sınıflandırılması (117, s.1-2)

<p>Üretim İşlemlerine Göre</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yaş İşlemlili Lif Levhalar <ul style="list-style-type: none"> – Sert Levhalar (HB, Yoğunluk $\geq 900 \text{ Kg/m}^3$) – Orta Sert Levhalar (MB, $400 \text{ Kg/m}^3 \leq \text{Yoğunluk} < 900 \text{ Kg/m}^3$) <ul style="list-style-type: none"> * Düşük Yoğunluklu Orta Sert Levhalar (MBL, 400 Kg/m^3 İle $< 560 \text{ Kg/m}^3$ arası) * Yüksek Yoğunluklu Orta Sert Levhalar (MBH, 560 Kg/m^3 İle $< 900 \text{ Kg/m}^3$ arası) – Yumuşak Levhalar (SB, $230 \text{ Kg/m}^3 \leq \text{Yoğunluk} < 400 \text{ Kg/m}^3$) ▪ Kuru İşlemlili Lif Levhalar (MDF) <ul style="list-style-type: none"> – HDF Yoğunluğu $\geq 800 \text{ Kg/m}^3$ olan MDF – Hafif MDF Yoğunluğu $\leq 650 \text{ Kg/m}^3$ olan MDF – Çok Hafif MDF Yoğunluğu $\leq 550 \text{ Kg/m}^3$ olan MDF
<p>İlave özellikler ve uygulamalara göre</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kullanım şartlarına göre sınıflandırma <ul style="list-style-type: none"> – Kuru şartlar – Nemli şartlar – Dış şartlar ▪ Uygulama amaçlarına göre sınıflandırma <ul style="list-style-type: none"> – Genel amaçlı kullanım – Yük taşıyıcı uygulamalar <ul style="list-style-type: none"> * Yükleme süresi kategorilerinin tamamı için * Yalnızca ani veya kısa süreli yüklemeler için

Yaş işlemlili levhalar; lifleri, şekillendirme aşamasında % 20'den daha fazla rutubet muhtevasına sahip olan lif levhalardır. Kuru işlemlili levhalar ise, lifleri, şekillendirme aşamasında % 20'den daha az rutubet muhtevasına sahip olup yoğunluğu $\geq 450 \text{ kg/m}^3$ olan lif levhalardır. Bu levhalar genellikle sentetik yapıştırıcı ilave edilerek ısı ve basınç altında üretilmektedir (117, s.1).

ABD'de lif levhalar yoğunluklarına göre üç sınıfta incelenmektedir:

- Düşük yoğunlukta lif levha – İzolasyon lif levha (LDF): $\delta = 0.16 - 0.5 \text{ gr/cm}^3$
- Orta yoğunlukta lif levha (MDF): $\delta = 0.5 - 0.88 \text{ gr/cm}^3$
- Sert lif levha (HDF): $\delta = 0.5 - 1.445 \text{ gr/cm}^3$
 - Orta yoğunlukta sert liflevhalar: $\delta = 0.5 - 0.8 \text{ gr/cm}^3$
 - Yüksek yoğunlukta sert liflevhalar: $\delta = 0.8 - 1.28 \text{ gr/cm}^3$
 - Özel yoğunlaştırılmış sert lif levhalar: $\delta = 1.35 - 1.445 \text{ gr/cm}^3$

Yaş ve kuru yöntem olmak üzere iki üretim teknolojisi söz konusudur. Yaş yöntemde levha taslağı sulu ortamda oluşturulmakta, kuru yöntemde ise elde edilen lifler kurutulmakta ve levha taslağı kuru ortamda (hava ve mekanik yolla) oluşturulmaktadır (Şekil 3.3). Bağlayıcı madde olarak; kuru yöntem sentetik reçineleri, yaş yöntem ise ahşaptaki mevcut doğal bağlayıcı maddeleri (lignin) kullanmaktadır. Yaş yöntemle üretilen levhaların tek yüzü düzgün olup, öteki yüzünde elek izi bulunduğu halde; kuru yöntemle üretilen levhaların her iki yüzü de düzgündür (92,s.155). Kuru yöntemle lif levha üretimi yonga levha üretimine benzemektedir.

Lif levha üretiminde çürüksüz ve orta yoğunlukta, fazla budak içermeyen, reçine ve tanen gibi ekstraktif madde oranı yüksek olmayan ve pH değeri 4-5 civarında olan her türlü ligno selülozik ahşap materyal kullanılabilir. Lif uzunluğu 3-7 mm olan iğne yapraklı materyal ana hammaddedir. Geniş yapraklı ağaçlarda lif uzunlukları ortalama 0.8-2 mm arasında değişmektedir. Liflevha endüstrisinde uzun lifli malzeme, kısa lifli malzemedenden daha fazla tercih edilir. Yaş yöntemle liflevha üretiminde taslaklaşma (keçeleşme) özelliklerinin iyi olması nedeniyle iğne yapraklı ağaçlar daha çok tercih edilmektedir. Böylece üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek olmaktadır. Kuru yöntemde de iğne yapraklı ağaçlar tercih edilmesine rağmen termoset tutkallar kullanıldığından kısa lifli geniş yapraklı ağaçlar da üretimde büyük oranda değerlendirilebilmektedir (55, s.147).

Liflevhaların avantajları birkaç maddede toplanabilir (1, s.104) :

- Liflevha, liflerden oluşması nedeniyle masif ahşap malzemede olduğu gibi yüksek mekanik ve teknolojik özelliklere sahiptir.
- Masif ahşap malzemenin aksine, direnç özellikleri değişik yönlerde farklı değildir, yani homojen yapıda bir malzemedir.
- Kaplama, kontrplak ve masif ahşap gibi malzemelerin üretimine uygun olmayan ucuz ve düşük nitelikli (ince, kısa ve çürüklük haricinde diğer kusurları içeren) ahşap parçalarından üretilebilmektedir.
- İşlenmesi kolay olup, geniş büyük boyutlu bir malzemedir.

- Masif ahşap malzemede bulunabilen budak, çürüklük ve lif kıvrıklığı vb. doğal kusurlar bulunmadığı gibi, sonradan oluşan çatlama ve çarpılma gibi sakıncalar görülmez. Fabrikasyonda uygulanan çeşitli tekniklerin yardımıyla direnç, sertlik, özgül ağırlık gibi teknolojik özellikleri ve boyutları istenildiği gibi ayarlanabilir.
- Isı ve ses izolasyonunda kullanılabilir.
- Ahşap ya da diğer kaplama malzemeleriyle (laminat. reçine emdirilmiş kağıt vb.) yüzeyleri kaplanabilir. Cila, boya ve vernik uygulanabilir, çivi, vida veya yapıştırıcı ile diğer malzemelerle birleştirilebilirler.
- İnce liflevhalar, özel kalıplarla bükülerek şekil verilebildiğinden yalnız yongalevha ve kontrplak yerine değil, aynı zamanda eğri formlu mobilya üretiminde de kullanılabilirler. Kimyasal maddelerin katılmasıyla rutubete, mantarlara, böceklere ve yangına karşı dayanıklı duruma getirilebilirler.

Sert Liflevha – HDF (Hardboard - High Density Fiber Board)

Yaş ve kuru yöntemle üretilen yoğunluğu yüksek (1 gr/cm³) liflevhalar olup, yaş yöntemle üretim prosesi, kuru yöntemle levha üretiminden önemli farklılıklar gösterir. Kuru yöntemle üretilen levhaların eğilme direnci yaş yöntemle üretilenlerden daha düşüktür (Tablo 1.2). Kuru yöntemle üretilen levhaların en önemli avantajı her iki yüzeyinin düzgün olmasıdır. Bu levhalar rutubete karşı dayanıklılık sağlamak üzere özel bir muamele görmedikçe genellikle iç mekanlarda kullanılırlar. Dış mekanlarda kullanılmak üzere özel işlem gören levhalar "ekstra sert lif levhalar" olarak adlandırılmaktadır. HDF'ler yapısal uygulamalarda, mobilyacılıkta ve otomotiv sektöründe kullanılır (55, s.149).

Orta yoğunlukta liflevha - MDF (Medium Density Fiberboard)

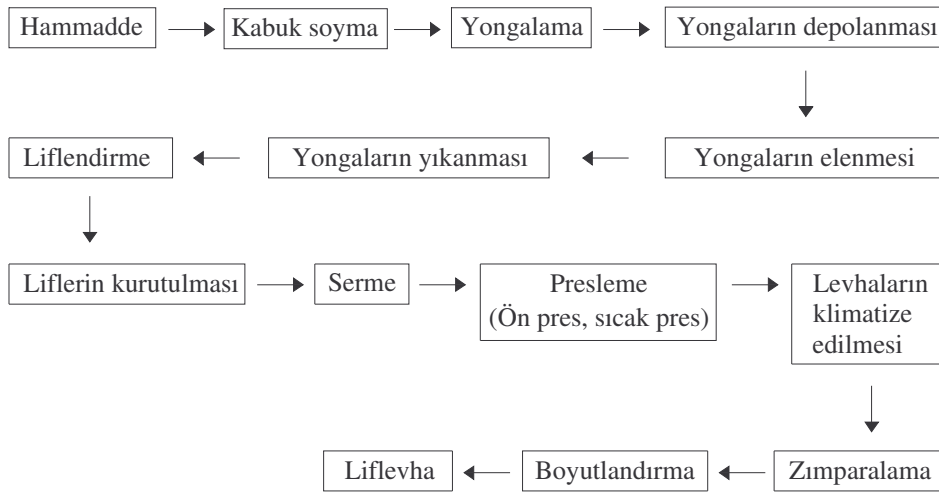
Sert liflevha ile yonga levhanın üstün özelliklerinin birleştirildiği bir levha ürünü olan MDF'nin üretiminde liflerin kullanılmasıyla sert liflevha gibi yüzeyleri düzgün ve yeknesak, tutkal kullanılmasıyla yonga levha gibi yapışma dayanımı yüksek bir malzeme elde edilmektedir.

MDF'ler yoğunluklarına göre; Standart MDF ($\delta \geq 800 \text{ kg/m}^3$), Hafif MDF ($\leq 650 \text{ kg/m}^3$) ve Çok Hafif MDF ($\leq 550 \text{ kg/m}^3$) şeklinde sınıflandırılabilirdiği gibi kullanım yerlerine göre de altı grupta incelenebilmektedir (79, s.19-20) :

- 1) **İnce MDF:** 1.8-2.5 mm kalınlıktaki bu levhalar sert liflevha (HDF) ve ince kontrplağa alternatif olarak üretilmektedir. En önemli kullanım yerleri, çekmece altlıkları, mobilya ve kabin arkalıkları, kapı yüzeyleri, dekoratif paneller olup kolayca bükülebildiklerinden dolayı eğik yüzeylerin oluşturulmasında kullanılır.
- 2) **Kalın MDF:** 45-60 mm kalınlıklarda üretilen bu levhaların en büyük kullanım yeri binalarda sütun, kemer, plaster gibi mimari uygulamalar ile ağır döşeme, raf, merdiven basamağı, çalışma tezgahları ve bank oturağıdır.
- 3) **Rutubete Dayanıklı MDF:** FF gibi rutubete dayanıklı tutkallarla üretilen bu levhalara şişmeyi azaltmak için parafin vb. hidrofobik maddeler eklenmiştir. Kapalı yerlerde % 80 bağıl neme kadar banyo ve mutfak mobilyası, döşeme, pencere, merdiven ve mimari kalıp ürünleri olarak kullanılır.
- 4) **Açıkta Kullanılan MDF:** Rutubete dayanıklı tutkallarla üretilmesi yanında bütün yüzey ve kenarları açık havaya dayanıklı olacak şekilde kaplanmıştır. Bunlar yol işaretleri, reklam panoları, mağaza vitrinleri, bahçe mobilyaları, raf ve açık havada kullanılan kapı panellerinde vb. yerlerde değerlendirilir.
- 5) **Yangına Dayanıklı MDF:** Standard MDF'ler, yüzeylerine alev almayı geciktiren kimyasal maddeler sürülerek veya bazı tuzlarla emprenye edilerek yangına karşı dayanıklı hale getirilirler. Bu levhalar, duvar ve pano kaplamaları, büro bölme sistemleri, sergi panoları, gemilerde kabin ve bölme elemanları vb. yerlerde kullanılır.
- 6) **Yüksek Yoğunlukta MDF :** Bu tip MDF'lerin yoğunluğu 0.8 gr/cm^3 'den fazla olup, işlenme özellikleri ve yüzey işlemlerine uygunlukları daha iyidir. Endüstriyel raf, çalışma tezgahı, ağır döşeme, merdiven basamağı, mobilya altlığı, mutfak ve banyo birimleri için kapı üretiminde kullanılır.

Yoğunluğu $0.35-0.65 \text{ gr/cm}^3$ arasında olan ağaç türleri MDF üretimi için uygun olmakla birlikte lif-yonga odunu, kereste endüstrisi artıkları, testere ve planya talaşı, ve levha üretimi için gerekli lif uzunluğuna sahip bitkisel artıklar kullanılabilir. Orman kaynakları yetersiz olan bölgelerde şeker kamışı, keten sapsarı, tahıl sapsarı, ayçiçeği, pamuk, mısır sapsarı, diğer lifler (ayçiçeği sapsarı, haşhaş sapsarı, bambu) vb. yıllık bitkiler hammadde olarak kullanılmaktadır (55, s.148).

MDF üretimi için, sert ve yumuşak ağaçlardan elde edilen yongalar buhara tabii tutulup ahşap liflerine dönüştürülür (Şekil 3.13). Sonra bu lifler kurutularak tutkal, parafin ve sertleştirici gibi birleştirici maddelerle karıştırılır ve serme işlemine tabii tutulur. Ön presleme işlemi sırasında lif tabakaları yaklaşık yarı kalınlığına kadar sıkıştırılır, kenarları düzeltilir ve boyutlandırılır. Sıcak presleme aşamasında ise yüksek sıcaklık ve büyük basınç altındaki lifler ve birleştirici maddeler tam kaynaşp sertleşerek istenilen kalınlıkta levhalar haline gelirler. Son olarak, sıcak presten çıkan levhalar soğutulur ve zımparalanarak kusursuz bir yüzey kazandırılır (124, s.1076).



Şekil 3.13. Kuru yöntemle liflevha üretimi (55, s.148)

MDF'nin en önemli özellikleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (124, s.1077; 79, s.18):

- Yonga levha ve odundan üretilen levhalara oranla daha düşük kaliteli odunlardan üretilir. Hammadde isteği sınırlı değildir.

- MDF üretiminde kullanılan değişik yöntemlerle direnç, sertlik, yoğunluk ve boyutlarında istenilen ayarlamalar yapılabilir. Levhalara ya sentetik yapıştırıcının kompozisyonu değiştirilerek ya da başka katkı maddeleri, çeşitli kimyasal maddeler ilave edilerek katılarak rutubete, mantara, böceklere ve yangına karşı dayanıklı hale getirilebilmektedir.
- İnce MDF'ler (2-6 mm) olanları kaplama levhaların kullanıldığı bükme mobilya endüstrisinde kullanılabilir.
- Masif ahşap malzemenin aksine direnç özellikleri farklı yönlerde değişik olmayıp homojen yapıdadır. Yüzey ile orta tabaka arasında yoğunluk farkı çok azdır. Direnç özellikleri çok yüksektir.
- Masif ahşap malzemenin üç değişik yönde çalışması sonucu görülen çarpılma ve çatlaklar görülmediği gibi, budak, çürüklük ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar da bulunmaz.
- Rutubete dayanıklı, şişmez, kolay kesilir, yarılp parçalanmadan çivilenip, vidalanabilir.
- Büyük boyutlu malzemedir.
- Sağlamlık her yönde aynı olduğundan masif ahşap malzemeye oranla daha geniş mobilya dizaynına imkân vermektedir
- Levha kenarlarının kusursuz olması, kolayca işlenmesi, kaplanabilmesi, zımpara istememesi, cilalanması, baskı yapılabilmesi, kolay yapıştırılabilmesi mümkündür. İstenildiği gibi işlenebilir, oyma yapabilir, çeşitli profiller açılarak diğer levhalarla yapılamayan dekoratif mobilyalar yapılabilir.
- MDF'lerin yan yüzeyleri son derece düzgün olup, her türlü profil verilebilmekle birlikte, her iki yüzü ve kenarları makineyle herhangi bir kırılma olmaksızın ya da malzeme parçacıkları arasında boşluklar ortaya çıkmaksızın işlenebilir.
- Levha yüzeyleri yüzey işlemleri için uygun olup gerek boyamada, gerekse dekoratif folyo veya ahşap kaplamada çok iyi bir taban oluşturur (Resim 3.15). İşlem görmüş yüzeylerde zamanla pürüzlenme ve parlaklık azalması olmaz.



Resim 3.15. MDF üzerinde kaplama (136, s.23)

Düşük Yoğunlukta Liflevha (İzolasyon Lif levhaları) – LDF (Insulating Board / Non-Compressed Fiberboard)

İzolasyon levhaları, yaş yöntemle üretilen liflevhalardır. Bitmiş levhalarda su itici özellik ve boyutsal stabilize sağlamak amacıyla yaklaşık %1 civarında reçine, parafin, asfalt emülsiyonu vb. maddeler ilave edilmektedir. Bu levhalar düşük yoğunluğa sahiptir (0.16-0.50 gr/cm³). Binalarda izolasyon amaçlı ve yer döşemesi olarak kullanılırlar. (55, s.150). Bu levhalar ısı ve ses izolasyonunun temel özelliklerine sahiptir. Bu levhalara bitüm gibi pefrokimyasal madde ilave edilerek, yangına dayanıklılık, rutubete dayanıklılığın geliştirilmesi, genellikle mukavemet özelliklerinin artırılması gibi ilave özellikler kazandırılabilir (117, s.1-2).

3.3.2.3. Talaş Levha

Talaş levha, ahşap talaşlarının bir bağlayıcı ile sıkıştırılarak levha halinde üretilmesi ile meydana gelen bir malzemedir. 0.2-5.0 mm kalınlıktaki ahşap talaşlar portland çimentosu ile bir hamur haline getirilip preslenerek, talaş levhaları meydana getirirler (Resim 3.16).



Resim 3.16. Talaş levha'nın genel görünüşü

Üretimde, talaş seçiminin, bağlayıcı cinsinin ve miktarının kullanım amacına göre yapılması önem taşımaktadır. Örneğin, uzun ve yassı talaşların, kısa ve silindirik talaşlara nazaran eğilme direnci daha yüksek olmaktadır. Ahşap talaş levhalar, yanmama, sıvanabilme (sıva tutucu) ve ısı yalıtımı yapmak gibi üç ana özelliğe sahip olup, yapıda ısı ve ses tutucu izolasyon malzemesi, düşey ve yatay kaplama veya dolgu elemanı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca betonarme sistem için son derece ekonomik olan kalıp elemanı olarak değerlendirilmektedir (43,s.72-73). Piyasada heraklit adı ile bilinen talaş levha mobilya sanayisinde kullanılmamaktadır (112, s.47).

Çimentolu ahşap kompozitler (talaş levha, çimentolu yonga levha ve çimentolu lif levha) hem ahşap malzemenin hem de çimentonun olumlu yönlerini bünyesinde taşımaktadır. Çimentolu kompozit malzemelerin, dolayısıyla talaş levhaların sahip olduğu özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir (14, s.1227; 43, s.73):

- Üretiminde, ahşap malzeme artıklarının değerlendirilmesine olanak verir, dolayısıyla ekonomik değere sahiptir.
- Üretim yöntemi basit olup, maliyet düşüktür, dolayısıyla ucuz bir malzemedir
- Ses ve ısıya karşı yüksek tutuculuk özelliğine sahiptir.

- Kokusuz olup, çevre kirliliğine etkisi azdır. Ayrıca bünyesinde formaldehit, asbest vb. sağlığa zararlı maddeler bulundurmaz.
- Çalışma oranı, ortamın bağıl nemine bağlı olarak yok denecek kadar azdır.
- İşlenme, boyanma ve montajı kolay olduğu için özellikle prefabrik yapılarda tercih edilmektedir.

3.3.3. Prese Masif

Yüksek basınç ve emprenye metotlarıyla ahşap malzemenin bünyesinin yoğunlaştırılması ve homojenliğinin sağlanması ve bu şekilde mekanik ve fiziksel özelliklerinin üstün değerlere ulaşması amacıyla geliştirilen malzemelerdir (43, s.75).

3.3.3.1. Yoğunlaştırılmış ve Emprenye Edilmiş Ahşap Malzeme

Ahşap malzeme, anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ve kimyasal bileşimi nedeniyle birçok kullanım alanında tercih edilmektedir. Tercih edilme nedenlerinin başında, özgül ağırlığının düşük olmasına karşın, yüksek direnç, sertlik, mukavemet, elastikiyet, hafiflik gibi özelliklere sahip bulunması, makine ve aletlerle kolaylıkla işlenmesi, ısı ve elektriğe karşı iyi derecede yalıtkan olması, çivi-vida tutması, yapışması gibi nitelikleri gelmektedir.

Bu üstün özelliklerinin yanı sıra, su etkisiyle boyutlarının değişmesi, biyolojik yoldan veya ultraviyole ışınların, asit ve bazların etkisiyle degradasyona uğraması, kolay tutuşma ve yanma özelliklerine sahip olması gibi doğal yapısından kaynaklanan bir takım sakıncaları bulunmaktadır. Ayrıca hızlı büyüyen türlerin teknolojik özelliklerinin kalitesinde düşüş görülmektedir (32, s.1008; 134, s.403).

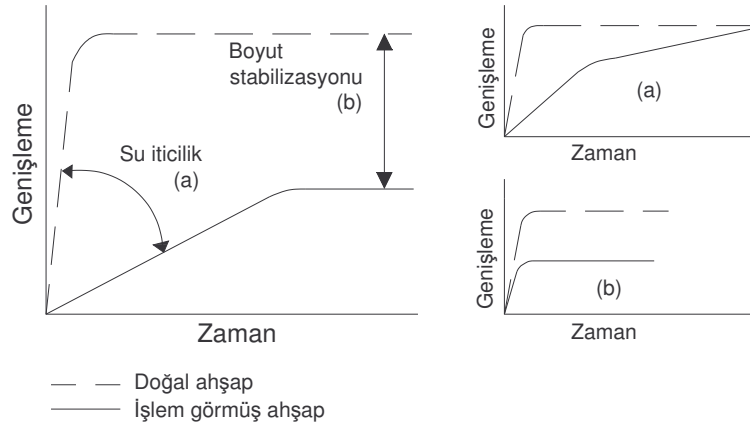
Bu sakıncaların giderilmesi için, ahşap malzemenin teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler, şu başlıklar altında toplanabilir (13, s.99; 134, s.404):

- Ahşap malzemedede reçine kullanılarak yapılan uygulamalar (İMPREG)
- Ahşap malzemeye basınç uygulaması
 - Ahşap malzeme ısıtılırken basınç uygulaması (STAYPAK)
 - Reçine ile emprenye sırasında basınç uygulanması (KOMPREG)
- Ahşap malzemeye ısı uygulaması (STAYBWOOD)
- Suda çözünebilen polimerlerle yapılan uygulamalar (PEG)
- Ahşap polimer kompozitleri
- Ahşap malzemenin kimyasal modifikasyonu

Bu yöntemler yardımıyla, malzemenin mekanik direnci artırılmakta, asitlik derecesi kontrol edilmekte, suya, yanmaya, çürümeye ve biyolojik zararlılarına karşı dayanıklılığı sağlanmaktadır. Koruyucu maddelerle veya yanmayı geciktiren kimyasallarla işlem gören ve özellikleri değiştirilen ahşap malzeme, özellikleri değiştirilmiş veya modifiye edilmiş ahşap malzeme olarak tanımlanmaktadır. Bu gruba, reçine emdirilerek, kimyasal işlemde geçirilerek veya ışımaya yoluyla özellikleri değiştirilen ahşap malzeme de girmektedir.

Higroskopik bir malzeme olan ahşap, ortamın bağıl nemine ve sıcaklığına bağlı olarak sudan etkilenerek çalışmaktadır. Bu çalışma, anizotropik yapısından dolayı, farklı yönlerde meydana gelmektedir. Ahşap malzemenin istenmeyen bu çalışma özelliğinin azaltılması ve boyutsal stabilizasyonun sağlanmasına yönelik uygulanan yöntemler *su iticilik* ve *boyut stabilizasyonu* olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Su itici işlemlerin etkileri, ahşap malzemenin sıvı alabilme derecesini kontrol etme veya önleme yeteneğidir. Boyutsal stabilite ise, rutubet alımı ile meydana gelen ahşap malzemenin şişmesinin ve daralmasının önlenmesi ya da azaltılmasıdır (59, s.20).

Bu yöntemlerin etkinlik biçimi Şekil 3.14'de genişleme – zaman eğrilerinde grafikleştirilmiştir. Su itici maddeler, hidrofik yapıda olup, ahşaptaki hücre boşluklarını ve diğer kapiler boşlukları doldurmaktadır (134, s.405).



Şekil 3.14. Ahşap malzemenin su iticiliğinin (a) ve boyut stabilizasyonunun (b) grafiksel gösterimi (134, s.405)

3.3.3.1.1. Ahşap Malzemede Reçine (Tutkal) Kullanılarak Yapılan Uygulamalar

Reçine emdirilen ahşap malzeme, koruyucularla veya yanma geciktiricilerle işlem gören ahşap malzemeden büyük oranda farklılık göstermektedir. Emdirme sırasında, reçine monomerleri hücre duvarını delip içeri nüfuz etmekte ve ardından sızmayı önlemek amacıyla polimerleşmektedir. Yapıştırıcıyı polimerleştirmek için kataliz, yüksek frekanslı vulkanizasyon, nükleer radyasyon vb. yöntemler kullanılmaktadır (21, s.27).

Kaplama levhalarının, ahşabın lifleri tarafından kolayca emilebilen, suda yüksek oranda çözünen, düşük molekül ağırlıklı termoset tipi bir tutkalla emprenye edilerek fırında kurutulduktan sonra tabakalar halinde tutkal ile yapıştırılması ve tutkalın basınç olmaksızın sertleştirilmesiyle elde edilen malzemeye *impreg* denilmektedir. Ahşap malzemenin hücre çeperindeki boşluklara yerleştirilen sentetik reçine sayesinde çalışması önlenmektedir. Bu amaca en uygun tutkal, moleküllerinin küçük olması nedeniyle fenol formaldehit olup, elde edilen malzemenin boyut stabilizasyonu, asitlere ve basınca karşı direnci, sertliği ve ısı iletkenliği yüksektir. Ayrıca, biyolojik zararlılar, işlem görmüş ahşap malzeme içinde yaşamları için gereken rutubeti bulamadıkları için malzemeye saldırılamamaktadırlar (134, s.404; 92, s.149).

Ahşap malzeme, taze halde ise çözeltide ıslatılır. Hava kurusu halde ise basınç altında çözelti ile doygun hale getirilir. Reçine içeren çamlar dışında herhangi bir tür kaplama için kullanılabilir. Kuruma meydana gelmeyecek bir ortamda, hava sirkülasyonunu önlemek amacıyla üzeri örtülerek, malzeme istif edilir ve sentetik reçinenin hücre çeper yapısı içerisine yeknesak bir şekilde yayılması için beklenir. Ahşap malzeme, rutubetinin %10'a düşmesi için, 80-93°C sıcaklıkta 30 dakikalık bir süreyle kurutulur. Kurutma sonucu ahşap malzeme rutubeti istenilen değere düşer ve bundan sonra, yüksek sıcaklıkta ısıtılmak suretiyle ahşap malzeme içerisindeki reçinenin sertleşmesi sağlanır. 155°C'de sertleşme süresi yaklaşık 30 dakikadır. Sentetik reçine ile emprenye edilmiş, kurutulmuş ve sertleştirilmiş kaplama levhaların yapıştırılmasında, hayvansal, bitkisel ve sentetik tutkallar kullanılabilir. Tutkallanan levhalar uzun bir süre kurumaya bırakılır. Son olarak boya ve vernikle işlem görebilir. Fenol-formaldehit tutkalı ile muamele sonucunda oluşan renk, genellikle kırmızimsı kahverengidir (95, s.441).

3.3.3.1.2. Ahşap Malzemeye Basınç Uygulanması

Basınç, ahşap malzemenin reçine ile emprenyesi sırasında uygulanabileceği gibi, malzeme ısıtılırken de uygulanabilir.

Ahşap Malzeme Reçine ile Emprenye Edilirken Basınç Uygulanması

Kaplama levhalarının ahşabın lifleri tarafından kolayca emilebilen, suda yüksek oranda çözünen, düşük molekül ağırlıklı termoset tipte tutkalla emprenye edilmesi ve tutkalın basınç etkisi altında sertleştirilmesiyle elde edilen malzemeye **kompreg** denilmektedir. Fenol formaldehid, bu amaca en uygun tutkaldır. Fenol-formaldehit ile emprenye edilmiş ahşap malzemenin yalnızca sıkışma kabiliyeti artmaz, aynı zamanda, basınç kaldırıldığı zaman, sıkışmış halini muhafaza kabiliyeti de artar.

Kompreg malzemenin, impreg malzeme özelliklerinin haricinde çekme ve aşınma dirençleri de arttırılmıştır. Mobilya, yer döşemesi, kontrplakların dış tabakalarının yapımında kullanılmaktadır.

Kompreg, biyolojik zararlılara karşı çok dayanıklıdır. Asit ve mantarlara dayanıklı, elektriksel direnci yüksektir. Tutuşma ve yanmayı geciktirme etkisi impreg'den yüksek olup, reçine içerisine amonyum fosfat tuzu katılmak suretiyle bu etki artırılabilir. Alkol, aseton gibi organik çözücülere karşı direnci çok yüksek olup, cilalanma kabiliyeti iyidir. Termik genişleme katsayısı, masif ahşaba göre daha yüksektir. Bunun nedeni, fazla miktarda sıkıştırılarak yoğunluğun artırılmasıdır. Kompreg'in direnç özellikleri, şok direnci dışında, özgül ağırlığın artmasına bağlı olarak artar. Sentetik reçine miktarının kuru odun ağırlığına oranla artması, basınç direncini artırırken, şok direncini azaltır. Yani malzeme daha gevrek hale gelir. Makaslama direnci kompreg'de artar. Aşınma ve sertlik değerleri önemli ölçüde yükselir. Özgül ağırlığın ve sertlik değerinin yüksek olması dolayısıyla kompreg'in çeşitli makinelerle işleme güçlüğü vardır (92, s.149).

Ahşap Malzeme Isıtılırken Basınç Uygulanması

Ahşap malzemenin yüksek ısı derecelerinde basınç uygulanarak sıkıştırılmasıyla oluşan yeni malzeme *staypak* olarak adlandırılmaktadır. Bu uygulamada sentetik tutkal kullanılmamaktadır. Kaplama levhaları fenol formaldehit tutkalı ile lifleri birbirine paralel gelecek şekilde yapıştırıldıktan sonra ya da düzgün lifli ve budaksız masif ahşap malzeme, selüloz zincirleri arasındaki bağlayıcı madde ligninin akıcı hale gelebileceği yüksek sıcaklık derecelerinde (170-177°C) ısıtılır ve preslenir (99-141 kp/cm²). Böylece iç gerilmeler azalır. Malzemenin renginde koyulaşma meydana gelir. Biyolojik zararlılara karşı direnci artmaz, buna karşılık şok ve basınç dirençleri, sertliği ve boyut stabilizasyonu artmış olur (95, s.440; 134, s.404,).

Normal şekilde preslenmiş ve yoğunlaştırılmış ahşap malzeme (lignoston), rutubetli ortamda genişledikten sonra tekrar kuruması halinde eski preslenmiş haline dönüşemediği halde, staypak preslenmiş halini koruyarak tekrar ilk boyutuna döner (92,s.150). Kompreg malzemeye göre, çekme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, şok direnci, yapışma kabiliyeti daha yüksek; makaslama direnci ve boyut stabilitesi daha düşüktür.

3.3.3.1.3. Ahşap Malzemeye Isı Uygulanması

Ahşap malzemeye, vakum altında yüksek sıcaklık (93-160°C) uygulanması, ligninin akmasına ve hemiselülozun çözünmesine neden olmaktadır. Bu işlem ile suda çözünmeyen polimerler üretmektedir. Boyutsal stabilite, sıcaklığın veya ısıtma süresinin artması ile artmakta, fakat bu artışa paralel olarak malzemede direnç kaybı meydana gelmektedir. Bu nedenle ticari amaçla kullanılmamaktadır (95, s.440).

3.3.3.1.4. Suda Çözünebilen Polimerlerle Yapılan Uygulamalar

Bu konuda ilk çalışmaları yapan Stamm ve Hansen, yaş haldeki ahşap malzemenin değişik kimyasal maddelerle işleme tabi tutulduğunda, kimyasal maddelerin, hücre çeperine nüfuz ederek, bağlı suyun yerine yerleştiğini; malzeme kurduğunda suyun kimyasal konsantrasyonu artan şişkin kapılar yapıdan uzaklaştığını; çözeltinin nüfuzunun, hücre çeperinde dengelenmesine kadar devam ettiğini; kimyasal maddeler uçucu olmadığından mekanik etki ile fibrilleri şişirerek genişlediğini ve böylece malzeme boyutlarının stabil hale geldiğini ifade etmişlerdir (129, s.174; 9, s.431). Bu uygulamalarda kullanılan kimyasal maddeler iki grupta toplanabilmektedir (134, s.403):

- Ahşap malzemenin bileşenleriyle kimyasal bağ oluşturmayan sadece hücre boşluklarını dolduran kimyasal maddeler
- Ahşap malzemenin hücre çeperindeki bileşenlerle kimyasal bağ kuran kimyasal maddeler

Kimyasal bağ oluşturmayan kimyasal maddeler, kimyasal yoldan değil, fiziksel yönden etkili olmaktadır. Kimyasal bağ oluşturanlar ise, malzemenin yapısındaki reaktif uçlarla kimyasal bağ kurmaktadır. Bu gruptaki uygulamalarda genellikle çeşitli şeker ve tuzların çözeltileri ile polietilen glikol vb. maddeler kullanılmakla birlikte, en çok polietilen glikol ve fenolik reçineler tercih edilmektedir (129, s.174). Arkeolojik değeri olan ahşap malzemeler polietilen glikol ile empenye edildikten sonra kurutulurken çatlamaz ve onarılırken dağılmaz.

Tuzlar, ahşap ile metal bağlantı elemanları arasında, reaksiyona neden olabilmekte ve tuzla işlem gören ahşap malzemenin bağıl nemi yüksek olan ortamlarda kullanılmaları halinde rutubet absorpsiyonu nedeni ile malzeme yüzeyi ıslak bir hal alabilmektedir. Şekerle işlem gören ahşap malzeme ise, biyolojik zararlılarca daha kolay tahrip edilebilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, tuz ve şeker uygulamaları ancak ahşap yüzeyinin iki kat verniklenmesi halinde etkili sonuç vermektedir.

Suda çözünen ve kimyasal bağ oluşturmeyen polimerlerle yapılan uygulamalara, şeker ve tuzların (sodyum, manganez, lityum klorür gibi) sulu çözeltileri ve polietilen glikol ile yapılan işlemler örnek verilebilir. Amaç, ahşap malzemenin hücre çeperleri arasına suyun yerleşmesiyle tamamen genişleyen malzemede, miseller arasındaki suyun yerine uygun kimyasal maddelerin yerleştirilmesi yoluyla bu boşlukların doldurulması ve böylece malzemede boyut stabilizasyonu sağlanmasıdır (134, s.404).

