

75165

**SANDVIÇ KOMPOZİTLER VE
MİMARLIKTAKİ KULLANIM OLANAKLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Banu YILDIRIM

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19 Ocak 1998

Tezin Savunulduğu Tarih : 10 Şubat 1998

Tez Danışmanı

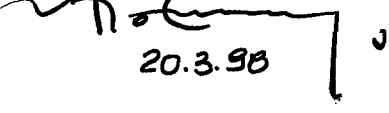
: Prof.Dr. Nihat TOYDEMİR

Diğer Jüri Üyeleri

: Prof.Dr.Erol Gürdal

Prof.Dr.Halit Yaşa Ersoy


20.03.98

20.03.98

20.3.98

SUBAT 1998

ÖNSÖZ

Tezimi yönlendirerek çalışmalarımda bana destek olan hocam Prof. Dr. Nihat Toydemir'e, kaynak bulmamda yardımlarını esirgemeyen İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Kütüphanesi görevlilerine, bu çalışmamda gösterdiği yakın ilgi ve katkılarından dolayı arkadaşım Süreyya Ayçe'ye teşekkür ederim.

Ayrıca bu güne kadar her konuda maddi, manevi hiçbir yardımını benden esirgemeyen, bu günlere ulaşmamda büyük emekleri olan aileme sonsuz teşekkürler ederim.



Banu Yıldırım

Şubat 1998

İÇİNDEKİLER	Sayfa No
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1. Tez konusunun açıklanması	2
1.2. Tezin amacı ve yöntemi	2
1.3. Tezin sonucu	3
BÖLÜM 2 KOMPOZİT YAPI MALZEMELERİ	4
2.1. Kompozit Malzeme Tanımı	4
2.2. Kompozit Malzemenin Gelişimi	5
2.3. Kompozit Malzeme Teorisi	8
2.3.1. Kompozit malzeme gereksinim nedenleri	8
2.3.2. Kompozit Malzemelerin Üretimiyle İyileştirilmesi	
Gereken Performanslar	9
2.3.3. Kompozit malzeme kriterleri	10
2.3.4. Kompozit Malzemelerde Aranılan Genel Özellikler	10
2.3.4.1. Yeterli Basınç Mukavemeti	11
2.3.4.2. Yeterli Çekme Mukavemeti	11
2.3.4.3. Buhar Difüzyon Direnci	11
2.3.4.4. Hafiflik	11
2.3.4.5. Yüksek Isı Tutuculuk	12
2.3.4.6. Boyutsal Kararlılık	12
2.3.4.7. İşlenebilirlik	12
2.3.4.8. Kimyasal Etkenlere Karşı Dayanıklılık	12
2.3.4.9. Yanmazlık ve Alev Geçirmezlik	12
2.3.4.10. Parazitleri Barındırma ve Parazitlere Karşı	
Dayanıklılık	13
2.3.4.11. Su ve Nemden Etkilenmezlik	13
2.3.4.12. Sıva Tutuculuk	13
2.3.4.13. Çürümezlik	13
2.3.4.14. Ucuzluk	14

2.4. Kompozit Malzeme Sınıflandırılması	14
2.4.1. Aran'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	14
2.4.2. Demirkesen'e Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	14
2.4.3. Van Wlack'e GörMalzemelerin Sınıflandırılması	15
2.4.4. Onaran'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	15
2.4.5. Nicholls'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	15
2.4.6. Broutman & H.Krock'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	16
2.4.7. .Schwartz'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	16
2.4.8. Kocataşkın'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	16
2.4.9. Toydemir'e Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması	16
2.5 Kompozit Malzeme Üretimi	17
2.5.1. Kalıba Döküm-presleme	18
2.5.2. Presleme	18
2.5.3. Otoklav	20
2.5.4. Vakumlama	21
2.5.6. Lif sarma	22
2.5.6. Pultrüzyon	23
2.5.7. Reçine Enjeksiyonu	24
2.5.8. Elle Yatırma	25
2.5.9. Spreyleme	26
2.6. Mimarlık Dışında Kompozit Malzemenin Kullanım Alanları	27
2.6.1. Uçak Mühendisliği	27
2.6.2. Rüzgar Türbinleri	28
2.6.3. Deniz Araçları	29
2.6.4. Uzay Araçları	32
2.6.5. Tıbbi Uygulamalar	33
2.6.6. Kimya Santrallerinde	36
2.6.7. Spor Malzemeleri İmalatı	37
2.6.8. Otomotiv Endüstrisi	39
2.6.9. Müzik Aletleri	40
BÖLÜM 3 KOMPOZİT MALZEMELERİN SINIFLANDIRILMASI	41
3.1. Bağlayıcı Madde Aglomereleri	43
3.1.1. Çimento Bağlayıcılı Hafif Agregalı Kompozitler	43
3.1.1.1. Perlit Betonu	43
3.1.1.2. Stropor Betonu	44
3.1.1.3. Genleştirilmiş (Ekspanse) Kil Agregalı Beton	45

3.1.1.4.Ponza Agregalı Beton	45
3.1.2.Alçı Bağlayıcılı Hafif Agregalı Kompozitler	46
3.1.2.1.Stroporlu Alçı	46
3.1.2.2.Perlitli Alçı	47
3.1.2.3.Ponzalı Alçı	47
3.1.2.4.Genleştirilmiş (Ekspanse) Kil Agregalı Alçı	47
3.1.3.Sinterleşmemiş Kompozitler	47
3.1.3.1.Perlitli Tuğla	48
3.1.3.2.Stroporlu Tuğla	49
3.1.3.3.Ponzalı Tuğla	50
3.1.4.Bitüm Bağlayıcılı Kompozitler	51
3.1.4.1.Bitüm Bağlayıcılı Genleştirilmiş (Ekspanse) Mantar	51
3.1.4.2.Bitüm Bağlayıcılı Kırmataş Ve Taş Tozu (Asfalt)	51
3.1.5.Rijit Köpük Halindeki Kompozitler	52
3.1.5.1.Gaz Betonlar	52
3.1.5.2.Cam Köpükler	54
3.1.5.3.Alçı Köpükler	56
3.1.6.Çimento Bağlayıcılı Normal Ve Ağır Agregalı Kompozitler	57
3.1.6.1. Beton	57
3.1.6.2.Barit Betonu (Ağır Beton)	59
3.1.7.Manyezi Bağlayıcılı Ahşap Testere Talaşı Yada Mantar	60
3.2 Liflerle Donatılı Kompozitler	60
3.2.1.Çimento Bağlayıcılı Kompozitler	61
3.2.1.1.Çimentolu Asbest	61
3.2.1.2.Çimentolu Ahşap Talaşı (Heraklit)	62
3.2.1.3.Manyezi Çimentolu Ahşap Talaşı	63
3.2.1.4.Çimentolu Testere Talaşı (Betopan)	63
3.2.1.5.Betonarme	65
3.2.1.6.Cam Elyafı Beton (Fibrobeton)	67
3.2.2Polimer Bağlayıcılı Kompozitler	68
3.2.2.1.Bakalitli Cam Yünü	68
3.2.2.2.Poliesterli Cam Lifi	69
3.2.2.3.Lifli Polimer Betonları	70
3.2.2.4.Ahşap Lif Ve Yonga Levhaları	71
3.2.3Asfalt Bağlayıcılı Kompozitler	71
3.2.3.1Asfalt Bağlayıcılı Cam Lifi	72
3.2.3.2Asfalt Bağlayıcılı Asbest Lifi	72
3.2.3.3Asfalt Bağlayıcılı Selüloz Lifi	72
3.3 Lamine Kompozitler	72
3.3.1.Lamine Ahşap Kompozitler	72
3.3.2.Lamine Plastik Kompozitler	73
3.3.3.Lamine Cam Kompozitler	73
3.3.4.Lamine Metal Kompozitler	74
3.3.5.Lamine Ve Liflerle Donatılı Kompozitler	74
3.3.6.Farklı Malzemelerden Oluşan Lamine Kompozitler	74
3.3.7.Sandviç Kompozitler	75

BÖLÜM 4 SANDVIÇ KOMPOZİT MALZEMENİN MİMARLIKTA KULLANIMI	76
4.1. Sandviç Kompozitlerin Belirgin Özellikleri	76
4.2. Yeni Sandviç Kompozit Sınıflandırma Önerisi	77
4.3. Sandviç Kompozitlerin Yapıda Kullanım Olanakları	78
4.3.1. Simetrik sandviç kompozitler	70
4.3.1.1. Duvar kaplaması olarak kullanılanlar	78
4.3.1.2. Duvar bünyesi içinde kullanılanlar	79
4.3.1.3.. Soğuk ve sıcak çatı bünyesinde kullanılanlar	81
4.3.1.4. Cephe Kaplaması olarak kullanılanlar	81
4.3.1.5. Çatı kaplaması olarak kullanılanlar	82
4.3.1.6. Tavan kaplaması olarak kullanılanlar	83
4.3.1.7. Bölme elemanı olarak kullanılanlar	83
4.3.1.8. Değişik kaplamalar olarak kullanılanlar	86
4.3.2. Asimetrik sandviç kompozitler	88
4.3.2.1. Duvar kaplaması olarak kullanılanlar	88
4.3.2.2. Duvar bünyesi içinde kullanılanlar	89
4.3.2.3. Döşeme kaplaması olarak kullanılanlar	90
4.3.2.4. Bölme elemanı olarak kullanılanlar	91
4.3.2.5. Cephe kaplaması olarak kullanılanlar	91
4.3.2.6. Tavan kaplaması olarak kullanılanlar	92
4.3.2.7. Betonarme kalıbı olarak kullanılanlar	92
4.4. Sandviç Kompozitlerin Yapıda Kullanımına İlişkin Detaylar	93
BÖLÜM 5 SONUÇ	118
5.1. Sandviç Kompozitleri Sınıflandırılmasına İlişkin Yeni Bir Öneri	118
5.2. Sandviç Kompozitin Kullanılmasında Sağlanan Yararlar	118
KAYNAKLAR	120

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	Kalıba döküm-presleme yöntemi	18
Şekil 2.2.	Presleme yöntemi	19
Şekil 2.3.	Otoklav yöntemi	20
Şekil 2.4.	Vakumlama yöntemi	21
Şekil 2.5.	Lif sarma yöntemi	22
Şekil 2.6.	Pultrüzyon yöntemi	23
Şekil 2.7.	Spreyleme yöntemi	26
Şekil 2.8.	Bir F-18 uçağında kompozit malzemenin dağılımı	28
Şekil 2.9.	Rüzgar türbin kanadının son şekli	29
Şekil 2.10.	Camın ve karbonun çeşitli oranlarda karışımının kullanımı	30
Şekil 2.11.	Aramid lifleriyle takviye edilmiş bir gemi	31
Şekil 2.12.	Cam liflerinin tekne gövdesinde kullanımı	31
Şekil 2.13.	Enerji akışını sağlayan karbon takviyeli plastiğin kullanıldığı bir uydu	32
Şekil 2.14.	Japon haberleşme uydusunun karbon-epoksi kullanılarak yapılmış konfigürasyonu	33
Şekil 2.15.	Karbon lifi-epoksi bileşkeninin yapay bacakta kullanımı	35
Şekil 2.16.	Kompozit malzemenin kayak yapımında kullanımı	38
Şekil 2.17.	Karbon liflerinin kullanıldığı yarış arabaları	39
Şekil 2.18.	Kompozit malzemenin keman yapımında kullanımı	40
Şekil 3.1.	Genleştirilmiş (Ekspanse) kil agregalı beton	45
Şekil 3.2.	Styroporlu alçı	46
Şekil 3.3.	Perlitli tuğla	48
Şekil 3.4.	Styroporlu tuğla	50
Şekil 3.5.	Gazbeton	54
Şekil 3.6.	Heraklit	63
Şekil 3.7.	Lamine ahşap döşeme kaplaması	73
Şekil 3.8.	Makinelerin altında titreşimi engellemek için kullanılan vinil-metal lamine kompozit	75
Şekil 4.1.	Sandviç kompozit malzeme	78
Şekil 4.2.	Sandviç kompozit malzeme	78
Şekil 4.3.	Sandviç kompozit malzeme	79
Şekil 4.4.	Sandviç kompozit malzeme	79
Şekil 4.5.	Sandviç kompozit malzeme	79
Şekil 4.6.	Sandviç kompozit malzeme	79
Şekil 4.7.	Sandviç kompozit malzeme	80
Şekil 4.8.	Sandviç kompozit malzeme	80
Şekil 4.9.	Sandviç kompozit malzeme	80
Şekil 4.10.	Sandviç kompozit malzeme	80

Şekil 4.13.	Sandviç kompozit malzeme	81
Şekil 4.14.	Sandviç kompozit malzeme	81
Şekil 4.15.	Sandviç kompozit malzeme	82
Şekil 4.16.	Sandviç kompozit malzeme	82
Şekil 4.17.	Sandviç kompozit malzeme	83
Şekil 4.18.	Sandviç kompozit malzeme	83
Şekil 4.19.	Sandviç kompozit malzeme	83
Şekil 4.20.	Sandviç kompozit malzeme	83
Şekil 4.21.	Sandviç kompozit malzeme	84
Şekil 4.22.	Sandviç kompozit malzeme	84
Şekil 4.23.	Sandviç kompozit malzeme	84
Şekil 4.24.	Sandviç kompozit malzeme	84
Şekil 4.25.	Sandviç kompozit malzeme	85
Şekil 4.26.	Sandviç kompozit malzeme	85
Şekil 4.27.	Sandviç kompozit malzeme	85
Şekil 4.28.	Sandviç kompozit malzeme	86
Şekil 4.29.	Sandviç kompozit malzeme	86
Şekil 4.30.	Sandviç kompozit malzeme	86
Şekil 4.31.	Sandviç kompozit malzeme	86
Şekil 4.32.	Sandviç kompozit malzeme	87
Şekil 4.33.	Sandviç kompozit malzeme	87
Şekil 4.34.	Sandviç kompozit malzeme	87
Şekil 4.35.	Sandviç kompozit malzeme	87
Şekil 4.36.	Sandviç kompozit malzeme	88
Şekil 4.37.	Sandviç kompozit malzeme	88
Şekil 4.38.	Sandviç kompozit malzeme	88
Şekil 4.39.	Sandviç kompozit malzeme	88
Şekil 4.40.	Sandviç kompozit malzeme	89
Şekil 4.41.	Sandviç kompozit malzeme	89
Şekil 4.42.	Sandviç kompozit malzeme	90
Şekil 4.43.	Sandviç kompozit malzeme	90
Şekil 4.44.	Sandviç kompozit malzeme	90
Şekil 4.45.	Sandviç kompozit malzeme	91
Şekil 4.46.	Sandviç kompozit malzeme	91
Şekil 4.47.	Sandviç kompozit malzeme	91
Şekil 4.48.	Sandviç kompozit malzeme	92

ÖZET

Kompozit malzemelerin yapılarda yaygın olarak kullanımı, yirminci yüzyıldan itibaren teknolojinin gelişmesi ve buna bağlı olarak yeni üretim sistemlerinin ortaya çıkmasıyla gerçekleşmiştir. Türkiye'de henüz yeni gelişmekte olan kompozit malzemeler, yapılarda ve özellikle teknolojik alanlarda çok daha yaygın bir şekilde kullanılmakta ve bu kullanım sonucunda birçok sorunun daha ekonomik ve rasyonel bir biçimde çözümlendiği görülmektedir. Bu yüzden kompozit malzemeler, çevremizde ve yaşamımızda birçok nesnenin üretilmesinde kullanılmaktadırlar.

"Sandviç Kompozit Malzemeler ve Mimarlıkta Kullanım Olanakları" adını taşıyan bu tez beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, tez konusunun açıklanması, tezin amacı, yöntemi ve elde edilen sonuçlar kısaca verilmektedir.

İkinci bölümde, kompozit yapı malzemelerinin değişik yazarlarca tanımları esas alınarak oluşturulan yeni bir kompozit malzeme tanımı, yine değişik yazarlarca ortaya konan kompozit malzeme sınıflandırmaları, kompozit malzemenin gelişimi, kompozit malzemelerin genel özellikleri, kompozit malzeme teorisi ve buna bağlı olarak kompozit malzemenin üretimiyle geliştirilmesi gereken performanslar, gereksinim nedenleri ve kompozit malzeme olma kriterleri ele alınmıştır. Ayrıca literatürdeki çeşitli kompozit malzeme sınıflandırma sistemleri, mimarlık dışında kullanım alanları ve üretim yöntemleri açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, bir kompozit sınıflandırma sistemi baz alınarak, alt açılımları sunulup, teker teker açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, tezin esas konusu olan sandviç kompozitler ele alınmış, bugüne kadar literatürde sadece bu ad altında verilen açılımın kullanım açısından yetersiz olması dolayısıyla, sandviç kompozitlerin kullanımına yönelik yeni ve uygulanabilir bir sınıflandırma sistemi önerilmiştir. Bu öneriye paralel olarak da mimarlık alanında uygulamalarına ilişkin detay çözümleri sunulmuştur.

Beşinci ve son bölümde, önerilen sandviç kompozit sınıflandırması ile sandviç kompozitlerin yapıda kullanımının ne kadar yararlı olduğu konusu açıklanıp, öneriler sunulmuştur.

SUMMARY

Since the existence of the human being, natural materials such as wood, stone, baked soil, were used in the construction and some traditional architectural styles, construction and designs were formed according to these materials.

After nineteenth century, as the production systems of materials had improved, new materials were produced such as steel, concrete and plastics and these materials brought new possibilities of design.

Among the development of the technology, according the needs, different materials were mixed and a term composite materials had been born. However people used composite materials in ancient times, such as sun dried-brick, wide spread usage of composite materials in construction industry was realized after they had been produced by industrial methods. Especially in the twentieth century, because of the development of the technology, these materials are now very important for modern architecture.

Composite materials are being used in so many areas in other countries, but in Turkey they are recently known. In this thesis, sandwich composite materials are studied and a new classification of sandwich composites is proposed and usage of them in architecture is examined as the classification of the sandwich in the literature is not sufficient.

The first section includes the aim, content, the methods of the study and the results obtained from these studies.

As mentioned before, composite materials are being widely used in construction and especially in technological areas, most of the problems could be solved in a more economical and rational way.

It could be seen that, the investigation on these materials in our lives and environment were produced by using these modern materials.

In this thesis, composite materials were studied within their different properties and the group called sandwiches has been newly classified for as to make them more usable according to its' application by stating the subsets of sandwich composites.

Our aim is; to clarify the application possibilities and details of composite materials, giving the appropriate usage of them by a new classification. The method of the thesis is; hypothetic-deductive method based on the investigation of the existing attitude.

In the second section, the definition of the composite material according to different people is given. These definitions had taken different properties of composite materials. Some of them were made according to only one property of composite materials and some of the definitions were made according to the two or more properties of composite materials.

Taking all these definitions, at last final definition was made as a definition of the composite materials thinking it will be the most useful one to be used in architecture.

The development of composite materials:

As mentioned before, since the existence of human being, a lot of natural materials were being used in construction and some basic styles were formed.

After, technology developed and different production systems were formed which were explained in this section also. By the help of these methods, materials who have improved properties and higher characteristics were produced.

But if we go back to the previous times, we could see that composite materials were being used in that times. For example, mud and clay were used in drywall construction. Sun dried brick is the first composite material which was formed by adding straw sweepings in mud.

People firstly, hardened sun dried brick with straw sweepings and vegetable fiber to prevent sun dried brick wall against cracking.

Latter, first aggregates, were used by Romans. Cement and concrete were the best known composite materials in different constructions. In our times types of composite materials are raising.

After 1940's with the scientific researches, plastic based materials had developed. By this way different materials could be mixed together.

After this development, GFRP (glass reinforced plastics) were used. These materials had become the widely used composite materials. Nowadays these composite materials are being used in different areas.

After this development, CFRP (carbon reinforced plastics) were used. These materials had become the widely used composite materials. For example antennas of radar, boat, car, motor of aeroplanes, and other elements are produced by using glass reinforced materials.

Among all these composite materials, glass reinforced materials are the easily ones to gather and that have the lower cost.

Latter, development, theory, criteria of being a composite is explained.

As a theory of composite, we can say that, the materials were insufficient to supply our needs so as the composite materials were produced. They are consist of

continous phase and a disperse phase. This mixture is called “matrix”. The proportions of the continious and the disperse phase differs according to the properties of the composite materials.

By the production of the composite materials some properties of the materials are aimed to be improved. These are mechanical performances, security, durability against chemicals, cost and some physical properties.

For a material to be called as a composite it has to be:

- 1- man made
- 2- composed of two or more existing and separate materials, with the purpose of obtaining properties of each materials
- 3- different components brought together three dimentionally and must be made to obtain properties, that none of their components may posess alone.

In this section also the general properties of composite materials are explained. These sufficient mechanical resistance, impermeability, rigidity, plaster conservation, non-putrefaction, inodorousity and cheapness, etc.

Different classification systems are given in this section according to different people. Both only one of them was taken as a base in the third section which is much more useful in architecture. For this classification the composite materials are divided into three groups: These are agglomerates, fiber reinforced composites and laminated composites.

Composite materials are being manufactured by different methods. General production process was explained. Bu also the techniques of each production methods were searched and supported by the drawings.

These are e leaky mould technique, high-pressure compression moulding, autoclave moulding, vacuum-box, spray up, filament winding, pultrusion, resin injection and hand lay-up processes.

However they are different methods, they have the same idea as a base. The fibers and the matrix of the composite materials are mixed by various ways such as using high-pressure and high temperature, vacuum, spray, winding, pultrusion, injection or lay- up. At the end of all these methods, we gain a high performance composite materials.

However we are especially interested in the usage of composite materials in architectural area, they are used in different industries, such as mechanical engineering, aircraft engineering, space structures, wind turbines, marine craft, applications in surgery, vehicles, musical instruments, sports equipment.

In the third section, the mentioned classification is detailed and every composite that is a subset of the classification is widely explained.

The classification is as follows:

- Agglomerates

- cement binder aggregates
- sinterleşmemiş composites
- bituminous binder composites
- rigid foam composites
- cement binder with heavy aggregates
- magnesy binder wood sawdust or cork

- Fiber reinforced composites

- cement binder composites
- polimer binder composites
- asphalt binder composites

- Laminates

All the sections are again grouped to a lower level and every materials that belong to these classes are explained.

In the fourth section, a new classification for sandwich composite materials is offered.

Taking the properties and functions of the sandwiches as a base, sandwich composite materials can be classified according to the functional priority and physical priority. Functional priority includes isolation (water, heat), acoustics, partition walls, impermeability of light, cladding materials, different functions. Physical priority includes two subsets. One is symmetric and the other is asymmetric sandwich composite materials.

These two groups are divided according to the application areas such as walls, floors, roofs, ceilings, claddings, different decorations and partition walls,.

Also in this section, there are several details as drawings which could be applied to the composites materials that have been seen in the pictures. These details also differ according to the wall, wallcladding, floors, roofs, ceilings, partition walls and different cladding elements. All the drawings are supported with the pictures that match.

And finally the fifth section shows, the application possibility of the composite materials and the advantages in building industry according to the functions of the materials.

By the help of this new classification and the details, the solution of the problems in building industry is much more easy because the study gives the all information that is needed and the people could easily solve the problems with these details by using the drawings and know these materials. In most of the designs, these materials could be used and the details could be developed.

As a result, this thesis becomes the important knowledge about composites and gives all the information widely.



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ülkemizde hızlı bir şehirleşmenin doğurduğu sorunlarla birlikte, son yıllarda enerji darlığı sorunu da ortaya çıkmıştır. Bu enerji darlığı her sektör gibi, inşaat sektörünü de etkilemiş ve bunun sonucunda sorunların daha ekonomik tasarımlarla çözümlenmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Bu zorunluluk göz önüne alındığında, malzeme bilgisinin eksikliği, malzemenin yanlış kullanımı veya yanlış malzeme seçiminin ekonomik olmayan yapıların inşa edilmesine yol açtığı gözlenmektedir. Mimarın görevi ise; yapacağı yapının fonksiyona uygunluğu ile beraber yapının sağlam, ekonomik, estetik ve uzun ömürlü olmasını sağlamaktır.

Malzemenin önemi bu noktada ortaya çıkmaktadır. Çünkü bir yapının bu özelliklere sahip olması, sadece iyi bir tasarım ve işçilikle değil, malzemenin doğru seçilmesi ve amaca uygun kullanımı ile mümkündür. Bir malzemenin doğru ve amaca uygun kullanılması da, o malzemenin özellikleri hakkında doğru bilgi edinmekle olur. Ülkemizde çoğu kez yanlış malzeme kullanımından ötürü birçok aksaklık ve zaiyatın olduğu bilinmektedir.

Bu nedenlerle, ülkemiz koşullarında, bize uygun, koşulların ortaya çıkardığı engelleri yenebilen, yeni yapı malzemelerinin ve sistemlerinin araştırılması gereklidir.

İleri teknoloji malzemeleri grubunda yer alan kompozit malzemeler, birçok sektörde önem kazanmış, sağlanan gelişme ile malzeme teknolojisi ve uygulamasına yeni boyutlar kazandırmıştır

1.1.Tez Konusunun Açıklanması

Kompozit malzemelerin yapı ve özellikle teknolojik alanlarda çok yaygın şekilde kullanıldığı ve bu kullanım sonucunda birçok sorunun çok daha ekonomik ve rasyonel bir biçimde çözümlendiği görülmektedir. Bu konudaki araştırma ve çalışmaların gün geçtikçe arttığı ve yeni kompozit türlerinin ortaya çıktığı; çevremizde ve yaşamımızda bir çok nesnenin bu çağdaş malzemelerden üretildiği bilinmektedir. Özellikle yapı ve mimarlık alanında kompozit malzemelerin günümüzün artan gereksinimlerini karşılamada ne denli olumlu sonuçlar verdiği ve ekonomik çözümler oluşturduğu ortadadır.

Bu bağlamda; kompozit malzemelerin incelendiği bu tezde, kompozit malzemeler değişik yönleri ile ele alınmış (mekanik özellikleri hariç) biçimsel özellikleri açıklanmış ve sandviç kompozit denilen grubun sadece bu ad altında verilen açılımı incelenerek, bu açılımın kullanım açısından yetersizliği gösterilmeye çalışılmış ve sandviç kompozitlerin kullanımına yönelik yeni ve uygulanabilir bir sınıflandırma sistemi önerilmiştir. Bu öneriye paralel olarak sandviç kompozitlerin özellikle mimarlık alanında uygulamalarına ilişkin detay çözümleri verilmiştir.

1.2.Tezin Amacı Ve Yöntemi

Tezin amacı, mimarlık alanında gerek türleri ve gerekse kullanım olanakları yeterli düzeyde tanınmayan bu çağdaş malzemenin kullanım olanaklarını ve türlerini ayrıntılı bir düzeyde açıklamak ve özellikle sandviç kompozit malzemelerin uygulanabilir yeni bir sınıflandırmasını vermektir.

Tezin yöntemi; mevcut durumun incelenmesine dayalı olarak ele alınan hipotetik - dedüktif yöntemdir.

1.3. Tezin Sonucu

Hipotetik dedüktif yöntemle yapılan tez çalışmaları ile kompozit malzemelerin günümüzde mimarlık ve teknoloji alanında vardığı örnekler incelenerek bu malzemenin mimarlık ve teknolojik sorunları çözmede ne kadar etkili olduğu ve rasyonel çözümler ürettiği ve bu çözümlerin büyük ekonomi sağladığı görülmüştür. Ancak yapılan incelemelerde çok değişik kompozit malzeme sınıflandırılmaları ortaya konmuş olmakla birlikte, özellikle sandviç kompozitlerin sınıflandırılmasına esas teşkil edecek temel özelliklerin yeteri derecede ele alınmadığı görülmüştür. Bu açıdan sandviç kompozitleri sınıflandırabilmek amacı ile yeni iki kriter önerilmiştir. Bu kriterler sandviç kompozitin biçim kriteri ile işlevsel öncelik kriteridir.

Bu kriterlere bağlı olarak yapılan sınıflandırmanın sandviç kompozitleri değerlendirmede etkili olduğu görülmüştür.