3.3.3.1.5. Ahşap Polimer Kompozitleri

Ahşap polimer kompozitleri, ahşap malzemenin, sıvı monomerlerle empenye edilmesi, ardından da hücre boşluklarına yerleşen bu monomerlerin değişik yöntemlerle polimerleştirilmesi sonucu oluşmaktadır (134, s.408). Diğer bir ifade ile, ahşap malzemenin lümenlerinde ve hücre çeperlerinde polimerize olabilen kimyasalların ahşap malzemeye empenye edilmesi ile elde edilen bir malzemedir. Ahşap polimer kompozitlerin üretiminde genellikle doğal ahşap kullanıldığı gibi, ahşap kompozit malzeme de kullanılabilir. Bu şekilde malzemenin basınç direncinde, özgül ağırlığında, yüzey sertliğinde ve üst yüzey işlemleri uygulanmadan mükemmel yüzeylerin elde edilmesinde önemli artışlar elde edilmektedir. Ahşap malzemenin özellikle rutubetli ortamlarda kullanılmasında, boyutsal stabilizasyonunun artırılmasının en önemli yöntemlerinden birisi, ahşap malzemenin ahşap polimer kompozitleri haline dönüştürülmesidir (33, s.39).

Ahşap polimer kompozit malzemenin üretimi iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk olarak, malzemenin boşluklarındaki hava, vakum yapılarak boşaltılmakta, vakum devam ederken malzeme üzerine katalizör, çapraz bağlama elemanı ve monomer

karışımı verilerek emprenye işlemi yapılmaktadır. Genellikle atmosfer basıncı altında uzun süreli batırma yöntemiyle tamamlanan emprenye işleminin ardından malzeme, alüminyum folyolara sarılarak 90°C’de 2-4 saat süre ile monomerin malzeme içinde ısı etkisiyle polimerleşmesi sağlanmaktadır. Ahşap polimer kompozitlerin üretiminde kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri Tablo 3.6’da verilmektedir (59, s.21; 33, s.40-41; 134, s.408)

Tablo 3.6. Ahşap polimer kompozit üretiminde kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri (59, s.21; 33, s.40-41; 134, s.408)

Kimyasallar	Karakteristik Özellikler
Vinil ve benzeri monomerler (metilmetakrilat, stiren vb.) diallilfitalat, poliestere-stiren	Genellikle şeffaf malzemelerdir ve renklendiricilerle kullanılabilirler. Hücre çeperlerini şişirmezler, sadece hücre lümenlerini doldurarak APK üretirler.
Su ve alkolde çözünebilir prepolimerler (fenol, üre , melamin formaldehit vb.)	Kaplama ile birlikte kompreg ve impreg üretiminde kullanılır. Fenol reçineleri beyazdan koyu kahverengiye kadar renk tonlarındadır. Melamin ve üre reçineleri beyaz renklidir ve boyanabilmektedir.
Düşük vizkoziteli epoksi reçineleri	Polaritenin sağlanması amacıyla formüle edilirler.
Polar monomerler (furfuril alkol vb.)	Hücre çeperini şişirerek su içinde kimyasal direnç ve boyutsal stabilite sağlarlar.
Modifiye edilmiş monomerler	Polar gruplarla, hücre çeperlerinin şişirilmesi, ateşe ve mantarlara karşı dayanım sağlanması amacıyla modifiye edilirler.
İzosiyanatlar	Ahşap malzeme ile reaktiftirler. Ahşap malzemeyi koruyucu kimyasallar ilave edilebilir.

Ahşap polimer üretimi için en uygun monomer grubu vinil monomerlerdir. Stiren, vinil klorür, metil metakrilat, akrilonitril ve t-bütül stiren gibi vinil monomerler; hücre çeperindeki hidroksil gruplarıyla bağ yapmadan sadece hücre boşluklarını doldurarak bu noktalarda polimerleşirler. Monomer çeşitleri içinde en ucuz olan ve bu nedenle de endüstride yaygın kullanım alanına sahip monomerler stiren ve metil metakrilattır (59, s.21). Metil metakrilat ile işlem gören ahşap malzemenin liflere paralel basınç, çekme, aşınma, statik ve dinamik eğilme dirençleri; bunlara ait elastikiyet modülleri ve sertliği artmaktadır. Ayrıca ahşap polimer kompozit malzemenin, mantar zararlılarına ve kimyasal maddelere karşı direnci oldukça yüksektir. Ahşap- metil metakrilat kompozit malzemesine her türlü tutkallama ve yüzey işlemi yapılabilmektedir (134, s.408).

Ahşap polimer kompozitlerin üretiminde kullanılan ve kolay emprenye edilebilen ağaç türleri kızılığaç, dişbudak, akçaağaç, ceviz, kavak, kayın türleri ve amerikan lale ağacıdır (33, s.40).

Yapılan müdahaleler sonucu malzemede sertlik ve aşınma direncinin artması, ahşap polimer kompozitlerin ilk olarak parke döşemelerinde kullanılmasını sağlamıştır. Bakım masraflarının oldukça azalması, onarımların kolaylaşması ve görünümün estetik değer taşıması, ahşap polimer kompozit parkelerin avantajlarını oluşturmaktadır. Parke dışında, merdiven trabzanı, merdiven döşeme tahtası, pencere denizliği, büro ekipmanları, otomobil aksamı olarak kullanılmasının yanı sıra, akustik özellikleri artırdığı için müzik aletleri yapımında da söz konusu olmaktadır (59, s.21).

Ahşap polimer kompozitlerin masif ahşap malzemeye göre, yüksek boyutsal stabiliteye sahip olması, yüksek mekanik özellikleri artırılmış sertlik ve aşınma direnci ve estetik görünümü ile bazı önemli avantajlara sahiptir. Ahşap polimer kompozitlerin üretiminde kullanılan monomerler petrol türevleri olup, bunların yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi, ahşap polimer kompozitlerinin avantajı sayılmaktadır. Yüksek yoğunluk ve ekstraktif madde oranına sahip tropikal ağaç türleri, yüksek dirençleri ve güzel görünümleri sayesinde çeşitli kullanım yerlerinde tercih edilmekte, bununla birlikte, böyle malzemeler günden güne yok olmakta ve fiyatları yükselmektedir. Bu tür malzemelerin ahşap polimer kompozit olarak değerlendirilmesi mümkün bulunmaktadır (33, s.42).

3.3.3.1.6. Ahşap Malzemenin Kimyasal Modifikasyonu

Ahşap malzemenin degradasyonu, zararlı faktörlerin hücre çeperi bileşenleri olan selüloz, hemiselüloz ve lignini kimyasal yönden etkilemesi yoluyla oluştuğu için söz konusu biyolojik, kimyasal, mekanik, ısı, rutubet ve dış hava koşullarıyla ilgili degrade edici faktörlerin zararını en aza indirmek amacıyla, hücre çeperi bileşenlerinin kimyasal yapısını daha güçlü bir hale dönüştürmek gerekmektedir. Tablo 3.7’de ahşap malzemeyi tahrip eden etmenler görülmektedir (95, s.382).

Tablo 3.7. Ahşap malzemeyi tahrip eden etmenler (95, s.382).

Tahribat Türü	Tahribat Etmeni	Tahribat Sırasında Ortaya Çıkan Tepkimeler
Biyolojik	Mantarlar, Bakteriler, Böcekler, Termitler	Enzimatik : Oksidasyon, Hidroliz, İndirgeme Kimyasal : Oksidasyon, Hidroliz, İndirgeme Mekanik : Çiğneme, Parçalama
Yangın	Yıldırım, Güneş	Piroliz : Dehidrasyon, Hidroliz, Oksidasyon
Su, Rutubet	Yağmur, Deniz, Buz, Asit Yağmurları, Çiy	Ahşap-su ilişkisi : Şişme, Daralma, Doma, Çatlama, Çarpılma
Dış Ortam (Hava)	UV ışınları, Su, Isı, Rüzgar	Kimyasal : Oksidasyon, Hidroliz Mekanik : Erozyon
Kimyasal	Asitler, Bazlar, Tuzlar	Kimyasal : Oksidasyon, İndirgenme, Dehidrasyon, Hidroliz, Asit Yağmurları
Mekanik	Fırtına, Rüzgar, Dolu, Kar	Mekanik Etkiler : Gerilme, Çatlama, Aşınma, Kırılma

Ahşap malzemenin kimyasal modifikasyonu, hücre çeperinin reaktif bazı kısımlarıyla kimyasal madde arasında kovalent bir bağ oluşturma amacına yöneliktir. Ahşabın en reaktif kısmı hücre çeperi bileşenleri üzerindeki serbest hidroksil gruplarıdır. Kimyasal modifikasyonların büyük çoğunluğu bu grupları değiştirmeyi amaçlamaktadır (134, s.411).

Modifikasyon sonucunda, kimyasal madde ahşap malzemenin içinde bir hacim kaplayarak yapısını şişirmekte ve ayrıca hidrofilik hidroksil gruplarının hidrofobik gruplar ile yer değiştirmesi sağlanmakta ve bunların doğal sonucu olarak ahşap malzemeye boyutsal stabilitenin yanında çürüklük mantarlarına karşı herhangi bir zehirli kimyasal kullanılmadan ahşap malzemenin direncini arttırmaktadır. Özellikle çevreyi zehirli kimyasal maddelerden koruması nedeniyle kimyasal modifikasyon teknolojisi ticari açıdan değer taşımaktadır (32, s.1009).

Ahşap malzemenin kimyasal modifikasyonunda kullanılan maddeler Tablo 3.8’de görülmektedir. Söz konusu maddeler içinde endüstriyel bakımdan en çok kullanılan ve en önemli olanlar asetillendirme, izosiyanatlar, epoksiler ve formaldehittir.

Tablo 3.8. Ahşap malzemenin kimyasal modifikasyonunda kullanılan maddeler (134, s.409)

Ester	Eter	Asetal
Asetillendirme* Anhidritler Asit klorürler Karboksilik asit İzosiyanatlar*	Metillendirme Alkil klorürler Akrilonitril Epoksiler*	Formaldehit* Diğer aldehitler

* En önemli olan ve en çok kullanılan maddeler

Hücre çeperindeki boşlukların sentetik reçine ile doldurularak ahşap malzemenin çalışmasını azaltmasının en önemli sakıncası, malzemeyi gevrekleştirerek kolay kırılır hale getirmesi ve şok direncini azaltmasıdır. Bu nedenle lifleri gevrekleştirmeksizin miseller arası boşlukları selüloz hidroksil gruplarını etkileyerek dolduran asetilleme metodu geliştirilmiştir (92, s.149). Asetik anhidrit ile ahşap malzemenin asetillenmesi, malzeme boyutlarını en iyi şekilde stabilize etmeyi sağladığı gibi, malzemenin diğer özelliklerinde de minimum düzeyde değişime neden olmaktadır.

Asetillenecek kaplama levhaları, fırın içine aralıklı olarak yerleştirilerek kurutulur. Kurutma işleminden sonra fırının hava kapakları tamamen kapatılarak asetik anhidrit ve piridin karışımı, fırın içerisindeki kaplama levhalarının altına yerleştirilir. Fırının sıcaklığı artırılarak, karışımın buharı, vantilatör yardımı ile kaplama levhaları arasında dolaştırılır. Maden kömürü katranından elde edilen piridin (C_5H_5N) buharlarının malzemenin bünyesine girmesiyle, hücre çeperi genişlemekte ve miseller arasında boşluk meydana gelmektedir. Genişleyen lifler arası boşluklara asetik anhidrit girmekte ve bu suretle hem boşluklar tıkanmakta hem de hidroksil grupları yerine daha az higroskopik olan asetat grupları yerleşmektedir. Böylece boyutsal stabilite sağlanmaktadır. Asetilleme işleminden sonra, içerisinde asetik anhidrit ve piridin boşaltılıp sıcak hava, kaplamalar arasında bir süre daha dolaştırılır ve bir kondensatör içinden geçirilerek asetik anhidrit, piridin ve oluşan asetik asit yoğunlaştırılır. Fırın içindeki malzeme kokusuz hale gelinceye kadar hava sirkülasyonuna devam edilir (92, s.149)

Asetillendirme işlemi sonunda, malzemede boyut stabilizasyonu ve yoğunluğu artar, basınç ve makaslama direnci ile sertlik değerleri yükselir, mantar ve diğer canlı organizmaların çürütücü etkilerine karşı dayanıklılığı artmakla birlikte, akustik özellikleri de iyileşmektedir. Ses kalitesi, yüksek bağıl nemde dahi korunur. Mekanik özelliklerde belirli bir değişiklik meydana gelmez. Ancak, şok direncinde genellikle % 10-20 oranında bir artma söz konusudur. İzosiyanatlarla yapılan müdahale sonucunda, ahşap malzemede boyut stabilizasyonu, basınç ve eğilme dirençleri ile mantar saldırısına karşı dayanıklılık artmaktadır. Epoksilerle işlem gören ahşap malzemenin boyut stabilizasyonu, biyolojik zararlılara karşı direnci artmasına karşın, mekanik özellikleri azalmaktadır (134, s.411).

Uygun şartlar altında, iskele kurtları, termitler, ahşap malzemeyi çürüten mantarlar vb. canlılar malzemenin yapısını kısa sürede yok edebilmektedirler. Bu tür etkilere karşı ahşap malzemenin korunması amacıyla ahşap malzeme koruyucu maddelerle işleminden geçirilmekte, bir başka ifade ile emprenye edilmektedir. Bu sayede, ahşap yapının ömrü uzatılmaktadır. Kreozot, kreozot çözeltileri, pentaklorfenol, CCA (bakır/krom/arsenik) gibi suda çözünen maddeler en çok kullanılan emprenye maddeleridir. Söz konusu maddelerin uygulanma yöntemleri çok çeşitlidir. Zehirli kimyasalların fırçayla uygulanması, soğuk suda bırakma ve yüksek ısılarda basınçlı emprenye yöntemleri vb. teknikler kullanılmaktadır. Koruyucular, suda yüzenler hariç, hücre duvarına nadiren girebilmekte ve çoğunun ahşap malzemenin mekanik özellikleri üzerine etkileri az olmaktadır (21, s.26).

Ahşap ürünlerinin kolay yanıcılık özelliği, çoğu zaman yanma geciktirici kimyasallarla işlem görmesini gerektirmektedir. Uygulama yöntemleri koruyucu maddelerde olduğu gibi olmaktadır. En çok kullanılan kimyasal maddeler; bakır arsenat, krom arsenat, bakır kromat ve çinko kloritin çeşitli şekilleri olmakta ve bu maddeler malzemenin mekanik özelliklerini koruyucu maddelerin sağladığından daha fazla arttırabilmektedirler (21, s.26). Yanmayı geciktirici kimyasallar genellikle iki şekilde uygulanabilmektedir. Bunlardan biri, malzemeye suda çözünen veya organik çözücülü kimyasal maddelerin basınçla emdirilmesidir. Diğer yöntem ise, yanma geciktirici kimyasalların malzeme yüzeyine uygulanmasıdır.

İlk yöntem daima daha etkili ve uzun ömürlüdür. Bununla birlikte, bu teknik bazen ahşap-tutkal bağlarına zarar verebilmekte ve malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin bozulmasına neden olabilmektedir (136, s.24).

Ahşap malzemenin kimyasal modifikasyonuna ait endüstriyel uygulamalarda dikkat edilecek hususlar, iyi bir geri kazanım sistemi kurmak ve çevre sağlığına zarar vermeyecek karmaşık yapı içermeyen kimyasalların seçilmesidir (134, s.411).

3.3.3.2. Tutkallı Lamine Ahşap Malzeme (Glued Laminated Timber)

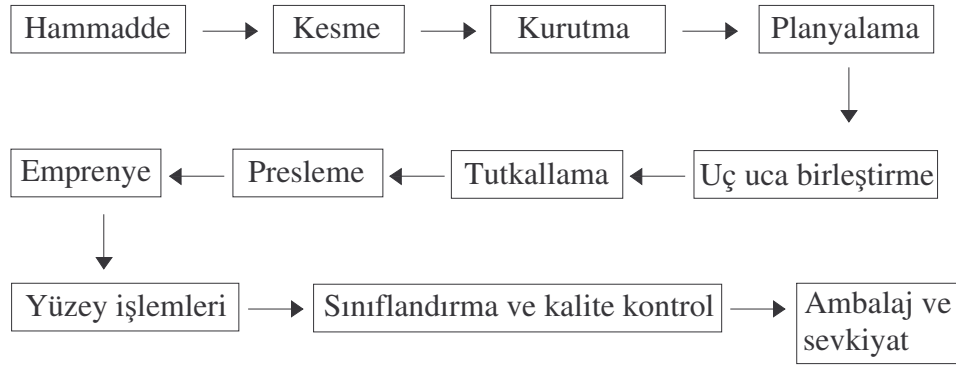
Basit şekilde ifade etmek gerekirse, tutkallı lamine ahşap malzeme, masif ahşap malzemenin büyük boyut oluşturmak için, uç uca, yan yana ve üst üste eklenmesiyle üretilen bir yapı elemanıdır (55, s.151). Büyük Britanya (BS 4169) ve ABD standartlarına göre, uygun şekilde seçilmiş ve hazırlanmış ahşap malzeme parçalarının düz ya da eğri şekilde dört ya da daha fazla tabakanın boyuna eksenine paralel olarak düzenlenmesiyle elde edilen bir üründür (Resim 3.17)



Resim 3.17. Tutkallı lamine ahşap malzemenin genel görünüşü

Mekanik ve fiziksel özellikleri tutkallı lamine ahşap malzeme üretimi için uygun olan herhangi bir ağaç türü laminasyon için kullanılabilir gibi iki ya da daha fazla ağaç türü birlikte de kullanılabilir. Farklı iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç

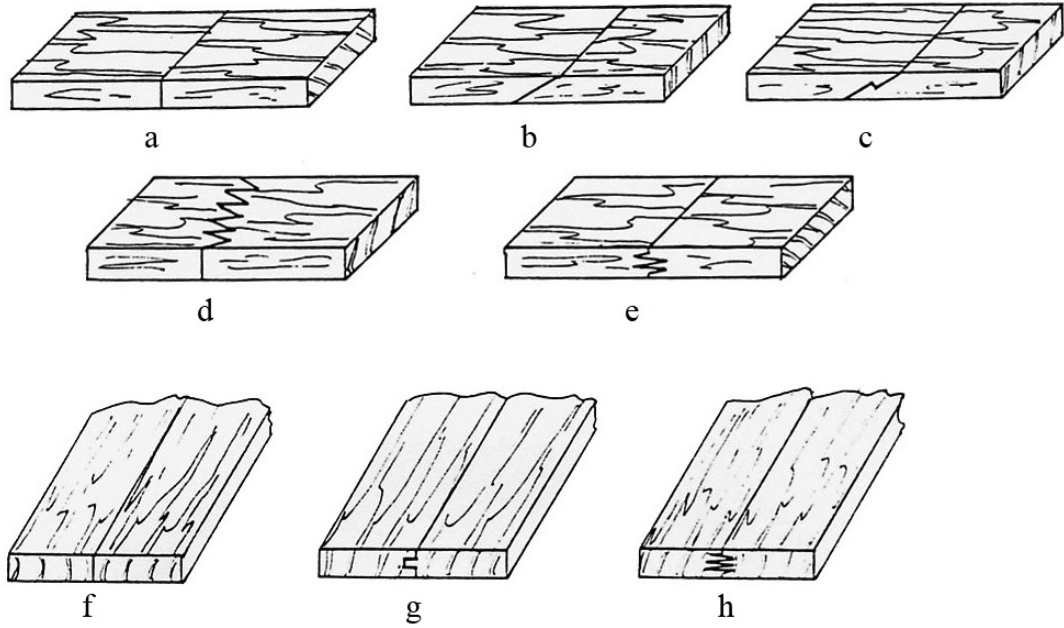
türlerinin kullanılması tutkallı lamine ahşap malzeme üretimi için tavsiye edilmekte olup, bunlar Douglas göknarı, güney çamı, doğu ladini, alaska sediri, kanada ladini-çamı, amerikan cevizi, kayın, huş, sığla, karaağaç, şeker akça ağacı, dişbudak, ve kavaktır (84, s.42). Tutkallı lamine ahşap malzemenin üretimi Şekil 3.16'da görülmektedir.



Şekil 3.15. Tutkallı lamine ahşap malzemenin üretim teknolojisi (84, s.42)

Tutkallı lamine ahşap malzemenin üretimi için kullanılan ahşap malzemedede, ağaç türü, kalitesi, boyutları, özellikleri, işleme uygunluğu ve dayanıklılığı gibi özellikler göz önüne alınmaktadır. Kalınlık, çok önemli olup, kavisli elemanlarda 2.54 cm kalınlıkta, az kavisli ya da düz elemanlar için 5 cm kalınlıktaki ahşap malzeme tercih edilmektedir. Kalınlık eğilme direnci için de önemlidir (84, s.42).

Planyalama, ahşap malzemeyi, yüzeyi düzgün ve yeknesak kalınlığa getirir ve iyi bir yapıştırma için gereklidir. Uzun ve geniş tutkallı lamine ahşap malzeme üretimi için planyalanan ahşap malzemenin enine ve boyuna birleştirilmesinde Şekil 3.16'de görüldüğü gibi çeşitli birleşim tipleri uygulanmaktadır (106, s.43-44). Kama dişli ekler, çok iyi bir yapışma ve birleşme sağlayarak, statik olarak yüksek dayanım sağlamaktadır. Eğilme momentine maruz kalan yerlerde ekler, kama dişli yapılmalıdır. Düz birleşimler kolay olmakla birlikte, malzemenin mukavemet değerlerini etkilemektedir (26, s.31).



Şekil 3.16. En ve boy birleştirmeler; Boy birleştirmeler (a) Düz birleştirme, (b) Pahlı birleştirme, (c) Pahlı kademeli birleştirme, (d) Dikey kama dişli birleştirme, (e) Yatay kama dişli birleştirme; En birleştirmeler (f) Düz birleştirme, (g) Kınışlı birleştirme, (h) Kama dişli birleştirme (106, s.43-44)

Yapıştırma işleminin ardından, preslenen ahşap malzeme, son şekli ve boyutu için kesim işlemine tabi tutulur. Gerekirse, planyalama, zımparalama yapılarak, delikler delinir, uç kısımlara koruyucu kaplama maddesi sürülerek üretim aşamaları tamamlanır.

Ahşap tabakaların uzunlukları ortalama 3-4 m, kalınlıkları 20-50 mm, genişlikleri 25-30 cm olmaktadır. Tutkallı lamine ahşap malzeme, yatay, dikey ve eğimli elemanlar olarak dizayn edilerek yapılarda yüksek yük taşıyıcı yapısal elemanlar olarak kullanılırlar. Bunu oluşturan katlardaki elemanların lif yönü birbirine paralel olarak düzenlenmesi daha yaygındır. Eğimli elemanlarda ise lif yönünün paralel olarak düzenlenmesi bir zorunluluktur. Bu konuyla ilgili son gelişmelerden biri de liflerin plâstikle takviye edilmesidir. Tutkallı lamine ahşap malzemeye lifle desteklenmiş plâstikler (FRP) yapıştırılarak mekanik özellikleri artırılabilir. Bu yenilikle tutkallı lamine ahşap elemanlarda enine kesitte daha fazla miktarda düşük kalitede ahşap eleman kullanarak yüksek dirençli ve sert bir eleman elde etmek mümkün olmuştur (55, s.151-152).

Tutkallı lamine ahşap malzeme, çoğunlukla çatı bileşeni olarak kullanılmakla beraber, strüktürel ve strüktürel olmayan diğer amaçlar için de geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Yapıştırıcılar ve emprenye yöntemlerindeki gelişmeler tutkallı lamine ahşap malzemenin dış ve iç mekanlara uygun bir yapı elemanı olarak kullanımının artmasında etkili olmuştur.

Tutkallı lamine ahşap malzemenin diğer ahşap malzemelere göre bir çok avantajı bulunmaktadır. Önemli olanları aşağıdaki şekilde sıralanabilir (84, s.43; 92, s.156; 113, s.116-118) :

- Standart ticari boyutlardaki keresteler veya kısa ve küçük kereste parçaları kullanılarak büyük boyutlu yapı elemanı üretilebilmektedir. Bu da kereste kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesine; böylece, ahşap malzemenin ekonomik ve rasyonel şekilde kullanımına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, birden fazla türde ahşap malzeme kullanılabilir.
- Tutkallı lamine ahşap malzeme, yüksek derecede boyutsal sabitlik sağlayıp, çekmeyi, burkulmayı ve çalışmayı ortadan kaldırır.
- Sağlam parçalardan elde edilen lamine ahşap malzeme, kusursuz olması yanında lamine katlarda farklı kalınlık ve renkte ahşap malzemelerden oluşturulduğundan estetik görünüm sağlar.
- Nefes alan kendini yenileyen canlı bir yapı elemanı olması nedeniyle, özellikle su buharı veya kimyasal gazların yer aldığı ortamlara büyük adaptasyonlar göstermektedir.
- Paslanmaması ve bünyesindeki tutkal sayesinde nemli ortamlarda yüksek performans göstermesi nedeniyle köprülerde, yüzme havuzlarında, buz hokey statlarında, kapalı arıtma tesislerinde yaygın olarak uygulanmaktadır.
- Doğal ahşap malzemeye göre direnç ve sertlik özelliklerinde daha az değişkenlik gösterir.
- Üstüne bir kaplama malzemesi alma gereksinmesi göstermeden yalın haliyle oldukça sıcak ve çekici bir güzellik sunmaktadır.
- Tutkallı lamine ahşap yapı sistemi elemanları beton, çelik ve diğer kargir yapı elemanlarıyla birlikte kolaylıkla tek bir strüktür oluşturabilmektedir.

- Mükemmel bir ısı yalıtım değerine sahiptir.
- Hafif bir malzeme olması (400kg/m^3), düşey taşıyıcılar ve temel hesaplarında önemli avantajlar sağlamaktadır. Deprem anındaki davranışının diğer yapı elemanlarına kıyasla çok başarılı olduğu bilinmektedir. Hafiflik aynı zamanda, yatay kuvvetleri de azaltmaktadır.
- Çelik, betonarme veya masif ahşap yapı elemanlarına kıyasla çok uzun boyutlarda ve değişken kesitlerde üretilebilmektedir. Dini yapılar, oditoryum, tiyatro ve konser salonları, eğitim ve ürün teşhir/satış yapıları gibi geniş ve tek açıklıklı yapılarda tüm geometrik strüktür olanaklarına başarıyla yanıt vermektedir. Ayrıca köprü vb. büyük mühendislik yapılarında statik açıdan büyük performans göstermektedir.
- Tutkallı lamine ahşap malzeme, yangın direnci en yüksek olan ve taşıma yeteneğini en geç kaybeden yapı elemanıdır. Çelik, yangın sürecinde 15 dakikada doğal şeklini ve taşıma yeteneğini kaybetmekte, aynı zamanda çok iyi bir iletici olduğu için ısının yayılmasını da hızlandırmaktadır. Beton, çelikten iyi olmasına karşın, demir donatının beton içindeki pas payı ortadan kalktığına, inşaat demiri çelik yapıdaki gibi iletken olmakta ve yaklaşık 30 dakika sonra taşıma özellikleri ortadan kalkmakta ve bir daha kullanılamamaktadır. Ancak, ahşabın statik hesaba göre aldığı minimum kesit yangın anında min. 30 dk yangın direnci sağlamaktadır. 30 dakikadan sonra 0.7mm/1dk kesit azalması olmaktadır. Ayrıca 300°C 'deki ısıya 80 dk dayandıkları tespit edilmiştir. Bunların yanında, tutkallı lamine ahşap malzemenin kalınlığı, onu aynı yükü taşımak üzere tasarlanan keresteye göre yangına daha fazla dayanıklı olmaktadır ($699\text{-}899^\circ\text{C}$).
- Plâstik özelliği oldukça yüksek, hafif ve statik dayanımları yüksek çok değişik formlarda yapı elemanı üretimine imkan vermektedir. Üretim sırasında, malzemenin eğilme özelliğinden yararlanılarak çok çeşitli kemer formları verilebilmektedir.
- Ekonomik bir ürün olup, çelik kiriş ya da diğer ahşap malzemelere göre daha ucuzdur ve hızlıca birleştirilebilir. Bakım masrafları düşük olup, uygun ve periyodik bir şekilde bakılması onu ölümsüz bir yapı elemanı yapmaktadır.

- Akustik özelliği yüksek bir malzemedir. Ancak, özel akustik gerektiren mekanlarda, başka akustik yapı elemanlarıyla desteklenmesi gerekmektedir.
- Üretiminde çok düşük enerji kullanılmaktadır. Aynı şekilde, nakliyede kullanılan ortalama yakıt miktarı da düşmektedir. Tüm bunlar, genel anlamda enerji tasarrufunu artırmaktadır.
- Kurutma ve böceklerden korunma tekniğinin fırında ısı ile kurutma şeklinde yapılmasından dolayı zehir veya benzeri sentetik kimyasallar kullanılmaması da ekolojik açıdan önemli bir unsurdur.
- Bünyesindeki tutkal nedeniyle doğal ahşap malzemeye göre daha yoğun bir malzemedir (Değişik ağaç cinslerine bağlı olarak, yaklaşık $2.4-4.2 \text{ gr/cm}^3$).

3.4. Ahşap Kompozit Malzeme Yapısına Giren Maddeler

Ahşap kompozit malzemelerin yapısına giren maddeler; yapıştırıcılar, katkı maddeleri, kaplama malzemeleri ve yüzey işlem malzemeleri olmak üzere dört başlık altında incelenebilmektedir. Katkı maddeleri genellikle yapıştırıcıların içine katılmakla birlikte, kaplamaların ve yüzey işlem malzemelerinin yapısında da katkı maddeleri bulunmaktadır.

3.4.1. Yapıştırıcılar

Ahşap kompozit malzemenin üretiminde kullanılacak yapıştırıcının seçimi, yapıştırılacak ahşap türünün spesifik özelliklerinin yanı sıra, maruz kalacağı dış etkilere karşı dayanıklılığına, malzemedeki beklenen rijitliğe ve tutkal fiyatına bağlıdır. Tutkallardan beklenen en önemli özellik, yapıştırılacak elemanlar arasında iyi bir yapıştırma dayanımı ve bu dayanımın devamlılığı için tutkal hattının mukavemetini temin etmesidir. Tutkalın dış ortam şartlarına, en az yapıştırıldığı malzeme kadar dayanıklı olması, kullanımı sürecinde kolay hazırlanması ve uygulanması, depolama süresinin uzun olması, sürüldükten sonra parçaların sıkıştırılması sırasında yeterli bir süre sonunda katılaşması ve su, asit gibi tahrip edici maddelere karşı dayanıklı olması istenmektedir (97, s.34).

Tutkallar birleştirdikleri elemanların üzerindeki mekanik yükleri tutkallanan yüzey boyunca birbirlerine aktararak yapıştırılan elemanların tek bir parça gibi çalışmasını sağlarlar. Bu nedenle lamine ahşap malzeme ile doğal ahşap malzemeden daha sağlam ve büyük boyutta yapı elemanları yapmak ve üst üste yapıştırılan ince ahşap parçalarını tek parça olarak kullanmak mümkün olmaktadır. Tutkal ile birleştirmenin avantajı, çivi, kama vs. ile noktasal birleştirme yerine yüzeysel birleştirme sağlayabilmesi ve elemanlarda kesit zayıflaması sorununu yaratmamasıdır.

Yapıştırıcılar, organik ve inorganik yapıştırıcılar; organik yapıştırıcılar da doğal ve sentetik yapıştırıcılar olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Kontrplak, yonga levha, lif levha vb. ahşap kompozit malzemelerin üretiminde kullanılan yapıştırıcılar, genellikle organik bağlayıcılar grubuna giren sentetik tutkallardan elde edilmektedir. Sentetik tutkallar termoplâstik ve termoset tutkallar olarak iki gruba ayrılmaktadır. Termoset tutkalların yapısındaki monomerler arasındaki çapraz bağlar sürekli bir ağ oluşturarak amorf bir yapı meydana getirmektedir. Bu çapraz bağlar, sıcaklık karşısında, malzemenin yumuşayıp, akışkan hale gelmesini önlerler. Termoplâstik tutkallara göre daha sert ve dayanıklı olan termoset tutkallar, aynı zamanda sıcaklığa da daha dayanıklıdır. Tüm termoset tutkalların ortak özelliği, yapışma bağının rutubet, su veya sıcaklıkla zayıflamamasıdır.

Ahşap işleyen endüstrilerde etkin olarak kullanılan termoset tutkallar, formaldehit, üre, melamin, fenol ve rezorsinden oluşmaktadır. Formaldehitin diğer dört maddeden biri veya bir kaçı ile kimyasal reaksiyonundan üre, melamin-üre, melamin, fenol, rezorsin ve fenol-rezorsin tutkalları elde edilmektedir. Bu tutkallardan fenol ve rezorsin tutkalları alkali (bazik) yapıda olup karakteristik koyu kahve renge sahiptir. Üre ve melamin tutkalları katalizör görevi yapan bir sertleştirici ilave edildikten sonra berrak su gibi veya açık renkli olup asidik yapıdadır. Tutkal türleri arasındaki diğer farklılıklar; sertleşmiş tutkalın kırılma kuvveti, boşluk doldurma özelliği ve kötü hava koşullarına karşı direncidir. Bu farklılıklar tutkalların ana kullanım yerlerini saptamada önem taşımaktadır. Ahşap kompozit malzeme üretiminde yaygın olarak kullanılan termoplâstik tutkallar; polivinil asetat tutkalı, hot melt tutkalları ve kontakt yapıştırıcılarıdır.

Yüke dayanıklı ahşap yapılarda kullanılacak tutkallarda, yüksek makaslama direnci, boşluk doldurma özelliği, soğuk ve kaynar suya dayanıklılık ve uzun ömür aranmaktadır. Bu amaca uygun tutkallar; dış ortamda fenol-rezorsin veya melamin-üre formaldehit; iç mekanda üre-formaldehit tutkalları olmaktadır.

İç mekanda kullanılan tutkallarda temel gereksinim yapışmanın yeterli dirence sahip olması olup, bu amaçla en yaygın kullanılan tutkallar, üre-formaldehit, polivinil asetat ve hot melt tutkallarıdır.

Üre formaldehit (ÜF) tutkalları, üre ve formaldehit arasındaki kondensasyon reaksiyonu ile üretilmekte olup, sıvı veya kuru şekilde elde edilebilmektedir. ÜF tutkalının sertleşmesi için mutlaka bir sertleştirici gereklidir. Aynı zamanda ısı etkisi de olduğunda sertleşme çok hızlı gerçekleşmektedir. Genellikle, sertleştirici olarak amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılmaktadır. Amonyum klorür kullanıldığında meydana gelen tuz asidi (HCl) uçucu olduğu için levha taslağının her tarafına homojen bir şekilde yayılmakta, amonyum sülfat kullanıldığında ise, ortaya çıkan sülfürik asit (H_2SO_4) uçucu olmadığı için, levhaya homojen olarak yayılmamakta ve sertleşmede düzensizlikler meydana gelmektedir. Bu nedenle yongalevha üretiminde sertleştirici olarak amonyum klorür daha çok tercih edilmektedir. Üre-formaldehit tutkalının suya dayanıklı tiplerinde sertleştirici olarak melamin tuzları ve rezorsinol kullanılmaktadır.

Pres sıcaklığının etkisiyle amonyum klorür, formaldehit ile reaksiyona girer, ve heksametilentetramin, hidroklorik asit (HCl) ve su oluşur. Oluşan hidroklorik asit, tutkalın sertleşmesini hızlandırır. Sertleştirici olarak sadece asit kullanıldığı takdirde sertleşme son derece hızlı olmakta ve taslak prese gelmeden önce sertleşmektedir. Bu ise yapışmanın hatalı olmasına ve yapışma direncinin düşmesine neden olur. Bu sakıncayı önlemek için daima tamponlanmış karışımlar kullanılır. Tamponlayıcı madde olarak amonyak (NH_3), üre veya heksametilentetramin kullanılmaktadır. Amonyum klorür oranının artırılması sertleşmeyi hızlandırıcı, amonyak oranının artırılması ise yavaşlatıcı etkiye sahiptir.