BÖLÜM 2

KOMPOZİT YAPI MALZEMELERİ

2.1 Kompozit Malzeme Tanımı

Kompozit Malzeme kavramı çok geniş kapsamlı bir kavram olduğundan değişik kişilerce farklı olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımların her birinin kompozit malzemenin bir veya birkaç yönünün esas alınarak yapıldığı görülmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Birbirlerinin zayıf yönünü düzelterek üstün özellikler elde etmek amacıyla bir araya getirilmiş değişik fazlardan oluşan malzeme sistemine kompozit malzeme denir. (Onaran 1991;S:293)
- Kompozit malzeme spesifik ihtiyaçları karşılamak için spesifik özelliklerin elde edildiği bir uyarlamadır. (Choo 1990;Önsöz)
- Kompozit malzemeler; iki veya nadiren daha fazla sayıdaki malzemenin birleşimi ile elde edilmektedir. (Özdamar 1991;S:7)
- Kompozit malzeme, metal, seramik ve plastik malzemelerin birleşmesinden meydana gelen nihai kompozit malzeme olarak tanımlanabilir. (J.Broutman - H.Krock 1967;Önsöz)
- Kompozit malzeme, form ve/veya malzeme kompozisyonu olarak farklı olan iki ve daha fazla makro bileşenin karışımı veya bileşiminden oluşan ve esas olarak birbirinin içinde çözülebilir olmayan malzeme sistemidir. (Schwartz 1984;S:4)
- Kompozit malzeme, başlangıç malzemelerinin fiziksel özelliklerinden farklı, çok fazlı bir sistem elde etmek için iki veya daha fazla malzemenin fiziksel olarak birleşiminden oluşan katı maddedir. (Holliday 1966;S:4)
- Kompozit malzemeler, iki veya daha fazla fazın karışımlarıdır. (Nicholls 1967;S:1)

- Var olan ayrı, iki ya da daha fazla malzemenin, orijinallerinden daha farklı ve iyi özellikler elde etmek amacıyla oluşturulan karışım sistemine kompozit malzemeler denir. (Kocataşkın, 1985-86:S:1)
- Kompozit malzemeler, şekil ve/veya kimyasal bileşimleri farklı, birbiri içerisinde pratik olarak çözünmeyen iki ya da daha fazla sayıda makro bileşenin kombinasyonundan oluşan malzemeler şeklinde tanımlanabilir. (Demirkese 1991;S:1)
- Aynı ya da farklı gruplardan (metal, seramik, plastik) iki ya da daha fazla malzemenin uygun olan özelliklerini tek malzemede toplamak, ya da yeni bir özellik ortaya çıkarmak amacıyla makro düzeyde birleştirilmesi ile oluşturulan malzemeler kompozit olarak adlandırılırlar. (Aran 1990;S:1)
- Bir malzemeyi, etkenler karşısında, onun yetersiz yönlerini geliştirmek ya da istenen belirli performanslarda malzeme üretmek üzere başka bir takım malzemelerle fiziksel olarak bir araya getirerek elde edilen yüksek performanslı malzemeye kompozit malzeme denir. (Toydemir 1988;S:39)

Tüm bu tanımlar gözönünde bulundurularak, daha geniş kapsamlı ve hepsinin önemli özelliklerini toparlayarak, aşağıdaki kompozit malzeme tanımına ulaşılabilir.

Birbirlerinin zayıf yönünü tamamlayarak üstün özellikler elde etmek amacıyla, iki veya daha fazla makro bileşenin karışımı veya bileşiminden oluşan, pratik olarak birbiri içerisinde çözünmeyen ve başlangıç malzemelerinin fiziksel özelliklerinden farklı özellikler taşıyan makro düzeydeki malzeme sistemine *kompozit malzeme* denir. (Yıldırım, 1996)

2.2 Kompozit Malzemenin Gelişimi

İnsanoğlunun varoluşundan beri, ahşap, taş gibi doğal malzemeler ile, pişmiş toprak gibi doğal malzemelerden üretilenler yapıda kullanılmış ve böylece bu malzemelere özgü çeşitli yöresel mimari konstrüksiyon ve formlar ortaya çıkmıştır. Bunlara örnek olarak yapı bünyesine irili ufaklı elemanlar olarak giren taş, tuğla gibi malzemelerin, açıklık geçmede kemer, kolon dizileri ve kubbe sistemlerini oluşturdukları

görülmektedir. Ahşap da büyük açıklıkları geçmeyi sağlayan, taşıyıcı örtü konstrüksiyonlarını ortaya koymuştur. Böylece geleneksel mimarinin bazı öğeleri ortaya çıkmıştır. 19.yüzyıla kadar yapı malzemesi endüstrisinin verilerinden gerçekçi bir biçimde yararlanılamamıştır. 19.yüzyıldan sonra ise, malzeme üretim yöntemlerinin gelişmesi ile yapı endüstrisinin temel taşlarını oluşturan çelik, beton ve plastik yapı malzemeleri ortaya çıkmış ve bunlar mimariye yapısal yeni olanaklar ve form özgürlüğü getirmiştir. Ve gelişen teknoloji ile birlikte ihtiyaçlar doğrultusunda çeşitli malzemelerin birleştirilmesi gereği duyulmuştur. Böylece daha iyi ve üstün özelliklere sahip malzemeler elde etme olanağı doğmuş ve ortaya kompozit malzeme kavramı çıkmıştır. (1, S:57)

İnsanoğlu , günümüzde çok gelişmiş olan kompozit malzemeyi, aslında çok eski zamanlarda bile kullanmaktaydı. Çamur ve kil yüzyıllar boyu duvar yapımında kullanılmıştır. Çamur içine karıştırılan saman çöpleri ile yapılan kerpiç ilk kompozit malzemeye iyi bir örnektir. İnsanoğlu öncelikle, kerpiç duvarların çatlamasına karşı saman çöplerini ve bitki liflerini kullanarak kerpiçi pekiştirdi. Daha sonra ilk agregalar Romalılar tarafından kullanılmıştır. Harç ve beton ise eski çağın en çok bilinen kompozit malzemelerindendir. Romalılar harç ve betonu, temellerin haricinde tonoz ve kubbelerde de kullanmışlardır. İlk lamine kompozit ahşap ise eski Mısırlılar tarafından yapılmıştır. Ayrıca eskiden kompozit malzeme silah yapımında da kullanılmıştır. Örneğin ok yayı yapımında üst üste konulan, özellikleri ve lif yönleri farklı ağaç levhalar da kompozit bir malzeme oluştururlar. Kompozit malzemeler doğada da değişik şekillerde bulunmaktadır(ahşap ve kemik v.s)”Ahşap, lignin bağlayıcısı ile yapıştırılmış selüloz liflerinden yapılmıştır.” Çekmeye dayanıklı fakat kolayca eğilebilen selüloz lifleri lignin ile yapışıp, bir araya gelmiştir. Lignin basınç ve eğilme direnci verir. ”Kemik ise kuvvetli fakat yumuşak bir yapıştırıcı olan kollagen ile sert ve gevrek bir mineral olan apatit’den oluşmuştur.”1900’lü yılların ikinci yarısında linolyum, asbestli çimento borular, asfalt agrega karışımları yüksek performanslı karbon takviyeli kauçuk, cam lifi reçine sistemleri iyi bilinen kompozit malzemelere örnek oluşturmuşlardır. Şimdiki teknoloji ile malzemeleri daha fazla çeşitte biraraya getirme olanakları ortaya çıkmıştır.

Günümüzde ise kompozit malzeme türleri hızla çoğalmaktadır. Kompozit malzeme üretiminin bilinçli olarak ele alınması ve bilimsel çalışmalarla yeni malzemelerin geliştirilmesi ancak 1940'lı yıllarda plastik kökenli yapıştırıcıların gelişmesi ile olmuştur. Malzemelere değişik özellikler katan polimer kökenli yapıştırıcılar, farklı ya da aynı malzemenin biraraya gelebilmesine olanak vermiş, kompozit malzemenin oluşuma öncülük etmiştir. Çünkü hayvansal ya da bitkisel bazlı olanlar, biraraya getirilen malzemelere çeşitli özellikler katarak farklı bir malzemenin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Cam takviyeli plastiklerin kullanımı da bu gelişimden sonra başlamıştır. Örneğin, radar anten çanakları önemli ilk uygulamalara örnek olarak gösterilmektedir. "Cam takviyeli plastikler;elektromanyetik geçirgenlik, hafiflik, atmosfer koşullarına dayanıklılık ve mekanik özellikleri ile bu amaç için kullanılabilecek en uygun malzeme olmuştur. "İlk CTP tekne 1942'de Amerika'da yapılmıştır. Türkiye'de ilk CTP araba 1967'de Otosan firması tarafından Anadol marka olarak yapılmıştır. İlk elyaf sarma patenti ise 1946'da A.B.D.'de alınmıştır.

1950'lerde ise uçak pervaneleri kompozit malzemedan yapılmaya başlanmıştır. Bugün ise kompozit malzeme kullanımının uçak endüstrisinde %30'a varan oranlara ulaştığı görülmektedir. Bunlara örnek olarak, çeşitli polimerler (plastikler) içerisine gömülmüş karbon lifleri, alüminyum içerisine dizilmiş boron lifleri veya 1000⁰ C üzerindeki sıcaklıklarda çalışan ve nikel-alüminyum alaşımı içerisnde oluşturulmuş nikel-niobiyum levhaları ile kuvvetlendirilen malzemeler gösterilebilir. Bu çeşitli kompozit malzemelerin içerisinde, maliyeti ve elde edilmesi oldukça kolay olan cam-polyester (CTP) oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Malzemelerin iç yapısının analitik olarak incelenmesi geliştirildikçe daha pek çok malzemeyi kombine etme olasılıkları ortaya çıkmaktadır. Kompozit malzeme ile beraber ilk gelişmeler; statik ve dinamik mukavemetlerde ve yüksek sıcaklığa karşı dayanıklılıkta olmuştur. Gelecekte manyetik ve elektrik özelliklerinde de benzer gelişmeler olabilmesi için çalışılmaktadır. (2, S:2-4)

2.3 Kompozit Malzeme Teorisi

Yapı malzemelerinin, günümüz gereksinimlerini karşılamakta yetersiz kalışı nedeniyle ihtiyaç duyulan kompozit malzemeler "matris" denilen sürekli faz ile "dağınık faz" denilen iki ana fazdan oluşur. Dağınık faz, matris içerisinde dağınık halde bulunurken, matris bağlayıcı görev yapar. Matrisin başlıca görevleri, kuvvetleri liflere iletme, lifleri ortamın etkisinden korumak ve kompozitin tokluğunu artırmaktır.

Kompozitin özelliklerinde, matris ile dağınık fazın viskoziteleri, elastiklik modülleri, parça büyüklükleri ve şekilleri, v.b. birçok parametre önemli rol oynar.

2.3.1 Kompozit Malzeme Gereksinim Nedenleri

Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesi, İnşaat sektöründeki gelişmeleri de sağlamıştır.

Bina yapım teknolojisinin olanak sağladığı sistemler sonucu, eskiden gündemde olmayan gereksinimleri karşılamak zorunda kalmış, ilk olarak bu gereksinime yalıtım konusunda ortaya çıkmıştır. Çünkü 19'uncu y.y.'dan 20'inci yüzyıla geçişte yapı sistemlerindeki gelişim sonucunda duvar kalınlıkları azalmış, bununla beraber çeşitli fiziksel sorunlar ortaya çıkmıştır. (4, S:39) Bunu takiben yalıtım dışında, diğer işlevleri yerini getirebilen malzemelere gereksinim duyulmuştur. Böylece yeni malzemeler üretme ihtiyacı doğmuştur.

Özgül sorunların çözümü, yeni malzemeler gerektirirken, var olan malzemeler bu konuda yetersiz kalmıştır. Bu nedenle yeni malzeme araştırılmasının yanısıra yeni sistemler de araştırılmıştır.

Var olan malzemelerin birçok özelliklerinin geliştirilmesi veya yeni malzeme sistemlerinin üretilmesi ile yüksek performanslı yapı elemanları oluşmuş böylece daha rasyonel ve ekonomik çözümlere ulaşılmıştır.

2.3.2 Kompozit Malzemelerin Üretimiyle İyileştirilmesi Gereken Performanslar

Belirli gereksinimlere bağlı olarak, üretilen kompozit malzemelerin aşağıdaki performansları göstermesi gereklidir.

- Mekanik performansların yükseltilmesi

Malzemeleri birleştirmek suretiyle mekanik performanslar az miktarda, ucuz bir ilave yaparak geliştirilir. Örneğin, çimento harcı ve betonun mekanik performansı, değişik liflerin ilavesi ile yükseltilir. Betonarme ve asbestli çimento gibi. Harç ve betonun basınç ve çekme dayanımı arasında 10-50 misli bir fark olduğu için, bu malzemeler eğilmeye çalıştırılmaz. Fakat inşaat çeliği ve asbest lifi katılarak hem eğilmeye hem de çekmeye çalıştırılabilirler. (4, S:3)

-Güvenliğin iyileştirilmesi

Yapıda kullanılan bir ürünün kırılması, çatlaması, kopması tehlike yaratabilir. Yapı elemanı veya bileşenlerinin, bazı parçalarının etkisiyle servis dışı kalmaması gerekir. Bu çerçevede, güvenlik camları, telli camlardan söz edilebilir. (4, S:3)

-Kimyasallara karşı direncin artırılması

Normal koşullarda, bir malzemenin kimyasallara dayanıklı olması için uygun bir dış deri malzemesiyle örtülmelidir. Buna örnek olarak; sac levhanın emaye sırla kaplanmasını, bir borunun galvanize edilmesini gösterebiliriz. Böylece sac levha ve boru, korozyona karşı dirençli hale gelir. (4, S:3)

-Maliyetin düşürülmesi

Burada amaç, ürünün, maliyet fiyatını azaltmak veya değiştirmektir. Ama bazen bu mümkün olmamaktadır. Maliyet fiyatını azaltmak veya değiştirmek, malzemeye bir katkı ilave ederek olur. Örneğin; bir reçine içerisine mineral katkı ilave edilerek, prizdeki rötire azaltılabileceği gibi, basınç dayanımı azaltılmaksızın, mekanik özellikleri muhafaza edilebilir. Fakat bu yol risklidir, çünkü optimum'un iyi tesbit edilmesi gerekir. İlave edilecek olan katkı miktarı çok önemlidir. (4, S:4, 5)

-Bazı Fiziksel Özelliklerin İyileştirilmesi

Bu kapsamda, bir malzeme belirlenen fonksiyonu sağlaması için, yeterli hale getirilmeye çalışılır.

- Bölücü bir duvarın ses geçirmez hale getirilmesi ,
- İstenen bir K değerinin sağlanması,
- Statik yüklere karşı iyi bir mukavemet sağlanması,
- İç ve dış yüzeylerde dekoratif bir etkinin sağlanması,
- Malzemenin, suya ve diğer dış etkenlere karşı dayanım sağlaması gibi.
- Sıcaklığa karşı dayanıklılığın artırılması

Günümüzdeki kompozit malzemelerde_bu tür özellikler aranmaktadır. Ancak elde edilen kompozitin üretim maliyeti ile uygulanma maliyeti, aynı işlevin karşılanması için geleneksel bir malzeme kullanımı ile aynı düzeylerde olmalıdır. Aksi takdirde, bu çözüm şekli ekonomik bir çözüm olmaktan çıkarak, kompozit malzeme üretim amaçlarına karşıt bir duruma gelebilir. (4, S:5)

2.3.3 Kompozit Malzeme Kriterleri

Bir malzemenin kompozit olabilmesi için kompozitin aşağıdaki özellikleri taşıması gerekir;

- İnsan yapısı olması
- En az iki farklı malzemenin fiziksel karışım ya da birleşiminden oluşması
- Bu karışım üç boyutlu olması
- Kompozit malzemede elde edilen özelliğin kompoziti oluşturan bileşenlerde olmaması şeklinde özetlenebilir. (4, S:2)

2.3.4.Kompozit Malzemelerde Aranılan Genel Özellikler

Yapı malzemelerinin kullanımlarına bağlı olarak çeşitli özellikler içermeleri gerekmektedir. Fakat aşağıda belirtilen özelliklerin tümünü bir malzemenin içermesi

olanaksızdır. Malzemelerden beklenen özellikler bazen birbiriyle çelişse dahi, optimum bir çözüm yoluna gidilebilir. Kompozit malzemeler, birçok özelliği diğer malzemelere göre daha çok birarada bulunduran, ideale en yakın olan malzemelerdir. (4, S:40)

2.3.4.1. Yeterli Basınç Mukavemeti

Binalarda özellikle yatay ya da az eğimli yapı elemanlarının (döşeme ve çatı) yeterli basınç mukavemetine sahip olması gereklidir. Basınç mukavemetinin yetersiz olduğu durumlarda malzemeyi takviye ederek yayılı veya noktasal yüklere karşı önlem alınmalıdır. (5, S:16)

2.3.4.2.Yeterli Çekme Mukavemeti

Özellikle genişlemeye karşı ve eğilmeden dolayı oluşan çekme gerilmelerinin karşılanabilmesi için kompozit malzemelerin yeterli çekme mukavemetine sahip olması gerekmektedir. (5, S:17)

2 3.4.3.Buhar Difüzyon direnci

Kompozit malzemelerin su buharını bazı koşullarda geçirmesi bazı koşullarda da hiç geçirmemesi istenir. Bu durum mekanın özelliğine ve yapı elemanının konstrüksiyon tipine bağlıdır. Normal olarak, tüm yapı malzemelerinin binanın nefes alması için, su buharını biraz geçirmesi tercih edilmektedir. Fakat gereğinden fazla su buharı geçirmesi ise kullanıldığı eleman üzerinde yoğuşmaya neden olup çürümeye yol açmaktadır. O yüzden kompozit malzemelerin buhar difüzyon direnci kullanılacak mekan ve koşullara göre oluşmaktadır. (5, S:17)

2.3.4.4. Hafiflik

Hafiflik, kompozit malzemelerde olması gereken en önemli özelliklerden biridir. Yapının yükünü azaltması, kolay taşınmaları, uygulanmaları ve işlenmeleri, yalıtım

yapabilmeleri açısından hafiflik büyük önem taşır. (5, S:17)

2.3.4.5.Yüksek Isı Tutuculuk

Kompozit malzemelerin yüksek ısı tutuculuk özelliklerinin olması istenir. Genelde yalıtım malzemesi olarak kullanımının yaygın olması nedeni ile ısı iletkenlik katsayılarının düşük olması önem taşımaktadır. Isı tutuculuk seviyesi, kompozit malzemelerin kullanılacağı yerin koşulları ile belirlenir. (5, S:17, 18)

2.3.4.6.Boyutsal Kararlılık

Kompozit malzemelerin değişik dış etkenlere karşı şişme ve büzülme gibi deformasyonlar yapmaması beklenir. Boyutsal yönden kararlı bir malzeme olması, değişik malzemelerin karışımından oluşması açısından önemlidir. (5, S:18)

2.3.4.7.İşlenebilirlik

Kompozit malzemelerin çok amaçlı kullanılabilmesi için çeşitli aletlerle kesilebilme, yapıştırılabilme, çakılabilme özelliklerinin kısaca her türlü işlenmeye elverişli olması gereklidir. (5, S:18)

2.3.4.8.Kimyasal Etkenlere Karşı Dayanıklılık

Kompozit malzemeler de tüm yapı malzemeleri gibi kimyasal etkiler altında kalmaya maruzdur. Kullanım yerine göre kompozit malzemelerin belirli kimyasal etkilere karşı dayanıklı olması istenebilir. Günümüzde bazı asit ve kimyasal etkilere dayanımı olan kompozit malzemeler üretilmektedir. (5, S:18)

2.3.4.9.Yanmazlık ve Alev Geçirmezlik

Genelde yanmazlık ideal bir durum olsa bile, kompozit malzemelerin kullanıldığı yerin gerektirdiği alt ve üst limitlere uygun olmak koşulu ile kullanılabilmesi

mümkündür. Sıcaklığının 1500°C üstünde olduğu zaman yanmayan ya da bozulmayan bir yapı malzemesi yoktur. Fakat belirli bir dereceye kadar yanmayan malzemeler vardır. (750°C). Tüm malzemelerin sonuç olarak yanabilme özelliğinin bulunması, malzeme seçiminde zararlı gaz çıkarmayanları tercih etmek gerekir. (5, S:18, 19)

2.3.4.10.Parazitleri Barındırma ve Parazitlere Dayanıklılık

Kompozit malzemelerin, türüne ve bileşenlerine bağlı olarak çeşitli hayvan, böcek gibi parazitleri bünyesinde barındırmaması ve özelliklerini zamanla kaybetmemesi gerekmektedir. (5, S:19)

2.3.4.11.Su ve Nemden Etkilenmezlik

Kompozit malzemelerin kendilerinden beklenen performansları yerine getirebilmeleri için ıslanmamalı ve nem almamalıdır. Aksi takdirde gözenekleri su ile dolar ve fonksiyonunu yerine getirmez duruma gelebilir. Bazı zamanlarda kompozit malzemeler bir buhar kesici ile beraber kullanılabilir. (5, S:19)

2.3.4.12.Sıva Tutuculuk

Birçok kompozit malzemeler hafifliği, pürüzsüzlükleri, dokuları dolayısıyla mekanik etkilere maruz kalabilecekleri şekilde kullanılabilirler. Bu yüzden başka bir malzeme ile korunmaları gerektiğinden, sıva tutuculuk özelliğinin olması istenir.

(5, S:19)

2.3.4.13.Çürümezlik

Kompozit malzemelerin uzun yıllar fonksiyonunu yitirmemeleri için çürümez olmaları gerekmektedir. (5, S:19)

2.3.4.14.Ucuzluk

Maliyet kavramı kompozit malzemelerin seçimi açısından büyük önem taşır. Maliyet fiyatını azaltmak veya değiştirmek, malzemeye katkı ilave ederek olur. Fakat katkı oranı çok önemlidir ve optimum iyi hesaplanması gerekir. Aksi takdirde ekonomik olmaktan uzaklaşmış olur. (5, S:20)

2.4.Kompozit Malzeme Sınıflandırılması

Kompozit malzemelerin sınıflandırılması literatürde değişik yazarlar tarafından, çok değişik şekillerde yapılmıştır. Tüm bu sınıflandırmalar farklı kriterler esas alınarak yapılmıştır. Bu sınıflandırmalar içinden mimarlık alanında kullanım açısında en yararlı olacak olanı esas alınarak, bu sınıflandırma sisteminin açıklanması ve geliştirilmesi yoluna gidilmiştir. Bu sınıflandırma sistemlerini aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür.

2.4.1.Aran'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması (2, S:4)

Bu sınıflandırma sisteminde ilk olarak malzeme biçimleri baz alınmıştır. Buna göre:

- Elyafli Kompozit Malzemeler
- Parçacıklı Kompozit Malzemeler
- Tabakalı Kompozit malzemeler

Takviyelerin yapılış biçimi baz alındığında ise:

- Elyaf takviyeli Kompozit Malzemeler
- Küçük parçacıklarla dayanımı artırılmış Kompozit Malzemeler
- İri parçacıklı takviyeli Kompozit Malzemeler

2.4.2.Demirkesen'e Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması (6, S:6)

Bu sınıflandırma sisteminde ilk olarak matriks malzemesi türleri baz alınmıştır.

Buna göre:

- Metalik Kompozit Malzemeler

- Polimerik Kompozit Malzemeler
- Seramik Kompozit Malzemeler

Yapı bileşenlerinin şekilleri baz alındığında ise:

- Fiber Kompozit Malzemeler
- Partikül Kompozit Malzemeler
- Pul Kompozit Malzemeler
- Dolgulu Kompozit Malzemeler
- Tabaka yapılı Kompozit Malzemeler

2.4.3.Van Wlack'e Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması (7)

Bu sınıflandırma sisteminde yapım metotları baz alınmıştır. Buna göre:

- Karışık Kompozit Malzemeler
- Yüzey Kaplaması Olan Kompozit Malzemeler
- Takviyeli Kompozit Malzemeler

2.4.4.Onaran'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması (8, S:293)

Bu sınıflandırma sisteminde pekiştirici bileşenin türü ve düzenleme türü baz alınmıştır. Buna göre:

- Taneli Kompozit Malzemeler
- Lifli Kompozit Malzemeler
- Tabakalı Kompozit Malzemeler

2.4.5.Nicholls'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması (25)

- Agrega bağlayıcı Kompozit Malzemeler
- Liflerle güçlendirilmiş Kompozit Malzemeler
- Lamine Kompozit Malzemeler

2.4.6.J. Broutman & H. Krock'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması (10)

- Dispersiyon Şeklindeki Kompozit Malzemeler
- Parçacıklarla Dayanımı Arttırılmış Kompozit Malzemeler
- Liflerle Pekiştirilmiş Kompozit Malzemeler

2.4.7.Schwartz'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması (11)

- Fiber Kompozitler Kompozit Malzemeler
- Partiküler Kompozit Malzemeler
- Lamine Kompozit Malzemeler
- İnce Parçacıklı Kompozit Malzemeler

2.4.8.Kocataşkın'a Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması (12)

- Aglomereler
- Liflerle Donatılı Kompozit Malzemeler
- Lamine Kompozit Malzemeler

2.4.9.Toydemir'e Göre Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması (4, S:40-41)

- Bağlayıcı Madde Aglomereleri
- Liflerle Donatılı Kompozitler
- Lamine Kompozitler

Bu sınıflandırmalar içinden mimarlık alanında kullanım açısından en yararlı olacak olan bu sınıflandırma sistemi baz alınarak bölüm 3'de açıklanmış ve tezin son bölümünde de geliştirilmiştir.

2.5.Kompozit malzeme üretimi

Teknoloji, mimari gibi birçok alanda kullanılan kompozit malzeme üretim teknikleri değişik yöntemler içermektedir. Kalıplama yöntemleri için pek çok değişik seçenekler mevcuttur.

Genel anlamda kompozit malzemelerin üretilmesi için izlenen süreç şöyledir:

Takviye eden malzemenin tüm yüzeyi bir matriksle kaplanmalıdır. Bunun için birçok yol vardır. Örneğin; batırma, bir reçine veya polimer solüsyonu ile fırçalama veya spreyleme. Bazen polimer film üzerine de uygulanabilir.

- Bileşenlere uygulanan en olumsuz gerilimlere karşı dirençli olabilmesi için lifler doğru oranlarda uygun yönlendirilmelidirler.
- Malzeme uygun bir kalıp üzerine koyularak, şekil verilir.
- Belirli bir periyod sonrası, matriks sertleşir ya da kürlleme yapılır ve kompozit malzeme son şeklini alır. Kürlleme; belirli bir sıcaklık altında basınçla ya da, kimyasal maddelerle yapılır. Termoplastiklerde; sıcaklık ve basınç yeterli akışkanlığı sağladığı için matriksin sertleşmesi için onu soğumaya bırakmak kafidir.
- Şekil Verme Koşulları

Herhangi bir kalıplama sürecinde, üreticinin avantajı, takviye eden liflerin kullanıma en uygun şekilde forma sokulabilmesidir.

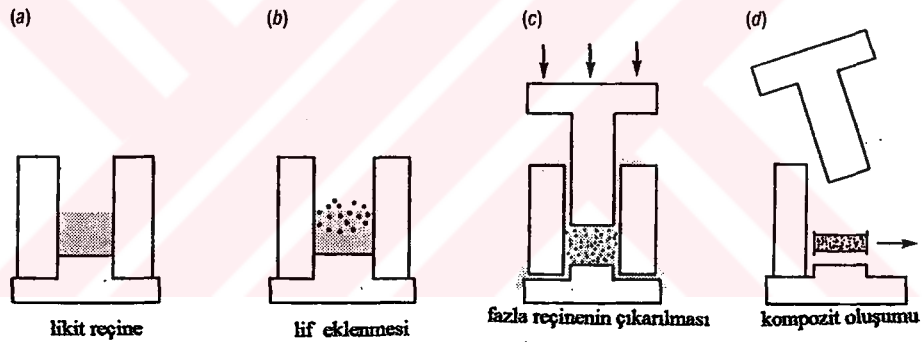
Lifler, kesintisiz uzunlukta elde edilebildiği için (cam, karbon ve aramid), klasik tekstil süreçleri ile yapılabilir. (dokuma, örme, v.b.) Makine sistemi ile lif boyları ölçülebilir ve böylece çeşitli sayıda makaraların uzunlukları ayarlanabilir. Bu teknikle, dar bir şerit halinde, paralel düzende doymuş lif bantları elde edilebilir. Lif uzunluklarının denkleşmesi; lif dolama ve putrüzyon teknikleri için bir avantajdır.

Üretim Teknikleri:

Son 40 yıldır, birçok şekil verme metotları keşfedilmiş ve endüstride kullanılır hale gelmiştir. Tüm metotlarda başlangıçta en basit haldeki bileşenler; süreç sonucunda karmaşık bir malzeme haline dönüşmektedirler. (24, S:37-39)

2.5.1.Kalıba döküm-presleme

Bu metotta kullanılan alet, uç kısımları açık olan metal bir kalıptır. Üst kapağı gevşek şekilde metali kavrayacak formdadır. Üst kısım ile alt kısım arasında 0.05 mm (0.002inç) açıklık vardır. Gerekenler birkaç gram karbon lifleri ve 3 kat fazlası düşük viskoziteli soğuk sıvı reçinedir. Hem epoksi hem de poliestere reçinesi kullanılabilir. Aletin alt kısmına reçine doldurulur ve karıştırılır. Karbon lifleri reçine içerisine atılır ve böylece reçine lifleri ıslatılır. Bu sırada baloncukların yukarıya yükseldiği görülebilir. 10 dakika sonra; T-şekilli üst kısım yerleştirilir ve yük uygulanır. (Şekil 2.1.) Alet, pres olarak görev yapar. Fazla olan reçine açıklıklardan dışarı çıkar. Reçine sertleştikten sonra, kalıp açılır ve dikdörtgen şekilli parça çıkarılır. Kolayca istenilen boyutta kesilebilir ve çeşitli testlere tabi tutulabilir. (24, S:39, 40)



Şekil 2.1.Kalıba döküm - presleme yöntemi

2.5.2.Presleme

Bu teknik çok öncelerden beri kullanılan yüksek basınçlı teknik olup, hidrolik pres içinde çelik alet kullanılarak uygulanır.