Amonyak, sıcak prese gelmeden önce oluşan asidi nötralize etmek suretiyle tutkalın sertleşmesini durdurur. Sıcak preste ise, hızlı bir şekilde buharlaşarak dışarıya çıkar, böylece çözeltide amonyak kalmayınca oluşan asit tutkalın sertleşmesini gerçekleştirir. Çözeltiye üre ilave edildiğinde, düşük sıcaklıktaki az miktarda formaldehit üre ile birleşir, çözeltide serbest formaldehit olmadığı için amonyum tuzundan asit oluşmaz. Ancak, presleme sırasında yüksek sıcaklık etkisi ile tekrar formaldehit açığa çıkar, ilave edilen üre amonyum klorür ile reaksiyona girerek sertleşmeyi meydana getiren hidroklorik asidi oluşturur. Üre pahalı olduğundan tampon maddesi olarak çoğunlukla amonyak tek başına kullanılmaktadır. Sertleştirici olarak hegzametilentedramin kullanılması durumunda hegzametüentedramin sıcaklığın etkisiyle amonyak ve formaldehite ayrışır. Amonyak buharlaşarak levhayı terk eder, formaldehit ise amonyum klorür ile reaksiyona girerek sertleştirici asidi oluşturur. Hegzametilentedraminin dezavantajı oldukça pahalı olmasıdır.

Üre formaldehit tutkalının kullanımı, gerek ahşap kaplamalarda, gerekse yongalevha ve liflevha endüstrisinde, hem yaş hem de kuru yöntemle üretimde son derece yaygındır. Bunun nedenleri arasında; kullanımının kolay, mekanik direncinin yüksek, sıcak pres sırasında sertleşme süresinin kısa ve fiyatının ucuz olması sayılabilir. Ayrıca beyaz veya renksiz tutkallardır. Avantajlarının yanı sıra, dış hava şartlarına dayanıksız oluşu en önemli dezavantajını oluşturmaktadır. Bu nedenle, kapalı alanlarda kullanılacak ahşap malzeme üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca, üretimi sırasında serbest formaldehit ayrışması meydana gelmektedir (5, s.15). Bu durum sıcak ve rutubetli şartlar altında artış göstermektedir. Formaldehitin olumsuz etkisi üzerine herhangi bir madde sürülmemiş veya kaplanmamış levhalar bulunan küçük odalarda önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır (56, s.26)

Fenol Formaldehit (FF) tutkalı, formaldehit ve fenolün sıcaklık etkisi ve alkali bir katalizör yardımıyla reaksiyona girmesi sonucunda elde edilmektedir. Fenolik reçineler üre reçinelerinden daha yavaş olarak ve daha yüksek pres sıcaklığında sertleşirler. Saf halde veya bir sertleştirici katılmak suretiyle kullanılırlar. FF tutkalı sertleştikten sonra kaynar suya, asit, seyreltik alkali, yağ ve organik çözücülere, rutubete son derece dayanıklı olup hayvansal ve mantar etkilerine de karşı

koyabilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı dış hava koşullarına dayanıklı kontrplak, yongalevha ve liflevha üretiminde tutkal olarak kullanılmaktadır. En geniş kullanım alanı aside karşı koruma gerektiren yapılardır. FF tutkalının rengi koyu olup, levha yüzeyinin koyulaşmasına neden olmaktadır.

Melamin formaldehit (MF) tutkalı, melamin ile formaldehitin kondensasyonu suretiyle sertleşen bir tutkal olup, görünüşü, kimyasal tutumu ve kullanım yeri bakımından üre formaldehit tutkalına benzemektedir. Ancak ÜF tutkalından daha kolay ve çabuk sertleştiği gibi, sertleşen tutkal filmi de ÜF tutkalına nazaran suya karşı daha dayanıklıdır. ÜF tutkalından daha pahalı olduğu için nadiren saf halde kullanılır. Üre tutkalı, kan albumini ve PVAc-dispersiyon tutkalları ile karıştırılarak bu olumsuz özelliği giderebilmektedir. Melamin tutkalları üre formaldehid tutkalları ile kullanıldığında rutubete karşı yüksek direnç sağlanmaktadır. Ayrıca ısı stabilitesi ÜF tutkalından daha yüksek olup, ışığa karşı son derece dayanıklıdır.

Sertleşmiş melamin formaldehit tutkalı, hava etkilerine, kaynar suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı hale gelmektedir. Bu özellikleri ve renginin de beyaz olması nedeniyle melamin tutkalı yongalevha, liflevha ve kontrplak gibi levha ürünlerinin tutkallama işleminde fenol tutkallarından üstün tutulmaktadır. Ayrıca bu malzemelerin yüzeyinin kaplanmasında kullanılan çeşitli kağıt türlerinin emprenye edilmesinde ve film tutkallarının üretiminde kullanılır. Melamin formaldehit tutkalı, dış koşullarda kullanım açısından üre tutkallarından daha etkili, fenollü tutkallardan ise daha az etkilidir

Fenol Rezorsin tutkalları soğukta sertleşen, kötü hava koşullarına ve kaynatmaya dayanıklı tutkallar olup, koyu renklidir. Fenol rezorsin tutkalları, boşluk doldurucu özelliğe sahip olup, lamine kirişler, masif birleştirmeler gibi yük taşıyıcı konstrüksiyonlar ve alkali liflerle ahşap malzemeyi güçlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Yapışma hattının koyu renkli olması ve sertleştirici olarak paraformaldehit kullanılmasına bağlı olarak, bu tutkalların sadece yüksek kalitede yapışma hattı istenen ve etkili dış ortam koşullarında kullanılması beklenen uygulamalarda tercih edilmesi yerinde olacaktır.

Rezorsin formaldehit tutkalı rezorsin ve formaldehit arasındaki kondensasyon sonucu elde edilmektedir. Kısa sürede sertleşir, küflenmeye, sıcaklığa, rutubete ve dış ortam koşullarına dayanıklı son derece sağlam birleşmeler oluşturur. Levha yüzeyindeki yarıkları doldurma özelliği çok yüksektir. Olumsuz özelliği, renginin koyu ve fiyatının pahalı oluşudur.

Melamin-Üre tutkalı, suya dayanıklı, açık renkli tutkal hattı gerekli olduğu durumlarda tercih edilmektedir. Başlıca kullanım alanı, yanmaya dayanıklı yapılar ve lamine yük taşıyıcı konstrüksiyonlardır.

İzosiyanat (İS) tutkalı ahşap malzemenin hidroksil grupları ile bağlanmaktadır. Ahşap malzemenin hidroksil grupları, kimyasal olarak çok iyi bağlar meydana getirir, suya ve sulandırılmış asitlere karşı iyi bir dirence sahiptir. İzosiyanat tutkalının avantajı su içermemesidir. Böylece tutkalın tümü yapıştırma yapar. İyi bir yapıştırma sağladığı için levhanın yoğunluğu fenolik tutkallarla üretilen levhalardan daha düşüktür. Suya, sulandırılmış asitlere ve alkolü sıvılara karşı iyi bir dirence sahip olduğu için dış hava koşullarında kullanılmaya elverişlidir. IS tutkalı, ÜF tutkalında olduğu gibi kısa sürede sertleşmektedir. İS tutkalı formaldehit içermediğinden diğer sentetik tutkalların aksine formaldehit emisyonu olmamaktadır. İzosiyanat tutkalının dezavantajı fiyatının yüksek olması ve metallerle yapışmaya meyilli olmasıdır. Buna engel olmak için yağ, gliserin gibi yapışmayı önleyici maddeler kullanılmalıdır. IS tutkalının üretimi sırasında sağlık sorunlarına neden olduğundan dikkat edilmesi gerekmektedir.

Resorsin Fenol Formaldehit (RPF) tutkalı termoset özellikte olup, mekanik mukavemeti FF tutkalından daha iyidir. Bu nedenle strüktürel elemanlarda kullanılabilir. RPF tutkalı dış hava şartlarına doğrudan maruz bırakılabilen, asitlere, zayıf alkalilere, çözücü maddelere, mikro organizma ve mantarlara, her türlü hava koşullarına ve kaynar suya çok dayanıklı bir tutkaldır. Zehirli olduğu için RPF tutkalının buharı ve tozunun teneffüs edilmemesi ve kullanırken koruyucu eldiven giyilmesi gerekmektedir.

Polivinil Asetat (PVA) tutkalı polivinil asetatın suda dispersiyonu esasına dayanan termoplastik sentetik yapıştırıcılar olup, soğuk suda uygulanabilirler ve kullanımları sırasında herhangi bir sertleştirici ya da katalizatör ilavesine gereksinim göstermezler. PVA, uygulamada soğuk olarak kullanılması, kolay sürülmesi, hızlı sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu, ahşap malzemeyi boyamaması gibi özelliklere sahiptir. Suyu dayanıksız olması nedeniyle, etilen glikol katılarak dayanıklılığı artırılır. Genellikle mobilya yapımında, suyla doğrudan teması olmayan iç mekanlardaki uygulamalarda kullanılmaktadır. Pencerelemler birleşim yerlerinde tutkalın suyla temasını önleyen pencere ve kasa detayları ve doğramaların suyla temasını kesecek şekilde vernik ve yağlı boya uygulanması ya da dispersiyon tutkalının suya dayanıksızlığına karşı önlemler alınması ile doğramalarda kullanılması mümkün olmaktadır. Yapısal olmayan kullanım için ahşap malzeme laminasyonunda ve kaplama işlemlerinde uygulama alanı bulmaktadır.

Epoksi Tutkalları fiyatı oldukça yüksek olmasına rağmen çok yaygın olarak kullanılan tutkallardır. Kolay kullanılabilir oluşları, hacimlerini muhafaza etmeleri, aşınmamaları, kimyasal etkilere ve korozyona karşı mukavemetlerinin yüksek olması, tutkal içinde hava kabarcığı oluşturmaması ve mekanik özelliklerinin çok yüksek olması, çok çeşitli malzemelere (metal, ahşap, cam, seramik, plastik, beton) olağanüstü yüksek aderans sağlamaları, komponentlerinin oluşturduğu reaksiyonda uçucu materyaller açığa çıkmadığı için sertleştiklerinde, diğer tutkallara göre çok az (takriben % 3) büzülme göstermeleri, termoset olmaları ve istenen özelliklere göre değişik tutkal türlerinin yapılabilmesi en önemli özellikleri arasında sayılmaktadır.

3.4.2. Katkı Maddeleri

Ahşap kompozit malzemelerin yapısına plastikleştirme, stabilite sağlanması, tutkalın niteliklerinde yapısal olarak iyileştirme, yanmayı geciktirme, koku giderme, malzeme yüzeyinde toz birikimini ve sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını önleme, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruma sağlama amacıyla katılan katkı maddeleri, sertleştirici, hidrofobik, koruyucu (emprenye) ve yanmayı önleyici maddeler olmak üzere başlıca dört grupta incelenebilmektedir.

Sertleştiriciler

Sertleştiriciler düşük konsantrasyonlu asitler veya asit oluşturabilen maddelerdir. Görevleri, çözeltinin pH değerini, reaksiyonun devamını sağlayacak şekilde ayarlamaktır. Üretimde kullanılan tutkal, hazırlanmasından preslenmesine kadar sertleşme göstermemeli, ancak preslenme sırasında tutkalın kısa sürede sertleşmesi gerekmektedir. Bu çelişkili durum, çözelti içine sertleştirici ve engelleyici maddeler katılarak önlenmektedir.

Hidrofobik Maddeler

Ahşap kompozit malzemede boyut stabilizasyonu sağlamak, şişme, çarpılma gibi rutubet veya su etkisiyle oluşacak etkenlerin önlenmesi amacıyla hidrofobik maddeler kullanılmaktadır. Hidrofobik maddeler levhanın su almasını tamamen önlemezler, ancak su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha, kısa süreli su veya rutubet etkisinde kaldığında bundan etkilenmez ve şişme, çarpılma gibi unsurlar büyük ölçüde meydana gelmez. Hidrofobik maddeler, hem yağ hem de kuru yöntemde kullanılmakta olup, kullanımları farklıdır. Yağ yönteminde parafin dışında kolofan ve asfalt da kullanılmaktadır.

Hidrofobik maddelerin başında parafin gelmektedir. Parafinin su itici etkisi yüksek, ergime noktası uygun ve diğer hidrofobik maddelere oranla daha ucuzdur. Parafin, ham petrolden elde edilen nispeten yüksek molekül ağırlıklı hidrokarbondur; ergime noktaları 49°C'den 93°C'ye kadar olup suda çözünmez. Kullanılacak parafinin homojen olması, tutkal, sertleştirici, su ve koruyucu maddelerle uyum sağlaması, pompalanabilir ve dozajın elverişli olması gerekmektedir (10, s.17).

Yanmayı Geciktirici Maddeler

Ahşap kompozit malzemelerin temel hammaddesi ahşap, yanıcı bir malzeme olması ve yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında yanıcı gazlar meydana getirmesi nedeniyle yanmayı geciktirici maddelerle işlem görmektedir. Bu gazlar yangının büyümesine

neden olduğu gibi yangın sırasında insanların etraflarını görmesine ve yangın yerinden uzaklaşmasına engel olduğu gibi, solunum sisteminin tahrişine de neden olmaktadır (79, s.52).

Ahşap kompozit malzemelerin yanma süresi, levha kalınlığına, yoğunluğuna, kullanılan tutkalın tür ve miktarına, hammadde odunun cinsine, yangın önleyici kimyasal maddelerle korunmuş olmasına bağlıdır. Levhaların yanıcılık özelliğini minimuma indirmek için kullanılan kimyasal maddeler suda çözünen tuzlar ve köpük yapan organik bileşikler olarak iki grupta incelenebilmektedir (92, s.147-148):

- **Suda çözünen tuzlar:** En önemlileri amonyum sülfat ve alüminyum sülfat olup, çözelti konsantrasyonu %10-40 arasında değişmektedir. Bu tip maddeler ya karbondioksit, amonyak, sülfirik asit gazları ya da ahşap malzeme yüzeyini örten fosfat, borat, asetat eriyikleri oluşturarak etkilerini gösterirler.
- **Köpük yapan organik bileşikler:** Üç tipi vardır. Bunlardan en önemlisi, borakslı diamonyum fosfat ve formaldehit emülsiyonu karışımları olup, malzeme yüzeyinde ısı etkisi ile köpük şeklinde kömür kabarcıkları oluşturarak çok yüksek ısı izolasyonu sağlamaktadır. Bu organik koruyucu madde üzerine boya sürülmemesi gerekmektedir. Eğer boya sürülürse köpük tabakası oluşumu önleneyeğinden koruyucu etkisi kalmamaktadır.

Genellikle, çinko, arsenik, bakır tuzları ve amonyum fosfat kullanılmakta olup, boraks, borik asit ve amonyum pentaborat gibi borat içeren maddeler de kullanılmaktadır. Amonyum bileşikleri kullanıldığı takdirde sıcaklık etkisi ile amonyak açığa çıkarak koruyucu bir gaz tabakası oluşturmaktadır. Bor asitlerinin kullanılması durumunda, bunların ergime ısısı çok yüksek olduğu için yangın sırasında fazla enerji absorbe ederek sıcaklığın yükselmesini önlerler. Avrupa ülkelerinde ürefomaldehid tutkalı kullanılan levhalarda amonyum sülfat, fenolformaldehid tutkalı kullanılan levhalarda ise amonyum fosfat yanmayı önleyici madde olarak daha uygun bulunmaktadır.

Kontrplak ve kontrtablalarda yüzeye, alev karşısında köpük yapan emprenye maddeleri sürülmektedir. Bu maddeler amonyum sülfat ve diğer suda çözünen tuzlar, borakslı diamonyum fosfat ve formaldehit emülsiyon karışımları, üreformaldehit, titanyumdioksit gibi organik bileşiklerdir. Yangın sırasında yüzeyde köpük tabakası oluşumunu engellediği için, bu koruyucu maddelerin üzerine boya sürülmemesi gerekmektedir. Kontrplak kaplama levhalarının emprenye işleminden sonra yapıştırılmasında, yapışma yerlerinden ayrılma gibi olumsuz etkiler görülebildiği için, emprenye işleminden sonra yüzeyler kurutulmalı ve tutkallamadan önce yüzeylerdeki tuzlar temizlenmelidir (56, s.31)

Koruyucu maddeler levha üretimi sırasında tutkal karışımına toz veya sıvı halde katılabileceği gibi üretimden sonra da levhanın yüzeyine basınç altında emprenye edilebilmektedir. Toz haldeki yanmayı önleyici maddelerin ilavesi sıvılar kadar etkili değildir. Yanmayı geciktiren maddeler fazla katıldığı takdirde, levhaların makinelerde işlenmesi güçleşmekte, yüksek sıcaklıklarda levha rengi koyulaşmakta ve ayrıca direnç değerlerinde de azalma meydana gelmektedir.

Yanmayı önleyici maddeler, ahşap malzemenin ateş almasını azaltmalı, alevin yüzeyler arası yayılmasını önlemeli, degradasyon (bozunma) ve kömürleşme hızını azaltmalıdır. Isı kaynağı uzaklaştırıldığında ahşap malzemenin yanmasını durdurarak tutuşmayı engellemelidir. Koruyucu maddelerin kullanılması ile metal birleştiricilerde korozyon olmamalı, tutkal ve cilaları etkilememeli, ayrıca çürümeye neden olmamalı ve boyutsal stabiliteyi bozmamalıdır. Bunların yanı sıra insanlar için zehirli olmamalı ve yanma sırasında etrafa zehirli gazlar yaymamalı, hazır halde satılmıyorsa yapılması kolay olmalı, belirli oranlarda ahşap malzeme tarafından absorbe edilmeli ve pahalı olmamalıdır.

Herhangi bir yanmayı önleyici madde ile işlem görmüş ahşap malzemenin yapıda kullanılması için yöntem seçiminde bir sorun söz konusu değildir. Ancak, inşa edilmiş yapılarda malzemenin yerinden çıkarılması, emprenye edildikten sonra tekrar yerine monte edilmesi pratik bakımdan çok güçtür. Bu gibi hallerde sadece yüzeylere koruyucu madde sürülebilmektedir. Yanmayı önleyici maddelerin

yüze sürülmesi, ahşap malzemedeki yanmanın bir yüzden diğer yüze yayılmasını önlemektedir. Yapılarda ahşap malzemenin renk ve görünüşünün bozulmaması gereken yerlerde şeffaf maddeler kullanılmalıdır. Dekoratif vernik ve cilalar koruyucu maddelere katılarak fırça ile sürülmekte veya püskürtülmektedir. Yanmayı önleyici maddeler genellikle dolu hücre yöntemi ile emprenye işlemlerinde kullanılmaktadır. Çünkü fırça ile sürme, püskürtme veya daldırma yöntemleri, yanmayı önleyici tuzların malzeme içerisine yeterli miktarda girmesini sağlayamamakta ve koruyucu etkileri sınırlı bir düzeyde kalmaktadır.

Koruyucu Maddeler

Ahşap kompozit malzemeler sayesinde geniş boyutlu ve yeterli direnç değerlerine sahip ahşap malzeme elde edilebilmektedir. Bu nedenle hem iç, hem de dış mekanlarda kullanımı giderek artmaktadır. Dış ortamda kullanılacak ahşap kompozit malzemenin, mantar ve böcek gibi ahşap malzemeyi tahrip eden organizmalara karşı korunması gerekmektedir. Dolayısıyla, bu kompozit malzemelerin koruyucu kimyasal maddelerle emprenye edilmesi gerekmektedir. Emprenye, çeşitli yöntemlerle değişik kimyasal maddelerin ahşabın bünyesine emdirilmesi olarak ifade edilebilmektedir.

Masif malzeme koruyucular ile emprenye edildiği zaman kimyasal maddeler genellikle malzemenin dış kısmını korumaktadır. Koruyucu kimyasal maddelerin dış kısımdan öze kadar uzanan kısımlara nüfuz etmesi zordur. Masif ve kompozit malzeme karşılaştırıldığında; kompozit malzemelerde koruyucu kimyasal maddeler teorik olarak daha yeknesak bir dağılım göstermektedir.

Kontrplak; yapı elemanı olarak kullanıldığında dış etkenlere, döşeme malzemesi olarak kullanıldığı takdirde de aşınmaya maruz kalır. Bu etkenlere karşı direncinin yeterli olması istenir. Bu direnç kontrplağın yapıldığı ağaç türüne, onun yapısına, kullanılan tutkala, yüzey işlemlerine kuruma tedbirlerine, yükleme şartlarına, içerde veya dışarda kullanılacağına vb. özelliklere bağlıdır. Biyolojik etkenlere dayanıklılık ise üretimde kullanılan tutkalların dayanıklılığı ile yakından ilgilidir.

Koruyucu madde ile muamele görmüş ahşap kompoziti üretmek için, hem tutkalın hem de koruyucu maddenin özelliklerini göz önüne almak gerekir. Koruyucu maddelerin ahşap kompozit üretiminde kullanılması için aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır (52, s.5).

Koruyucu kimyasal maddeler;

1. Tutkallarla herhangi bir etkileşime girmemeli
2. Basınçlı pres şartları altında degradasyona neden olmamalı,
3. Pres altında yüksek oranda uçucu olmamalı,
4. Malzemenin direnç özelliklerini etkilememeli,
5. Dış ortam koşulları altında malzemeden yıkanmamalı'dır

Emprenye maddeleri 3 sınıfa ayrılmaktadır:

- Yağlı emprenye maddeleri
- Suda çözünen emprenye maddeleri (tuzlar)
- Organik çözücüde çözünen emprenye maddeleri'dir.

Yağlı emprenye maddelerinin en önemlisi kreozottur. Kreozot maden kömürü katranının destilasyonu ile elde edilmektedir. Kreozotun ağır kokusu vardır. Bu amaçla da kapalı yerde kullanılması sakıncalıdır. Ayrıca, ahşap malzeme yüzeyinde yağlı bir tabaka oluşturması nedeniyle boyanması ve yapıştırılması çok zordur.

Suda çözünen emprenye maddeleri inorganik kökenli olup, bakır, krom, arsenik, bor, çinko, sodyum, potasyum gibi maddelerin tuzlarından oluşmaktadır. Türkiye' de en yaygın bulunan bakır, krom, arsenik bileşimindeki tanalit-C, bakır, krom bor bileşimindeki tanalit-CBC ve Wolmanit-CB dir. Suda çözünen emprenye maddeleri kokusuzdur, boyanabilir ve yapıştırılabilir. Emprenye işleminden sonra ahşap malzemenin kurutulması gerekmektedir.

Organik çözücüde çözünen emprenye maddeleri, bakır naftanat, çinko naftanat tributiltinoksit, pentaklorofenol gibi maddelerdir. Organik çözücü olarak terebantin tiner veya mineral sprit kullanılmaktadır. Uçucu olan bu maddeler, ahşap malzemeye

uygulandıktan sonra uzaklaşır ve ana madde ahşap malzeme içersinde kalmaktadır. Fırça daldırma, püskürtme ve vakum yöntemi ile ahşap malzemeye nüfus ettirilmektedirler. Bu tip emprenye maddelerinin içersine Dieldrin, Lindrin, Lindane gibi böcek öldürücüler ile Parafin ve Sentetik Reçineler gibi su geçirmeyen maddeler ilave edilmektedir. Bu maddelerle emprenye edilen ahşap malzemeler boyanabilmekte ve yapıştırılabilmektedir.

Bazı koruyucu kimyasal maddelerin çevreye verdiği zararlar dikkate alınarak, çevreye duyarlı yeni emprenye maddelerinin geliştirilmesine dair ilk çalışmalar EPA tarafından başlatılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda belirlenen potansiyel ahşap koruma maddelerinin büyük bölümü daha önce tarımsal alanlarda kullanılmış ve bir takım değişiklikler sonucu ahşap malzeme emprenyesine uygun hale getirilmiş maddelerdir. Diğer bir grup ise bakır naftenat ve Cu-8 (bakır oksin) gibi bugüne kadar emprenye maddesi olarak sınırlı kullanımda olan fakat diğer ahşap koruyucu maddelere göre göreceli olarak daha düşük zehirlilik oranına sahip olmalarıyla ilgiyi üzerlerine çekmiş maddelerdir. Yeni ahşap koruyucu maddelerin en önemli olanları arasında Borlu bileşikler, Bakır oksin (Cu-8), DDAC, IPBC, TCMTB, Propiconazole, ve Chlorothalonil sayılabilir. Bu maddelerle ilgili geniş bilgi 5. bölümde verilecektir.

Ahşap kompozit malzemenin koruyucu kimyasal maddelerle emprenyesi üretim öncesi ve üretim sonrası olmak üzere iki çeşittir. Kompozit malzemenin üretimini takiben basınçlı yöntemle emprenye edilmesi iki önemli sakınca doğurmaktadır. Bunlardan biri ahşap kompozit malzemenin kalınlığında bir artış olması ve bu malzemenin yeniden kurutulmasının gerekmesidir. Diğer ise, koruyucu kimyasal maddelerin uygulanması için gerekli emprenye tesisatının kurulmasının gerekmesi, bu takdirde ürün maliyetlerinin artması (yeniden kurutma gideri, kurutmadan kaynaklanan hasarlarla ilgili giderler, koruyucu madde için gerekli donanımın kurulması giderleri ve koruyucu maddenin fabrikaya getirilme giderleri) ve ahşap kompozit malzemenin masif ahşap, plastik, demir ve diğer malzemeler ile olan rekabetinin azalmasıdır.

Koruyucu maddelerin kompozit malzemelerin üretimi sırasında eklenmesi de mümkündür. Koruyucu maddelerin eklenmesi, güçlü fungusitlerin karıştırma sırasında katılması veya karıştırma öncesi tutkalda çözündürülmesi yoluyla yapılabilmektedir (52, s.2).

Ahşap kompozitlerinin üretimden önce koruyucu maddelerle işleme tabi tutulması bazı avantajlar sağlamaktadır. Kompozit malzemenin ön koruma işlemine tabi tutulması son ürünün maliyetlerinde azalmaya neden olmasının yanı sıra; diğer masif malzemeye göre koruyucu madde yüzey kısımlarda kalmadığı için ürün tüm kalınlığı boyunca koruyucu işleme tabi tutulmuş olmakta ve daha kaliteli bir malzeme üretimine yol açmaktadır. Bununla birlikte, ön koruma işlemin sakıncası; kullanılan koruyucu maddelerin tutkalın bağlanma özelliklerinde olumsuz bir etkiye sahip olmasıdır (52, s.3).

Emprenye maddeleri, kompozit malzeme içerisine 3 yöntemle uygulanmaktadır (47, s.31):

- Basınç uygulanmayan yöntemler : Ahşap malzemenin içerisine emprenye maddelerinin fazla nüfuz ettirilmesi mümkün olmayan bu yöntemler;
 - 1) Fırça ve Püskürtme Yöntemleri : Emprenye maddeleri ahşap malzemenin yüzeyine fırça veya pülverizatörle püskürtülerek uygulanır.
 - 2) Uzun ve Kısa Süreli Batırma Yöntemleri : Ahşap malzemeler emprenye maddesinin içerisine birkaç saniye ile birkaç hafta arasında değişen sürelerle batırılır.
 - 3) Sıcak - Soğuk Açık Tank Yöntemi: Ahşap malzeme, içerisinde soğuk emprenye maddesi bulunan kazana konular, alttan 80-85°C'e kadar ısıtılır, sonra soğutulmaya bırakılır. Yöntemin uygulanmasında organik çözücülü emprenye maddelerinin kullanılması sakıncalıdır.
- Vakum-Basınç Uygulayan yöntemler : Emprenye maddesi, ahşap malzemenin içerisine istenen miktarda nüfuz ettirilebilir. Bu yöntemlerin en önemlileri;

- 1) Dolu Hücre (Betheli) Yöntemi : Emprenye silindirine ahşap malzeme konduktan sonra ilk vakum uygulanır. Sonra silindirin içi emprenye maddesi ile doldurulur ve basınç uygulanır. Silindir boşaltıldıktan sonra son vakum uygulanır.
 - 2) Boş Hücre (Rueping) Yöntemi: Ahşap malzeme emprenye silindirine konduktan sonra ilk vakum uygulanmaz. Emprenye maddesi silindire doldurulduktan sonra basınç uygulanır. Arzu edilen miktarda emprenye maddesi ahşap malzemeye nüfuz ettirildikten sonra, silindir boşaltılır. Sonra vakum uygulanır.
- Çift Vakum Yöntemi : Ahşap malzemeye emprenye, kazanına yerleştirildikten sonra vakum yapılır. Emprenye maddesi kazana doldurulduktan sonra vakum kaldırılır, maddenin ahşap malzemeye nüfuzu, normal atmosfer basıncı ile bazen 1 - 2 atmosfer basınç uygulanarak sağlanır. Emprenye maddesi kazandan boşaltıldıktan sonra son vakum uygulanır. Vac- Vac yöntemi de denilen bu yöntem, çözücülü emprenye maddeleri ile uygulanır.

Ahşap kompozitinin üretim öncesi emprenyesine ve uygun emprenye maddesiyle karıştırma yöntemine karar verildikten sonra, bu kimyasal koruyucu maddelerin çevreye olan etkilerini de özellikle ele almak gerekmektedir. Yüksek oranda uçucu olan bileşenler üretim sırasında yüzey kısmında kalmakta ve sağlık için potansiyel bir tehlike oluşturmaktadır.

3.4.3. Yüzey İşlem Maddeleri

Ahşap kompozit malzemenin yapısında, UV ışığı, rutubet, sıcaklık, rüzgar, ve diğer atmosferik faktörler (oksijen ve sülfür dioksit, nitrojen dioksit vb. hava kirletici gazlar) etkisiyle bozulmalar meydana gelebilmektedir. Açık hava etkilerine maruz kalan ahşap malzemenin görünümü değişir, iç ve dış tabakaları arasında rutubetten kaynaklanan gerilmeler oluşur, yüzeysel aşınma, eğilme, çarpılma, yarıma, çatlama, çukurlaşma, burulma, doku kalkması meydana gelmekte ve bağlayıcı tabakalar bozularak birleşim yerleri açılmaktadır.

Yüzey işleme maddeleri, malzemenin yüzeyinde tutulan ve malzeme içine çok az ya da hiç nüfuz etmeyen film veya tabaka oluşturan materyal olup, ahşap malzemenin doğal rengini değiştirmemesi, doğal görünüşünü bozmaması ve dayanıklı olması gibi özellikler aranmaktadır. Koruyucu yüzey işlemlerinin amaçlarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

- Ahşap malzemenin üst yüzey işleme ile elverişsiz iklim koşullarına karşı korunması
- Ahşap malzemenin rutubet alışverişinin belirli ölçüde engellenmesi
- Ahşap malzemenin aşınma, sürtünme ve çarpılmalar ile oluşacak mekanik etkilere karşı korunması
- Ahşap malzemenin bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı korunması
- Ahşap malzemenin doğal renklerinin rutubet ve ışığa karşı korunması
- Ahşap malzemenin mümkün olduğu kadar uzun süre yapısının korunması

Koruyucu maddeler ile işlem görmemiş yonga levhaların dış yüzeyleri rutubet değişimlerine açık bırakıldığında yongalarda şişme ve daralmalar meydana gelmekte, yongalar-levha yüzeyinden ayrılmakta ve dağılmaktadır. Direnç azalmakta ve şişme miktarı artmaktadır. Aynı zamanda yongaların birbirleri ile olan bağları kaybolmakta ve levhalar mekanik yüklenmeler esnasında kırılabilmektedir. Yonga levhaların korunmasında, yüksek kaliteli opak yüzey işleme maddeleri (boya ve vernikler) kullanılmalı ve çürüme riskinin bulunduğu yerlerde bu maddelerin içine fungusit ve insektisit özellikli koruyucu maddeler katılmalıdır.

Kontrplak üretiminde kullanılan kaplama levhaların kalınlığı genellikle 6 mm'yi geçmemektedir. Bu nedenle açık hava etkilerinde kalan kontrplaklarda yüzey degradasyonundan başka tutkal hattı da dekompoze olmaktadır. Kontrplakların açık hava koşullarından etkilenmemeleri için pigment içeren yüzey koruyucu maddeler önerilmektedir.

Yüzey işlem maddeleri genel olarak iki gruba ayrılabilir (71,s.172) :

- Ahşap malzeme yüzeyinde nispeten kalın, sürekli bir film tabakası oluşturan opak yüzey işlem maddeleri (boyalar, vernikler, cilalar vb.)
- Ahşap malzeme yüzeyindeki hücrelere nüfuz eden yüzey işlem maddeleri (macunlar, su itici maddeler, renklendiriciler,vb.)

Yüzeyde katman oluşturan tüm yüzey işlemi maddelerinin ortak özelliği, yüzeye sıvı halde sürülmeleri ve kuruyup sertleştikten sonra geriye saydam bir tabaka bırakmalarıdır. Katman oluşturan bazı maddelerin sertleşmesi sadece eritici sıvının buharlaşmasına bağlı olup, kurumması fiziksel yolla olmaktadır. Bu vernikler, çabuk kurumakta, her zaman onarılabilmekte ve üst üste sürülebilmektedir. Ancak eritici ve inceltici sıvıların etkisi nedeniyle çabuk bozulmaktadır.

Vernikler

Vernikler, sürüldükleri yüzeyde kuruduktan veya sertleştikten sonra daha çok saydam bir katman oluşturan, genellikle çözücü ve katı olmak üzere, iki elemandan oluşan eriyiklerdir. Verniklerin amacı, yüzeyde sert bir katman oluşturarak malzemeyi dış etkilere korumak ve güzelleştirmektir. Vernikler sertleşme tiplerine göre; fiziksel olarak, kimyasal olarak ve hem fiziksel, hem kimyasal olarak sertleşen vernikler olmak üzere üç şekilde sınıflandırılmaktadır. Kimyasal sertleşen vernikler, dış etkilere, özellikle sıvıların bozucu etkilerine karşı dayanıklıdır. Eritilerek yeniden kendini oluşturan maddelere dönüştürülemez. Kimyasal reaksiyon ile sertleşen vernikler, asitle sertleşen, poliüretan ve poliyester vernikler olup bir veya, genellikle iki elemanlıdır. Sertliği ve elastikliği ayarlanabilen, kimyasal ve mekanik etkilere karşı dirençli katman oluşturma yeteneğine sahip bu verniklerin bir elemanlı olan sert ve kırılğan tipleri dış kullanım için uygun bulunmamaktadır. Bu nedenle genellikle yapı içinde kullanılmaktadır. İyi elastikiyet özelliği gösteren iki elemanlı vernikler ise yapı dışındaki ahşap malzeme yüzeylerinde kullanılmaya da uygundur.

Ahşap kompozit levhalarda genellikle asit sertleştiricili vernik kullanılmaktadır. Boya olarak, özellikle MDF üzerinde akrilik boya, selüloznitrat lake, poliüretan lake, polyester lake uygulamaları yapılmaktadır. Mobilya endüstrisinde ise, çoğunlukla polyester vernik, selülozik ve polyester lake sistemleri kullanılmaktadır.