3 ayrı tür kalıp mevcuttur

-Flaş kalıp

En basit olan kalıp tipidir. Sade, iki parçası vardır. Bunlar üst ve altta kuvveti uygulayan parçalardır. Bu kuvvetler alt ve üst parçalara bağlanır ve kuvveti iletme yoluyla alırlar. Daha büyük malzeme bileşkenleri kullanıldığında ek olarak elektriksel yolla sağlanan ısı gerekebilir. Malzeme alt parçaya yerleştirilir. Kalıp parçaları yüksek basınç altında preslenir. Fazla malzeme oluk içerisine akar. En son ince tabakalı kompozit malzeme oluşur ve kalıptan çıkarılır.

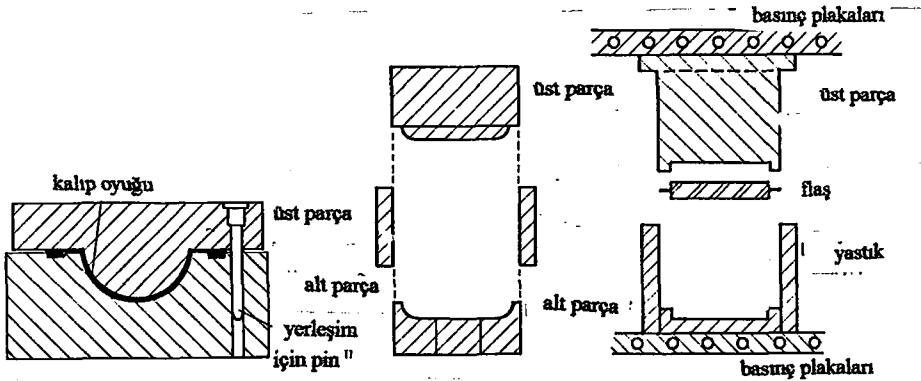
-Pozitif kalıp

Bu kalıp tipi; 3 adet parça içerir. Üst ve alt parçalara ek olarak; iki yanda ağır yastıklar vardır ve bu iki parça yastıkların içine tam olarak oturmaktadır. Alt parça yastığa bağlıdır fakat üst parça aşağıya kayabilmesi için hareketlidir. Böylece tüm kuvvet kalıplara uygulanabilir ve hiçbir sızıntı olmaz. Malzeme bileşenlerinin ağırlığı bu tip kalıpta çok önemlidir. Çünkü aksi takdirde bileşen kalınlıklarında farklılıklar oluşabilir.

-Pozitif flaş kalıp

Bu tip kalıp, diğer iki tipin birleştirilmesinden oluşan bir kalıp tasarımıdır. Flaş kalıpta olduğu gibi üst ve alt parçalar kuvveti uygular ve her iki parça da, derin bir yastığa oturur ve böylece kalıp tüm basıncı karşılar. Üst ve alt arasındaki açıklıklar, fazla malzemenin kaçışına olanak verir. (24, S:41-43)

Bileşenlerin şekil ve her reçine lif kombinasyonunun karekteristiği, hangi tip kalıbın uygun olacağını belirler. (Şekil 2.2.)



a)Flaş Kalıp

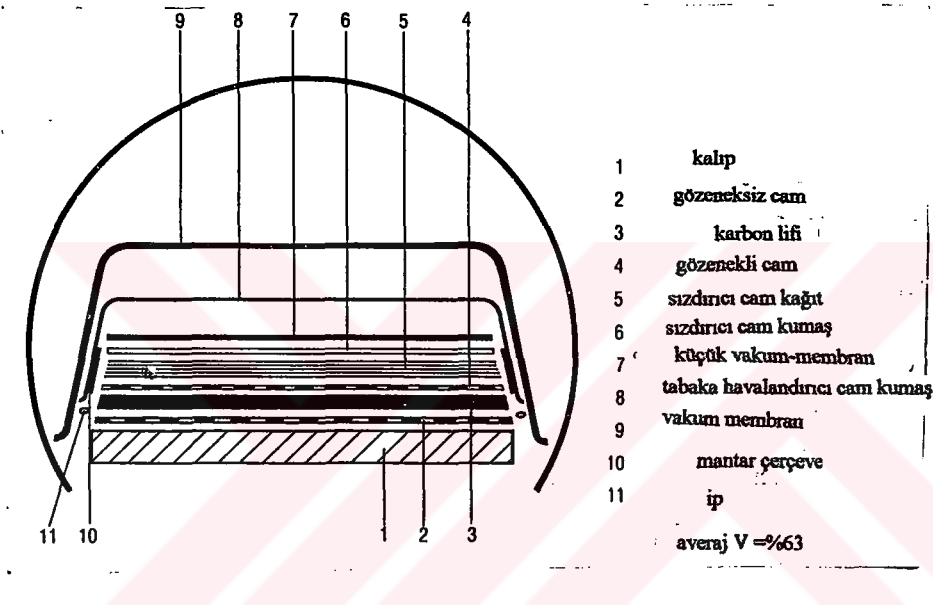
b)Pozitif Kalıp

c)Pozitif Flaş Kalıp

Şekil 2.2. Presleme Yöntemi

2.5.3.Otoklav

Otoklav metodu, büyük parçalardan oluşan kompozitler üretmek için kullanılır. Bu metotla yüksek nitelikte ürün elde edilir. Otoklav değişik basınçlar elde edilebilen, silindirik şeklinde basınç kalıbıdır. Sıcaklık, elektriksel ısıtıcılarla çok yakından kontrol edilebilir ve taşıma ya da iletme yoluyla ısının iletimi sağlanır. Ray sistemi; kalıbın içinde parçaların içeri ve dışarı hareket etmesine olanak verir. Otoklavlı kalıp sisteminde birçok parça mevcuttur. Şekil 2.3.'de bu parçalar görülmektedir.



Şekil 2.3. Otoklav yöntemi

Bu kalıplama sisteminde, sıcaklık derecesi basınç, lif hacmi, bileşenlerin ağırlık ve kalınlığı kontrol edilebilir. Bir kalıplama süreci şu şekildedir.

- Vakum uygulanır ve sıcaklık artırılır.
- Sabit bir sıcaklıkta, reçinenin bir akışkanlık süresi vardır.
- Otoklava basınç uygulanır ve sıcaklık artmaya devam eder. Birkaç saat içinde jelleşme başlar.
- Kürün sonuna kadar sıcaklık ve basınç sabit tutularak yaklaşık 2-3 saat kadar beklenir.

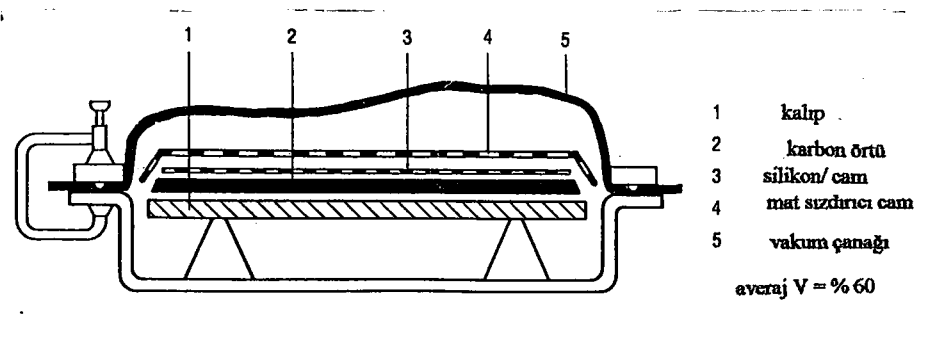
- Isı verme işlemi durdurulur, kalıp oda sıcaklığında soğumaya bırakılır. Soğutma sürecinde biraz basınç uygulanabilir.

Tüm kalıplama süreci 5 saat içinde sonuçlandırılır. (24, S:43-45)

2.5.4.Vakumlama

Otoklavların giderlerinin pahalı oluşu ve indirekt ısıtmayla uzun bir süreç gerektirmesi, bu işlemin basitleştirilmesini gerektirmiştir. Malzeme bileşenleri, direkt olarak elektrikle ısıtılan kalıbın içine yerleştirmek ve sadece vakumlama ile şekil verme yoluna gidilmiştir. Bu kutu cam poliester ile yapılmış, tabanda karbon lifleri ile sertlik verilmiştir. Elektrikli ısıtma bölümünde ; ısıtıcı olarak karbon lifi kumaşı kullanılır.

Isı iletiminde giriş ve çıkış yolları bakır şeritlerin arasındaki iletken katmanların sandviç şeklinde üst üste konulmasıyla sağlanır ve cam kumaşı plakalarının arasına yerleştirilir. Daha sonra bu kombinasyon yüksek sıcaklık altında hidrolik basınç kullanılarak şekillendirilir. Kırleme işlemi tamalanmış olur. Isıyı muhafaza etmek için camyünü ile yalıtım yapılır. Cam yünü vakum örtüsünün üstüne konur. (Şekil 2.4.) Islak yatırmadan artan fazla reçine kutunun altındaki kanallara akar. Vakumlama sistemi ucuz ve yararlı bir sistemdir. Bu yöntemle, mekanik performansları daha yüksek malzeme elde edilir. Vakumlama, poliester, epoksi ve vinil ester reçinelerinin kumaş ile takviyesi için kullanılır. (24, S:45, 46)



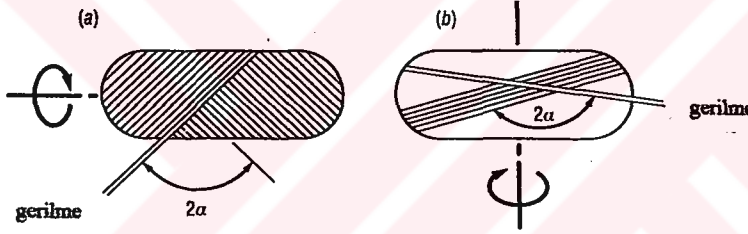
Şekil 2.4. Vakumlama yöntemi

2.5.5.Lif sarma

Bu teknik, soğuk ve sıcak reçine ile bağlanmış tüm liflere uygulanabilir. Uygulamalarda, sarılmadan önce liflere sıvı reçine uygulanır. Sertleşmesi için ayrıca bir ısıtma gerektirmez ya da sıcak kürleme için ayrı bir fırına konur. Bu da boyuta ve sayıya göre değişir. Daha önceden sıcak bir reçine sistem ile doyurulmuş lifler, kuru olarak sarılabilir, sonra erimesi için ısı verilir ve kürlenir. İki tip sarma metodu vardır.

- Polar Sarma
- Çevresel Sarma

Polar sistemde lifler bir uçtan diğerine sarılır ve uçları birleştirilir. Şekil 2.5.iki metot arasındaki farkı göstermektedir.



Şekil 2.5. Lif sarma yöntemi

Çevresel sarmada; liflere çekme gerilmesi uygulanır ve reçine banyosu yaptırılır. Doymuş lifler bir mandal üzerinde yatay eksenle döndürülmek suretiyle sarılır. Her dönüş periyodundan sonra, makaranın dönüş yönü ters çevirilip aksi yönde sarma sağlanabilir.

Polar sarmada ise, lifler bir uçtan bir uca sarılır ve böylece uçlar kapatılır. Düşey bir eksen üzerinde döndürülür. Sonunda lifler kendi ekseni yatayla belirli bir açı yapar.

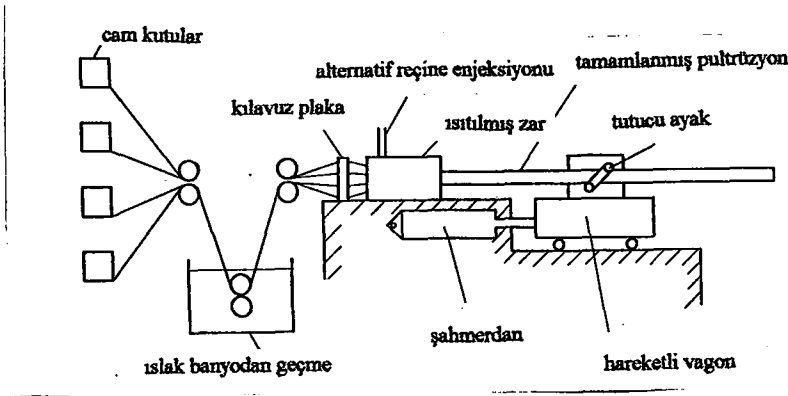
Pultrex tarafından tasarlanan modern makinalarda; lif gerilmeleri, doyma seviyeleri tüm lineer ve dairesel hareketler kontrol edilebilir. Sarma işlemi bittikten sonra bilgisayar bunu bir diske aktarır veya print-out alır ve rapor çıkarır. Sarılan lifleri makaradan çıkarmak için birçok yöntem vardır.

Bunlar:

- Makara parçalara ayrılabilir olabilir ve bu demonte özelliği ile parçalar sökölüp bir uçtan çıkarılabilir.
- Mandalen eriyici nitelikte olabilir ve sıcak suya sokulup, yumuşatılıp çıkarılabilir.
- İnce metal kabuktan yapılmış, hafif bir alaşım olabilir. Bu kabuk sulandırılmış sıcak alkalide çözülebilir. Bu metot, matriksin epoksi reçinesi olduğu durumlarda tercih edilir, çünkü bunlar hidrolize karşı poliesterlerden daha dirençlidirler.
- Mandal ince kabuklu elektrokaplı nikelden yapılabilir. Bu kompozitin sıkıca bağlı olduğu, kompozit ile beraber kullanılan kalıp olarak kalır. (24, S:49-51)

2.5.6.Pultrüzyon

Pultrüzyon sözcüğü, lif yönleri eksensel olan takviye edilmiş plastiklerin üretilmesi metodunun adıdır. Bu ad, metallerin ekstrüzyon yöntemi ile bir zardan geçirilerek plastik hale getirilmesinden uyarlanmıştır. Sıvı bir matriksle doyurulmuş lifler, basınca karşı dirençli olmadığı için gerilme altındaki bir zardan geçirilir. (Şekil 2.6.)



Şekil 2.6. Pultrüzyon yöntemi

Lif dizilerine mukavemet ve tokluk kazandırmak için; uzunlukları ayarlanarak, reçine banyosuna sokulur ve katalize sıvı reçine ile doyurulur. Banyodan çıkarılırken, lifler birçok işlemde geçer ve fazla polimer uzaklaştırılır. Boyuta ve bileşkenin karmaşık olup olmadığına göre zar iki ayrı bölgeleme yaparak ısıtır. İlk bölgede düşük sıcaklık viskositeyi düşürür, ikinci bölgede ise; reçine jelleşir ve matriksi yüksek sıcaklıkta kürler. Sonra zardan çıkarılır ve soğutulur. Böylece sert bir malzeme elde edilmiş olur.

Tüm sürekli lifler pultrüze edilebilir ve böylece melez (birçok malzemenin kombine şekil kullanılmasıyla oluşan kompozit) yapılar elde edilebilir. Daha da fazlası kontrplaklar, hücresel plastiklerin üretimi; zarın içine her iki yüzüne delik delinerek sandviç paneller üretilebilirler. Tasarımı esnek olduğu için dairesel, kare, oval, dikdörtgen gibi şekiller elde edilebilir.

Özetlenecek olursa; pultrizyon metodu geniş kapasitede, yüksek lif hacimli kompozit malzeme üretimi sağlayan bir yöntemdir. (24, S:52, 53)

2.5.7.Reçine Enjeksiyonu

Bu teknik ilk olarak 1940'lı yıllarda A.B.D.'de cam poliesterden tekne üreten Dr.Muskat tarafından ortaya konmuştur. Bu yöntemde; cam liflerini alüminyum kalıp ve cam-poliester kabuk arasına yerleştirilir. Kalıbı çevreleyen kanaldan sıvı reçine yukarı doğru emilir. Doymuş camda gözlenebilen bir koyulaşma oluşur, bu koyulaşma dıştaki saydam kabuktan da gözlenir. Bu kabuk ;kalıbın içindeki reçine seviyesine kadar dibe batırılır. Doyma noktasında, vakum ağzı kapatılır, reçine tüm alana yayılır.

Modern reçine enjeksiyonunda kalıbın her iki yarım parçası da gözeneksiz rijit malzemelerden yapılmalıdır ve katalize edilmiş reçine belirli basınç altında kuru yatırma yöntemiyle enjekte edilir. Minimum viskositeye ulaşana kadar ısıtılan reçine, yatırılan liflere doğru pompalanır ve baloncuk meydana gelir. Böylece

reçine, akışı baloncukla bitene kadar devam eder. Bu noktada ;akış durdurulur ve sıcaklık derecesi artırılır, basınç sabitleştirilir, jelleşme olur ve kürleme başlar.

Reçine enjeksiyonu , orta boyda boşluksuz bileşkenlerin üretilmesini sağlar. Bunun içini; yüksek oranda takviye ve kesin boyutlar gerekir. (24, S:53, 54)

2.5.8.Elle Yatırma

Bu yöntemde ; 3 değişik süreç vardır. Elle yatırma da; basınç elde etmek için özel bir alete gerek yoktur. Küçük el aletleri ile uygulanabilir. Düz ve oluklu silindirler, yuvarlak cam çubuklar v.b.aletler kullanılabilir.

- **Basıncsız Yolla Fenollu Asbest Ürün Elde Edilmesi**

Fenollu asbest yüksek basınçlı bir kalıp malzemesidir. Kürleme işleminde kimyasal olarak elde edilen su lamine malzeme içersinde çözülür. Fenollu asbest suda çözülebilen fenol reçinesi ile bağlı olduğundan, ılık suda yumuşama özelliği vardır. Bu tekniğin en önemli özelliği; kompozitlerin üretiminde yüksek basınca gerek göstermemesidir. Bu yüzden reçine içine tamamen karışabilir ve bu karışımda oluşan düşük buhar basıncı, ayrıca dışardan bir basınç uygulamasına gerek göstermez. Suda yumuşama özelliğinden dolayı uzayıp kısalabilir, istenilen eğrilikli kalıba sokulabilir.

- **Normal Elle Yatırma**

Bu işlem, normal oda sıcaklığında gerçekleştirilebilir. Metal veya cam altlık üzerine, kumaş yatırılır ve reçine sürülür. Sonra ikinci tabaka kumaş ve ikinci tabaka reçine ile işlem istenilen kalınlık elde edilene kadar devam ettirilir. İşlem bitince bu katmanlar silindirlerden geçirilerek oda sıcaklığında sertleşmeye bırakılırlar.

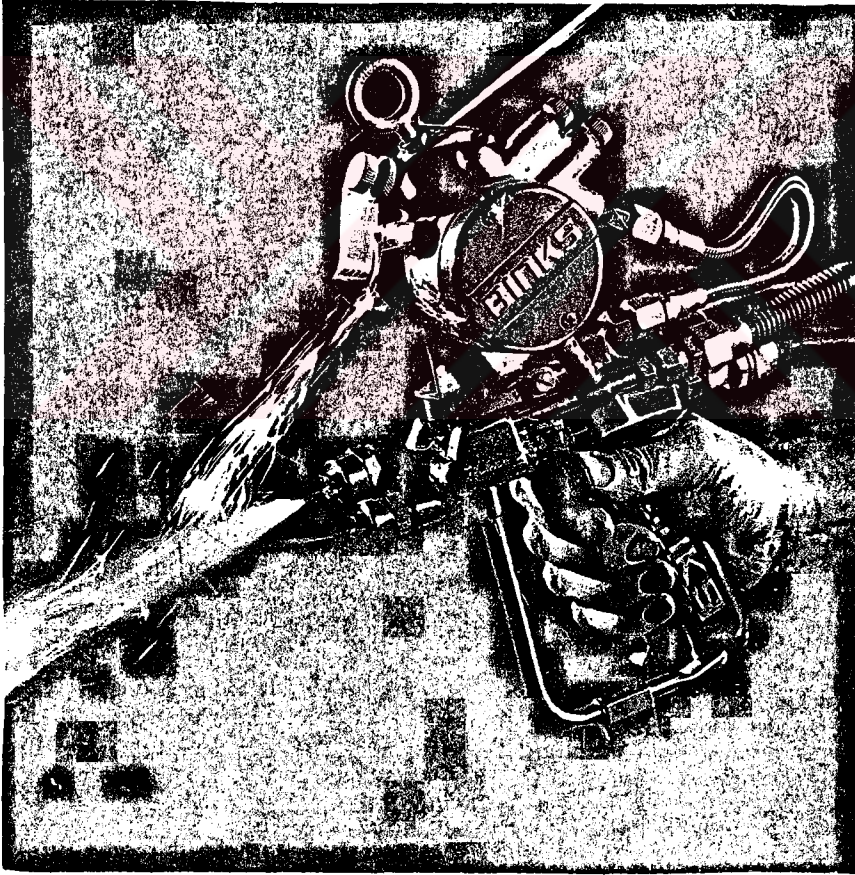
- **Boşluksuz Lamineler**

Elle yatırmanın başka bir çeşidi olan bu teknik yüksek nitelikli lamine kompozitler elde etmek için kullanılır. (24, S:54-57)

2.5.9.Spreyleme

Belirli ağırlıktaki lif ve reçineyi aynı anda kalıbın yüzeyine aktarmak için, spreyleme çok iyi bir tekniktir. Cam ve karbona uygulanabilir. Sprey aletindeki bıçakların sayısı ile pozisyonunu değiştirerek uzunluğu 2mm-50mm arasında lifler elde edilir ve iki başlı spreyleme olanağı ile reçine ile karışır. (Şekil 2.7)

İşlem sonucunda oluşan reçine fazlası, kalıp yüzeyinden yivli silindirlerle tekrar geçmek gerekir. Böylece oluşan boşluklarla kapatılır. Bu metodla elde edilen laminelerde diğer tekniklere göre daha çok boşluk vardır, daha orta düzey mekanik özellikler gerektiren elemanlar için ekonomik bir çözümdür. (24, S:49)



Şekil 2.7. Spreyleme yöntemi

2.6.Mimarlık Dışında Kompozit Malzemenin Kullanım Alanları

Mühendislik alanına yeni bir malzemenin girişi; kullanılacak malzemenin nerede uygulanacağını açık bir şekilde belirtilmesini gerektirir. Çeşitli kompozit malzemelerin kullanımının en yaygın olduğu sektör havacılıktır. Bu alan en yüksek nitelik ve performansı gerektirir ve ağırlığın azaltılması da öncelikli önem taşır. Kompozit malzemelerin iyi yönleri tanınmaya başlandıkça, diğer endüstri alanları da ilgilerini bu malzemeye yöneltmişler ve çeşitli olanaklar keşfetmişlerdir. Tıp, haberleşme spor malzemeleri, müzik aletleri bunlardan birkaçıdır. Uçak malzemeleri; her türlü boyutta olmasına rağmen, genellikle üretim açısından küçük ölçekte, fakat fiyat olarak pahalı olan malzemelerdir. Bu pazarı genişleten her malzeme üretimi artırır ve fiyatı düşürür.

2.6.1. Uçak Mühendisliği

Bu alanda üretim yönünden iki yapısal parçadan hareketle yola çıkılabilir.

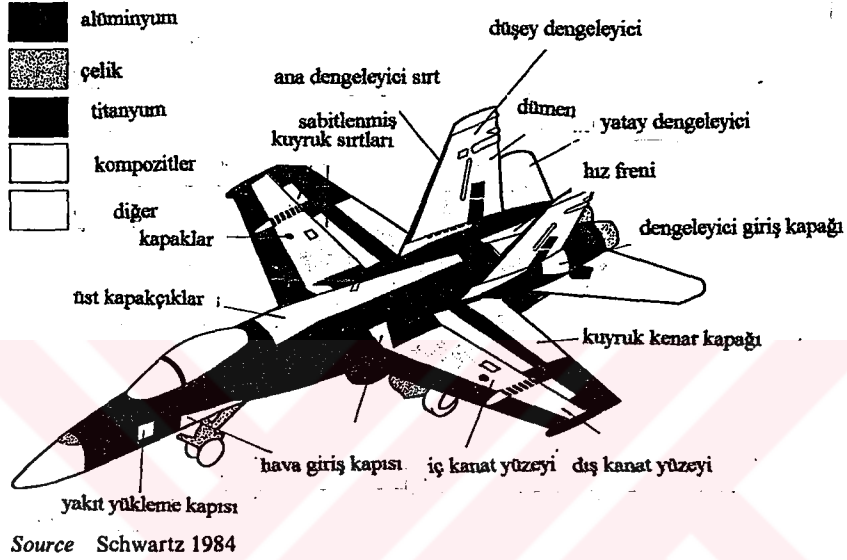
- Birincil parçalar(kanat, kuyruk, v.b.)
- İkincil parçalar (bagaj bölümü, tuvalet, v.b.)

Birincil parçalarda oluşan hatalar hedefi saptıran ve uçağın kaybına neden olabilen hatalardır, fakat ikincil parçalarda meydana gelen hatalar tasarım amacını değiştirecek nitelikte değildir.

45 yılı aşkın bir süredir cam ve asbestli plastik kullanımını içeren ikincil parçalarda kompozit malzeme kullanımının gelişimi görülmektedir. Son 25 yıl içerisinde de cam, karbon ve aramid bazlı ileri kompozit malzemelerin birincil parçalardaki etkin kullanımı görülmektedir. (Şekil 2.8)

Uçak parçalarında, karbon takviyeli plastik kullanımı ile ağırlıktan kazanıldığı gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra metal ve kompozit arasında bir mukayese yapılacak olursa; ilk gözlenen, kompozit kullanımında gerekli olan parça sayısının azaldığıdır. (24, S:171-187)

Parça ismi	Metal	Karbon Takviyeli Plastik
Kanat kirişi kafesi	107	52
Burun	36	4
Uç kafes	54	6
Kanat Tipleri	12	12
Bağlantı Elemanları	4938	1201



Şekil 2.8.Bir F-18 uçağında kompozit malzeme dağılımı

2.6.2.Rüzgar Türbinleri

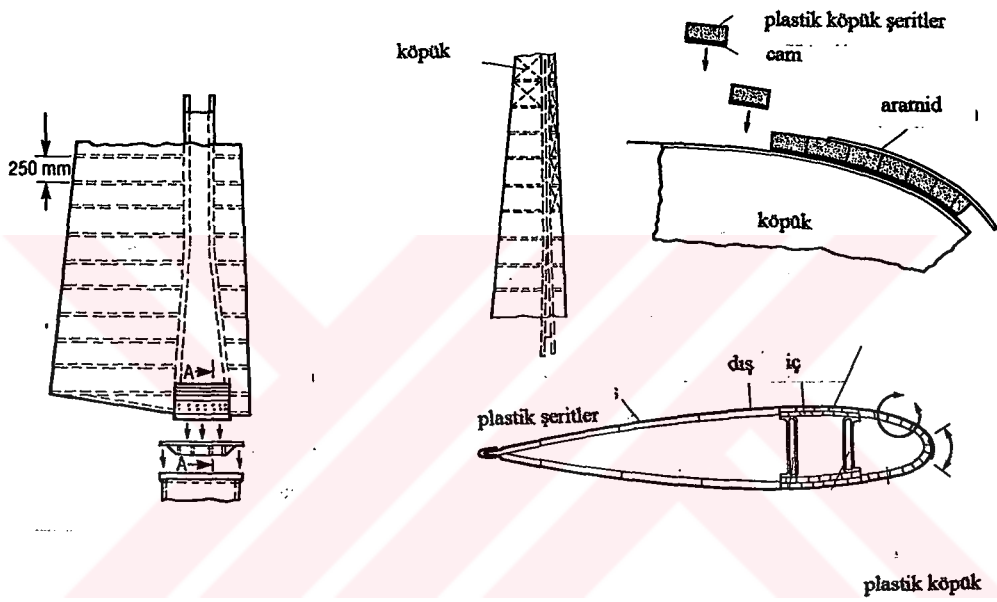
Kompozit malzemeler, elektrik elde etmek için kullanılan değişik türbinlerde de kullanılabilir. Bu tür türbin kanatlarının çapları küçüktür ve evler, çiftlikler ve küçük işler için özel montajları yapılır. Şimdilerde ise, güç oluşumu daha ciddi ve büyük boyuttadır ve rüzgar türbinlerinde sayısal artış görülmektedir.

İlk türbin kanatları, cam lifleri ve poliester ya da epoksi reçineleri matriks olarak kullanılarak yapılmışlardır. Hamilton-Standart firması tarafından 46m maximum çapta yapılmıştır. (24, S:188-191)

Günümüzde, modern tasarımlarla ana kanat kirişinde karbon lifleri kullanılmış; burulma tokluğu, cam yerine aramid liflerinin kullanımıyla geliştirilmiştir.