Asitle sertleşen (yapay reçine) verniklerin üretiminde bağlayıcı madde olarak kimyasal yollarla üretilen üre, alkid, melamin ve fenol formaldehid yapay reçineleri kullanılmakta olup, en çok kullanılanları üre ve alkid yapay reçineleridir. Yapay reçine vernikleri mekanik ve kimyasal etkilere karşı oldukça dayanıklı bir katman oluşturmaktadır. Kuvvetli alkalilere ve ışığa karşı hassastır. Dış hava koşullarına dayanıklılığı sınırlı olup, kullanılmaları doğru değildir. Rutubete, kimyasal etkilere ve aşınmaya dayanıklı olması gereken işlere, yapay reçineli parlak vernik sürülmelidir. Büro, okul, mağaza, otel vb. gibi yerlerde kullanılan oturma mobilyalarında, parkelerde ve kapılarda özellikle olumlu sonuçlar vermektedir. Üstün koruyucu niteliği yanında, poliüretan verniklerden daha ucuzdur. Yapay reçine verniği sürülen ahşap malzemenin tam kurumadan üzerine takılan metal donanımlarda da oksitlenmeler görülebilmektedir. Asit etkili sertleştirici, vernik kururken havaya karışarak çevresindeki metalleri etkilemekte ve malzemedeki metal donanımlar paslanmaktadır.

Asitle sertleşen nitroselüloz kombinasyon vernikleri ışığa dayanıklı, fakat dış hava koşullarına dayanıklı değildir. Aşınma ve çizilmeye karşı direnci yüksektir. Rutubete karşı dayanıklı olup, organik çözücüler ve özellikle asetona karşı dayanıksızdır. Bu vernikler yapı içi kullanıma uygundur.

Poliester vernikler, doymamış alkid reçinesi ve stirol karışımı ile organik peroksitten oluşan iki elemanlı bir vernik türüdür. Elde edilmek istenen katman kalınlığına göre parafin içeren veya içermeyen poliyester vernik uygulanmaktadır. Parafin içeren doymamış poliyester (UP) verniğinin oluşturduğu kalın vernik katmanı, mekanik ve kimyasal etkilere karşı olağanüstü dayanıklıdır. Kimyasal özelliği (patlama tehlikesi) yüzünden sertleştirici (organik peroksit) kullanımında dikkat edilmelidir.

Poliüretan vernik, genellikle iki elemanlı bir verniktir. Eritici ve inceltici sıvısı buharlaşırken bağlayıcı ve sertleştirici elemanları kimyasal tepkimeye girmektedir. Dış etkilere oldukça dayanıklı bir vernik katmanı oluşturmaktadır. Verniğin birinci elemanı bünyesinde serbest hidroksil (OH) bulunan bir tür alkid yapay reçinesinin eriyiği olup, iki değerli karboksilli asitler ve üç değerli alkollerden polikondensasyon yolu ile üretilen reçine ile hazırlanmaktadır. İkinci eleman ise isosiyanat olup, buna sertleştirici adı da verilmektedir. Yanması zor olduğu için topluma açık yerlerdeki ahşap malzemeden donanımlarda kullanımı uygundur.

Sentetik vernik üretiminde vinilklorür, polivenilklorürasetat ve polivinilasetat (PVA) gibi sentetik gereçlerden yararlanılmaktadır. Ahşap malzemede kullanılan vernik, boya ve tutkal üretiminde kullanılan sentetik maddelerin en önemlisi polivinilasetattır. Vinilesterin polimerleştirilmesi ile elde edilen polivinilasetat, belirli organik sıvılarda erime niteliği göstermektedir. Eriyik, sürüldüğü yüzeyde saydam bir katman oluşturur. Işığın bozucu etkilerine dayanımı iyidir.

Selülozik verniğin, yaklaşık %25-35'lik bölümünü nitroelülöz (selüloz nitrat), reçine ve yumuşatıcılar; %65-75'lik bölümünü ise malzemeye sürüldükten sonra vernikten buharlaşarak ayrılan eritici ve inceltici sıvılar oluşturmaktadır. Selülozik vernik, normal koşullarda havada kurumaktadır. Isıya oldukça dayanıklıdır. Erime derecesi yüksek olup, kolay yumuşamamaktadır. Selülozik verniğe yumuşatıcılar (çinkostearat, pentasit esteri, adipinasit esteri, beziryağı, hintyağı, rizinyağı gb.) katılarak esneklik sağlanmaktadır. Selülozik vernik katmanında en önemli madde nitroelülözdür. Nitroelülöz (selüloznitrat) saf selülözün nitrik asit ve sülfirik asitle esterleşmesiyle elde edilmektedir.

Nitroelülözik verniklerin kısa süreli su etkisine karşı direnci yüksek olup, alkole karşı da oldukça iyi bir dirence sahiptir. Nitroelülözik vernik, fiziksel olarak kuruduğu için aseton gibi kimyasal maddelere karşı da çok hassastır. Dış hava koşullarında nitroelülözik vernik çok sınırlı dayanıklılığa sahip bulunmaktadır. Bu nedenle nitroelülözik vernik mobilya ve iç mimaride geçirgen yüzey işlemleri için uygundur.

Yağlı vernikler, doğal reçinelerin, pişmiş beziryağında eritilmesi ile veya yapay reçineler ve kuruyan yağlar ile hazırlamaktadır. Bu maddelerden reçineler, verniğe sertlik, parlaklık ve yüksek bağlama gücü sağlamaktadır. Yağlı vernik çoğunlukla, bahçe mobilyalarında, kapı ve pencerelerde kullanılmaktadır.

Gomlak Cilası

Cila işleminde bağlayıcı madde olarak kullanılan hayvan kokenli doğal bir reçine olup, mum, su, yağ ve renk verici maddeler ile karışık bulunmaktadır. Bazı gomlak türlerinde % 3-6 oranında mum bulunmaktadır. Mum, gomlak katmanının ahşap malzemenin çalışmasına uymasını sağlamakta, gomlak filminin çöküntü yapma oranını azaltmakta ve rutubete karşı dayanımını artırmaktadır.

Lake Boyama Sistemi

Ahşap malzeme yüzeyinin renkli ve örtücü bir şekilde koruyucu yüzey işleme maddeleri ile kapatılmasına lake boyama denilmektedir. Böylece doğal yapısı görünmeyen ahşap malzeme hem istenilen renge boyanmış, hem de bozucu etkilerden korunmuş olmaktadır. Dayanıklı, fakat ucuz masif ahşap malzemedan ve levha ürünlerinden hazırlanan mobilyalar lake boyama ile sakınca yaratmadan yapı dışı ve içinde de kullanılabilir. Yonga ve lif levhaların kullanımı böylece örtücü boyalar yardımı ile daha da artmaktadır.

4. AHŞAP KOMPOZİT MALZEMENİN KULLANIM OLANAKLARI

Bir önceki bölümde ayrıntılı olarak incelenen ahşap kompozit malzemelerin uygulama alanlarına ilişkin bilgiler 5 başlık altında incelenecektir.

4.1. Mimari Alandaki Uygulamalar

Ahşap kompozit malzeme yapıda taşıyıcı, doğrama (pencere-kapı), kaplama (duvar-tavan-döşeme), pano, yalıtım ve kalıp elemanları olarak yer almaktadır.

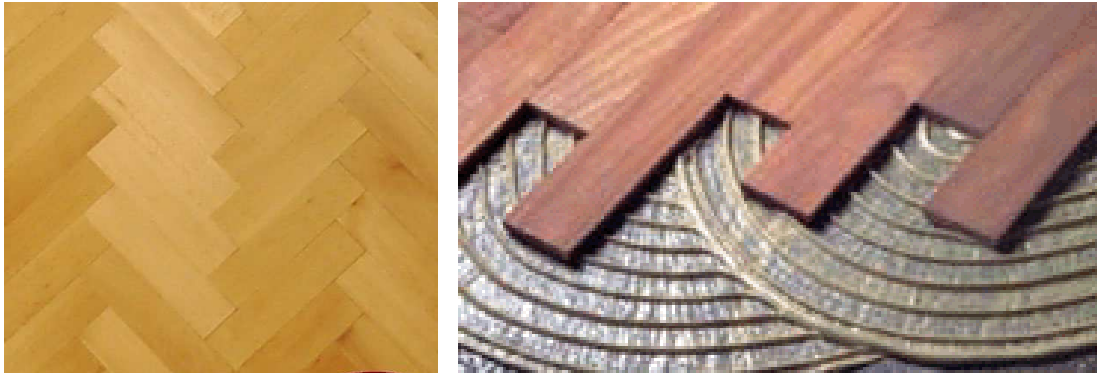
4.1.1. Yüzey Kaplama Elemanları

Döşeme, çatı örtüsü, tavan, iç ve dış duvar kaplaması olarak yapıya giren doğal ahşap malzeme yanında, ince kaplama levhalar, kontrplak, lif ve yonga levhalar da kullanılmaktadır. Ahşap malzeme parke (masif, lamine, laminat, mozaik) ya da ahşap döşeme tahtası olarak, gerek ahşap ve gerekse betonarme yapılarda sıkça kullanılan bir materyaldir. Zemin malzemesi olarak kullanımda; aşınma direnci, sertlik, az çalışma, estetik görünüm, ekonomiklik, kolay işlenme, izolasyon, liflere dik yönde basınç gibi özellikler ön plana çıkmaktadır.

Ahşap yer döşemeleri yani parke çeşitleri üretim teknikleri açısından üç gruba ayrılmaktadır. Boy, kalınlık, en sınırlaması olmaksızın masif ağaçtan muhtelif kalınlık ve sınıflarda üretilmiş yer kaplama malzemeleri masif parkeleri oluşturmaktadır. Masif olarak kullanımda daha çok meşe, kayın, çam, ladin, göknar, dişbudak, karaağaç, ceviz, huş ve bubinga, sapelli, merbau vb. gibi bazı egzotik türler değerlendirilmektedir (Resim 4.1 ve 4.2).

Lamine parkeler, boy, kalınlık ve en sınırlaması olmaksızın farklı türlerdeki ahşap materyalin üretim anında liflerinin birbirine dik gelecek şekilde en az üç kat malzemenin üst üste preslenmesi ile oluşmaktadır. Genellikle parkenin en üst tabakası istenilen ağaç cinsinden veya renginden olmakta, diğer tabakalar ise farklı bir ahşap malzeme kullanılarak maliyet düşürülmektedir. Bu özellikteki masif

parkeler genellikle yerden ısıtma sistemlerinde tercih edilmektedir. Lamine parkelerde masif ahşap tabakalar birbirine kontra gelecek şekilde preslendiğinden, ahşabın çalması minimuma indirilmiştir. Lamine parke ham, cilalı ve yağlı olarak tüketiciye sunulmuş ahşap yer döşeme malzemesidir (Resim 4.3 ve 4.4).

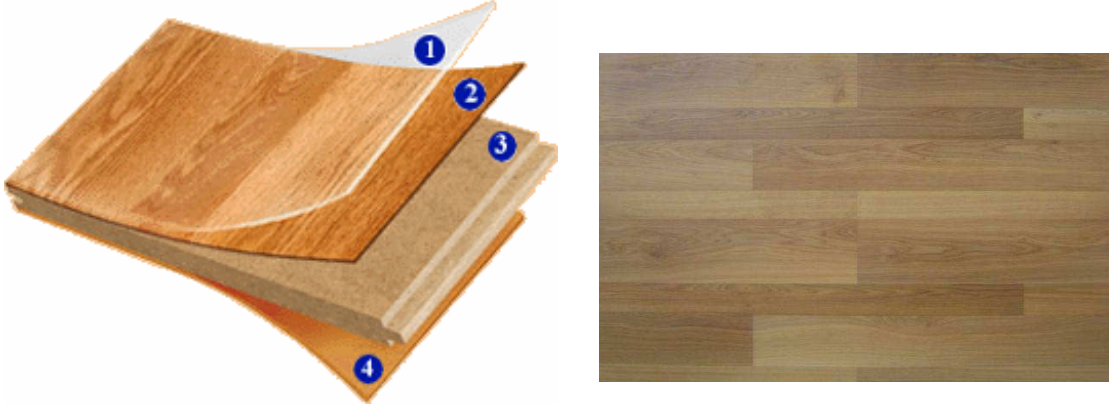


Resim 4.1. ve 4.2. Kayın ağacından üretilen çapraz döşenmiş masif parke (solda), düz döşenmiş masif parke (sağda) (181)



Resim 4.3. ve 4.4. Lamine parke tabakaları (solda) (190), lamine parke görünüşü (sağda)

Laminat Parkeler ise, HDF (Height Density Fibreboard), MDF (Medium Density Fibreboard) veya yongalı ahşap tabakalar üzerine laminat tabakanın preslenmesiyle elde edilen, ana yapıyı oluşturan ham madde olarak, ahşap kökenli levhaların alt yapıda kullanıldığı, esas itibariyle imitasyon ürünlerdir. En üstte overlay denilen koruyucu film tabaka bulunur. Bu tabaka, yüzeyin fiziksel direncini (aşınma, çizilme, leke, vs.) artırır. Altında parlak ve doğal görünümlü bir dekor kağıdı yer alır. Üçüncü sırada bulunan HDF, E1 normuna göre üretilmiş, yüksek yoğunlukta basınca karşı dayanıklı taşıyıcı levhadır. En altta ise boyutsal stabiliteyi sağlayan, nem geçirmeyen balans kağıdı bulunmaktadır (Şekil 4.5 ve 4.6).



Resim 4.5. ve 4.6. Laminat parke tabakaları (solda) (149), laminat parke görünüşü (sağda)

Fiziksel ve mekanik özelliklerden çok, yüzeyinin görünüm özellikleri ön plana çıkan dekoratif kontrplakların yüzey tabakaları genellikle görünüm özellikleri güzel olan yapraklı ağaç türlerinden elde edilmekte olup, duvar paneli, döşeme, ince duvar kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Görünümden çok fiziksel ve mekanik özellikleriyle önem taşıyan yapısal ve endüstriyel kontrplakların kullanımında levhaların direnç değerleri ve kullanım yerinin gereklerine uygun bir tutkalla üretilmiş olması önemlidir. Kaplama alanında bu malzemeden taban döşemesi olarak yararlanılmaktadır. Bu tip kontrplakların yüzeyleri reçine emdirilmiş kağıt esaslı malzemeler ya da plâstik ve metal esaslı malzemelerle kaplanarak dekoratif ve daha dirençli duruma getirilerek kullanım alanı genişletilebilmektedir (Resim 4.7).



Resim 4.7. Kontrplak duvar kaplaması ve döşeme (166)

Etiket yongalı levha, kontrplağın kullanıldığı her yerde değerlendirilebilmektedir. Kullanılan tutkal türüne bağlı olarak çatı kaplamaları, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme ve döşeme altı materyal olarak değerlendirilir. Çatı malzemesi olarak kullanılan levhalarda levhaların sürtünme katsayısını arttırmak amacıyla preste elek teli kullanmak suretiyle bir yüzeyine pürüzlülük verilir. Yüzeyi kaplanacak ve döşemelik olarak kullanılacak olan levhalar dışındakilere herhangi bir yüzey işlemi uygulanmaz. Levha yüzeyleri istenildiğinde verniklenebilir ve boyanabilir. Resim 4.8.'te etiket yongalı levhanın uygulandığı bir örnek görülmektedir.



Resim 4.8. Etiket yongalı levha kullanımı (188)

Döşeme kaplamasında tabakalı ahşap malzemelerin kullanıldığı bir diğer uygulama yükseltilmiş döşemelerdir. Özellikle büro binalarında uygulanan yükseltilmiş döşeme elemanlarının yapımında, mukavemet, dış etkilere direnç, yanmazlık dekoratif özellikler gibi birçok niteliğin karşılanabilmesi için farklı özelliklerdeki malzemeler bir araya getirilerek kompozit malzeme üretilmektedir.

Kaplamalar, genellikle kör döşemeye ve kadronlar çakılarak veya şap üzerine yapıştırılarak uygulanmaktadır (42, s.328).

Havuz kenarı, teras gibi dış mekanlarda ve ıslak hacimlerde kullanılmak üzere masif ahşaptan üretilmiş karo modüller deckaro olarak adlandırılmaktadır. Bu malzeme, çok kolay montaj ve demontaj yapılabilme olanağı sağlayan özel “clip” geçme sistemli, dayanıklı bir alt taşıyıcı ile bu gride sabitlenmiş ahşap latalardan oluşmakta, bu nedenle de uygulanacak zeminde ek bir taşıyıcı sisteme gerek kalmadan hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir (Resim 4.9 ve 4.10).



Resim 4.9. ve 4.10. Deckaro (solda) ve uygulanma şekli (sağda) (143)

Deckaronun uygulama alanı çok çeşitlidir. Sudan etkilenmemesi ve ek bir taşıyıcı sisteme gerek duyulmaması en büyük avantajını oluşturmaktadır. Böylelikle birçok alanda kullanılabilir (Resim 4.11 ve 4.12).



Resim 4.11. ve 4.12. Tekne döşemesinde ve bina girişinde deckaro kullanımı (143)

Tabakalı ahşap malzemelerden süpürgelik, merdiven küpeştesi ve basamak olarak da yararlanılmaktadır (45, s.205-206) (Resim 4.13 ve 4.14)



Resim 4.13. ve 4.14. Dış (solda) ve iç (sağda) mekanda LVL'den üretilmiş merdiven (73)

Tutkallı lamine ahşap malzemenin, doğal görünüşü sayesinde, üzerinin kaplanması gerekmez, yapıya estetik bir görüntü sağlar. Birçok yapı elemanına göre daha hafiftir, bu da tesis, taşıma ve inşaat masraflarını azaltmaktadır. Yapılarda tavan kaplaması, merdiven basamağı gibi uygulamalarda kullanılabilir (Resim 4.15).



Resim 4.15. Mountain View Methodist Klisesi tutkallı lamine ahşap tavan kaplaması (174)

Genel olarak, mobilya imalatında kullanılan ahşap yongalevhaların üretim sırasında yüzlerinin soyma ahşap bir kaplamayla kaplanmış olanlarına papelli yonga levhalar (suntalam), yüzleri melamin emdirilmiş özel bir kağıt kaplamayla kaplanmış olanlarına lamelli yonga levhalar (Werzalit) adı verilir. Bu tür malzemeler iç duvar kaplamaları, tavan kaplamaları ve döşemelerde altlık olarak değişik amaçlarla kullanılabilir. Bu malzemelerin duvarlarda kaplama olarak kullanılabilmesi için ilke olarak ahşap ya da metal bir ızgara sisteminin oluşturulması ve bu pano malzemelerin ızgara üzerine -her malzeme için geliştirilmiş uygun detay ve ara malzemeler kullanılarak- tespit edilmesi gerekmektedir (114, s.251). Resim 4.16'da dış cephe kaplaması olarak Werzalit görülmektedir.



Resim 4.16. Werzalit cephe kaplaması

Yapılarda, çeşitli dış etkilere açık yüzeylerde, koruyucu ve dekoratif amaçlarla polimer esaslı tabakalı kompozit malzemeler kullanılmaktadır. Sentetik reçine emdirilmiş kraft kağıdı tabakalarının preslenmesi ve üzerine yüzey oluşturacak tabakaların uygulanmasıyla üretilen lamine malzeme, ahşap elemanların yüzeylerinin kaplamasında kullanılmaktadır (45, s.205).

Yapıların dış kısımlarında kullanılacak OSB'ler fenol esaslı tutkallarla üretilmelidir. Bu tür OSB'ler çatı kaplamaları (kiremit ve shingle altında) ve yer döşemesi olarak kullanılabilirler (10, s.64). Resim 4.17 ve 4.18'de ilgili örnekler görülmektedir.



Resim 4.17. OSB çatı kaplaması örneği 1 (162)



Resim 4.18. OSB çatı kaplaması örneği 2 (161)

Talaş levhalar, duvar panosu ve akustik amaçla kullanılacak ise, bu panoların manyezi çimentosuyla yapılmış düzgün yüzeyli ve kirli beyaz renkte olanları seçilir ve sıvanmadan kullanılabilir (114, s.252).

Orta Avrupa'da özellikle İsviçre de Kerto-Q-LVL çatıların kaplanmasında kullanılırken, yer döşemesi olarak da kullanım imkanı bulmaktadır (Resim 4.19).



Resim 4.19. LVL döşeme kirişi (156)

Yapı sektöründe MDF'ler taban döşemeleri, tavanlar (üzeri kaplı olarak veya doğrudan doğruya), trabzanlar ve küpeşteler, süpürgeliklerin üretiminde değerlendirilmektedir. Standard MDF'ler üretimden sonra yüzeylerine alev almayı geciktiren kimyasal maddeler sürülmesi veya levhaların bazı tuzlarla emprenye edilmesi suretiyle yangına karşı dayanıklı hale getirilirler. Bu levhalar, duvar ve pano kaplamaları olarak kullanılmaktadır. Rutubete dayanıklı tutkallarla (Fenolformaldehit) üretilmiş ve ayrıca şişmeyi azaltmak için hidrofobik maddeler (parafin vb.) ilave edilerek üretilen rutubete dayanıklı MDF'ler kapalı yerlerde % 80 bağıl neme kadar döşeme, merdiven olarak kullanılmaktadır. Kalın MDF'ler 45-60 mm kalınlıklarda üretilmektedir. Bu levhalar döşeme ve merdiven basamağı olarak kullanılmaktadır. Yoğunluğu 0.8 gr/cm³'den fazla olan MDF'lere yüksek yoğunluklu MDF denmekte olup, işlenme özellikleri ve yüzey işlemlerine uygunlukları oldukça iyidir. Bu levhalar, döşeme ve merdiven basamağı olarak değerlendirilmektedir. Sert liflevhalar, tavan kaplamaları, lambri, vb. dekorasyon işlerinde değerlendirilmektedir.

Ahşap lambriler, değişik ahşap türlerinden ve ahşap kökenli malzemelerden üretilir. Ahşap kökenli malzeme (kontraplak, MDF, yonga levha gibi) üzerinin değişik kökenli kaplamalarla kaplanması ve gerekli uygun profillerin verilmesiyle elde edilir. Doğal ahşap lambrilerin genişlikleri 8-12 cm'den daha geniş olmamalıdır. Daha geniş ahşabın çalışma miktarı lambrinin enine bağlı olarak artacağı için, geçme kısımlarında lambrinin ayrılması ve yerinden çıkması olasılığı artar. Ahşap kökenli malzemelerin çalışması azaltılmış olduğu için daha geniş boyutlarda üretilebilmektedir (114, s.258). Resim 4.20'de lambri, Resim 4.21'te lambri ve döşeme uygulaması görülmektedir.



Resim 4.20. ve 4.21. Lambri ve uygulaması (176,171)

Tabakalı pano elemanlar, ahşap çatı konstrüksiyonunun veya betonarme çatı plaklarının kaplanmasında da kullanılmaktadır. Bu panoları taşıyan konstrüksiyonun arasına ayrıca ısı yalıtım malzemeleri de yerleştirilerek, ısıl direnci artırılmış, yalıtımlı uygulamalar yapılmaktadır. Ancak, özellikle bağıl nem oranının yüksek olduğu iç mekanlarda, bu şekilde dış kabuğun iç yüzeyinde ısı yalıtımına yer vermeden önce kesitte bir yoğuşma kontrolü yapılmalıdır (45, s.204).

Döşeme altlığı olarak kullanılan ahşap liflevhalar ve yongalevhalar daha çok kaplamanın geçici olarak yapıldığı durumlarda uygulanır. Bu levhalar alttaki bir sap zemin üzerine yapıştırılarak, üzerine gelecek olan rulo ya da ince plaka halindeki bir döşeme kaplamasına uygun bir altlık oluşturur. Bu uygulama şekli, kör döşeme yapılması istenmeyen parke uygulamalarında da kullanılabilir (114, s.362).

Bordeaux'daki Richard Rogers' a ait TGI binasında birden fazla ahşap esaslı malzeme bir arada görülebilmektedir. Kendi kendini taşıyan 7 mahkeme salonundan her biri beton taban üzerine oturtulmuş tutkallı lamine ahşap üst yapıya sahiptir. Binanın dış cepheleri sedir bantlarla, iç cepheleri ise kontrplakla kaplanmıştır (Resim 4.22, 4.23 ve 4.24) .



Resim 4.22. TGI binası girişi (141)



Resim 4.23 ve 4.24. TGI mahkeme salonu iç mekan (154)

Jyrki Tasa tarafından tasarlanan [Into Evi](#), hafif çelik borular ve telli yapılarla desteklenmiş, farklı çaplarda, katlanmış kontrplak levhalardan oluşmaktadır (Resim 4.25).



Resim 4.25. Into Evi, Finlandiya (178)

Into Evi'nin giriş holü ve merdivenler, bu bölümün konutun öteki bölümleriyle bağlantısını sağlayan bir köprü görevini görmektedir (Resim 4.26).



Resim 4.26. Into Evi, iç mekanda merdiven (178)

İç duvarlar, genel olarak çam kontrplakla kaplıdır. Zeminler ve mutfakta kullanılan ahşap malzemeler ise kiraz ağacından yapılmıştır. Teras çatının ahşap kirişleri çelik kolonlar ve kirişlerle desteklenmiştir. Duvarlar, beyaz renge boyalı, düşey ahşap paneller ve çam kontrplakla kaplıdır (Resim 4.27).



Resim 4.27. Into Evi iç mekan görünüşü (178)

4.1.2. Bölme ve Pano Elemanları

Duvar, zemin ve çatı kısımlarında kullanılan ve genelde ahşap kökenli malzemenin dolu, boşluklu ya da petek sistemler ile üretilen pano elemanlardır. Fabrikada, öngörülen boyut ve özelliklerde (pencere, kapı boşlukları da verilerek) üretilen bu elemanlar, yapının inşa edildiği yere getirilmekte ve monte edilmektedir. Böylece yapının üretilmesine hız ve ekonomiklik kazandırmaktadır (70, s.82). Ahşap pano elemanlar, ahşap, kargir ve betonarme yapılarda, yapı fiziğiyle ilgili önlemler alındıktan sonra, taşıyıcı bir konstrüksiyonun üzerine doğrudan tespit edilebilmektedir. Aynı malzeme ile, bir taşıyıcı konstrüksiyonla birlikte sabit, mekan bölücü elemanlar yapılabilmekte, ayrıca geçici veya portatif bölücüler, panolar da üretilmektedir. Kendini taşıyan panolardan, geçici bölmelerin yapımında, büro mekanlarında iç düzenlemelerde, duyuru ve sergileme elemanlarının yapımında yararlanılmaktadır (45, s.202).

Ahşap bölme elemanları (Seperatör) TS 11879/1995' e göre "Masif ahşap ve/veya ahşap ürünlerinden tek parça veya katlanabilen şekilde imal edilmiş, tamamen örtücü veya kısmen arkanın görünmesine imkan sağlayan düşey elemanlardır." şeklinde tanımlanmaktadır. Bu amaçla kullanılan masif veya ahşap kökenli malzemede görünen yüzeylerin düzgün ve pürüzsüz olması, renk, desen, motif bakımından uyumlu olması, yonga ve lif levha yüzeylerinin kaplanmış olması gerekmektedir. Ayrıca menteşe veya metal aksamların genel görünüme uygun olması da aranan özelliklerdir (70, s.82).

Duvar panoları, bağlayıcılarına göre polimer reçineli ve çimentolu diye ayrılabilir. Bağlayıcısı polimer olanlar, ahşap yonga levhalar (sunta vb.), ahşap lif levhalar (duralit vb.) yüksek yoğunlukta liflevha ya da orta yoğunlukta liflevhalar (MDF) olmak üzere değişik türlerde bulmak mümkündür. Bağlayıcısı çimento olan ahşap kökenli panolar ise ahşap talaş levhalar (heraklit) ve çimento bağlayıcılı ahşap lif ve yonga levhalar gibi türlerde üretilmektedir (114, s.249).

Yapısal ve endüstriyel kontrplaklardan bölme elemanı ve reklam panosu olarak yararlanılmaktadır. Bu tip kontrplakların yüzeyleri reçine emdirilmiş kağıt esaslı malzemeler ya da plastik ve metal esaslı malzemelerle kaplanarak dekoratif ve daha dirençli duruma getirilerek kullanım alanı genişletilebilmektedir (Resim 4.28).



Resim 4.28. Kontrplak panel (153)

OSB paneller, duvar bölmesi olarak kullanıldığı gibi inşaat için kalıp tahtası olarak da değerlendirilmektedir. Resim 4.29 ve 4.30'de OSB paneller görülmektedir.



Resim 4.29. ve 4.30. Duvar pano olarak OSB (184)

Yangına dayanıklı MDF'ler, büro bölme sistemleri, sergi panoları, gemilerde kabin ve bölme elemanları vb. yerlerde; rutubete dayanıklı tutkallarla üretilmiş açıkta kullanılan MDF'ler reklam panoları, mağaza vitrinlerinde; ince MDF dekoratif panel üretiminde kullanılmaktadır. Yaş Lif levhalar, panolar, ara bölmeler, akustik uygulamalar vb. dekorasyon işlerinde değerlendirilmektedir. Resim 4.31'de MDF panel görülmektedir.



Resim 4.31. MDF panel (194)

Yapısal izolasyonlu paneller, yapıda birkaç sistemi birleştiren, yüksek kalitedeki malzemelerdir. Sandviç panel olarak da adlandırılan bu sistem, kalın plastik köpük tabakasının iki taraftan yapısal ahşap panellerle sıkışmasıyla oluşmaktadır. Sert plastik köpük, yüksek izolasyon değeri sağlarken, iki taraftaki yapısal panellerin yüzleri de sertlik, kuvvet ve boyutsal stabilite katkıda bulunmaktadır (Resim 4.32).



Resim 4.32. Sandviç panel kesiti (187)

Genellikle çatı ve duvar paneli olarak kullanılmakla birlikte döşeme, çatı pencereleri ve cumba inşasında da kullanılmaktadır (Resim 4.33).



Resim 4.33. Sandviç panellerin yapıda kullanımı (151)

Sandviç panellerin üretiminde, panelin iki taraftaki yapısal ahşap levhalar genellikle kontrplak veya OSB olmaktadır (Resim 4.34).



Resim 4.34. OSB'den üretilmiş sandviç panellerin vinç yardımıyla yapıya oturtulması (182)

4.1.3. Doğrama Elemanları

Kapılar, masif halde üretilebildikleri gibi cilalı, petek ya da kafes dolgu üzerine lif levha veya kontrplak kaplamak suretiyle prese kapı olarak üretilebilmektedir. Ahşap malzeme pencerelerde kasa (telore), kanat, kayıt, damlalık olarak; kapılarda ise başlık, seren, kayıt ve tabla gibi isimlerle kullanılmaktadır. Sonradan ölçülerde meydana gelebilecek değişimleri önlemek için özellikle bina içi kapı ve pencere ahşap malzemesinin %10 rutubete kadar kurutulmuş olması gerekmektedir. Pencere doğramalarında genellikle; çam, sedir, meşe, ladin, göknar ve bazı yabancı türler kullanılmaktadır. Ayrıca lamine malzeme de bu alanda kullanılmaktadır (70, s.82; 42, s.328).

Ortada prese aglomere ahşap tabaka, iki yanında 4 mm kalınlıkta alçı tabakaları ve iki yüzeyde tekrar ince ahşap tabaka ve yüzey kaplama malzemesi ile kaplı, dış tabakaları yanmayı geciktirici özellikte maddelerle emprenye edilen kapılar, okul, otel, çok katlı yapılarda yangın geciktirici özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir (45, s.211).

Açık havada kullanılan kapı panellerinde açıkta kullanılan MDF tipleri; pencerelerde rutubete dayanıklı MDF tipleri kullanılabilir. Kapı yüzeylerinde sert liflevhalardan yararlanılmaktadır.

LVL kapı ve pencere çerçevelerinin üretiminde değerlendirilmektedir. Fransa'da Kerto-Q-LVL, kapı çerçevelerinde değerlendirilmektedir.

4.1.4. Yalıtım ve Korunum ile İlgili Uygulamalar

Çimento ile ahşap talaşının karıştırılmasıyla elde edilen talaş levhalar çok iyi ısı tutucu olup, sıvayı ve harcı çok iyi tutar, hafiftir, kimyasal yollarla yangına karşı dayanıklı hale getirilebilmektedir. Isı yalıtımında, polisteren köpükle ahşap talaş levhadan oluşan kompozitler kullanılabilir. Burada, talaş levha, malzemenin mekanik dayanımını artırıcı tabaka niteliğindedir (125, s.11, 45, s.208).

Resim 4.35'de talaş levhanın uygulaması görülmektedir.



Resim 4.35. Talaş levhanın uygulaması (155)

Isı yalıtımı amacıyla, çimento bağlayıcı talaş levhalar kullanıldığı gibi, iki yüzü asbestli çimento, ortası yumuşak ahşap lif levhadan oluşan panolar veya iki yüzü ahşap talaş levha, ortası strafordan oluşan levhalar kullanılabilir (91, s.12).

Akustik koşulların önem taşıdığı konser salonu, tiyatro salonu vb. yapılarda akustik konforun sağlanması amacıyla kullanılan ses tutucu panolar, ahşap ve polimer malzemeden yapılabilmektedir. Aşırı gürültülü hacimlerde, gerek sesin gürültü kaynağının bulunduğu hacimde yutulması, gerek çevre yapı elemanlarından geçen sesin bir ölçüde düşürülebilmesi amacıyla, hacimlerin duvarları ve tavanlarında kontrplak, alçı levha, lamine yüzeyli yapay ahşap levhalar kullanılmakta, iç duvar ve duvar arasına yalıtım malzemeleri ile dolgu yapılarak ses kısmen yutulmaya çalışılmaktadır (45, s.209-210).

Düşük yoğunluklu ve gözenekli lif levhalar (İzolasyon liflevha) ısı ve ses yalıtımı amacıyla çatı, teraslarda duvar, tavan ve döşemelerde altlık olarak kullanılabilir. Gözenekli levhalarla sıva yapmaya gerek kalmadan ısı ve ses izolasyonu iyi bölmeler yapılabilir.

Isı yalıtıcılığı zayıf olan bölme veya duvarlar gözenekli lif levhalarla desteklenirse ısı izolasyonu sağlanır. Isıyı kötü ileten çatı katlarında rutubeti önlenemeyen duvarlarda, iki oda arasındaki duvarları ısı bakımından yalıtım için kullanılırlar. Kalorifer radyatörlerinin arkasında, beton yüzeylerin kaplanmasında, ahşap yapıların iç ve dış kaplamalarında bu levhalardan yararlanılır.

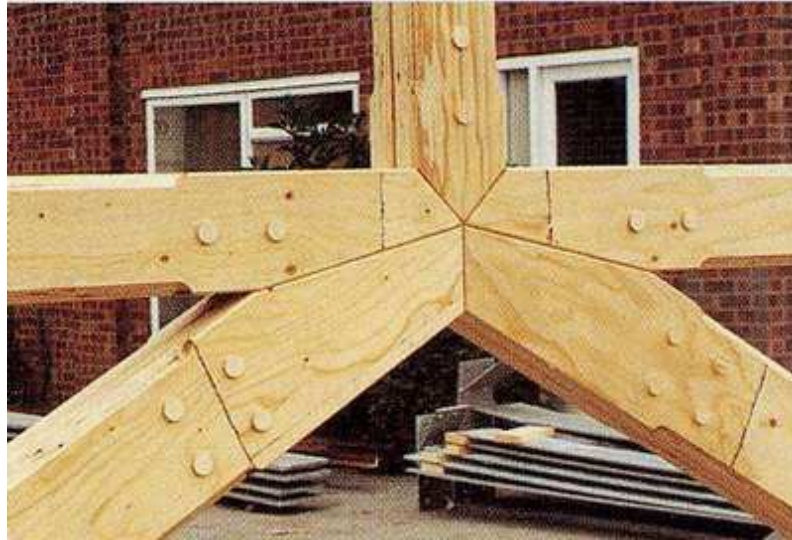
Betonarme tavanlarda ses iletimi çok kötüdür. Betonarme tavanlara gözenekli lif levhalar konularak etkili bir ses izolasyonu sağlanır. Duvarların iki tarafına da gözenekli levhalar konularak ses izolasyonu sağlanır. Sinema, konser salonu, dersane toplantı yerleri, tiyatro, radyo gibi salonların akustik düzenlenmesinde gözenekli liflevhalar sesi emmesi, hafif olması, kolay işlenmesi, teknik ve mimari amaçlara uyması bakımından çok uygun bir malzemedir.