(Şekil 2.9)

Kanat tasarımının son şekillenişinde; ana kiriş, birbiri ile karşılıklı ikiz üniteden oluşur. Aramid ve epoksi karışımının kullanımı ile geliştirilmiştir. Diğer birçok parçada; genişleştirilmiş köpük plastikler, cam-epoksiler ve köpükler kullanılarak üretilmişlerdir.



Şekil 2.9. Rüzgar türbin kanadının son şekli

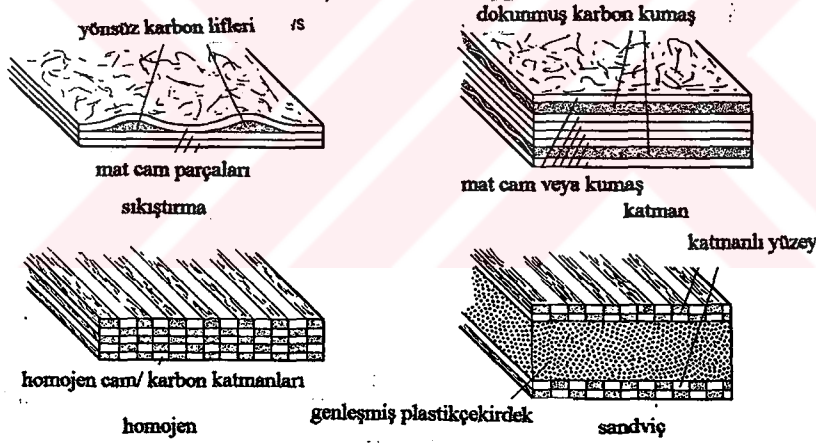
2.6.3. Deniz Araçları

Bu terim deniz üzerinde giden uzunluğu 61m'ye kadar varan tüm taşıtları içermektedir. Kompozit malzemenin deniz araçlarında kullanımında büyük başarı elde edilmiş; tekne yapım endüstrisini, küçük boyutlarda yapımdan, daha büyük boyutlarda üretim olanağı veren endüstriye götürmüştür.

1940'lı yıllarda, ahşap ve metal geleneksel bir malzeme iken, 30 yıl önce kompozit malzeme kullanımı; uygunluğunun yanı sıra, maliyetin diğer malzemelere göre aynı seviyelerde olması nedeni ile önem kazanmıştır.

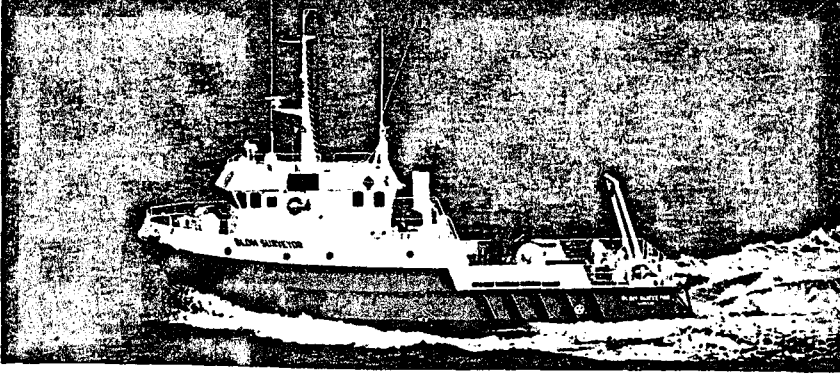
İlk olarak, kompozit malzeme üretimine deniz araçlarının yapımına ahşabın orijinininden yola çıkılarak beton ve buna benzer kolay işlenebilen malzemeyle başlanmıştır.

Bundan, cam lifi ve reçine üretimi mümkün olmuştur. Camın düşük modüllü olması nedeniyle, kirişlerin , panellerin ve diğer elemanların sertliklerinin artırılması için malzeme eklenmesi ve kesitin kalınlaştırılmasına doğru bir yönelme olmuştur. 1960'lı yıllarda melez (karbon ve camın çeşitli oranlarda karışımı) kullanımı (Şekil 2.10.) bu özellikle sağlanmıştır. Böylece ağırlık artmadan yüksek mukavemet sağlanmıştır.



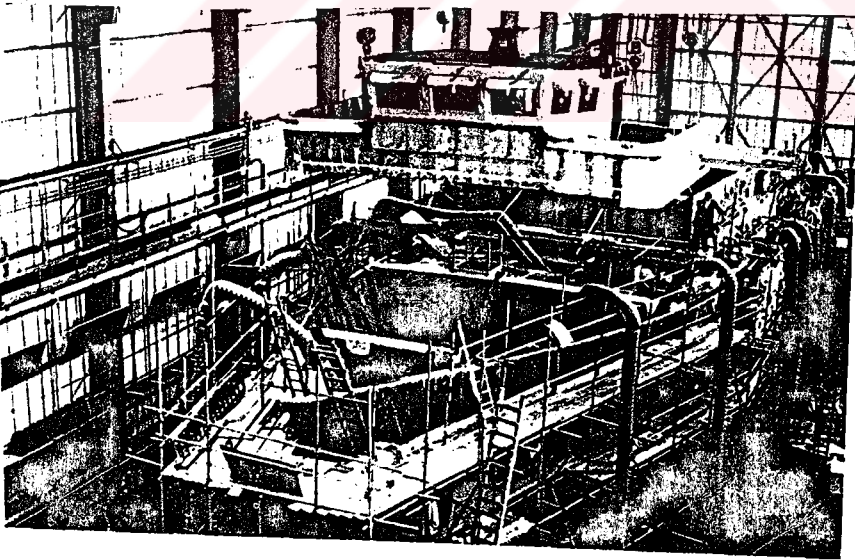
Şekil 2.10. Camın ve karbonun çeşitli oranlarda karışımının kullanımı

Bu sektörde kullanılan kompozit malzemeler, cam- karbon karışımı, kontrplak çekirdek üzerine cam yüzeyler, kalın karbon çekirdek üzerine kontrplak, aramid lifi kullanımıdır. (Şekil 2.11.)



Şekil 2.11. Aramid lifleri ile takviye edilmiş bir gemi

Bir özetleme yapılacak olursa; cam, karbon ve aramid ayrı ayrı ya da beraber kullanılarak ile tekne yapımında ana rolü oynamışlardır. (24, S:191-195) Bu alanda üretilen ürünler çeşitlilik gösterirler. Sürat motorları, polis tekneleri, sahil koruma tekneleri, denizaltılardaki dedektörler ve mayın arayıcılar ve v.b.üretilebilir ve birçok araç yapımında kullanılabilirler. (Şekil 2.12)

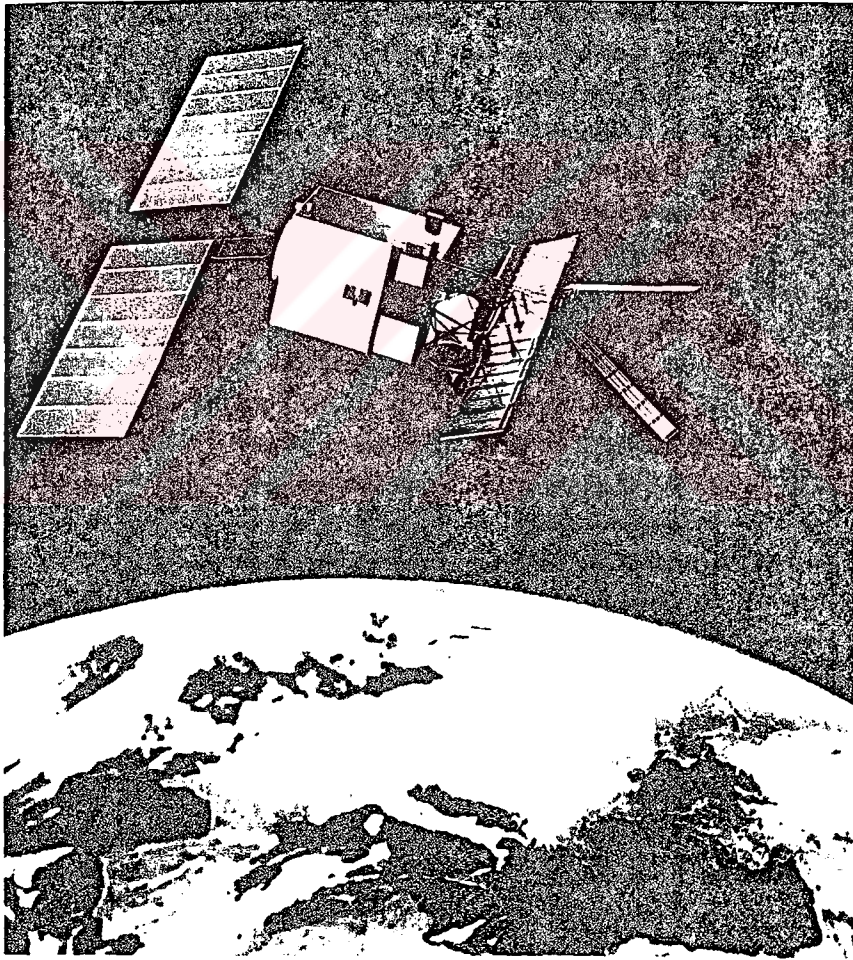


Şekil 2.12.Cam liflerinin tekne gövdesinde kullanımı

2.6.4.Uzay Araçları

Dünya yörüngesine uzay aracı fırlatan roketlerin bu gücü, yüksek enerjili yakıtlar ile sağlanır. Ağırlığın çoğunluğu yakıt ağırlığı, kalanı ise sistemin kendi ağırlığıdır. (motorlar ve v.b.) Bu nedenlerden dolayı uzay teknolojisinde kompozit malzemenin geniş çapta kullanımı ile ağırlığın büyük oranda azaltılması sağlanmaktadır.

Bazı yakıt ve oksidanların (peroksit veya nitrik asit) metal ya da metal örtülü, korozyona karşı üstün direnç gösteren tanklara ihtiyacı vardır. Bu tür sistemler kompozit malzemelerden yapılan en büyük boyuttaki yapılardır. (Şekil 2.13.)



Şekil 2.13.Enerji akışını sağlayan karbon takviyeli plastiğin kullanıldığı bir uydu

Amerika ve Avrupa yapımı olanların gövdeleri cam lifleri ve epoksi reçinesi ile yapılır. En iyi verimi alabilmek için E-camlarına oranla daha çok güçlü, katı ve düşük yoğunlukta olan S-camları kullanılmaktadır. Karbon lifleri burun kısımlarında kullanılır.

Yük altında oluşan sehimlerin küçük olması için, yüksek elastiklik modülüne sahip karbon-epoksi malzemeler kullanılır. Üst ve alt kollarda bu kompozitler çok kullanışlıdır. (Şekil 2.14.)



Şekil 2.14.Japon haberleşme uydusunun karbon-epoksi kullanılarak yapılmış konfigürasyonu

Sonuç olarak , termoplastik matrikslerle yapılan kompozitler kompakt bir silindir ve yörünge içinde toplanabilir. Çeşitli yollarla, büyük platformlar, güneş ışınları ve büyük reflektörler, uzayla ilgili projelerde büyük aşamalara ulaşılmasını sağlayacaktır. (24, S:196-200)

2.6.5.Tıbbi Uygulamalar

Kompozit malzemelerin tıp alanında da yaygın kullanıldığı görülmektedir. Cam takviyeli plastikler uzun yıllardır yapay kemik yapımında kullanılmaktadır. Bazen cam takviyeli plastikler, vücuda doğrudan uygulanabilirler.

(Başparmakta oluşan çıkıklarda, başparmaktaki bağlantılarda, kolun, dirseğin altında kalan bölümünü desteklemek için v.b.)

Amin ile güçlendirilmiş epoksilerin zararlı olduğu anlaşıldıktan sonra, poliester reçinesi kullanılmaya başlanmıştır. Daha karmaşık durumlar için, önce alçı yapılı ve böylece bunun içine kompozit yerleştirilebilir. Yapay bacaklarda, cam-poliester yerleştirilip içine poliüretan köpük sıkılarak ince kabuğun stabilizasyonu sağlanır. İngiltere ve diğer Avrupa ülkelerinde bu yöntem metalin yerine kullanılmaktadır. Sıklıkla; cam kumaş, alçının yüzeyine direkt olarak yerleştirilebilir ve alçıyı aşınma ve darbesel yüklere karşı daha dirençli hale getirir. Örneğin; küçük çocuklarda alçı, eğer takviye edilmemişse içindeki bacak kısa sürede dağılma gösterebilir. Karbon lifleri ve karbon lifleri ile güçlendirilmiş plastiklerin ortaya çıkmasıyla bu sakıncaları gideren daha birçok yararlar sağlanmıştır.