Geniş yüzeyli olduklarından her iki yüzeyi yangına dayanıklı maddelerle boyanarak çatı katı yapımında da kullanılabilen gözenekli lif levhalar, beton bina ve köprülerde boşlukların doldurulmasında, vitrinlerde, tiyatro sahnelerinde, reklam tahtalarında, resim salonlarında, depo su kulesi ve klima tesislerinin izolasyonunda, baraka vb yerlerde de kullanılmaktadır.

4.1.5. Taşıyıcı Elemanlar

Yapıda açıklık geçmek için kullanılan kirişler, kafes kiriş, kutu kesitli kiriş veya tutkallı lamine kiriş elemanları taşıyıcı elemanlar olarak nitelendirilmektedir (42, s.328). Doğal ahşapla geçilmesi mümkün olmayan geniş açıklıklar ahşap malzeme sayesinde sıkıntı yaratmadan geçilmektedir.

Hafif olmasına karşılık yeterli dirence sahip olması ve temele az yük vermesi nedeniyle ahşap malzeme, çatılarda büyük oranda kullanılmaktadır. Bu kullanım yerinde ahşap, mertek, aşık (mahya, damlalık), gergi, baba, bırakma kırışı, göğüsleme, kuşak, yastık, dikme gibi çeşitli isimlerle değerlendirilmektedir. Uygulamada çivi, vida, bulon ve tutkal gibi birleştirme elemanları ya da geçmeler kullanılmaktadır. Bu amaçla hem masif ahşap malzeme, hem de lamine malzeme söz konusu olabilmektedir (70, s.82). Resim 4.36'da kafes kiriş detayı görülmektedir.



Resim 4.36. Kafes kiriş detayı (191)

Tabakalı kompozit malzemeler, yapıların taşıyıcı sisteminin kuruluşunda, birbirinden nitelikçe farklı iki değişik kullanım alanına sahiptir. Yapıda, taşıyıcı ve kabuk örtü doğrudan doğruya tabakalı, lamine malzemedan yapılabildiği gibi, tabakalı malzeme taşıyıcı betonarme strüktürün yapımında yardımcı bir malzeme, kalıp olarak kullanılabilir (45, s.212).



Resim 4.37. Tutkallı lamine ahşap malzeme ile yapı iskeletinin oluşturulması (150)

Tutkallı lamine ahşap malzeme, çoğunlukla çatı bileşeni olarak kullanılmakla beraber, strüktürel ve strüktürel olmayan diğer amaçlar için de geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Yapıştırıcılar ve emprenye metotlarındaki gelişmeler tutkallı lamine ahşap malzemenin dış ve iç mekanlara uygun bir yapı elemanı olarak kullanımının artmasında etkili olmuştur. Yatay, dikey ve eğimli elemanlar olarak dizayn edilerek, ticari, dini, eğitimsel, endüstriyel yapılarda ve konut yapımında yüksek yük taşıyıcı yapısal elemanlar olarak kullanılırlar (84, s.42, 16).



Resim 4.38. Brentford'daki St. Paul Klisesi iç mekanda tutkallı lamine ahşap kullanımı (150)

Çeşitli makas ve kiriş düzenlemeleri yapısal ahşap kompozit malzemelerle tasarlanabilmektedir. İlk olarak ikinci dünya savaşı sırasında savaş uçaklarının pervanelerinin yapımıyla ortaya çıkan LVL'ler, genelde yapısal ya da yapısal olmayan konstrüksiyon amaçları ile kullanılmaktadır. Öncelikli olarak inşaatlarda kiriş, kalas, yapı iskelesi kalası ve I kiriş elamanı gibi yüksek direnç özellikleri gerektiren yerlerde kullanılmakla birlikte LVL konut ve ticari binaların yapısal iskeletlerinin inşasında, açık ağ çelik birleştirmelerin (open web steel joist) ve hafif çelik kirişlerin kullanıldığı yerlerde söz konusu olabilmektedir (Şekil 4.39)



Resim 4.39. Ashton, Makefield'de bir kilisede LVL çatı makası (191)

Avrupa'da LVL'nin dikme ve kiriş olarak kullanımı yaygındır. Finlandiya'da geniş I-Kirişleri (Kerto-Q-LVL) üretilmektedir. Kuzey Amerika'da bina konstrüksiyonlarında dikme olarak kullanılmaktadır. Çok az kısmı da yapı iskelesi kalası ve değişik formlarda beton kalıbı olarak üretilmektedir. Almanya'da çok büyük boyutlu mühendislik malzemeleri olarak yapılarda kullanılmaktadır. Ayrıca aynı ülkede onarım ve restorasyon çalışmalarında da değerlendirilmektedir (34, s.3; 84, s.40) Resim 4.40'de LVL kirişler görülmektedir.



Resim 4.40. LVL kirişler (137)

Ahşap I kirişlerin kenarları kereste tipinde bir üründen, orta kısmı ise OSB, kontrplak gibi yapısal nitelikte levhadan oluşmaktadır. (Resim 4.41).



Resim 4.41. OSB I krişleri (158)

OSB'ler standart yongalevhaların kullanılmadığı, daha fazla direnç gerektiren tüketim yerleri için geliştirilmiş olup, kullanım yerinin isteklerine uygun özelliklerde üretilebilmeleri en önemli avantajlarından biridir. Üre-formaldehid tutkalı ile üretilen OSB'ler yapılarda taşıyıcı elemanlar olarak kullanılır (10,s.64) (Resim 4.42)



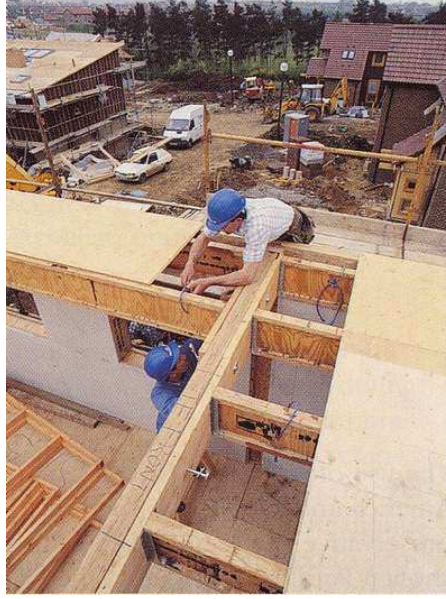
Resim 4.42. Yapının OSB levhalardan oluşturulması (184)

Görünümünden çok fiziksel ve mekanik özellikleriyle önem taşıyan yapısal kontrplakların kullanımında levhaların direnç değerleri ve kullanım yerinin gereklerine uygun bir tutkalla üretilmiş olması önemli olmaktadır. Bu malzeme, ahşap prefabrik konut yapımı, beton ve betonarme kalıp tahtası olarak kullanılmaktadır (Resim 4.43).



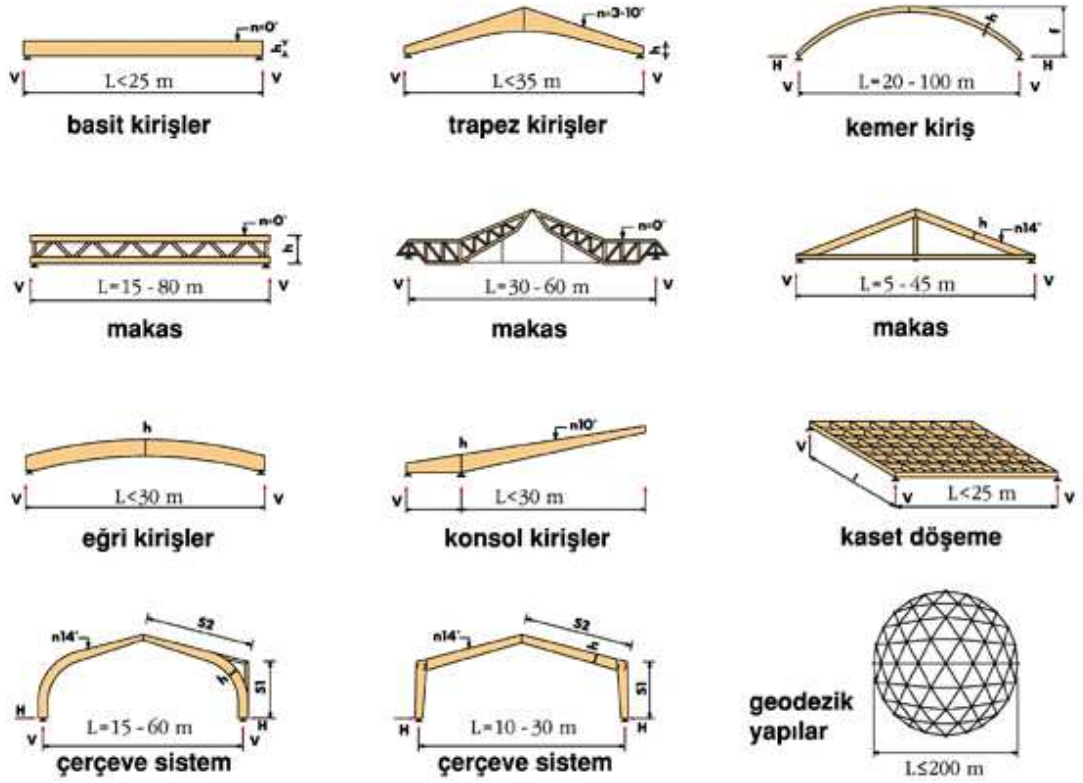
Resim 4.43. Yapı iskeletinin kontrplak ile oluşturulması

Resim 4.44’de yapıyı meydana getiren duvar, yer ve çatı panelleri PSL (parallam) ile oluşturulmaktadır.



Resim 4.44. PSL'nin uygulanişı (191)

Tutkallı lamine ahşap malzeme ile oluşturulan kiriş sistemlerin standart biçimleri Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1. Tabakalı ahşap yapı elemanları ve sistemleri (180)

Özellikle kullanım yerinde yapılması zor ve ekonomik olmayan makas, kolon gibi birden çok elemandan oluşan bileşik yapı elemanları, üretim yerinde monte edilebilir. Güzel biçim verilebilmesi, estetik olması, bakımının kolaylığı, montaj süresinin kısalığı nedeni ile LVL ve tutkallı lamine ahşap malzeme bir çok yerde kullanılmaktadır.



Resim 4.45 ve 4.46. Düz kiriş (solda) ve trapez kiriş (sağda) (180)



Resim 4.47 ve 4.48. Makas kiriş (180)



Resim 4.49. Kemer giriş



Resim 4.50. Çerçeve sistem



Resim 4.51. Geodezik uzay system (180)



Resim 4.52. Eğrisel kiriş (180)



Resim 4.53. Üç mafsallı çerçeve sistem (180)

4.2. İç Mimarlık Alanındaki Uygulamalar (Mobilya vs.)

İç mimari alanındaki uygulamalarda, ahşap kompozit malzemelerin kullanımı, zaman zaman mimari kullanımla kesişmektedir. Bu nedenle bu alandaki kullanım yerlerine yukarıda değinilmiş bulunmaktadır.

Yapısal ve endüstriyel kontrplakların kullanımında levhaların direnç değerleri ve kullanım yerinin gereklerine uygun bir tutkalla üretilmiş olması önemli olmaktadır.

İç mekanda raf, tezgah olarak veya mağaza donanımında yararlanılan bu tip kontrplakların yüzeyleri reçine emdirilmiş kağıt esaslı malzemeler ya da plastik ve metal esaslı malzemelerle kaplanarak dekoratif ve daha dirençli duruma getirilerek kullanım alanı genişletilebilmektedir.

Tasarımı Kari Jarvinen ve Merja Nieminen'e ait olan Laajasalo Kilisesi'nin iç dekorasyonunda ladin, çam ve huş ağacından üretilmiş kontrplak kullanılmıştır. Bu malzemeler, levha kaplama ve akustik perde şeklinde olup, malzeme yüzeylerine ya doğal renkli yağ sürülmüş ya da zamanın patinasını alabilmesi için olduğu gibi bırakılmıştır. Kilisenin zeminlerinde yağlanmış çam levhalar kullanılmıştır. Yüzeylerin ve kilise alanındaki malzemelerin bu şekilde kullanılmasının nedeni mekâna ahşap bir kutu görünümü vermek ya da mekânda bir müzik enstrümanı havası yaratmaktır. Mobilyalarda karaağaç ve küçük yapraklı ıhlamur ağacı kullanılmış ve kapı kolları da huş ağacı kabuğuyla kaplanmıştır (Resim 4.54).



Resim 4.54. Laajasalo Kilise Helsinki, Finlandiya (178).

İç mekânda MDF'ler tavan kaplaması, tirabzan, küpeşte, süpürgelik, duvar ve pano kaplamaları, döşeme, merdiven basamağı, lambri vb. dekorasyon işlerinde değerlendirilmektedir (Resim 4.55).



Resim 4.55. MDF kullanılmış balkonlar

MDF, mobilya endüstrisinde (mutfak, banyo, oturma grupları vb.) yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Uygun kalınlıkta üretilebilmesi, makine ile işlenmeye elverişli olması ve sağlamlığı nedeniyle masa tablaları, kapı panelleri, çekmece yanları, pervaz ve raf üretiminde kullanılmaktadır (Resim 4.56).



Resim 4.56. MDF mutfak mobilyası (164)

Rutubete dayanıklı tutkallar (Fenolformaldehit) ve şişmeyi azaltmak için parafin vb. hidrofobik maddelerle üretilen rutubete dayanıklı MDF'ler, kapalı yerlerde % 80 bağıl neme kadar banyo ve mutfak mobilyası olarak kullanılmaktadır.

Sert liflevhalar, mobilya yapımında (Gardırop arkaları, çekmece içleri, çekyat altlığı ve arkılığı vb.) ve otomotiv sektöründe (Kapı içlerinde, bagaj altlıklarında, otobüs gibi araçların tavan ve yan kaplamalarında) değerlendirilmektedir. 1.8-2.5 mm kalınlıktaki ince MDF'ler, sert liflevha (HDF) ve ince kontrplağa alternatif olarak üretilmekte ve çekmece altlıkları, mobilya ve kabin arkalıkları ve kolayca bükülebildiklerinden dolayı eğik yüzeylerin oluşturulmasında kullanılmaktadır. Kalın MDF'ler raf ve çalışma tezgahlarının üretiminde değerlendirilmektedir. Yüksek yoğunlukta MDF'ler endüstriyel raf, çalışma tezgahı, mobilya altlığı, mutfak ve banyo birimleri için kapı üretiminde kullanılmaktadır.



Resim 4.57. MDF içki sehpa (160)

Sentetik reçine emdirilmiş kraft kağıdı tabakalarının preslenmesi ve üzerine yüzey oluşturacak tabakaların uygulanmasıyla üretilen lamine malzeme, ahşap elemanların yüzeylerinin kaplamasında kullanıldığı gibi mobilyacılıkta da kullanılmaktadır. Ayrıca, mutfak, banyo gibi ıslak hacimlerdeki tezgah, masa, dolap gibi elemanların yapımında kullanılan yapay ahşap malzemenin üzerine lamine yüzey tabakalarının preslenerek yapıştırılmasıyla elde edilen kompozit malzemeler de uygulanmaktadır (45, s.205). Resim 4.58'de suntalamdan üretilmiş sehpa görülmektedir.



Resim 4.58. Suntalam sehpa

Kontrplak, OSB ve LVL mobilya endüstrisi tarafından değerlendirilebilmektedir. Resim 4.59 ve 4.60’da görüldüğü gibi istenilen biçimin verilmesiyle değişik tarzlarda üretilebilen çeşitli ahşap kompozit mobilya ürünleri iç mimari tasarımı zenginleştirmektedir.



Resim 4.59 ve 4.60. Kontrplak sehpa (168)

Ahşap kompozit malzemeden üretilen koltuk ve sandalyeler, tamamıyla ahşap malzemeden üretilebildiği gibi, ahşap malzeme ürünün sadece iskeletini de oluşturabilmektedir (Resim 4.61 ve 4.62).



Resim 4.61 ve 4.62. Kontrplak sandalye a) P. Jeppesen tasarımı-1963 (147) b) Frank Gehry tasarımı-1990, (142)

Mobilya üretiminde OSB'ler genellikle döşeme altında değerlendirilmektedir (Resim 4.63). Ayrıca OSB ile dayanıklı kitaplık, masa, sehpa gibi ürünler de üretilebilmektedir (Resim 4.64)



Resim 4.63 ve 4.64. OSB'den üretilmiş koltuk (solda) (145), OSB'den üretilmiş kitaplık (sağda) (159)

LVL, eğrisel formlarda oluşturulan tasarımlar için de son derece uygun bir malzemedir. Bu özelliği tasarıma değer kazandırmaktadır (Resim 4.65).



Resim 4.65. LVL'den eğrisel formda üretilmiş sauna kabini (202)

4.3. Peyzaj Mimarlığı Alanındaki Uygulamalar (Kent Mobilyaları vs.)

Peyzaj Mimarlığı alanındaki uygulamalarda, ahşap kompozit malzemeler, kent mobilyaları, yüzey kaplayıcı, sınırlayıcı, koruyucu vb. birçok yerde kullanılmaktadır. Resim 4.66'da tutkallı lamine ahşap malzemenin, ses (gürültü) bariyeri olarak kullanılması görülmektedir.



Resim 4.66. Otoyolda ses bariyeri olarak tutkallı lamine ahşap malzemenin kullanılması

Rutubete dayanıklı tutkallarla üretilmesi yanında bütün yüzey ve kenarları açık havaya dayanıklı olacak şekilde kaplanan MDF'ler, kontrplaklar, tutkallı lamine ahşap malzeme vb. ahşap kompozitleri bahçe mobilyaları üretiminde kullanılabilir. Resim 4.67'de kontrplaktan üretilmiş bir bank görülmektedir.



Resim 4.67. Kontrplaktan üretilmiş oturma bankı (170)

Bahçe mobilyaları peyzaj uygulamalarında sıkça kullanılan öğeler olup, doğal halde de kullanılabilir. Ancak bu takdirde çeşitli koruma tedbirleri alınmalıdır (Resim 4.68). Kalın MDF ile üretilen bahçe ürünleri de bulunmaktadır.



Resim 4.68. Ahşap bahçe mobilyası (165)

Yüzey kaplama elemanları başlığı altında incelenen dış zemin kaplaması deckaro, havuz, bahçe, teras ve balkon, sauna ve spa, otel ve restaurant ve fitness salonlarının yer döşemesi seçiminde kaliteli bir seçenek oluşturmaktadır (Resim 4.69).



Resim 4.69. Havuz çevresinde Deckaro döşemesi (143)

Peyzaj düzenlemelerinde, yürüme yolları, oturma mekanlarının zemini ve oturma birimlerinin ahşap malzemedan seçilmesi, mekanda doğal ve sıcak bir hava yaratmaktadır (Resim 4.70).



Resim 4.70. Bahçe düzenlemesinde ahşap malzeme kullanımı (203)

Bahçe mobilyasında olduğu gibi pergole üretiminde de tutkallı lamine ahşap malzemenen yararlanılmaktadır. Ayrıca açık alanlarda eğrisel formulu strüktürler oluşturulabilmektedir (Resim 4.71 ve 4.72).



Resim 4.71 ve 4.72. Tutkallı lamine ahşap malzemenen yürüme yolu üzerinde dikme ve kavisli birleşimler (solda) (150), pergola (sağda) (203)

Peyzaj çalışmalarında kullanılan çiçek saksıları da ahşap malzemenen üretilebilmektedir (Resim 4.73 ve 4.74).



Resim 4.73 ve 4.74. Ahşap saksılar (175)

4.4. Mühendislik Alanındaki Uygulamalar (Köprüler vs.)

Tutkallı lamine ahşap malzeme köprü yapımında sıkça yararlanılan yapısal bir üründür. Gerek yaya köprülerinde gerekse taşıt köprülerinde güvenilir bir konstrüksiyon oluşturmaktadır.



Resim 4.75. Tar nehri köprüsü Rocky Dağları, North Carolina (183)

Mühendislik alanında en tanınmış olanı, 1968 yılında Güney Dakota'da inşa edilen 3 dayanaklı ve 49 m yatay açıklık geçen kemer kirişli Keystone Wye Köprüsü'dür (Resim 4.76).



Resim 4.76. Avusturya-Murau'da tutkallı lamine ahşap malzemededen yapılmış köprü (189)

Norveç'te bulunan Leonardo köprüsü, tamamıyla ahşap olarak üretilmiş olup, köprünün ana taşıyıcıları tutkallı lamine çamdan, korkuluklar tik ağacı ve paslanmaz çelikten yapılmıştır (Resim 4.77 ve 4.78).



Resim 4.77. Leonardo köprüsü genel görünüm (192)



Resim 4.78. Leonardo köprüsü yakın görünüm (144)



Resim 4.79. Flisa Köprüsü, Norveç



Resim 4.80. Tutkallı lamine ahşap malzeme ile yapılmış yaya köprüsü (193)

Avrupa ve ABD’de köprülerde LVL plakaları kullanılmaktadır. Şekil 4.81’de LVL’nin köprü inşasında kalıp olarak kullanıldığı bir uygulamaya görülmektedir.



Resim 4.81. Finlandiya’da köprü yapımında kalıp olarak LVL malzemenin kullanılması (191)

4.5. Diğer Uygulamalar

Ahşap kompozit malzeme akla gelebilecek her sektörde uygulama alanı bulmaktadır. Örneğin, endüstriyel kontrplaklardan gemi ve yat güvertelerinde, otobüs, minibüs, kamyon, tır vb. araçların taban döşemelerinde, soğutma vagonlarında yararlanılmaktadır. Resim 4.82 ve 4.83’de çeşitli uygulamalar görülmektedir.



Resim 4.82. Araç kapısında suntalam uygulaması (169)



Resim 4.83 ve 4.84. Werzalit örnekleri (163)

5. EKOLOJİK DEĞERLERE GÖRE AHŞAP KOMPOZİT MALZEMENİN SEÇİM KRİTERLERİ

Orman ürünleri endüstrisi, kullandığı ağaç hammaddesinin yenilenebilir ekolojik bir ürün olması yanında atıkların azaltılması ve değerlendirilmesi, geri kazanım ve odun kökenli malzemelerin dayanıklılığının artırılması gibi çalışmalarını ile orman kaynaklarının korunması ve sera etkisine neden olan karbondioksit gazının tutulmasında önemli rol oynamaktadır. Diğer taraftan bazı ahşap ürünlerinde kullanılan kimyasal maddeler ve üretim sonucu oluşan kimyasal atıklar nedeniyle çevre zarar görebilmektedir (40,s.43).

Ahşap kompozit malzemenin ekolojik açıdan olumlu ve olumsuz yönleri 5 ana başlık altında incelenecektir.

5.1. Ahşap Kompozit Malzeme ve Küresel Isınma

Her yıl, toplumun, günlük yaşamsal faaliyetleri için kullandığı enerji ile atmosfere salınan karbon dioksit miktarı 8 milyon tondur. Fosil yakıtların yanmasıyla CO₂ sera gazı ve hava kirliliği meydana gelmektedir. Bilim adamlarının raporlarına göre, sera gazı emisyonları global ısınmanın önemli bir nedenidir; bu ısınmanın yer kürenin sıcaklığını artırması ve iklim koşullarını değiştirmesi beklenmektedir.

Ağaçlar gelişme evrelerinde atmosferden karbon dioksiti alırlar ve atmosfere oksijeni geri verirler, ve karbonu, odun ve yaprak üretimi için kullanırlar. Bu proses esnasında, ağaçlar atmosferdeki karbon dioksitin büyük miktarını alır ya da “tutarlar”. Bu suretle, ormanlarda tutulan karbon canlı ağaçlarda, ölü örtü ve toprakta depolanır. Ayrıca ormanlar, ölü örtü ve yıkılan ağaçların çürümesi ve ormanların yanması ile atmosfere karbon verir. Ormanlar ve büyüklüğü, büyümesi ve kullanımını üzerinde insanın etkisi, global ısınma bakımından önemli rol oynar.

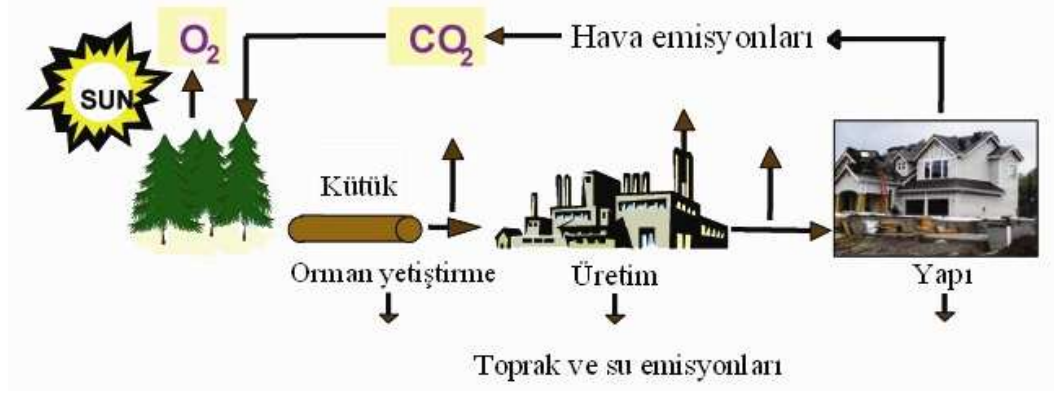
Genç yaştaki ormanlar, güçlü gelişme yaparak fazla miktarda karbon depolar, ancak ağaçlar yaşlandıkça, bu karbon depolama hızı yavaşlar. Dolayısıyla ağaçların fazla yaşlanmadan kesilmesi, bir yandan ahşabın yapı malzemesi olarak geniş ölçüde kullanılmasını, bir yandan da havadaki CO₂'in tutulmasını, böylece ormanların sürekli gençleşmesini sağlar. Sürdürülebilir orman amenajman uygulamaları, ormanın karbon absorbe etme özelliklerini korumak olmalıdır. Ayrıca, ahşap artıklarından (yapraklar, ağaç kalıntılarında) enerji üretimi (biomas) fosil yakıt ihtiyacını azaltır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Fidan-ağaç-ahşap-yapı döngüsü (12, s.4)

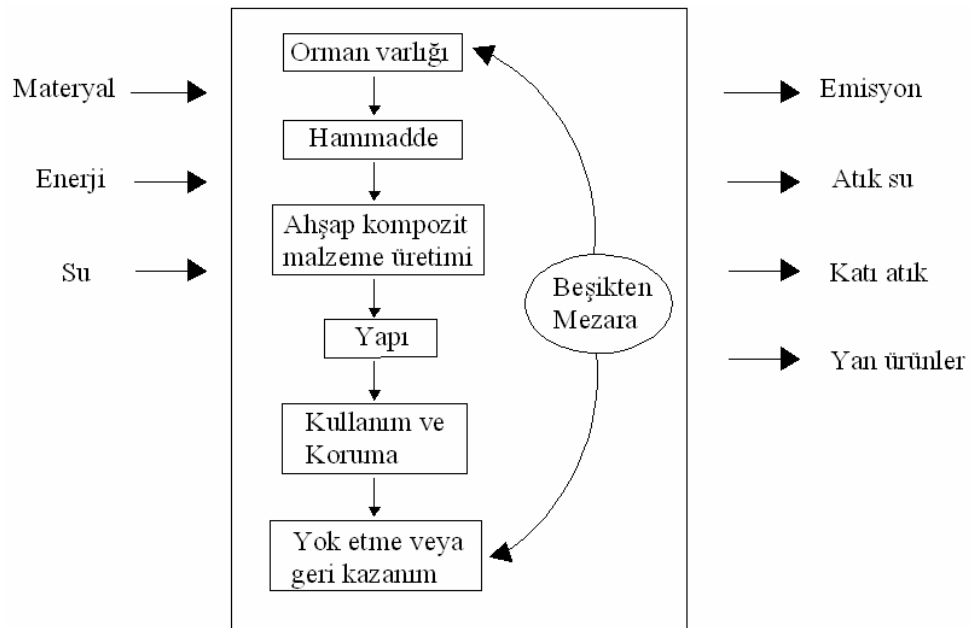
Binalar dünya üzerinde doğal kaynakların tükenmesi, ekosistemin tahribi, hava ve su kirlenmesi ve atık madde üretimi gibi olumsuz etkilere sahip bulunmaktadır. Ahşap malzeme, sürdürülebilir tasarımda önemli bir role sahiptir. Çünkü, ahşabın kullanımı, karbonun tutulması ve sera gazlarının azaltılması suretiyle iklim değişikliği etkilerinin zayıflamasına yardımcı olur. Bir konstrüksiyon materyali olarak ahşabın çok yaygın şekilde kullanımına dayanan Kanada'nın sürdürülebilir ormancılığı, diğer endüstrilerin sera gazı emisyonlarının azaltılması için basit ve etkili bir yoldur. 216 metre kare büyüklüğündeki tipik bir ahşap ev, 28,5 ton karbon dioksiti tutar, bu miktar, küçük bir hizmet aracının yedi yıllık emisyonuna eşittir.

Yukarıda ifade edilen bilgiler ışığında ahşap kompozit malzemenin üretiminden yok oluşuna kadar geçirdiği süreç ve çevresel etkileri Şekil 5.2’de görülmektedir.



Şekil 5.2. Malzemenin yaşam döngüsü süreci (77, s.15)

Bir malzeme ya da ürünün çevreye etkisinin doğru olarak belirlemeye yarayan yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) “beşikten mezara” şeklinde ifade edilen, malzemenin ham halinden yok edilene (veya tekrar geri kazanımına) kadarki sürecini kapsamakta ve malzemeler, bu süreçte, hammadde, malzeme üretimi, kullanımı ve yok edilmesi (veya geri kazanımı) aşamalarında kaynak tüketimi, hava, su, toprak emisyonları ve küresel ısınma potansiyeli açısından incelenmektedir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Malzemenin “beşikten mezara” kadar olan süreçte sistemin girdileri ve çıktıları (77, s.14)

5.2. Ahşap Kompozit Malzeme ve İnsan Sağlığı

Sıcak ve sağlıklı bir yapı malzemesi olan ahşap, romatizma, kalp-damar ve böbrek hastalıklarının önlenmesinde etkin değer taşımaktadır. Ahşabın elastikiyeti, yürüme, koşma, zıplama gibi faaliyetler sırasında bacakların sağlığı açısından da çok önemlidir. Ortam sıcaklığının değişiminden en az etkilenen malzeme olmasının yanı sıra hava şartlarına, kimyasallara dayanıklılık bakımından son derece üstündür. Ayrıca, kaynağı yenilenebilen tek yapı malzemesidir. Fırınlanmış ve emprenye edilmiş ahşap malzeme son derece uzun ömürlüdür. Ahşap kompozit malzeme, taşıma gücünün yüksek olması, hafifliği ve bu nedenle büyük ve geniş açıklıkları geçebilmesi, korozyona ve hava şartlarına dayanıklı olması, üstün akustik özellikleri gibi sayısız olumlu özelliği nedeniyle tercih edilmektedir.

Gerek ahşap kompozit levhalar gerekse mobilya sektörü her geçen gün gelişmekte, bu gelişim kullanılan yeni malzeme ve kimyasalları da beraberinde getirmektedir. Mobilya yapımında kullanılan yapıştırıcılar, vernikler ve boyaların çoğu da toksisitesi bilinmeyen kimyasallar içermektedir. Mobilyalardan yayılan kapalı ortam kirleticileri arasında en fazla rastlanılanlar formaldehit ve yangın geciktirici kimyasallardır. Yangına dayanıklılığı sağlamak amacıyla kullanılan alev almayı önleyiciler, temelde insan sağlığını korumak ve kazaların kötü sonuçlarını önlemek üzere alınan önlemlerdir. Ancak bu amaçla kullanılan ürünlerin çoğu ya zararlı etkisi kanıtlanmış ya da sağlık etkileri tam olarak belirlenememiş maddelerdir (6, s.268)

Orman ürünleri endüstrisinde kirlilik yaratan maddeler dört ana gruba ayrılmaktadır (40, s.44):

- Katı maddeler içeren veya içermeyen gazlar: Bunun en iyi örnekleri kükürt ve azot oksitler, kondanse edilemeyen organik gazlar ve kükürttür. Bunların çoğu, özellikle fosil yakıtlar kullanıldığında, fabrika bacaları aracılığıyla atmosfere verilir.
- Suda çözülebilen kimyasal maddeler: Bunlar sodyum tuzları, asitler, alkaliler, çeşitli katkı maddeleri, kabuk ve tomruk atıklarından gelen ekstraktifler ve emprenye maddeleridir. Zehirli veya zehirsiz olabilirler.

- Sıvı içerisinde asılı (süspanse) katı maddeler: Lifler, kağıt dolgu maddeleri ve değişik işlemlerden artan küçük partiküllerdir.
- Katı atıklar: Ağaç kabukları, yonga, talaş, sudan ve çözeltilerden kaynaklanan çamur ve kömür külü.

Gazlar çeşitli yollarla atmosfere verilirken, suda çözülebilen veya çözilemeyen maddeler su kanallarına boşaltılmakta, katı atıklar ise yakılabilmekte ya da toprağa gömülebilmektedir. Her bir durumda atıklar, çevrenin alabileceği kapasiteye ve yerel kanunlara bağlı olarak çevreye verilmektedir.

5.2.1. Yapıştırıcı Maddeler

Başta yongalevha olmak üzere, ahşap kompozit malzemelerin çoğunun üretiminde genellikle sentetik yapıştırıcılardan ve özellikle düşük maliyeti, beyaz olması ve kısa sertleşme süresi nedeniyle üre formaldehitten yararlanılmaktadır. Gerek üre formaldehitin üretimi sırasında gerekse üre formaldehit ile üretilen ürünlerde insan sağlığına zararlı olan formaldehit açığa çıkmaktadır.

Formaldehitin kendisi ya da diğer kimyasallarla hazırlanan bileşikleri ahşap mobilya ve levha üretiminde boyalarda ve kaplamalarda koruyucu veya yapıştırıcıların bileşeni olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Tipik formaldehit kaynağı olan üre-formaldehit reçinesinin en yaygın kullanım alanları (6, s.269) :

- Sunta (döşeme altlarında, raflarda, dolaplarda ve mobilyalarda)
- Sert ağaçtan ahşap panellerde (dekoratif duvar kaplamaları, mobilyalar ve dolaplar)
- Kontrplaklar
- Orta yoğunluklu liflevha (MDF) (çekmece kapakları, dolaplar ve mobilya kaplamaları). Özellikle MDF ürünlerinde lif/resin oranı en yüksektir ve en fazla formaldehit yayan üründür.

Serbest formaldehit, tutkalın çapraz bağ oluşturmasına yardımcı olur ve sıcak preste sertleşmeyi hızlandırır. Sıcak presleme sırasında serbest formaldehitin büyük bir kısmı kimyasal reaksiyona girer ve/veya dağılır, reaksiyona girmeyen gaz halindeki bir miktar formaldehit ise levha içerisinde kalır ve yavaş yavaş dışarı çıkararak havaya karışır (6, s.269).

Formaldehit, levha içinde dört kimyasal durumda bulunmaktadır (56,s.76):

- 1) Formaldehit levha içinde serbest halde olup, emisyonu bilinen fizik kanunları yoluyla gerçekleşmektedir (Boşluklardaki monomerik formaldehit).
- 2) Formaldehit levha içindeki ahşapla kombine durumda olup su gibi maddelerle yer değiştirebilir. Levhaya su eklenmesi halinde formaldehit emisyonu gerçekleşir (Oduna hidrojen bağlarıyla bağlı monomerik formaldehit).
- 3) Formaldehit ahşap hücre duvarlarındaki suya absorbe olmuş halde olup hidroliz sonucu levhadan buharlaşan su yoluyla ortama yayılır (Nem tarafından metilenglikol olarak alı konan formaldehit).
- 4) Formaldehit krlenmiş reçinenin kimyasal bir parçası olup reçinenin hidrolizi yoluyla ortama yayılır (Krlenmiş reçine içinde, gevşek olarak bağlanmış metilol grupları halinde bulunan formaldehit).

Formaldehit tutuşabilen, renksiz, rahatsızlık verici keskin kokuya sahip, kolay polimerize olan uçucu bir bileşik olup solunum ve sindirim yoluyla ve deriden emilerek vücuda alınabilir. Gözlerde kızarıklık, sulanma; burun akıntısı, boğazda tahriş, alerjik reaksiyonlar, öksürük, nefes alma zorluğu, ggs ve baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı, bronşit, faranjit, larenjit oluşumuna neden olur. Boğazda kuruluk ve susuzluk hissi yaratır. Formaldehitin uzun süreli solunmasında burun epitelinde ve diğer solunum yolu epitelinde zedelenmeye neden olduğu, hatta burun ve st solunum yolu kanserlerine ve akciğer kanserinin görülme sıklığında artışa neden olabileceği belirtilmektedir. Ayrıca formaldehitin astımın oluşumunda rol alabilediği ve astımlılarda gece ortaya çıkan solunum güçlükleri ile ilişkili bulunduğu; polen ve diğer alerjenlere bağlı alerjik rahatsızlıkların ortaya çıkmasına ya da hastalık seyirlerinin ağırlaşmasına neden olabilediği bildirilmektedir. Formaldehitin neden olduğu klinik belirtiler kişisel duyarlılıkla da ilişkilidir (6, s.269)

Formaldehid, insan sağlığına zararlı etkileri nedeniyle çeşitli ülkelerde hem ahıap kompozit levhalardaki formaldehit emisyonu, hem de kapalı mekanlardaki formaldehit konsantrasyonu sınırlandırılmıştır. Ahıap kompozit levha ürünleri formaldehit emisyonuna göre sınıflandırılmakta ve buna göre her bir sınıfa giren ürün belirli yerlerde kullanılabilmektedir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Ahıap kompozit levha ürünleri formaldehit emisyon derecesi ve sınıflandırılması (78, s.19)

Sınıf	Formaldehit Emisyonu
E0	1-2 mg/100 gr
E1	2-10 mg/100 gr
E2	10-30 mg/100 gr
E3	30-60 mg/100 gr

Ahıap kompozit levhalarda açığa çıkan formaldehit miktarı, ağaç türü, yapıştırıcı tipi ve miktarı, presleme şartları, katkı maddelerinin miktarı, formaldehit/üre mol oranı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörleri levhaya bağlı faktörler ve ortama bağlı faktörler olarak iki sınıfta gruplandırmak mümkündür (Tablo 5.2).

Tablo 5.2. Formaldehit emisyonunu etkileyen faktörler (56, s.76-77)

Levhaya Bağlı Faktörler	Ortama Bağlı Faktörler
Yapıştırıcıda Kullanılan Reçine Tipi ve Miktarı	Sıcaklık
Yapıştırıcı Formülasyonu	Bağlı Nem
Ahıabın Cinsi (Ağaç türü)	Hava Hareketleri
Kürlenme Koşulları (Pres Süresi, Pres Sıcaklığı, Presten nce Ve Sonra Rutubeti Vb.)	Havalandırma Düzeyi
Levhanın Porozitesi	
Levhanın Konstrüksiyon Tipi	
Levhanın Kullanım Yeri Veya Nihai Kullanım rn Olarak Niteliği (Kaplanmış Olup Olmadığı Vb.)	
Levhanın Yaşı	
Levhanın Kullanım Miktarı	

Açığa çıkan formaldehit miktarı, yapıştırıcının üretimi sırasında üre ile formaldehit arasındaki mol oranının bir fonksiyonu olduğundan, formaldehit oranını düşürmek için reaksiyona sokulan formaldehit oranının azaltılmasına çalışılmaktadır.

Üre formaldehitli levhalarda formaldehit emisyonu, öncelikle reçine formülasyonuna ve kürlenme koşullarına bağlıdır. Reçine formülasyonu açısından üre ve formaldehit oranını molar olarak ifade eden F:U oranı ne kadar düşükse, malzeme o derece düşük emisyonlu olmaktadır. Yüksek yoğunlukta ve düşük poroziteli levhalarda emisyon daha düşüktür. Emisyon, levha kenarlarında yüzeydekenden daha fazla gerçekleşmektedir. Yüzeyde dekoratif amaçla açılan yivler ise emisyonu %30-40 artırabilmektedir. Yonga levha ve lif levha özlü kontrplaklar tipik olarak 3 katlı olup, formaldehit emisyonu hem öz kısmındaki bağlayıcı tutkaldan, hem de sert ağaç kaplamayı öz kısmına yapıştıran tutkaldan kaynaklanmaktadır. Formaldehit emisyon düzeyi yüksek F:U oranıyla, sıcaklık ve nemle artmakta, pres süresi ve sıcaklığının artışıyla, amonyak ve üre ilavesiyle düşmektedir.

Üre- formaldehitli yapıştırıcısı kullanılarak üretilen mobilyalardan düzenli olarak formaldehit salınmaktadır. Yapılan deneylerde formaldehit ve uçucu organik bileşiklerin sunta ve MDF örneklerinden ve işyeri mobilyalarından aylarca yayılabildiği gösterilmiştir. Mobilyalardan formaldehit yayılımı, ortam sıcaklığı ve nemin artması ile artış göstermektedir (6, s.269).

Levha üretiminde dikkate alınması gereken noktalar (56, s.78):

- Açığa çıkan formaldehit miktarı, yapıştırıcının üretimi sırasında üre ile formaldehit arasındaki mol oranının bir fonksiyonu olduğundan, formaldehit oranını düşürmek için reçine formülasyonunda F:U oranını düşürmek.
- Üretim sonrasında levha yüzeylerini formaldehiti bağlayıcı özellikte, uçucu organik bileşik kaynağı olmayan maddelerle işleme tabi tutmak
- Yüzeydeki yivleri en aza indirmek veya hiç yapmamak
- Yüzeyleri ve kenarları uçucu organik bileşik kaynağı olmayan laminat veya boyayla yalıtılmak

- Kenarlarda lamba-zıvana bitişleri tercih etmemek, tercih edildiği takdirde bu kısımları da düz bitişlerde olduğu gibi tamamen yalıtılmak
- Akustik amaçlı deliklerin iç yüzeylerini yalıtılmak

Gerek fenol formaldehit gerekse izosiyanat yapıştırıcıları, eşsiz kimyasal yapıları nedeniyle son derece dayanıklı olmalarının yanı sıra, düşük formaldehit emisyonuna neden olmaktadır. Bu nedenle tercih edilmektedirler.

Normal presleme şartlarında izosiyanatların sertleşmesi veya izosiyanatlarla yapıştırılmış levhalardan kaynaklanan hiçbir zehirli gaz çıkışı tespit edilmemiştir. Yine izosiyanatlarla üretilmiş levhaların yakılması halinde de zehirli gaz çıkışı belirlenmemiştir. Bu yapıştırıcı ile üretilmiş levhaların önemli bir pozitif özelliği formaldehitin ayrışmamasıdır. İzosiyanatla yapıştırılmış yonga levhaların PMDI emisyonu deney odasında yapılan testte sınır değerinin altında bulunduğu ifade edilmektedir. İzosiyanatlı levhalar düşük emisyonlu olmakla beraber, levhanın üretim prosedürünün yanı sıra reçinenin kendisi de pahalıdır (146).

Kontrplaklarda ve yonga levhalara kaplama yapıştırılmasında kullanılan PVA tutkallının da dezavantajı pahalı olmasıdır. En az emisyon fenolik levhalarda gerçekleşmektedir. Fenolik levhaların düşük emisyonlu olmasının nedenleri; levha içinde çok az reaksiyona girmemiş formaldehit kalması, reçine formülünde formaldehit-fenol molar oranının düşük olması, formaldehitin fenolle reaksiyonunun geri dönüşsüz olması, kürlenme sırasında reaksiyona girmemiş formaldehitin daha sonra fenolle reaksiyona devam etmesi gibi nedenlerdir. En sert koşullarda bile fenolformaldehit reçinesi ayrışmaya uğramamaktadır. Dış koşullarda ve yüksek nemde bir ortam söz konusu olduğunda fenolformaldehit yapıştırıcılı levhaların tercih edilmesinin nedeni budur. Fenolik reçinelerin toksikliği içerdikleri reaksiyona girmemiş fenol miktarı ile belirlenmektedir. Fenol, zehirli ve tehlikeli bir madde olmakla birlikte reçine kürlendikten sonra fenolün kayda değer bir toksik etkisi kalmamaktadır. Çapraz bağlı fenolik reçineler toksik olmayan malzemeler sınıfında değerlendirilmektedir (56, s.75).

5.2.2. Kimyasal Koruyucu Maddeler

Gerek iç gerekse dış mekanda kullanılan ahşap kompozit malzemeyi daha dayanıklı hale getirmek ve mavi renklenme, çürüme ve böcek saldırıları vb. etkilerden korumak için uygulanan bazı kimyasallar insan sağlığı için tehlikeli olmaktadır. Bu tehlikenin boyutu, kimyasal maddelerin solunması, yutulması veya deri ile teması halinde insana karşı zehirlilik etkisine bağlı olmaktadır.

Söz konusu kimyasalların başında, CCA (Bakır-krom-arsenik), kreozot ve pentaklorfenol gelmektedir. Malzemenin bünyesinden yağmur suları ve diğer fiziksel etkenlerle yıkanabilen bu kimyasallar su ve toprak kirliliği açısından risk oluşturmaktadır. Aynı zamanda ekolojik dengeyi bozdukları, insan ve diğer canlıların sağlıklarını tehdit ettiğine ilişkin çok ciddi araştırma sonuçları bulunmaktadır. Bu nedenle bu tip kimyasal maddelerin yerine çevreye daha az zararlı olabilecek ahşap koruyucuların kullanımı gündeme gelmiştir.

Pentaklorfenol

Kimyasal ahşap koruyucular içindeki pentaklorpenol (PCP)'in buharlaşıp havaya karışmasıyla Batı Avrupa'da birçok ağır rahatsızlıklar ve ölüm olayları ortaya çıkmış ve bu ülkelerde bu madde içerikli malzemelerin iç mekanlarda kullanımı yasaklanmıştır. Yapı içinde kullanılan ahşap kompozit malzemeler, "perna" adı verilen bu rahatsızlıklara neden olan pentaklorpenolün kaynağı olarak görülmektedir. Bu tür malzemelerden iç ortama buharlaşarak geçen PCP'nin kansere de neden olduğu ve en düşük yoğunluklarda bile karaciğer işleyişini etkilediği, enzim etkinliğini artırıp buna bağlı yan etkilere neden olduğu, ayrıca bağışıklık sisteminin zayıflattığı ileri sürülmektedir (49, s.101)

Pentaklorfenol akciğer, mide ve deri tarafından kolayca emilir. Çalışanlar, penta veya penta ile işlem görmüş ahşap malzeme ile temasları sırasında etkilenirler. Bu etki, deri teması veya havadan soluma yoluyla mümkündür.

Pentaklorfenol etkisine kısa süre maruz kalındığında deride, gözde ve üst solunum sisteminde tahrişe; uzun süreli maruz kalındığında, iç organlarda ve sinir sisteminde zararlara neden olduğu bilinmektedir. Uzun süre bu maddenin bünyeye alınması ölüme neden olabilir.

Penta içerisinde bulunan kirleticiler (hexachlorobenzene ve hexachlorodibenzo-p-dioxin) aynı zamanda kanserojen maddelerdir. EPA pentaklorfenolü insanlar için muhtemel kanserojenik madde olarak sınıflandırmaktadır. Yapılan testler gerek pentaklorfenol gerekse tetraklorfenolün genler üzerinde zarar meydana getirdiğini göstermektedir. Penta nedeniyle sistem zehirlenmesi meydana gelen kişide çok terleme, şiddetli susama, hızlı soluk alma, hızlı kalp atışı, ateş, karın ağrısı, mide bulantısı, halsizlik, baş dönmesi, iştahsızlık ve koma belirtileri görülmektedir.

Cıva

Cıva endüstri tarafından havaya serbest bırakıldığında uzak mesafelere hareket ederek toprakta ve göllerde toplanır. Göllerde, küçük organizmalar cıvayı organik cıva formuna dönüştürür ve bu da balıkların bünyesinde gelişir. Organik cıva en zehirli formdur.

Cıva, fungusit ve ahşap koruyucu olarak kullanıldığı gibi, latex boyalarda da bulunur. Cıva etkisine maruz kalma şekillerini aşağıdaki şekilde sıralandırabiliriz:

Solunum: Cıva buharının solunması son derece tehlikelidir. İş yerlerinde çalışma esnasında veya evlerde dökülme suretiyle cıva dumanına solunum yoluyla maruz kalınabilir. Bunun dışında, havalandırılmayan ortamlarda cıva içeren lateks boyalar kullanıldığında da cıva etkisine maruz kalınır ve bunun sonucunda ciddi rahatsızlıklar görülebilir.

İçme ve yeme: Kirli sulara tutulan balık veya kabuklu deniz hayvanlarını yeme suretiyle de cıva etkisine maruz kalınmaktadır. Ayrıca cıva, kirli sular kullanılarak hazırlanan yemeklerden veya bu sular içildiğinde insan vücuduna girebilmektedir.

Temas: Lateks boya ile çalışanlar cıvayı kolayca vücutlarına alabilirler. Eğer kullanılan su kaynağı kirli ise, cıva insan vücuduna banyo veya diğer amaçlarla kullanımlar nedeniyle girebilmektedir.

Yüksek miktarda cıvaya maruz kalındığında aşağıda sıralanan rahatsızlıklar kısa sürede görülmektedir:

- Nörolojik (sinirsel) etkiler, ellerde titreme, şaşkınlık
- Tüm vücutta titreme, üşüme
- Kalp sıkışması, bronşit, zatürree
- Karın ağrısı, mide bulantısı, kusma, iştahsızlık
- Diş etlerinde kanama
- Bacak ağrıları, ayaklarda yanma hissi
- Akciğer ve böbreklere tahribat
- Kurdeşen dökülmesi

Çocuklar ve bebekler cıvaya karşı özel alerjik reaksiyon geliştirebilirler. Sinir sistemi ve böbrekler cıvaya karşı son derece duyarlıdır ve kolayca zarar görür. Meydana gelen zararın belirtileri; idrarda kan gelmesi, titreme, bacaklarda şiddetli ağrı, uykusuzluk, kişilik bozuklukları, sinirlilik ve hafıza kaybı olmaktadır.

Genelde, kimyasal maddeler, insanlar üzerinde aynı organ sistemlerini etkiler. İnsanların bu etkilere karşı gösterdikleri reaksiyonlar, birçok faktöre bağlıdır. Bunlar arasında, kişilerin daha önce kimyasalların etkilerine maruz kalmaları, içki ve sigara gibi kişisel alışkanlıkları, genel sağlık durumları sayılabilir. Bununla birlikte, kişilerin kimyasallara maruz kalma süresini, maruz kalınan miktarı ve maruz kalış şekli (temas, soluma veya yeme-içme) de önemini dikkate almak gerekir.

Kreozot

Kreozot etkisine çok çeşitli şekillerde maruz kalınabilmektedir. Bunlar :

- Ahşabın emprenyesi, kok kömürü üretimi veya asfalt endüstrisi çalışmaları sırasında,
- Çit, köprü veya demiryolu raylarının inşasında, telefon direği tesisinde kreozotla emprenye edilmiş ahşap malzeme kullanılması durumunda,
- Tehlikeli atıklarla kirlenmiş suların içilmesi halinde,
- Kreozot ile emprenye edilmiş evlerde oturulması halinde hava ve deri yoluyla temas edilebilir.

Kreozot, insan vücuduna;

- Havayı kirletici olarak akciğerlerden
- Kirli yiyeceklerin yenmesi veya kirli suların içilmesi ile mide ve bağırsaklardan
- Deri yoluyla girmektedir.

Uluslar arası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) katran kreozotunun insanlar üzerinde kanserojen etkiye sahip olduğunu kanıtlamıştır. Kreozot etkisine maruz kalan çalışanlarda görülen cilt kanseriyle ilişkisi tespit edilmiştir. Kreozotun genetik mutasyona sebep olduğu da bilinmektedir. Kreozotun kanser riskini arttırdığı, katran kreozotu etkisine maruz kalan hayvanlar üzerinde yapılan incelemelerde kanıtlanmıştır. Bununla birlikte katran kreozotu ile emprenye edilmiş ahşap malzemeyle temasta olan çiftlik hayvanları üzerinde yapılan incelemelerde, doğuştan özürlü bireylerin olduğu görülmüştür.

Kreozot karışımında bulunan çoğu madde, kolaylıkla akciğer, mide ve deri yoluyla vücuda alınmaktadır. Odun kreozotu içindeki esas kimyasallar fenol, kresoller ve guaialkoldür. Çevre Koruma Ajansı (EPA) kresollerin insanlar üzerine kanserojen etkiye sahip olduğunu ispat etmiştir. Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda, kresollerin bazı kanserojenik kimyasalların tümör oluşumuna neden olma yeteneğini arttırdığı ortaya çıkmıştır.

Büyük miktarda kömür katranı kreozotuna maruz kalındığında deride, gözlerde, sinir sisteminde ve böbreklerde zararlı etkiler meydana gelmektedir. Karın ağrısı, kusma, anemi, kalp rahatsızlıkları görüldüğü gibi ölümler de sonuçlanabilmektedir. Birkaç damla kömür katranı kreozotuyla derinin teması halinde bile deride ve gözde tahriş ve yanma meydana gelir. Ayrıca kreozot, deriyi güneş etkilerine karşı son derece hassas hale getirir. Düşük seviyedeki katran kreozotuna uzun süre maruz kalındığında, deri üzerinde kırmızılaşma, kabarıp su toplama, soyulma gibi etkiler görülmektedir. Uzun süreli maruz kalındığında, özellikle katran kreozotu ile emperenye edilen ahşap ürünlerde üretimi sırasında deriyle direkt temasta, düşük seviyelerde kreozot deri kanserine sebep olmaktadır.

Bakır Naftenat

Bakır Naftenatın zehirli etkisi üzerine yeterli veri mevcut değildir. Bakır şiddetli toksik miktarlarda olmadığı sürece genellikle vücuttan temizlenir.

Bakır tuzlarının solunması, burun membranlarının ve burun deliklerinin tıkanmasına neden olabilir. Yüksek konsantrasyonlarda solunduğunda ise aşırı derecede tahriş neden olur. Bakır tuzlarına maruz kalma sonucunda anemi görülebilmektedir. Bununla birlikte bakır tuzları ve naftenat asitleri deri tahrişine neden olur. Naftenik asitlere maruz kalınması membranların potasyuma karşı permeabilitesini artırır. Bakır tuzlarına uzun süre maruz kalındığında bazen kansere kadar gidebilecek derecede karaciğer ve akciğer tahribatı söz konusudur. EPA'ya ulaştırılan testlerin sonuçlarına göre, Bakır Naftenat DNA'nın zarar görmesine sebep olmaktadır.

Bor

Kısa sürede vücuda çok miktarda bor alınması halinde, mide, bağırsak, karaciğer, böbrek ve beyin zarar görmektedir. Bor ile deri teması halinde insanlar üzerinde ne tip bir etki meydana getirdiği hakkında bir bilgi olmamakla birlikte, hayvanlar üzerinde yapılan incelemelerde, bor ile direkt temasta deride tahriş neden olduğu görülmüştür. Ancak, bor elementi insanlar için kanserojen madde olarak sınıflandırmamıştır.

CCA (Bakır/Krom/Arsenik)

CCA (bakır/krom/arsenik), malzemeye çok iyi tutunup, mikrobiyal ve fungal ataklara karşı etkin bir koruma sağladığı için birçok uygulama alanında ve dünyanın hemen her yerinde en çok tercih edilen koruyucu maddelerden birisidir. Ancak CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzemelerden yıkanıp uzaklaşan bakır, krom ve arseniğin gerek toprakta gerekse su kaynaklarına karışması sonucunda toprak ve su özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle bileşiminde yer alan arsenik maddesinin insanlar ve sıcak kanlı hayvanlar için oluşturabileceği sağlık riski dikkate alınarak kullanımı büyük oranda yasaklanmaktadır.

Yer kabuğunda, kayalarda, toprakta, suda, bitkilerde ve hayvanlarda çok düşük seviyelerde bulunan arsenik, doğal ortamlarda, genellikle yayılma eğilimi göstermez. Volkanik hareketler, kayaların erozyonu, orman yangınları ve doğal afetler arseniğin çevreye yayılmasına neden olmaktadır (108, s.999)

Arsenik, solunum veya ağız yoluyla (yutma), nadiren de deri yoluyla vücuda alınır. Yapılan araştırmalar sonucu, 2 ayı aşkın sürede vücutta toplanan 0.1 gram arsenik, ölüme sebep olabilmekte; daha düşük seviyelerde ise kanserojenik etki (deri ve akciğer kanseri) yaratmaktadır.

CCA ile işlem gören ahşap malzemedan serbest kalan arsenik insan vücudunda, besin zincirinde ve zemin suyunda rahatlıkla ilerler. Arsenik, işlem görmüş ahşap malzemenin yanması, mekanik aşınması, asitle teması ve malzemeyle doğrudan temas halinde serbest kalmaktadır (108, s.1000).

CCA ile emprenye edilmiş malzemenin yanması: CCA ile işlem gören ahşap malzeme yandığında, arsenik yok olmaz, aksine yoğunluğunu artırır ve yakılma esnasında atmosfere zehirli arsenik oksit gazları yayar. Ahşap yandığı zaman arsenik'i ahşapta tutan kimyasal bağlar serbest kalır. CCA ile işlem gören ahşap malzemenin külünün 20 gr'ı yetişkin bir kişiyi öldürmeye yeterli miktarda arsenik içerir. Bu nedenle Avrupa'nın bazı ülkelerinde CCA ile işlem gören ahşap ve bunun kullanımı

yasaklanmıştır. Bunun yanı sıra, ahşap yandığında meydana gelen küller tuzlu bir tada sahiptir ve hayvanlar için doğal cezbedicidir. CCA içeren ahşap malzeme yandığında uçuşan külleri çok az miktarda solumak dahi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu sorunlar, sık sık burun kanaması, aşırı yorgunluk, baş ağrısı, bayılma, nöbet geçirme şeklinde kendini göstermektedir. Ayrıca bitkiler ve diğer canlılarda ölüme sebep olmaktadır.

Mekanik aşınma: CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzeme kesildiğinde, zımparalandığında veya planyalandığında CCA'lı odun parçacıkları ve toz ortama yayılır. CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzeme üzerine konulan uyarı etiketlerinde bu tozlardan kaçınılması gerektiği ve uygun toz maskelerinin kullanılması veya en azından kesim ve zımparalama işinin açık havada yapılması önerilmektedir.

Doğrudan temas: Yapılan çalışmalarda gerekli tedbirler alınmadığı takdirde CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzemeye el ile direkt temas edilmesi zorunluluğu halinde günde yaklaşık 7 mg arseniğin yemek borusu yoluyla alınabildiğini tespit etmiştir. Ayrıca araştırmacılar, arsenik ile işlem gören ahşap malzemeye direkt temasta bulunan çocukların ellerine arsenik'in yayıldığını tespit etmişlerdir.

Asitli ortamın etkisi: Asit yağmurlarının ve asitli temizleyici maddelerinin CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzemenin temizliğinde kullanımlarının, yıkanarak uzaklaşan, toprağa ya da suya karışan arsenik miktarını arttırdığı görülmüştür.

CCA ile işlem gören ahşap malzemedan serbest kalan bakır ve krom, toprak tarafından tutulur. Arsenik bakır ve kroma göre daha düşük seviyelerde alındığında bile insanlar üzerinde kronik zehir etkisi yaratır. EPA (Environmental Protection Agency) yetişkinler için güvenli günlük arsenik alımını 0.05 mg olarak tespit etmektedir. Bu seviyenin üzerinde arsenik birkaç sene süresince tutarlı bir şekilde alındığında, protein işlevinde ve enerji üretiminde bozulmaya neden olarak kansere yol açmaktadır.

ABD Çevre Koruma Kurumunun (Environmental Protection Agency, EPA) 12 Şubat 2002 tarihinde almış olduğu kararla; çocuk oyun alanlarında, park ve bahçe alanlarında, güvertelerde, piknik masalarında, teraslarda, verandalarda, yürüyüş alanlarında kullanılan CCA ile emprenyeli peyzaj kerestelerinin ve evlerde kullanılan yine CCA ile emprenyeli ahşap malzemelerin 31 Aralık 2003 tarihinden itibaren kullanılması yasaklanmıştır (133, s.1264)

Söz konusu emprenye maddelerinin çevreye ve insan sağlığına zararları dikkate alınarak geliştirilen yeni emprenye maddelerinin başlıcaları aşağıda görülmektedir:

Borlu Bileşikler (Boraks/Borik Asit)

Ticari adı Timbor® olup, aktif bileşeni bor olan inorganik bir biyosittir. Memelilere karşı çok düşük zehirlilik etkisi vardır ve ahşabı çürüten mantar ve böceklerin bir çoğuna karşı etkilidir. Taze haldeki malzemeye kolayca nüfuz ederler, kuru malzemeye ise basınçla uygulanır. Yıkanmaya karşı gösterdikleri yüksek hassasiyet nedeniyle, kullanımı yağmur suyu ve toprakla temas etmeyen kapalı alanlarla sınırlandırılmıştır. Yıkanma miktarının azaltılması amacıyla su itici maddelerin ve polimer sistemlerinin eklenmesi söz konusudur. Muamelesi güç türlere kolaylıkla penatre olabilmektedir.

Bakır oksin (Cu-8)

Bir organik metal bileşeni olan Cu-8 (Bakır-8-kinolinolat) insanlara karşı düşük zehirlilik etkisi gösterir ve çürüklük yapan mantarlara ve böceklerin birçok türüne karşı etkilidir. Cu-8 suda ve birçok organik çözücüde çok çözünmez fakat yağda çözünen şekli etil 2 hexot ile reaksiyon sonucu üretilebilir. Suda çözünen şekli de Dodecylbenzen sülfürik asit ile üretilebilir, fakat bu formülün metallere karşı yüksek koroziv etki gösterdiği göz önünde bulundurulmalıdır. Gıda maddeleri ile temas halinde bulunan ahşap malzemenin emprenyesinde kabul gören tek kimyasal maddedir. Özellikle piknik masaları gibi gıda maddeleri ile teması söz konusu olan ahşap malzemenin muamelesinde kullanılır.

Bardac 22® (DDAC)

DDAC (didesil dimetil amonyum klorit) memelilere karşı düşük zehirlilik etkisi gösteren organik bir biyosittir. Ahşapta çürüklük yapan mantar ve böceklerin bir çoğuna karşı etkilidir. Suda çözünür bir bileşendir, fakat ahşap ile iyon değişim reaksiyonu gerçekleştirebilmesi bu maddenin yüksek rutubetle veya ıslak toprakla temas halinde bulunan ahşap malzemenin yıkanmasını azaltır. Koruma maddesi olarak etkinliğini arttırmak için genellikle diğer biyositlerle kombine edilebilmektedir. Son yıllarda, birçok uygulamalarda CCA' ya alternatif olarak DDAC ve ACQ (Amonyum bakır kuat) kombinasyonu uygulanmaya başlanmıştır.

Polyphase® (IPBC)

İnsanlara karşı düşük zehirlilik etkisi gösteren organik bir biyosittir. Ahşap çürüklüklerine, küf ve renk mantarlarının bir çoğuna karşı etkilidir, fakat ahşabı tahrip eden böceklere karşı etkili değildir. Yapı keresteleri ve benzer ürünler için toprakla temas etmeyen yüzeylerin empenyesinde kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu maddenin IPBC(3-iodo-2-propinil bütül karbamet) ve DDAC (didesil dimetil amonyum klorit) olan bileşimleri küf ve renk mantarlarına karşı etkilidir.

Nopocide®, Tuffgard® (Chlorothalonil)

Klorothalonil; memelilere karşı çok düşük zehirlilik etkisi gösteren fakat böceklere ve ahşapta çürüklük yapan mantarlara karşı geniş spektrumlu organik bir biyosittir. Suda çözünürlüğü çok düşük, organik çözücülerde ise çözünürlüğü sınırlıdır. EPA tarafından Genel Kullanımlı Pestisit olarak sınıflandırılmıştır. II. sınıf zehirlilikte (orta zehirlilik), göz kaşınmasına neden olan bir maddedir. Düşük konsantrasyonlarda klorothalonil insan vücudunu 24 saat içinde terk eder. Yaban hayvanları ise bu maddeden etkilenmez. Fakat balıklara, suda yaşayan omurgasızlara ve denizde yaşayan diğer organizmalara karşı yüksek derecede zehirlidir.

Busan 30® (TCMTB)

TCMTB memelilere karşı düşük zehirlilik etkisi gösteren, ancak bir çok odunda çürüklük yapan mantar ve böceklere karşı etkili organik bir biyosittir. Hidrokarbon çözeltilerinde kolaylıkla çözünebilirken pratikte hemen hemen suda çözünmez. Metilen bis thiosiyonat içeren TCMTB formülü yeni biçilmiş kerestede renk ve küf mantarlarını kontrol için kullanılmaktadır.

Wocosen® (Propiconazole)

Propiconazole memelilere karşı düşük zehirlilik etkisi gösteren, ancak ahşaba zarar veren bir çok renk ve çürüklük mantarları ve böcek türlerine karşı etkili organik triazole bir biyosittir. Organik çözücülerde kolaylıkla çözünürken suda düşük bir çözünürlük gösterir. Avrupa ve Kanada da toprakla direkt olarak temasta bulunmayan ahşap malzemenin empenyesinde, renk ve küf mantarlarının kontrolünde kullanılmaktadır.

Kathon 930® (RH 287)

RH 287 insanlara karşı düşük zehirlilik etkisi gösteren, bir çok odunda çürüklük yapan mantar ve böceklere karşı etkili organik bir biyosittir. Hidrokarbon çözeltilerinde kolayca çözünebilmesine rağmen pratikte suda çözünmez. Bugün her ne kadar ticari olarak yaygın kullanımda olmasa da gelecek vaad eden bir empenye maddesidir.

ACQ (Alkaline Copper Quat)

Son yıllarda CCA'ya alternatif olarak geliştirilen koruyuculardan biridir. ABD'deki eyaletlerin bir çoğunda ticari olarak kullanılabilir. ACQ içerisindeki aktif bileşen bakır oksit (%67) ve quat'tır. Birçok tipi standartlaştırılmıştır. Muamelesi güç türlere kolaylıkla penatre olabilmektedir.

Yangın geciktiriciler ürünlere üretim aşamasında ya da sonrasında eklenen kimyasallardır. Termal kararlılıkları nedeniyle yanmayı geciktirir ya da önlerler. Kimyasal yapılarına göre bromlu, klorlu, fosforlu, azotlu ve inorganik bileşikler olmak üzere beş ana grupta toplanırlar (6, s.269).

Kimyasal koruyucular gibi, kimyasal koruyucuların uygulama teknikleri de insan sağlığına olumsuz etkilerde bulunabilmektedir. Tablo 5.3’de kimyasal uygulama işlemlerinin riskleri ve önlenme şekilleri görülmektedir.

Çevresel sorunlara ilginin artması nedeniyle su ve hava kalitesi standartları ve empenye edilmiş ahşap malzemenin insanlara ve diğer organizmara karşı etkisini içerecek biçimde, malzemenin nasıl empenye edileceği ve hangi empenye maddelerinin kullanılacağı konusunda dünya çapında değişiklikler meydana gelmektedir (132, s.102).

5.3.3. Yüzey Koruyucu Maddeler

Yapılarda insan sağlığını tehdit eden faktörlerden en önemlisi “Uçucu Organik Bileşikler” (Volatile Organic Compounds) olup bu bileşikler, çoğunlukla boyalar, yapıştırıcılar, vernikler, boya incelticiler gibi çözücülerdir. İçeriklerinde turpentin toluen, xylen, aseton, metanol, metiletilketon ve etilglükol gibi klorofluorokarbonlar (CFC) bulunmaktadır. Bu toksinlere uzun süreli olarak maruz kalındığında baş ağrısı, genel hastalık hissi, mukoza zarlarında iritasyon gibi semptomlar ortaya çıkmaktadır. Örneğin Tolüen sinir sisteminde ve karaciğerde fonksiyon bozukluğuna neden olur; DiKlorEtan ise hem deriyi ciddi biçimde tahriş etmekte hem de karaciğer ve böbrek için son derece zararlı bir kanserojendir (121, s.29).

Bütün asitle sertleşen verniklerde kuruma ile formaldehid ayrışmaktadır. Bu da gözlerde yanmalara neden olmaktadır. Asitli sertleştiriciler, deri ve gözleri tahriş etmekte, el ile temas edildiğinde bol su veya %'lik sodyum bikarbonat çözeltisi ile yıkanması gerekmektedir. Poliüretan verniklerin bileşiminde bulunan isosiyanat, kolay buharlaşır ve buharları zehirlidir. Bu nedenle uzun süre poliüretan vernikle

çalışmak tehlikeli durum arz etmektedir. Bu sakınca daha sonra geliştirilen poliisosiyanat ile giderilmiştir. Poliester verniklerin yapısında yer alan organik peroksit yakıcı dağlayıcı bir sıvı olup, sıçradığı yer bol sabunlu su ile yıkanmalıdır. Göze bulaşan peroksidin dağlayıcı etkisini gidermek için borlu su (sodyum perborat) (NaBO_3) bulundurulmalıdır.

Bugün artık solvent bazlı boyaların yerini su bazlı boyalar almaktadır. Ancak bunlar da bir takım zararlı maddeler içermektedirler. Örneğin su bazlı boyalardan alkid ve akrilik reçineli boyalar bir miktar organik solvent içerebilmektedir. Ayrıca su bazlı boyalar, fungusit olarak arseniksülfid, fenol, bakır, formadehit veya amonyum bileşikleri içerebilirler. Örneğin, alkid ve doğal reçinelerin yapısındaki yağ asitlerinin oksidasyonu sonucunda, uçucu aldehit meydana gelmektedir. Havadaki akrilatların tahriş etkisi, deri, mukoza ve gözlerde olmak üzere çok geniştir. Kürlenmiş katmanda bulunan akrilat monomerleri ise, temas halinde deride yanıklara yol açabilmektedir. Bazı akrilatların kokusu çok şiddetli olup, düşük miktarları dahi yapı içi hava kirliliğine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır, izosiyanatlar, hidroksil gruplarıyla, su ve alkollere kolayca reaksiyona girerler. Diizosiyanat monomerlerinin gözlerde, mukozada ve deride tahrişe, solunum yollarında sensitizasyona yol açtıkları bilinmektedir. Yüzey işlem maddeleri, reaktif yapı malzemelerinin arasında önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan araştırmalarda, bazı mobilyaların yüzeylerindeki koruyucu tabakalarda beş yıl kadar bir süre sonra oluşan çatlaklardan oksijenin girmesi sonucunda aldehit emisyonu gerçekleştiği saptanmıştır (56, s. 84-87).

Çevre kirliliğinin artması nedeniyle, yüksek oranda katı boyalar, doğal boyalar, hypo-allerjik boyalar vb. düşük emisyonlu alternatif malzemeler geliştirilmiştir. Yüksek oranda katı içeren boyalarda organik solvent miktarı düşürülerek, katı içerik miktarı artırılmıştır. Buna karşılık performanslarının geleneksel boyalar kadar iyi olmaması, renk seçeneğinin sınırlı olması, uygulamanın çok kat halinde yapılması ve buna bağlı olarak da kuruma süresinin uzaması dezavantajlarını oluşturmaktadır. Doğal boyalar doğal bitki reçinelerinden, bitkisel ve eterli yağlardan, mineral dolgulardan ve pigmentlerden oluşmaktadır. Alerjik açıdan en sakıncasız ürünler, bitki reçinelerinden yapılan bu boyalar olmakla birlikte, pahalı ürünlerdir.

Tablo 2.2. Ahşap Malzemenin Korunma İşlemlerinin Riskleri ve Bu Risklerin Önlenme Şekilleri (41, s.30).

Metot/İşlem	Ana Riskler	Teknik Kontrol	Risk Önleme Şekilleri	
			Koruyucu Giysi	Teknoloji Değişimi
Püskürtme	Çevre materyallerinin, suyun veya toprağın yüksek oranda kirlenmesi	Elle püskürtme yapılmamalı. Kesik yüzeyler işlem görmeli. Damlama veya basınçlı işlemden önce kesim planlanmalı	Koruyucu maske ve elbise giyilmeli	Fırçalama veya daldırma uygulanmalı
Fırçalama	Çevre materyallerinin, suyun veya toprağın damlama suretiyle kirlenmesi Deri riski Solvent teneffüsü	Dikkatli şekilde fırçalanmalı. Damlayan materyaller toplanmalı. Kesik yüzeyler işleme tabi tutulmalı. Damlama veya basınçlı işlemden önce kesim planlanmalı. Yüksek hacimler için havalandırma sistemi tesis edilmeli	Koruyucu elbise ve eldivenler giyilmeli Koruyucu maske takılmalı	Teknik olarak uygun olan yerlerde, eğer yüksek hacimde işlem yapılacaksa damlama veya basınçlı işlemler uygulanmalı. Daha yüksek hacimlerde işlemler yapılacaksa kapalı sistem tesis edilmeli.
Daldırma (Deluging) Batırma Sıcak soğuk açık tank işlemleri	Dökülme suretiyle kirlenme Yeni işlem görmüş ahşaptan damlama suretiyle toprak veya su kirlenmesi Su bazlı olmayan koruyucular kullanıldığında özellikle solventlerin veya aktif elementlerin yüksek oranda teneffüsü Emprenye silindirinde yüksek tortu hacmi ürünü	Sabit tesisler sınırlandırılmalı, tortular toplanmalı ve tekrar değerlendirilmeli Damlalar toplanarak tekrar değerlendirilmeli. Yağmura karşı koruma sağlanmalı. Damlama ve depolama alanının üzeri örtülmeli. Havalandırma sistemi tesis edilmeli. Hava konsantrasyonu kontrol edilmeli. İşlemlerden önce tomruktan elde edilen odun talaşı temizlenmeli.	Elle işlem yapılmamalı Koruyucu maske takılmalı	Kapalı (basınçlı) sistem kullanımı uygulanmalı Solventleri emmek ve/veya yeniden kazanmak için kapalı sistem tesis edilmeli.
Basınçlı İşlemler	Silindir kapağı açık veya aralıklı olduğu zaman buhar veya aerosol teneffüsü Çatlaklar veya insan hataları nedeni ile sızma Yeni işlem gören ahşaptan veya işlem araçlarından damlama suretiyle toprak veya su kirlenmesi Su bazlı olmayan koruyucular kullanıldığında solventlerin yüksek oranda teneffüsü Su bazlı olmayan koruyucular kullanıldığında çok yüksek atık su ürünü. Yüksek hacimde tortu ürünü	Buhar emme teknolojisi tesis edilmeli. Setleme yapılmalı. Düzenli eğitim yapılmalı. Çatıdan ve depo alanından oluşan damlalar toplanmalı tekrar değerlendirilmeli. Çalışmalar kontrol edilmeli. Havalandırma, emme ve tekrar değerlendirme sistemi tesis edilmeli. Solventler ve aktif elementler için tekrar değerlendirme tesisi kurulmalı.	Koruyucu maske ve elbiseler giyilmeli Yağmura karşı koruma sağlanmalı Koruma maskesi takılmalı	

5.2.4. Ahşap tozları

Ahşap tozuna maruz kalındığında, harici veya dahili sağlık problemleri meydana gelebilmektedir. Bunlar, dermatit, alerjik veya alerjik olmayan solunum yolu tahrişi ve kanser şeklinde ifade edilebilir. Alerjik sorunlar, ağacın öz odun kısmında bulunan ekstraktif maddelerden kaynaklanmaktadır.

Özellikle meşe ve kayın tozlarının kansere; huş, kızılâğaç ve kavak tozlarının dermatitis (temas egzaması) ve kansere neden olabildikleri belirtilmektedir. Bu tür olumsuz etkilenmeler, ağaç türüne, yetiştirme ortamına, insanın yapısına ve kullanılan ahşap malzemenin ağaçtan alındığı bölgeye bağlı olarak farklı şekillerde gerçekleşmektedir. Küçük çaplı ince ahşap tozlarının ortam havasında bulunmaları sağlık açısından çok daha fazla risk içermektedir. Meşe, kayın, göknar, iroko, okoume türlerinin alerjiye neden olmalarının yanı sıra lake ve verniklerin de çalışanlarda alerjik sorunlara neden oldukları bilinmektedir (20, s.522-523).

Ülkemizde, kereste, mobilya, yongalevha, tabakalı ahşap malzeme, liflevha gibi ürünlerin üretiminde çalışanlar gaz, buhar ve ahşap tozuna yoğun bir şekilde maruz kalmaktadırlar. Zararlı gaz ve tozların etkisiyle çalışanlarda karşılaşılan bazı rahatsızlıklar Tablo 5.4’de verilmektedir.

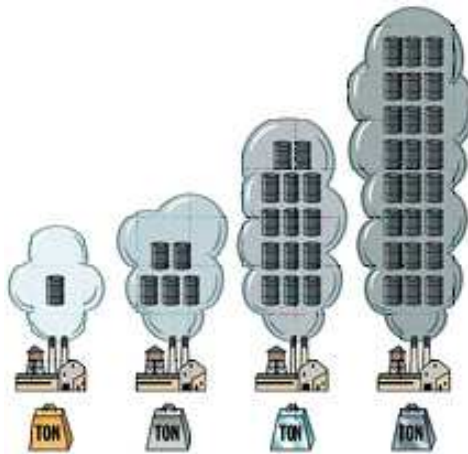
Tablo 5.4. Zararlı gaz ve tozların etkisiyle çalışanlarda karşılaşılan bazı rahatsızlıklar (20, s.523)

Rahatsızlık	Toplam Rastlanma Oranı (%)
Boğaz gıcıklanması	27
Nefes darlığı	19
Ağız kuruluğu	26
Öksürük	19
Mide bulantısı	15
Baş dönmesi	27

5.3. Ahşap Kompozit Malzeme ve Enerji Korunumu

Ahşap kompozit malzemeye alternatif olan malzemelerin değerlendirilmesinde sadece hammadde ve işlenme maliyetleri değil, aynı zamanda enerji ve çevre maliyetleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Çoğu kez, emprenyeli ahşap malzemeye alternatif olarak sunulan malzemelerin üretilmesinde yüksek bir enerji ve/veya çevre maliyeti söz konusu olmaktadır. Örneğin bir ton ahşap malzemeyi işlemek için sadece 1500 kWh elektrik enerjisine gereksinim varken, aynı miktar alüminyumun işlenmesi için bunun tam 45 katı enerji gerekmektedir (132,s.102).

Ahşap kompozit malzemenin üretim sürecinde sağladığı enerji verimliliği, doğal ahşap malzeme hariç, diğer yapı malzemelerinin üretim sürecine göre daha yüksektir. Bununla birlikte, ahşap kompozit malzeme ile inşa edilen yapılar da enerji verimliliği sağlamaktadır. Amerika’da üretilen endüstriyel hammaddenin %47’sini oluşturan ahşap malzeme, hammadde üretiminde harcanan enerjinin %4’lük kısmını kapsamaktadır. Şekil 5.4’de ahşap, çimento, cam ve çelik malzemenin üretiminde harcanan enerji miktarları şematize edilmiştir. Buna göre, ahşap malzemeye kıyasla, çimento 5 kat; cam 14 kat ve çelik 24 kat fazla enerji gerektirmektedir (12, s.5).



Şekil 5.4. Çeşitli malzemelerin (ahşap, çimento, cam, çelik) 1 ton üretimi için gerekli enerji miktarları (12, s.5)

Ahşap malzemenin ısı tutucu bir malzeme olması, kullanıcılar için de enerji verimliliği sağlaması anlamı taşımaktadır. Ahşap sistemle inşa edilmiş yapılar, diğer alternatif malzemeler ile tasarlanan yapılara kıyasla ısıyı daha iyi muhafaza eder ve daha az enerji gerektirir, bu nedenle de ısıtma ve soğutma için daha az maliyete neden olur. Ahşap kompozit malzemenin enerji verimliliği, yapının içini sıcak havalarda serin, soğuk havalarda da ılık tutarak, çevresel korumayı desteklemektedir.

Kullanımdan çıkartılmış emprenyeli ahşap malzemenin tekrar biçilerek kereste olarak ya da kompozit levha üretiminde kullanılamaması durumunda bu atıkların çimento üretim fırınlarında yakıt olarak değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir. Örneğin, CCA ile emprenye edilmiş malzeme bu amaçla kullanılabilir. Bu uygulama çimentonun CCA bileşenlerini stabilize etme yeteneğine sahip olması sayesinde mümkün olmaktadır. Ancak portland çimentosu üretimindeki standard fırınlarda yanmadan sonra geriye kalan kısım (klinker) içerisindeki bakır, krom ve arsenik için bazı sınırlamalar getirildiği için, bütün çimento fırınları yakıt olarak CCA ile emprenye edilmiş malzemeyi kullansa bile bu sadece CCA ile muamele edilmiş odunun % 3-4'ünün değerlendirilmesini sağlayacaktır. Ayrıca, Finlandiya'da CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzemenin bakır işleme endüstrisinde kullanımının uygunluğuna dair yapılan araştırmada yonga haline getirilmiş ve CCA ile emprenye edilmiş malzeme yüksek sıcaklık ve oksijenli ortamda ergime fırınına yerleştirilmiştir. Bu yöntem, bakırın bir kısmının geri kazanımını sağlamakta ve geriye kalan arsenik ve az miktardaki bakır ise CCA üretiminde kullanılmaktadır. Krom cüruf içerisinde stabilize edilebilmektedir. Bu nedenle CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzemenin enerji olarak kullanılabilirliğinin mümkün olacağı söylenebilir. Fakat, tesisin uçucu materyalleri toplayacak ve yığından arseniği parçalayacak şekilde dizayn edilmesi gerekmektedir (85, s.22).

5.4. Ahşap Kompozit Malzeme ve Çevresel Atık

Ahşap işleri endüstrisinde işlenmiş veya işlenmemiş olmak üzere fazla miktarda ahşap malzeme atığı oluşmaktadır. Orman ürünleri endüstrisinde en önemli kirlilik etkeni kimyasal koruyuculardır.

Kirliliğin azaltılmasında uygulanabilecek önlemler fabrika içi ve fabrika dışı olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. En iyi yöntem, kirliliğin kaynağında azaltılması olup, bu nedenle fabrika içi önlemler son derece önemlidir. Kirletici maddeleri ayırmak için gazların kullanımı, atık suyun geri dönüşümü, katı maddelerin toplanması ve bunların prosese geri döndürülmesi verilebilir. Esas prensip, mümkün olduğunca proses atığını, suyunu ve kimyasallarını geri dönüştürmek veya en az maliyetle yakıt olarak bu maddeleri kullanmaktır. Bunun için en basit örnek yongalevha ve kereste fabrikalarında kabuğu da içeren katı atıkların toplanması ısı ve güç üretmek için buhar kazanlarında yakıt olarak kullanılmasıdır. Emprenye işleminden kaynaklanan atığın yok edilmesi büyük dikkat gerektirir. Toksik çözeltiler yüksek derecede zehirli olmalarından dolayı bir nehre veya göle karıştıklarında, suyun kalitesini ve balıkçılığı önemli derecede etkileyecekleri için asla su kanallarına veya kaynaklarına boşaltılmamalı ; uygun atık işleme tesisleri kullanarak toplanmalı ve yok edilmelidir. Aynı önlemler ahşap kompozit levha üreten fabrikalarda fenolik ve üreformaldehit reçineleri, üst katman ve diğer işlem maddelerinden kaynaklanan kirlilikten sakınmak için de kullanılabilir (40, s.45-47).

Emprenye edilmiş ahşap malzeme biyolojik olarak tamamıyla bozulmadığı için, arazilerde gömülmesi ya da depolanması, çevresel ve uzun vadeli sorunlar oluşturmaktadır. Emprenyeli malzemede bulunan ağır metaller toprağa difüze olabilmekte ve büyük çevresel zararlar meydana getirebilmektedir. Örneğin bakır, krom ve arsenik gibi toksik ağır metallerin zamanla bölgede yaşayan canlı kitle ve çevre üzerine birikim yoluyla olumsuz etkileri ve kaynak sulara karışması risk oluşturmaktadır. Ayrıca alternatif ve daha yararlı kullanımlara açılacak toprakların yok olması ve yangın riski de söz konusu olabilmektedir.

Katran kreozotu, ahşap emprenyesi sonrasında suya ve toprağa serbest bırakılır. Katran kreozotu suda eriyebilir ve toprak içinde yer altı suyuna doğru hareket edebilir. Yer altı suyuna ulaştıktan sonra ise, yok olması çok uzun yıllar alır.

Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar, pentaklorfenol ve tetraklorfenol etkisine maruz kalındığında doğum kusurlarının arttığını ortaya koymuştur. Balıklarda üremeyi, gelişmeyi olumsuz yönde etkilemiştir. Bu maddeler çevre üzerinde de devamlılık arz eden bir etkiye sahiptir.

Kreazot ve pentaklorfenol (PCP) ile emprenye edilen ahşap malzeme, yanlış yok etme yöntemleri ve rasgele atılmaları nedeniyle yüzey ve yüzeye yakın toprakların ve suların aşırı ölçüde kirlenmesine yol açmıştır. Bu gibi kirlenmiş toprakların yeniden değerlendirilmesi için en iyi yöntemlerden birisi biyoremediasyon olarak adlandırılmaktadır. Biyoremediasyon (biyolojik arındırma), tehlikeli kimyasal maddelerin veya kirleticilerin, degradasyonu ya da toksinlerden arındırılması amacıyla organik maddelerin biyolojik yoldan bozundurulması olarak karbondioksit, metan, su, inorganik tuz, biyokütle ve/veya yan ürünler gibi daha az zehirli ve kompleks zararsız maddelere dönüştürülme sürecidir. Bu işlem aerob veya anerob yoldan, heterotof veya spesifik seçilmiş organizmalar tarafından, yerinde veya bir yere taşıdığı ortamda gerçekleştirilebilir (132, s.105-106).

Çok sayıda biyoremediasyon tekniği bulunmakta ve uygulanmaktadır. Herhangi bir biyoremediasyon teknolojisinin seçimini, başarısını ve maliyetini etkileyecek olan en önemli kriterler kontamine olmuş (kirletilmiş) materyalin tipi, miktarı ve kontaminasyonun konsantrasyonu, muamele bölgesinin büyüklüğü, bölgenin biyolojik ve jeolojik şartlarıdır.

5.4. Ahşap Kompozit Malzemenin Geri Dönüşümü ve Yeniden Kullanımı

Malzemenin geri dönüşümü ve yeniden değerlendirilmesi, emprenyeli veya emprenyesiz ahşap kompozit malzeme olmasına göre farklılık gösterebilmektedir.

Emprenyesiz Ahşap Kompozit Malzeme

Kereste ve kaplama fabrikalarında uç ve kenarlardan çıkan parçalar, kapak tahtaları, yongalar, bıçkı tozu, talaş ve kaplama atıkları yongalevha, liflevha, selüloz ve kağıt

sektörlerinde değerlendirilebilmektedir. Çoğu Avrupa ülkesinde bu hammadde kaynağı geniş oranda kullanılmakta olup, sadece levha sektörünün daha az geliştiği yerlerde enerji için kullanımı daha yaygın bulunmaktadır.

Mobilya sektörü atıklarının kullanım alanı oldukça sınırlıdır. Bu atıklar kaba ve ince talaş, zımpara tozu ve uç kısım atıkları olup, %8-15 rutubet miktarına sahiptir ve kuru malzeme olarak nitelendirilirler. Bu nedenle MDF sektöründe lif üretimi için uygun olmayıp, ancak düşük rutubet miktarının büyük avantaj olduğu yongalevha üretiminde kullanılabilir. Kuru atıkların levha üretiminde kullanılmasıyla toplam enerji tüketimi %40 azaltılabilmekte ve kış şartlarında kurutma kapasitesi yüksek tutulabilmektedir. Ancak bu atıkların genellikle tutkal, boya, cila ve üst katmanlarla (overlay)¹ kirli halde bulunması, geri dönüştürme işlemlerinde problemler yaratır. Yine de PVC içeren üst katmanlar ve emprenye maddesi gibi problem yaratıcı bileşikler olmadığı sürece enerji üretimi için çok şiddetli bir kısıtlamaya neden olmaz. Talaş ve kabuk, briket veya karma gübre (kompost) yapmak için kullanılabilir. Ayrıca kabuk yakma kazanlarında oluşan kül, potasyum bakımından zengin olduğu için, özellikle asidik topraklarda toprağı ıslah etme amacıyla kullanılabilir (40, s.45-46-49).

Emprenyeli Ahşap Kompozit Malzeme

Hizmet ömrünü doldurmuş atıl haldeki emprenyeli ahşap malzemenin tekrar değerlendirilmesi için uygulanan en yaygın yöntemler; boş alanlarda toplama, toprağı gömme veya basınç altında yüksek sıcaklıkta kapalı ortamda yakma olup çevreye olumsuz etkilerinden dolayı artık kullanılmamaktadır. Emprenye edilmiş ahşap malzemenin remidasyonuna yönelik olarak yeniden yapılandırma-kullanma, asit ekstraksiyonu, çürütücü mantarlarla kompostlaştırma, bakteriler yardımıyla metalleri biyolojik olarak uzaklaştırma gibi yöntemler ile metalleri uzaklaştıran

¹ Yüksek basınç laminatlarında desen baskılı katmanın üzerine kaplanan alfa selülozik esaslı, şeffaf ve koruyucu üst tabaka

direkt elektrodialitik yöntemler kullanılmaktadır. Selülozik atıklar ve emprenye edilmiş ahşap atıklarının imhası için piroliz işlemleri (yavaş ve hızlı piroliz) uygulanmaktadır.

Piroliz, biyokütleden gaz elde etmek için kullanılan en eski ve basit bir yöntem olup, oksijensiz ortamda odunun 900°C ye kadar ısıtılması ile oluşan kimyasal ve fiziksel olaylar dizisi olarak tanımlanır. Piroliz sonucu, gazlar katran, organik bileşikler, su ve odun kömürü gibi maddeler elde edilir (203). Örneğin CCA ile emprenye edilen ahşap malzeme atıklarının düşük sıcaklık derecelerinde pirolizi ile bu atıkların geri dönüşümü sağlanabilmektedir.

Gelişmiş ülkelerin bir çoğunda, elektrik enerjisi üretmek amacıyla CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzeme kullanılmaktadır. Bu malzeme arsenik maddesi içerdiği için, yakma işlemi özel ve bu iş dizayn edilen fırınlarda gerçekleştirilmelidir. Bu nedenle pahalı bir uygulamadır. Yanma sonucunda geriye kalan kül, çimento bileşiminde stabilizasyon amacıyla kullanılabilir.

Emprenye edilmiş ahşap malzemedan yonga levha, yönlendirilmiş şerit yongalevhalar ya da termoplastikler kullanılarak plâstik/ahşap kompozitler üretilebilir. Bu sayede kullanımdan çıkartılmış emprenyeli malzemedan tekrar yararlanılmış olur. Örneğin, CCA ile emprenye edilmiş malzemenin, ahşap-çimento kaynaklı kompozitlerin üretiminde kullanılması birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Yapılan çalışmalar, CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzemeyle çimento arasındaki uyumun, emprenye edilmemiş ahşap ve çimento arasındakinden çok daha iyi olduğunu; arsenik ve bakırın etkili bir şekilde çimentoya tutunduğunu göstermiştir. Bu ürünlerdeki tuzların suda çözünme oranı, CCA ile emprenye edilmiş malzeme ile üretilen ahşap kompozitlerindeki tuzların suda çözünme oranından 20-50 kez daha az olup, çimento ile emprenyeli yonga arasındaki uyum daha dayanıklı ürünlerin oluşturulmasını ve bu ürünlerin kullanımda daha iyi performans göstermelerini, kullanım esnasında parçalanmaya karşı daha dayanıklı olmalarını sağlar(85, s.18).

Emprenye edilmiş ahşap malzemedan elde edilen yongalar, yongalevha ve OSB üretiminde kullanılabilirler gibi, aynı zamanda levha üretiminde de kullanılabilirler. Üretilen bu malzemeler (OSB ve yongalevha) binalarda dış cephe kaplama malzemesi, taban ve duvar malzemesi olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptirler. Örneğin, kullanım ömrünü tamamlamış CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzemelerden üretilen OSB tipi levhalar, binaların dış cephelerinde mantarlar tarafından bozunmaların probleme sebep olduğu bu zamanda uygun bir malzeme olarak dikkat çekmektedir. MDF üretimi genelde pek düşünülmemektedir. Çünkü bu malzemenin üretimi liflendirme işlemi esnasında suya ihtiyaç duymaktadır. Kullanılan suyun kirlenmesi ise ek giderlere sebep olacak su arıtma sistemlerinin kurulmasını gerektirecektir. Bu durum ise otomatik olarak üretimin yapılabilirliğini ekonomik anlamda güçleştirecektir. Diğer bir kullanım alanı ise emprenye edilmiş malzemedan elde edilen tozların ya da unların termoplastikler ile karıştırılması yöntemidir. Odun unları plastik endüstrisinde dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Dolgu maddesi olarak kullanılan odun unlarının yerine emprenyeli ahşap malzemedan üretilen unlar değerlendirilebilmektedir (85, s.19).

CCA ile emprenye edilmiş atıl haldeki ahşap malzemedan bakır, krom ve arsenik maddeleri, malzeme yongalandıktan sonra elektrodialitik remidasyon kullanarak uzaklaştırılabilir (Şekil 5.5). Böylece CCA içermeyen atıl haldeki ahşap malzemedan bio-enerji olarak yararlanmak mümkün olabilmektedir. Hatta uzaklaştırılmış bakır, krom ve arsenik zararsız atıklar olarak değerlendirilerek CCA üretiminde ve diğer endüstri kollarında kullanılabilir. Laboratuvar ölçekli deneylerde, atıl haldeki CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzemedan elde edilen bıçkı tozu ve odun yongalarının her ikisi de remidasyona tabi tutulduğunda, bıçkı tozunda yaklaşık olarak %95 bakır, %90 krom ve %96 dan daha fazla arsenik uzaklaştırılmıştır. Odun yongalarının remidasyonunda ise %90 dan daha fazla bakır, % 85 den daha fazla krom ve arsenik uzaklaştırılmıştır(133, s.1266) .



Şekil 5.5. CCA ile emprenye edilmiş atıl haldeki ahşap malzemelerin remidasyon döngüsü (133, s.1266)

Ahşap malzemedeki bulunan emprenye maddesi bileşeninin çoğu inorganik ve organik asitler ya da bu kimyasal bileşenleri ayrıştırabilen organizmalar vasıtasıyla ayrıştırılarak yeniden kazanılabilir. Örneğin, CCA ile emprenye edilmiş ahşap malzemedeki CCA bileşenlerini uzaklaştırılmasında sıcak sülfürik veya nitrik asit, sulu amonyak çözeltileri, asetik ve formik asit ve sitrik ve tartarik asit gibi ağır metallerle kompleks yapan organik asitler etkin olarak kullanılabilir.

Bakıra dayanıklı kahverengi çürüklük yapan mantarların bazıları, arsenik ve kromu geriye bırakıp bakırı düşük derecede çözünürlüğü olan ve düşük oranda zehirliliğe sahip olan oksalatlarla dönüştürmektedir. Bu ahşap malzemelerin bakteriyle tekrar işleme tabi tutulması ya da amonyumla muamele edilmesi çökmüş durumdaki bakır oksalatların çoğunu uzaklaştırmaktadır. Bu uygulamalar malzemeyi başka ürünlerin elde edilmesi amacıyla tekrar kullanılmaya hazır hale getirmektedir. Yalnız ahşap malzemelerde CCA bileşenlerinden biri ya da daha fazlasının kalıntılarının kalabileceğini ve biyolojik bozunma dolayısıyla lif boyutları ve kalitesinde bir azalmanın meydana gelebileceğini göz ardı etmemek gerekmektedir (85, s.19).

Biyolojik bozunmaya dayanıklı olmaları nedeniyle yongalar, uzun süre çürümeden ve nemi muhafaza ederek toprak yüzeyinin örtülmesini sağlar. Bu özellikleri nedeniyle emprenyeli ahşap yongalarının bitkilerin diplerine toprak üzeri örtüsü olarak kullanılması gündeme gelmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda bu talaşların bitkinin sağlığı ve inorganik madde alımı üzerine etkisi olmadığı rapor edilmektedir. Ayrıca Avusturya'da CCA talaşlarının laboratuvar hayvanlarına altlık olarak kullanılması konusunda yapılan çalışmalarda hayvanlardaki solunum yolu rahatsızlıklarının azaldığı ve çalışma sahasındaki amonyum üretiminin azaldığı iddia edilmektedir. Ancak, bu uygulamaların yapılabilişliğı yine de uzun süreli araştırmalar sonrasında mümkün olacaktır (85, s.22-23).

Ahşap kompozit malzeme atıklarının bir başka değerlendirme alanını şu örnekle açıklamak mümkündür. Mississippi'deki Orman Ürünleri Sanayisi (FPL) araştırmacıları, ahşap atığını diğer ciddi boyutlardaki atıklarla kombine etmek suretiyle ekonomik ve güvenilir bir kompost üretimi için harekete geçmişlerdir. Mobilya üreticilerinden gelen, fenol formaldehitte tutkallanmış yonga levha atıkları, yapraklı ağaç odunlarının testere talaşı atıklarıyla kompostlaştırılarak elde edilen örnekler saksı ortamındaki süs bitkileri ya da pamuk ve mısır üretimi için katkı maddesi olarak değerlendirilmiş ve zararlı herhangi bir yan etkisi gözlenmemiştir (132, s. 107).

6. SONUÇ

Ahşap kompozit malzeme, masif ahşap malzemede olduğu gibi yüksek değerde mekanik ve teknolojik özelliklere sahip olmakla birlikte, masif ahşap malzemenin sakıncalarını taşımayan, üstün nitelikli bir malzemedir. Bugün ahşap kompozit levha ürünleri; kullanım ve işlenebilme kolaylıkları, ucuz oluşları, çeşitli hammaddeler, ahşap atıkları değerlendirilerek üretilebilmeleri, buna bağlı olarak da çevreye olan olumlu katkıları nedeniyle giderek artan bir öneme sahip bulunmaktadır. Ahşap kompozit malzeme, dünyada azalmakta olan orman kaynaklarının ahşap endüstrisinde daha akılcı bir şekilde kullanılmasını sağlamanın yanı sıra, tüketiciyi memnun edecek ve ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte levha ürünleri elde edilmesine imkan vermektedir.

Sürdürülebilirlik kavramı, yapıları ekolojik döngünün bir parçası olarak algılamaktadır. Bu nedenle yapı; planlama, üretim, kullanım, kullanım sonrası ve yeniden kullanım evrelerini içeren bir döngünün içinde yer almaktadır. Yapıyı oluşturan malzeme bu döngünün temel elemanı olmaktadır.

Üretimi ve kullanımı süresince enerji verimliliği sağlayan, çevreye ve yaşama duyarlı, uzun ömürlü, yenilenebilen ve geri dönüşebilen malzeme, ekolojik malzeme olarak nitelendirilmektedir. Bu bağlamda ahşap kompozit malzeme şu üstün özelliklere sahip bulunmaktadır:

- Ahşap kompozit malzeme, gerek üretimi gerekse kullanımı süresince enerjiyi en verimli kullanan malzemedir.
- Ahşap kompozit malzeme, doğal ahşap malzeme kadar olmamakla birlikte yenilenebilen ve geri dönüşümü mümkün olan bir malzemedir.
- Ahşap kompozit malzeme, ormanların devamına katkıda bulunmaktadır. Bilindiği üzere ağaçlar, havadaki karbondioksiti emmekte ve havaya oksijen vermektedirler. Atmosferik karbondioksit (CO₂), sera etkisi ve iklim değişikliğinin en önemli etkenini oluşturmaktadır. Genç yaştaki ormanlar, güçlü gelişme yaparak fazla miktarda karbon depolamakta, ancak ağaçlar

yaşlandıkça, bu karbon depolama hızı yavaşlamaktadır. Dolayısıyla ağaçların fazla yaşlanmadan kesilmesi, bir yandan ahşabın yapı malzemesi olarak geniş ölçüde kullanılmasını, bir yandan da havadaki CO₂'in karbonunun ağaçların yaprak, gövde ve köklerinin oluşumu amacıyla karbonun tutulmasını, böylece ormanların sürekli gençleşmesini sağlamaktadır.

- Ahşap kompozit malzemeler, her türlü ahşap malzemenin kullanımına imkan vermektedir. Üretiminde, hızlı büyüyen, kullanım değeri düşük ve daha ucuz türlerin kullanımı mümkündür. Ayrıca, üretim sürecinde oluşan ufak yongalar veya kullanım dışı ahşap parçaları geri kazanılarak diğer ürünlerin ve kağıt üretiminde tekrar değerlendirilebilmektedir. Bunların yanı sıra, doğal ahşap malzemede bulunabilen kusurların çoğunun giderilmesi mümkün olmakta ve böylece malzemeye özgü yapısal avantajların çoğu geliştirilebilmektedir.

Ahşap kompozit malzemenin üretimi sırasında yapısına katılan yapıştırıcı maddelerin bazıları toksik etkilere sahip bulunmaktadır. Levha üretiminde sıklıkla kullanılan üre formaldehit reçinesi, formaldehit emisyonuna neden olmakta, bu da sağlığı olumsuz yönde etkilemektedir. Açığa çıkan formaldehit miktarı, yapıştırıcınının üretimi sırasında üre ile formaldehit arasındaki mol oranının bir fonksiyonu olduğundan, formaldehit oranını düşürmek için reaksiyona sokulan formaldehit oranının azaltılması ile emisyon etkisi zayıflatılabilmekte, ve ayrıca formaldehit emisyon düzeyi, pres süresi ve pres sıcaklığının artışıyla, amonyak ve üre ilavesiyle de düşürülebilmektedir.

Üre formaldehit reçinesi yerine, fenol formaldehit veya izosiyanat reçinesi tercih edilebilir. Bu reçineler, eşsiz kimyasal yapıları nedeniyle son derece dayanıklı olmalarının yanı sıra, düşük formaldehit emisyonuna neden olmaktadır. Formaldehitin ayrışmaması, izosiyanat ile üretilmiş levhaların önemli bir pozitif özelliğidir. Pahalı olması göz ardı edildiğinde, izosiyanat reçinesi tercih edilmelidir. Fenol ise, zehirli ve tehlikeli bir madde olmakla birlikte reçine kürlendikten sonra fenolün kayda değer bir toksik etkisi kalmamaktadır. Çapraz bağlı fenolik reçineler toksik olmayan malzemeler sınıfında değerlendirilmektedir.

En az emisyon miktarı fenolik levhalarda gerçekleşmektedir. En sert koşullarda bile fenolformaldehit reçinesi ayrışmaya uğramamaktadır. Dış koşullarda ve yüksek nemde bir ortam söz konusu olduğunda fenolformaldehit yapıştırıcılı levhaların tercih edilmesinin nedeni budur.

Binalar, yollar, köprüler, güverte ve rıhtımlar, oyun alanları, mobilyalar gibi sayısız alanda kullanım imkanı bulan ahşap kompozit malzeme, çeşitli etkenler nedeniyle biyolojik bozulmaya açık bir malzemedir. Kimyasal maddelerle empenye edilen ahşap kompozit malzeme ise, açık hava etkilerinden etkilenmeden uzun yıllar kullanıma imkan sağlamaktadır. Ancak malzemeyi korumak amacıyla kullanılan bu kimyasal maddelerin bazıları, toksik etkileri nedeniyle çevreyi ve dolayısıyla sağlığı, olumsuz yönde etkilemektedir.

Ekolojik bir malzeme olarak nitelendirilen ahşap kompozit malzemenin ekolojik değeri, bünyesine katılan zehirli kimyasallar nedeniyle zedelenmektedir. Ancak çevresel sorunlara ilginin artması nedeniyle su ve hava kalitesi standartları ile empenye edilmiş ahşap malzemenin insanlara ve diğer organizmalara karşı etkisini içerecek biçimde, malzemenin nasıl empenye edileceği ve hangi empenye maddelerinin kullanılacağı konusunda dünya çapında değişiklikler meydana gelmektedir. Örneğin, çevresel görüşler yüksek zehirliliğinden dolayı arsenik içerikli ve diğer zehirli ahşap koruyucu kimyasalların kullanımının azaltılması yönünde gelişmekte; bazı ülkelerde arsenik bazlı ahşap koruyucuların kullanılması ve zehirli kimyasallarla empenyeli hizmet ömrünü tamamlamış ahşap malzemenin yakılması yasaklanmış bulunmaktadır.

O halde, empenye maddeleri, empenye işlemi ve empenye edilmiş malzeme olmak üzere 3 kaynaktan oluşabilecek kirlilik, çeşitli önlemler alınarak en az düzeye indirilmelidir. Bu amaçla;

- Empenye işleminde kullanılan kimyasalların üzerinde maddenin zehirlilik değerlerinin; empenye edilmiş ahşap malzeme üzerinde ise kullanım emniyeti hakkında bilgi etiketlerinin bulunması,

- Su kuyusu gibi toprak seviyesinin altındaki kaynakların yakınlarında yıkanabilen kimyasallarla emprenye edilmiş ahşap malzemenin kullanılmaması,
- Yeni emprenye edilen veya ıslanmış ahşap malzeme taşınırken koruyucu eldiven ve giysi kullanılması, temas halinde temas bölgesinin derhal yıkanması,
- Pentaklorfenol, kreozot ve CCA (bakır-krom-arsenik) gibi kimyasallarla emprenye edilmiş ahşap malzemenin kesinlikle yakılmaması, yakılması halinde küllerin etrafa zarar vermeden imha edilmesi,
- Özellikle çocuk oyun alanlarında, piknik masalarında ve orman içi dinlenme yerlerindeki ahşap kulübelerde olmak üzere, ahşap malzemenin emprenyesini gereken yerlerde mümkün olduğu kadar zehirli etkisi olmayan kimyasalların kullanılması, özellikle arsenik içeren kimyasalların kullanılmaması,
- Hizmet ömrünü doldurmuş emprenyeli malzemeden tekrar yararlanma yollarının aranması,
- Emprenye işleminden kaynaklanan atıkların büyük bir titizlikle yok edilmesi, dolayısıyla toksik çözeltilerin asla su kanallarına veya kaynaklarına boşaltılmaması; uygun atık işleme tesislerinde toplanması ve yok edilmesi; aynı önlemlerin ahşap kompozit levha üreten fabrikalarda fenolik ve üreformaldehit reçineleri, üst katman ve diğer işlem maddelerinden kaynaklanan kirlilikten sakınılması için de kullanılması gerekmektedir.

Hizmet ömrünü tamamlamış ahşap kompozit malzemeler, içerdikleri tutkal türünün veya kimyasal maddenin toksik etkisine bağlı olarak hava, su veya toprak kirliliğine neden olabilmektedir.

Koruyucu kimyasal madde içeren ahşap kompozit malzemenin, toprak altına gömülerek imha edilmesi, kimyasalın toksik etkisi olduğu takdirde, uzun vadede bölgede yaşayan canlı kitle ve çevre üzerinde olumsuz etkiler meydana getirecektir. Malzemenin yakılması halinde meydana gelecek küller çimento bileşiminde kullanılarak değerlendirilebilir. Ancak böyle bir imkan söz konusu değilse yakma yolu tercih edilmemelidir. Ayrıca yakma işlemi, özel ve bu iş için dizayn edilmiş

fırınları gerektirdiğinden maliyeti yüksek bir yöntemdir. Emprenyeli ahşap kompozit malzeme, kullanımını mümkünse başlangıçtaki üretim amaçlarına uygun yerlerde yeniden değerlendirilebilir. Kullanımını olanaklı değilse, enerji elde etme amacıyla kullanılabilir. Emprenyeli malzemedan elde edilen toz veya unlar da plastik endüstrisinde değerlendirilebilmektedir. Diğer bir yöntem ise, emprenyeli ahşap kompozit malzemelerin içindeki kimyasalların kimyasal veya biyolojik ayrıştırma yöntemleri ile temizlenmesidir. Elde edilecek kimyasal bileşenler tekrar kullanılabilir gibi kimyasallarda arındırılmış ahşap malzeme de tekrar değerlendirilebilmektedir. Ayrıca emprenye maddeleri ile işlem gören ahşap yongalarının, bitkilerin diplerine toprak üstü örtüsü (malç tabakası) olarak kullanımı da söz konusu olmaktadır.

Ahşap kompozit malzemelerin üretiminde çalışanlar, ahşap tozlarından, tutkal hazırlama, kurutma gibi bölümlerde gaz ve buhar etkisinden ve kimyasal maddelerden zarar görmektedir. Ahşap tozları çalışanlar üzerinde deri tahrişi, egzama, nefes darlığı, baş ağrısı gibi rahatsızlıklara; bazı kimyasal maddeler de kanserojen etkiye sahip bulunmaktadır. Bu husus, ahşap kompozit malzemelerin üretim aşamasındaki de javantajını oluşturmaktadır. Bu olumsuz etkilere önlem olarak çalışanların koruyucu ekipman kullanmaları son derece önem taşımaktadır.

Bu değerlendirme, ahşap kompozit malzemenin seçim kriterlerinin ortaya konulan başlıca ekolojik değerlere göre incelenmesi ile elde edilmiştir. Başka araştırmalar kapsamında sözü edilen ekolojik değerlendirme ölçütlerinin sayısı gerek teknolojik gelişmelere gerekse çalışmaların kapsamına bağlı olarak araştırılabilir ya da daha ayrıntılı bir biçimde incelenebilir. Bu yaşanan yüzyılın en önemli kavramlarından biri olan sürdürülebilirliğin temini açısından çok önemlidir. Bununla birlikte, ahşap kompozit malzemeye göre daha az ekolojik olarak değerlendirilen diğer kompozit malzemelerin de ekolojik değerlerini ortaya koyan çalışmaların yapılması da ayrı bir önem taşımaktadır. Bu şekilde teknoloji-ekoloji dengesi konusunda ilerlemeler sağlanabilecektir.

Ahşap kompozit malzemenin, yukarıda ifade edilen bilgilere göre, üretimi ve kullanımı süresince enerji verimliliği sağlayan, uzun ömürlü bir malzeme olduğu göze çarpmaktadır. Bünyesine katılan çevreye ve sağlığa karşı toksik etkiye sahip yapıştırıcı maddelerin etkilerinin azaltılması mümkün olup, alternatif yapıştırıcılar bulunmaktadır. Emprenyeli ahşap kompozitlerin yeniden değerlendirilmesi veya çevreye zarar vermeden imha edilmesi de mümkündür. Ayrıca bugün çevreye duyarlı kimyasal koruyucuların geliştirilmesiyle bu kirlilik unsuru da gelecek yıllarda azalacaktır. Emprenye maddesi seçilirken çevre üzerinde zararlı etkisi en düşük düzeyde olan emprenye maddeleri seçilmelidir. Ahşap kompozit malzemenin üretiminde çalışanların da gerek zararlı gazlardan, gerekse ahşap tozlarından korunmaları için koruyucu ekipman kullanmaları son derece önem taşımaktadır.

Bu duruma göre, ahşap kompozit malzemenin, alternatifi olabilecek diğer çağdaş malzemelere kıyasla ekolojik bir malzeme olarak nitelendirilmesi mümkün bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1) Akbulut, T., (2003) “Liflevha : LDF-MDF-HDF”, *Yapı Dekorasyon Dergisi*, Y&T Yayıncılık, S.23: 104-108.
- 2) Akbulut, T., (2000) “Yongalevha Endüstrisi”, *Laminart Dergisi*, Efs Yayınları, S.7: 112-119.
- 3) Akman, A., (2005), “İnsan Sağlığı, Sağlıklı Yapı ve Yapı Biyolojisi”, *Yapı Dergisi*, YEM, S.279:89-92.
- 4) Akman, A. (1999), “Ekolojik ve Biyolojik Yapı Uygulamaları”, *Yapı Dergisi*, YEM, S.213, İstanbul.
- 5) Akkılıç, H., (1998), Farklı Yüzey Malzemeleriyle Kaplanmış Yonga Levhalarda Teknolojik Özelliklerin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 6) Aksakal, N., Vaizoğlu, S.A. ve Güler,Ç., (2005), “Mobilyalardaki Kimyasallar ve Sağlık Etkileri”, *Sted Dergisi*, Türk Tabipleri Birliği, Cilt XIV (12): 268-271.
- 7) Akyol, T., "Dünya Susuyor", *Milliyet Cumartesi*, 16 Ocak 2001.
- 8) Akyüz, M., (2005), “Türkiye’de Emprenye Sanayiinin Gelişimi, Kullanılan Emprenye Maddeleri ve Metotları”, *1. Çevre ve Ormanlık Şurası Tebliğler*, Cilt 3: 1216-1224, 22-24 Mart, Antalya.
- 9) Alma,H., Küçük, M., ve Yalınkılıç, M.K., (1992), *ORENKO 92, 1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi*, Cilt I: 428-440, 22-25 Eylül, Trabzon.
- 10) Alvur, F., (2001), Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Üretimi, Özellikleri ve Kullanım yerleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 11) Anderson, B., (1977), *Solar Energy: Fundamentals in Building Design*, McGraw Hill, NY.
- 12) APA (The Engineered Wood Association), (2005), *Wood : Sustainable Building Solutions*, Form No. F305, September, Washington.
- 13) As, N. ve Akbulut, T., (1990), “Odunun Fiziksel Özelliklerini İyileştiren İşlemler ve Mekanik Özellikler Üzerine Olan Etkisi”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, İÜOF, Seri B, Cilt 39(3): 98-112.

- 14) Aslan,M, Gökalp,E. Ve Kalaycıoğlu,H., (2005), “Çimentolu Odun Kompozitlerinde Atık Malzemelerin Değerlendirilmesi”, *1. Çevre ve Ormanlık Şurası Tebliğler*, Cilt 3: 1225-1233, 22-24 Mart, Antalya.
- 15) Ayaz, E., (2002), Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 16) Ayaz, E., (2002), "Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği", *Mimarist Dergisi*, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Şubesi, İstanbul, S.3: 72-74.
- 17) Ayçam, İ., (2002) "Ekolojik, Akıllı Malzemeler", *Bilim ve Teknik - Yeni Ufuklara Mimarlık*, Haz. G. Utkuğ, Tübitak: 18-19.
- 18) Baarschers, W., (1996), *Eco-facts & Eco-fiction*, Routledge, NY.
- 19) Balkan, E., (2004), "Mimari Tasarımda Ekolojik Yaklaşımlar", *Mimarist Dergisi*, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Şubesi, İstanbul, S.2: 32-39.
- 20) Barlı, Ö., (1998), “Orman Endüstri İşletmelerinde İnsan Sağlığını Etkileyen Fiziksel Çevre Faktörleri”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, TÜBİTAK, S.22: 521-524.
- 21) Bodig, J. and Jayne, B.A., (1993), *Mechanics of Wood and Wood Composites*, Krieger Publishing Company, Florida.
- 22) Borer, P. and Harris, C., (1998), *The Whole House Book*, The Centre for Alternative Technology, Machynlleth.
- 23) Bostancıoğlu, E. ve Birer, E.D., (2004), “Ekoloji ve Ahşap – Türkiye’de Ahşap Malzemenin Geleceği”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, UÜ, Cilt IX (2): 37-44.
- 24) Bozdoğan, B., (2003), Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 25) Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., (1990), Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Yayın No: 3401, Orman. Fakültesi Yayın No: 378, İstanbul.
- 26) Candar, Y.B., (1998), Tutkallı Ahşabın Mimari Mekan Strüktürüne Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 27) Celayir, S., (1990), İstanbul’da Geleneksel Ahşap Yapı Tekniklerinin İncelenmesi Ve Çağdaş Çözümler, Yüksek lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- 28) Cook, J. (2001), "Ekolojinin Mimarisi", *Domus M*, S.10: 52-57.
- 29) Çalgüner, T., (2003), *Çevre mi? Ekoloji mi?*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- 30) Çepel, N., (1992), *Doğa-Çevre-Ekoloji ve İnsanlığın Ekolojik Sorunları*, Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul.
- 31) Çetin, B., (2002), *Ekolojik Tasarım Yaklaşımı Açısından Akıllı Bina Kavramının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 32) Çetin, N.S., Özmen, N. ve Karademir, A., (2002), "Karaçam ve Sarıçam Odunlarına Anhidrit Modifikasyonları ile Boyutsal Sabitlik Kazandırılması", *II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Cilt III: 1008-1016, 15-18 Mayıs, Artvin.
- 33) Çolak, M. ve Baysal., E., (2004), "Ahşap Polimer Kompozitleri", *Standart Dergisi*, TSE, Yıl 43 (516): 39-42.
- 34) Çolakoğlu, G., (2005), "Ahşap Mühendislik Malzemesi Olarak PSL, LSL, Ve LVL", *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Ekin Yayın Grubu, S.67: 1-4.
- 35) Crowther, R., (1992), *Ecologic Architecture*, Butterworth Architecture, London.
- 36) Davey, N., (1961), *A History of Building Materials*, Phoenix House, London.
- 37) Dedeoğlu, N., (2002), *Ekolojik Mimarlık Kapsamında Konut Tasarımlarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 38) Dereli, T. ve Baykasoğlu, A., (2002), "Atıklar ve Çevre Sorunları: Mühendislik Cephelerinden Çevre Sorunlarına Bakış", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 13 (1): 28-35.
- 39) Doğan, E., "Dünyamız ekolojik felaket tehdidi altında!", *Ekoloji Magazin*, Sayı 9.
- 40) Engür, M.O. ve Kartal, S.N., (2001), "Orman Ürünleri Endüstrisinde Çevre Kirliliği ve Kontrolü", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, İÜOF Yayınları, Seri B, Cilt 51(2): 43-51.
- 41) *Environmental Aspects of Industrial Wood Preservation (1997)*, A Technical Guide, United Nations Environment Programme, Industry and Environment Programme Activity Centre, Paris.

- 42) Eriç, M., (2002), *Yapı Fiziği ve Malzemesi*. 2. Baskı, Literatür Yayınları, İstanbul.
- 43) Eriç, M., (1972), *Dünün ve Bugünün Ahşap ve Ahşaptan Üretilmiş Malzemesinin Türkiye Şartları İçinde Yapıda Rasyonel Kullanılma İmkanlarının Araştırılması*, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 44) Eriç, M. ve Ersoy, H.Y., (1995), “Yapı Biyolojisi, Ekolojik Denge ve Yapı Malzemesi İlişkisi”, *Yapı Dergisi*, YEM, S.163: 83-86.
- 45) Ersoy, H.Y., (2001), *Kompozit Malzeme*, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- 46) Ersoy, H.Y., (1994), “Yapı Biyolojisi; İnsan, Yapı ve Çevre”, *Yapı Dergisi*, YEM, S.146: 56-60.
- 47) Erten A.P. ve Önal, S., (1999) “Ağaç Malzemenin Emprenyesi”, *Orman Mühendisliği Dergisi*, Orman Mühendisleri Odası, S.36: 28-32.
- 48) Eryıldız, D. (2003), "Sürdürülebilirlik ve Mimarlık Dosyasında Ekolojik Mimarlık", *Arredamento Mimarlık*, S.154: 71-75.
- 49) Esin, T., (2004), İnsan Sağlığını Etkileyen İç Hava Kalitesinin Oluşumunda Yapı Malzemelerinin Rolü, *Yapı Dergisi*, YEM, S. 275:99-103.
- 50) Felton, C.C. and De Groot, R.C., (1996), “The Recycling potential of Preservative Treated Wood”, *Forest Products Journal*, Forest Products Society, Vol.46 (7/8): 37-46
- 51) Filik, A.O., (2004), Ekolojik Tasarım ve Türkiye’deki Ekolojik Tasarım ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 52) Gezer, E. D. ve diğerleri, (2003), “Odun Kompozitlerinin Koruyucu Maddelerle Emprenye Edilebilme Olanakları”, *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, KAÜOF, Cilt:4(1-2): 1-7.
- 53) Göksal, T., (2003), "Mimaride Sürdürülebilirlik Teknoloji İlişkisi: Güneş Pili Uygulamaları", *Arredamento Mimarlık*, S.154: 71-75.
- 54) Günay, R., (2002), *Ahşap Yapılar*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- 55) Güller, B., (2001), “Odun Kompozitleri”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, SDÜOF, Seri A, S.2: 135-160.

- 56) Gültekin, H., (2001), Yapay Ahşap Malzeme ve Yapı İçi Havanın Niteliğine Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 57) Günay, R., (2002), Ahşap Yapılar, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- 58) Gürpınar, E., (1992), *Çevre Sorunları*, Der Yayınları, İstanbul.
- 59) Hafizoğlu, H. ve Kılıç, A., (2004), "Metil Metakrilat ile Muamele Edilen Bazı Ağaç Türlerinin Boyut Stabilizasyonunun Artırılması", *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, ZKÜ, Vol I-II: 20-27.
- 60) Hafizoğlu, H. ve Şen, S., (2001), "Ahşap Korumada Kullanılan Bazı Kimyasalların Çevreye Etkileri", *Ulusal Sanayi Çevre Sempozyumu ve Sergisi*, 25-27 Nisan, Mersin.
- 61) Hugues, T., Steiger, L. ve Johann Weber, (2004), Timber Construction, Detail Praxis, Wesel-Kommunikation, Baden.
- 62) "Dünyada 25 büyük kenti felaketler ve kitlesel ölümler bekliyor", *Hürriyet Bilim*, 01 Ocak 2006.
- 63) "Dünyadaki kaynakların üçte ikisini tükettik", *Hürriyet Pazar*, 10 Nisan 2005.
- 64) İBB, (2005), İstanbul Büyükşehir Nazım İmar Planı Analitik Etütleri İşi Ekolojik-Biyolojik Yapı Analiz Raporu, İBB Planlama Müdürlüğü, İstanbul.
- 65) İncedayı, D., (2004), Elemanter Ve Yüksek Teknolojili Mimari Tasarımda Ekoloji Düşüncesi Ve Dönüşümü, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 66) "İnsan ve Çevre", *Diyanet Dergisi*, Haziran 2001, TC Başbakanlık Diyanet İşleri Başkanlığı, Ankara, S.126, s.7.
- 67) Kadioğlu, M., "İnanmayan Kuşlara Sorsun", *Milliyet Cumartesi*, 16 Ocak 2001.
- 68) Kalaycıoğlu, H. ve Çolakoğlu, G., (2002), "Kontrplak ve Kontratabla Endüstrisi", *Yapı Dekorasyon Dergisi*, Y&T Yayıncılık, S.22: 92-100.
- 69) Kalkavan, S.Ü., (1995), Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Kökenli Niteliği İyileştirilmiş Malzemeler, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- 70) Karayılmazlar, S., Tankut, N. ve Tankut, A.N., (2005), “Yapı Sistem ve Malzemelerinde Ahşap”, *Standart Dergisi*, TSE, Yıl 44(518): 80-87.
- 71) Kartal, N., (1995), “Oduunun Degredasyonunda Güneş Işığı ve Su Etkileri”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, İÜOF, Seri B, Cilt 42(1-2): 169-175.
- 72) Keleş, R. ve C. Hamamcı, (1993), *Çevrebilim*, İmge Kitabevi, Ankara.
- 73) Kerto Brochure, Finnforest Corporation
- 74) Kılıçaslan, A., (2004), Gelişen Teknoloji ve Ekoloji Kavramlarının Mimariye Yansıması-Akıllı Binalar, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 75) Kışlalıoğlu, M. ve Berke, F., (1999), *Çevre ve Ekoloji*, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- 76) Kim, J. and B. Rigdon, (1998), *Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design*, College of Architecture and Urban Planning, The Universtiy of Michigan, National Pollution Prevention Center for Higher Education.
- 77) Kline, E., (2006), “Life-Cycle Environmental Performance of Renewable Building Materials”, *California Licensed Foresters Association Annual Conference*, March 3, Sacramento, CA.
- 78) Koç, E., (2005), “Orman Ürünleri Endüstrisinde Çevre Sorunları, İş Sağlığı ve İş Güvenliği”, *İSG İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü Yayınları, S.23: 18-21
- 79) Koç, E., (2002), MDF’de Profilli Yüzeylerin Kaplanmasında Bazı Faktörlerin Görünüm Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 80) Kuban, B., (2002), "Fosil Yakıtlar ve Kent", *Mimarist Dergisi*, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Şubesi, İstanbul, S.3: 75-76.
- 81) Mackenzie, D., (1997), *Green Design: Design for the Environment*, Books Nippan, Japan.
- 82) Malkoçoğlu, A., Çetin, N. ve Özdemir, T., (2005), “Profil Üretiminde Kullanılan Malzemeler”, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Ekin Yayın Grubu, S.67: 1-7.

- 83) Mellby, P. and Cathcart, T., (2002), *Regenerative Design Techniques*, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- 84) Mengeloğlu, F. ve Kurt, R., (2004), "Mühendislik Ürünü Ağaç Malzemeler 1, Tabakalanmış Kaplama Kereste ve Tabakalanmış Ağaç Malzeme", *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, KSÜ, 7(1): 39-43.
- 85) Mengeloğlu, F. ve Alma, H.M., (2004), "Bakır-Krom-Arsenik (CCA) Koruyucu Tuzları ile Muamele Edilmiş Odunun Bertaraf Edilmesi ve Tekrar Kullanımı ", *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Gazi Üniversitesi, Cilt IV (1): 13-26.
- 86) Moody, R.C. and Tenwolde, A., (1999), "Use of Wood in Buildings and Bridges", *Wood Handbook-Wood as an Engineering Material*, Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Madison.
- 87) Moody, R.C., Hernandez, R. and Liu, J.Y., (1999), "Glued Structural Members", *Wood Handbook-Wood as an Engineering Material*, Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Madison.
- 88) Morhayim, L., (2003), *Ekolojik Mimari Tasarım Anlayışının İstanbul'daki Yüksek Ofis Yapıları Örneğinde Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 89) Morhayim, L., (2003), "Globalization's Façade: Limitations on Environmental Architecture in Istanbul's New Office Skyscrapers", EDRA Conference: People Shaping Places Shaping People, 21-25 May 2003, Minneapolis, MN.
- 90) Niu J.L. and J. Burnett, (2001), "Setting up the criteria and credit-awarding scheme for building interior material selection to achieve better indoor air quality", *Environmental International*, V.26, N.7 :573-580.
- 91) Onursal, F.R., (1996), *Ahşap Testere Talaşlı Çimento Kompozitin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 92) Örs, Y. ve Keskin, H., (2001), *Ağaç Malzeme Bilgisi*, KOSGEB, Ankara
- 93) Özgen, A. ve Ö. Eşsiz, (2001), "Sürdürülebilir Mimarlık ve İleri Teknoloji İlişkisi", *Yapı Dergisi*, YEM, İstanbul, S.234: 44-54.

- 94) Özkaşıkçı, H., (2004), Elemanter ve Yüksek Teknolojili Mimari Tasarımda Ekoloji Düşüncesi ve Dönüşümü, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 95) Rowell, R.M., (2005), Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- 96) Sarp, A., (2003), "Betonun Yapı Biyolojisi Açısından İncelenmesi", *TOL Dergi*, S.2: 98-102.
- 97) Sayıl, B., (1996), Ahşap Doğrama Köşe Birleşimlerinin Rijitliğini Arttırma Yolları Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 98) Seçkin, Ç., (2001), "Ekolojik Tasarım", İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, Yayın No: 4346/469, İstanbul.
- 99) Shankar Vedantam, "Report on Global Ecosystems Calls for Radical Changes", *The Washington Post*, 30 March 2005.
- 100) Slessor, C., (2002), *The Quest for Ecological Propriety*, The Architectural Review, V.211, N.1259.
- 101) Smith, E.A.T., (2000), *Techno Architecture*, Thames&Hudson, London.
- 102) Smith, W.R. and Wu, Q., (2005), "Durability Improvement for Structural Wood Composites Through Chemical Treatments", *Forest Products Journal*, Vol. 55, No.2.
- 103) Stitt, F. A.,(1999), *Ecological Design Handbook*, McGraw Hill, New York.
- 104) Sustainable Building Technical Manual, Green Building Design, Construction, and Operations, Public Technology Inc. and U.S. Green Building Council, 1996.
- 105) Şahin, Y., (2001), *Ekoloji*, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir.
- 106) Şenay, A., (1996), Lamine Edilmiş Ağaç Malzemenin Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 107) Tanaçan, L., (2002), "Ekolojik Yapı Malzemelerinin Tanımlanmasındaki Sorunlar", *1.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, Cilt 2: 719-730, 9-13 Ekim, İstanbul.

- 108) Taşçıoğlu, C. ve Kantay, R., (2005), “Bazı Emprenye Maddelerinin Çevreye Etkileri Ve Çevre Dostu Emprenye Maddeleri”, *1. Çevre ve Ormanlık Şurası Tebliğler*, Cilt 3: 997-1008, , 22-24 Mart, Antalya.
- 109) Taygun, G.T. ve Balanlı, A., (2005), “Yaşam Döngüsü Süreçlerinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi”, *Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, YTÜ, Cilt 1(1): 40-48, İstanbul.
- 110) Temiz, A. ve Diğerleri, (2004), “Odunun Degredasyonu”, *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, KAÜOF, S.3-4: 145-156.
- 111) Thomas, R., (2003), *Sustainable Urban Design*, Spon Press, London.
- 112) Tok, A.İ., (1999), Ahşap, Metal, Polimer Mobilya Malzemeleri ve Mobilya Üretim Teknolojileri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 113) Tokyay, V., (1998), “Tutkallı Tabakalı Ahşap Teknolojisi”, *Yapı Dergisi*, YEM, 197: 114-119.
- 114) Toydemir, N., Gürdal, E. ve Tanaçan, L., (2004), Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- 115) Tönük, S., (2001), *Bina Tasarımında Ekoloji*, YTÜ, İstanbul.
- 116) TSE 2128 EN 313-2, (2005), Kontrplak – Sınıflandırma ve Terimler – Bölüm 2: Terimler
- 117) TSE 3635 EN 316, (2005), Odun Lifi Levhalar – Tarifler, Sınıflandırmalar ve Semboller
- 118) TS EN 633, (1999), Çimentolu Yongalevhalar – Tarif ve Sınıflandırma
- 119) TS EN 309, (1999), Ahşap Yongalevhalar – Tarifler ve Sınıflandırma
- 120) TS 3103 EN 313-1 (1998), Kontrplak – Sınıflandırma ve Terimler – Bölüm 1: Sınıflandırma
- 121) Tuğlu, U., (2005), Ekolojik Açıdan Sürdürülebilir Yapılar Ve Malzeme, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 122) Türk Dil Kurumu Sözlüğü, "Ekoloji" maddesi.
- 123) Türkçü, Ç., (2000), Yapım, Birsen Yayınevi, İstanbul.

- 124) Ustaömer, D., (2005), “Orman Ürünleri Endüstrisi Levha Sanayi İçin MDF (Orta Yoğunlukta Lif Levha)’nın Önemi” *1. Çevre ve Ormancılık Şurası Tebliğler*, Cilt 3: 1073-1080, 22-24 Mart, Antalya.
- 125) Uzer, F., Ahşap Testere Talaşlı Alçı Kompozitler, (1996), Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 126) Wood for Building Green (2003), A Practical Guide, A Metafore Publication, Portland.
- 127) Vester, F., (1997), *Ekolojinin Anlamı*, Çev. A. Arıtan, Arıtan Yayınevi, İstanbul.
- 128) Vitruvius, (1960), *The Ten Books on Architecture*, Çev. M. Morgan, Dover Publications, NY.
- 129) Vurdu, H., Doruk,Ş. ve Ateş, S., (2004), “Bazı Odun Türlerinin Polietilen Glikol-1000 ile Emprenye Edilerek Boyutsal Kararlılığının Artırılması”, *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Gazi Üniversitesi, Cilt IV (2): 73-184.
- 130) Yener, N., (1982), Gelişim Süreci İçinde Malzeme, Yapım Yöntemi, Biçim İlişkisi, Doktora Tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 131) Yesügey, C., (2002), “Büyük Açıklıkları Geçebilen Çağdaş ve Estetik Bir Strüktür Sistemi Tutkallı Tabakalı Ahşap Teknolojisi”, *Yapı Dergisi*, YEM, S.249: 93-96.
- 132) Yıldız, S. vd., (2003), “Odun Koruma Endüstrisinde Çevre Kirliliğini Azaltıcı Teknikler”, *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Gazi Üniversitesi, Cilt III (1): 99-113.
- 133) Yıldız, Ü.C., Yıldız, S. ve Dizman, E., (2005), Odun Koruma Endüstrisinde Kullanılan Koruyucu Kimyasal Maddelerin Çevreyle Etkileşimi, *1. Çevre ve Ormancılık Şurası Tebliğler*, Cilt 3: 1262-1269, 22-24 Mart, Antalya.
- 134) Yıldız, Ü.C., (1992), “Ağaç Malzemenin Yapısında Meydana Getirilen Değişikliklerle Bazı Teknolojik Özelliklerinin İyileştirilmesi”, *ORENKO 92, 1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi*, Cilt I: 403-413, 22-25 Eylül, Trabzon.
- 135) Yılmaz, A.E., (2002), “Ahşap Yer Döşemelerine Uygulama Teknikleri”, *Yapı Dekorasyon Dergisi*, Y&T Yayıncılık, S.22: 88-89.
- 136) Youngquist, J.A., (1999), “Wood-based Composites and Panel Products”, *Wood Handbook-Wood as an Engineering Material*, Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, s.10/1-30, Madison.

Internet aracılığıyla ulaşılan kaynaklar

- 137) Acoustics Research Centre, <http://www.acoustics.auckland.ac.nz/research/floor/tamaki1.jpg>
- 138) Alparada Ahşap Sözlüğü, <http://www.alparada.com.tr/c-ahsapterim.html>
- 139) APA - The Engineered Wood Association, <http://www.apawood.org/plywoodcentennial/history.htm>
- 140) APA Media Center, <http://media.apawood.org/apawoodView.asp>
- 141) Arc Space, <http://www.arcspace.com/architects/rogers/Bordeaux/index.htm>
- 142) Arc Space, http://www.arcspace.com/books/Bent_Ply/bent_ply_book.html
- 143) Arkitera Web Sitesi, <http://www.arkitera.com/product.php?action=displayProduct&ID=10>
- 144) BBC News Web Sitesi, http://news.bbc.co.uk/olmedia/1630000/images/1630792_300_crossing_ap.jpg
- 145) Conway Data, <http://www.conway.com/ssinsider/images/bd050606d.jpg>
- 146) Çolakoğlu, G. ve Çolak, S., (2005), Ahşap Endüstrileri İçin Diizosiyanat Yapıştırıcıları, http://www.floor.com.tr/diizosiyanat_devam.htm
- 147) Danish Furniture Design, <http://www.danish-furniture.com/exhibitions/plywood>
- 148) Erengöz, Ç., (2002), *Enerji: Yaşamın Çekirdeği ve Enerji Mimarlığına Doğru*, <http://www.evkultur.com/cevre/enerjiasamin/enerjiasamincekirdegi.htm>
- 149) Floorpan Laminat Parke, <http://www.floorpan.net/laminat-parke-teknik.htm>
- 150) Glulam Laminated Timber Association (GLTA), <http://www.glulam.co.uk/casestudies.htm#>
- 151) Goshen Timber Frames, http://www.timberframemag.com/Hybrid_Timber_Frame_Homes.htm
- 152) Gümüşlük Akademisi, "Ekoloji", <http://www.gumuslukakademisi.org/index.asp?lng=tr&page=ekoloji.htm>
- 153) High Desert Live Stock Supply, <http://www.highdesertlivestock.com/images/Plywood%20Panel.jpg>

- 154) <http://www.archi-guide.com/AR/rogers.htm>
- 155) http://www.baunetz.de/sixcms_4/sixcms_upload/media/1341/heraklith1_200.jpg
- 156) <http://www.bigrivertimbers.com.au/graphics/images/Hyspan%20floor%20Joists.jpg>
- 157) http://www.ebasedprevention.org/uploadedImages/Training/OPEC/LogoThink-Global_Act-Local.jpg
- 158) <http://www.explodingcoder.com/images/house/DSCF1058.JPG>
- 159) <http://www.fieldgarage.com/media/furniture/shelf/shelf-top.jpg>
- 160) <http://www.guild.com/artitem/29367.html>
- 161) <http://www.hammerzone.com/archives/roof/maintenance/steep12/se2/rfsrb04b.jpg>
- 162) <http://www.home-plans-homeplans.com/images/house-truss10.jpg>
- 163) <http://www.kb2c.com/goods/wonsoo/20040403-restoniceiginantqq.jpg>
- 164) <http://www.meblenajtaniej.pl/kuchnie/s7.jpg>
- 165) <http://www.nirgos.com/garden/bon22.jpg>
- 166) <http://www.paceamerican.com/photos.php?style=single&gallery=11&photo=66&family=2>
- 167) <http://www.sofiaoriginals.com/novi59tutankhamon4.htm>
- 168) <http://www.stewdesignworkshop.com>
- 169) <http://www.thesamba.com/vw/archives/dic/pix/doorpanel2.jpg>
- 170) <http://www.vivavi.com/catalog/images/res/KDDObench45.jpg>
- 171) http://www.zadzilka.com/renovation/2003_images/just_wainscot2.jpg
- 172) Hürriyet Web Sitesi, "Sera Etkisi Nedir?", *Hürriyet Küresel Isınma Dosyası*, <http://arsiv.hurriyetim.com.tr/dosya/kureselisinma/kuresel18.htm>.
- 173) Hürriyet Web Sitesi, "Zirvede Anlaşma Sağlanamadı", *Hürriyet Küresel Isınma Dosyası*, <http://arsiv.hurriyetim.com.tr/dosya/kureselisinma/kuresel12.htm>

- 174) J.E. Jamerson and Son's Web Sitesi, http://www.jejamerson.com/images/church_mountain_03.jpg
- 175) Kirami Oy, <http://www.kirami.fi/english/main.php?target=products4>
- 176) Kwaterski Bros. Wood Products Inc., <http://www.kwaterskibros.com/graphics/plank6a.jpg>
- 177) McKibben, B., "Everything But the Carbon Sink", *Grist Magazine*, 17 November 2000, <http://www.grist.org/news/maindish/2000/11/17/mckibben-hague>.
- 178) Mimarlık Müzesi, <http://www.mimarlikmuzesi.org>
- 179) NTV-MSNBC Web Sitesi, "İnsan biyo-çeşitliliği tüketiyor", 31 Mayıs 2005, <http://www.ntvmsnbc.com/news/324830.asp>.
- 180) Oran Mimarlık, http://www.oranmimarlik.com.tr/teknoloji_t3.htm
- 181) Özdemir Orman Ürünleri Web Sitesi, <http://www.ozdemirparke.com/uzunboymasif.htm>
- 182) Panelworks Plus Inc., <http://www.panelworksplus.com/crane.jpg>
- 183) South Dakota Department of Transportation, <http://www.sddot.com/pe/bridge/keystonewye.asp>
- 184) Structural Board Association (SBA), www.osbguide.com/pdfs/EL808.pdf
- 185) The Aviation History Online Museum, <http://aviation-history.com/theory/plywood.htm>
- 186) The Egyptian Museum in Cario, http://spanky.gmp.usyd.edu.au/hols/05-egyptian_museum/pic3-2-25.jpg
- 187) The Taunton Press, http://www.taunton.com/finehomebuilding/media/h00069_01.jpg
- 188) The University of Mississippi, <http://home.olemiss.edu/~djr/media/photos/stairs-done5.jpg>
- 189) Timber Building in Australia, http://oak.arch.utas.edu.au/projects/view_projectinfo.asp?projID=577
- 190) Toroy Parke, <http://www.toroy.com.tr/lamine.htm>

- 191) Trada Web Sitesi, <http://www.trada.co.uk/techinfo/asset/send/358/content/1546f3-f0a9b28425--7fe7-stc.unzip/index.html>
- 192) Trans Scan Magazine, http://www.transscan.com/images/leonardo_bridge.jpg
- 193) Unit Structures, LLC Web Sitesi <http://www.unitstructures.com/Photo%20Gallery/Bridges/Bridge%202.jpg>
- 194) United Composites, <http://www.unitedcomposites.net/images/modelpaneel.jpg>
- 195) U.S. Environmental Protection Agency Online, "Indoor Air Facts No. 4 (revised): Sick Building Syndrome (SBS)", <http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>
- 196) Walailak University Wood Science and Engineering Research Unit, <http://webhost.wu.ac.th/woodscience/2004/>
- 197) Wikipedia Online, "Ecology", <http://en.wikipedia.org/wiki/Ecology>,
- 198) Wikipedia Online, "Ernst Haeckel", <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:ErnstHaeckel.jpg>
- 199) Wikipedia Online, "Henry David Thoreau", <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Thoreau.jpg>
- 200) Wisa Ağaç Ürünleri Web Sitesi, <http://www.wisa.com.tr/html/15.html>
- 201) Wood Focus Online, "Ecological sustainability of wood products", http://www.puuinfo.fi/view.php?page=index&content_group_id=948
- 202) Wood Focus Online, http://www.woodfocus.fi/data.php/200506/085311200506271736_Puulehti05-2koulut.pdf
- 203) Woods Shop Creative Builders, http://www.woodsshop.com/Koi_Pond_Deck.htm
- 204) World Health Organization Online, "Human health under threat from ecosystem degradation", 9 December 2005, <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr67/en/index.html>.
- 205) World Wildlife Fund Online, "How Much is Too Much? Report Shows Consumption Outpacing Renewal", http://www.worldwildlife.org/about/viewpoint/living_planet.cfm,
- 206) Youth for Habitat, <http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/biyokutle/cevrin.html>

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında İstanbul'da doğan N. Papatya Seçkin, lise öğrenimini Terakki Vakfı Özel Şişli Terakki Lisesi'nde tamamladıktan sonra, 2004 yılında İÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü'nden Fakülte Birincisi olarak mezun olmuştur. Çift anadal öğrenimini sürdürdüğü İÜ Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nden de 2005 yılında mezun olan Seçkin, aynı yıl, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği ve Malzemesi Programı'nda yüksek lisans çalışmasına başlamıştır.