- Kol Protezleri

Bu protezlerin yapımındaki en genel teknik, alçı malzemenin üzerinin polietilen köpük şeritleri ile kaplanmasıdır. Alçak oluklar içerisine şeritler yerleştirilir ve böylece karbon ve reçine direkt olarak oluklara koyulur ve kürlemeye bırakılır. Sonuç olarak rijit, hafif, kullanımı çok rahat olan bir protez elde edilir. Bu metotla kısa sürede istenilen proporsiyonlarda yapay kol protezleri elde edilebilir. (24, S:201)

- Yapay Göğüs Kafesi

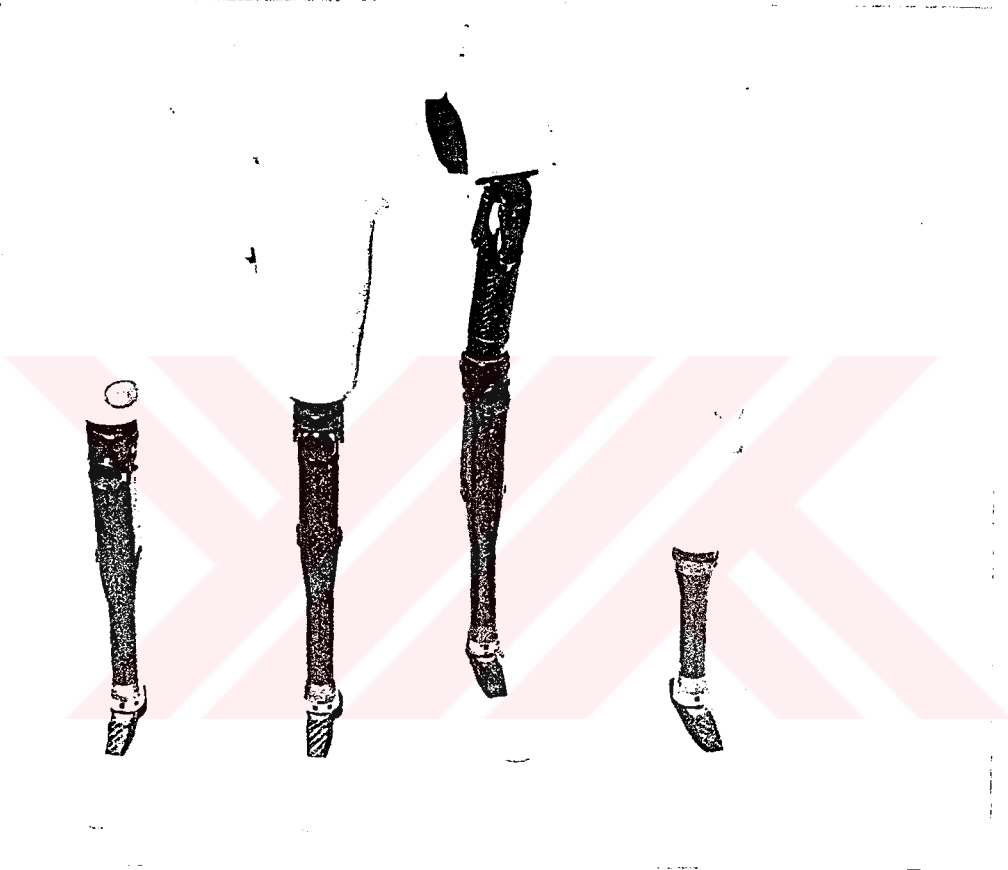
Cam-karbon-poliesterin beraber kullanımıyla elde edilen lamine özellikteki malzeme ile hafif bir kabuk yapımı , başarılı bir çalışmadır. (24, S:201)

- Yapay Bacaklar

Chas A Blatchford & Sons LTD. firması, yapay bacaklar için modüler bir sistem geliştirmiştir. Bu sistem, çeşitli boyutlarda birçok karbon lifi ve epoksi bileşenleri

serisi içerir. Bu bileşenler, diz ve ayak bileğinde birleşebilirler ve böylece, hastaya uygun bir boyutta elde edilebilirler. (24, S:203)

Bu sistem, basınç ve eğilme mukavemeti ve burulmaya karşı üstün performans gösterir. Hem fonksiyonel bir sistem, hem de ağırlığı azaltan bir sistem olduğu için, bu sistem çok yararlıdır. (Şekil 2.15.)



Şekil 2.15.Karbon lifi-epoksi bileşkeninin yapay bacakta kullanımı

- Yapay Kemik

Aynı firma ve diğer birçok firma, artık karbon lifi-epoksi protezler üretmekte ve pazarlamaktadırlar. Bunlar, kemik cerrahisinde kullanılan pahalı titanyum protezlerinin yerinin tutmaktadır.

Karbon takviyeli plastiklerin vücutta kullanımı ile , yapay kemik yapımında çok ileri bir teknolojiye ulaşılmıştır. (24, S:204)

- Beyin

Süre durumları nedeni ile , 0.3×10^{-3} inç çapındaki karbon lifleri insan beyinde elektrot olarak kullanılmaktadır. Bazen çap boyutu daha da büyümektedir. Karbon lifleri bazen de tendonların tedavisinde kullanılmaktadır. (24, S:204)

- Diş

Dişçilik alanında, karbon lifi kağıtları diş yapımında kullanılan akrilik reçinelerini takviye için kullanılır. Örneğin, İngiliz ordusu dişçileri, birçok karbon lifi kağıt tabakalarını kalıp dökülmeden önce, monomer ile doyurmuşlardır. Bu yöntem, dişin ince bölümleri güçlendirir ve sertlik sağlar. (Genellikle ağızdaki görünmeyen dişler) (24, S:206)

2.6.6.Kimya Santrallerinde

Kimya mühendisi , her zaman metal korozyonu ile karşı karşıyadır ve başka bir malzeme kullanarak kimyasal etkilere karşı direnç sağlamak durumunda olduğunun bilincindedir. Çelik tel uzun yıllar kullanılmış , cam lifleri kullanımı daha sonraları gerçekleşmiştir.

Bu malzemelerin bazılarının mukavemeti , çelikten daha az olduğundan, iskelet için komple yeni bir tasarım gerekir. Bazı hallerde, emin olunamadığında dış yüzeye tamamen bir metal kafes giydirilerek yük paylaştırılır. Ancak bu yapı paslanır bir yapıdır.

Aynı zamanda (poliester, vinil-ester, epoksi v.b.) matriks reçineleri; sulandırılmış asit ve alkaliler, meyve suları, domates ve diğer soslar, petrol yağları; sodyum klorür çözeltileri ve diğer kimyasallara karşı direnç gösterir.

Asbest, cam, silikon, karbon gibi takviye edici liflerin doğru şekilde kombine edilmeleri doğru matriks kullanımı ile, endüstride, çevreye karşı uzun ömürlü bir direnç sağlanır. Pompalar, tekerlekler, yağları depolamak için kullanılan variller, kanalizasyon, su boruları imalatı için kompozitlerin kullanımı oldukça yaygındır. (24, S:218)

2.6.7.Spor Malzemeleri

- Oltalar

Cam lifleri kullanılarak oltalar, tekne bağlama ipleri, rezervuar ipleri üretilebilir. Böylece, daha ince, hafif ve dirençli malzemeler elde edilir. Bazı ipler karbon-cam karışımları ile de üretilebilirler. (24, S:207)

- Golf Sopaları

Halat ve ip yapımı, daha da ilerletilerek karbon lifleri ile golf sopaları imal edilmiştir.

Teoriye göre daha rijit ve hafif elde edilen golf sopaları ile atış uzunluğunun 20 - 30 metre daha arttığı gözlenmektedir. Birçok ünlü golf oyuncusu, karbondan yapılmış golf sopalarını kullanmaktadır. (24, S:208)

- Yay

Çok eskiye, atlılara, Asyalılara veya Türklere bakılacak olursa; asimetric malzemenin çekme ve basınç yüzeyleri açısından kullanımının uygun olduğu görülmektedir. Performans, cam lifleri ve ahşabın lamine şekilde kullanılmasıyla artırılmıştır. (24, S:208)

- Raketler

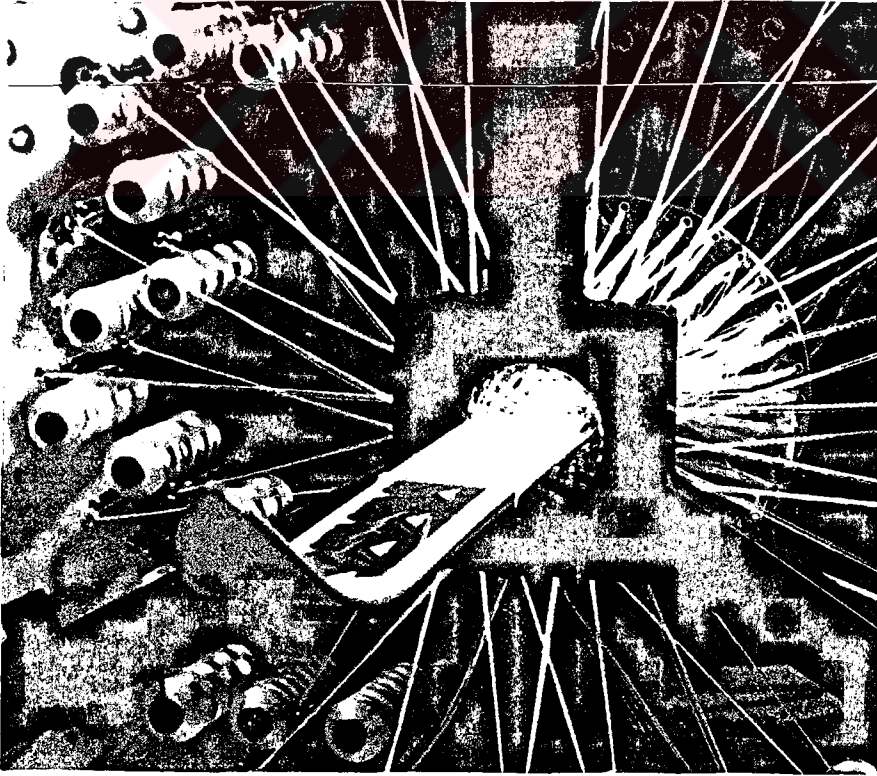
Birçok tenis raketi tasarımı, karbon lifleri kullanılarak üretilmiştir. İki ana tipi vardır:

- Yüksek karbon lifleri içeren termoplastik kalıplama ile elde edilen raket.
- Merkezdeki matriks köpük çevresine , sürekli karbon liflerinin sarılmasıyla elde edilen raket.

Matriks olarak genellikle poliüretan kullanılır. Aynı metodlar squash sporu racketleri için de kullanılır. Sadece takviye biraz daha artırılır. Masa tenisi racketleri ise sandviç yapılar kullanılarak (karbon lifleri ile kontrplak kullanımı)üretilir. (24, S:208, 209)

- Kayak

Kayaklar da kompozit malzemelerin kullanıldığı önemli bir spor malzemesidir. Buradaki en önemli teknik problem ise , dönüşlerde gereken esneklik ve burulma tokluğunun sağlanması için , takviyenin uygun yapılmasıdır. (24, S:209) Amerikan firması K2 kompozit alpin kayakları üretmektedir. (Şekil 2.16)



Şekil 2.16. Kompozit malzemenin kayak yapımında kullanımı

Zaman zaman, A.B.D.'nin sembolik sporları olan beyzbol ve kriket oyunlarındaki sopaların da, kompozit malzemeler ile üretimi yolunda çalışmalar gözlenmektedir.

2.6.8.Otomotiv Endüstrisi

İlk olarak 1968 yılında GT40 Ford marka arabada karbon lifleri, araba gövdesinde kullanılmıştır. O günden sonra, kompozit malzemenin otomobil sektöründe kullanımı yaygınlaştı. 1978 yılında Ford firması karbon liflerinden oluşan bir otomobil üretmiştir. 1967'de Türkiye'de ilk kez CTP'den Anadol marka araba üretilmiştir.

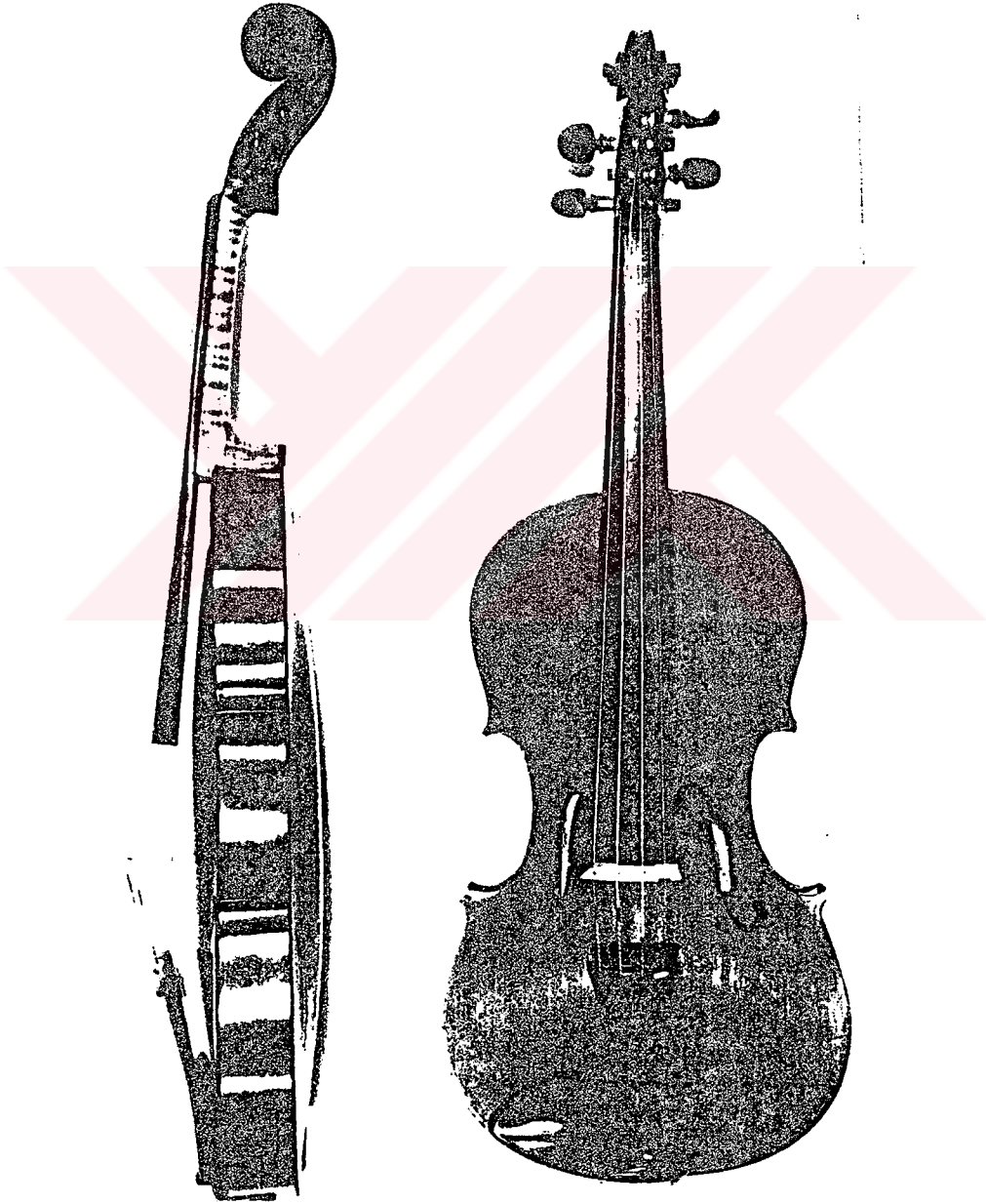
Kompozit malzeme , otomobilde motorda , tekerlekte, tankta, dümen kontrollerinde, değer bir deyişle gövde ve şaside kullanılmaktadır. (Şekil 2.17.) (24, S:213)



Şekil 2.17.Karbon liflerinin kullanıldığı yarış arabaları

2.6.9 Müzik Aletleri

Londra Mobilya Kolejinde , müzik aletlerinin tasarımı için kompozit malzeme kullanımı ilgiyle karşılanmıştır. Karbon takviyeli pultrüzyon ya da köpük plastiklerinin gitar, lavta, keman gibi müzik aletlerinde kullanımının ses kalitesini artırdığını ve daha sağlam bir iskelet oluşturduğu görülmektedir. Özellikle karbon lifi-epoksi malzemelerin kemanda kullanımı, ses niteliğini büyük oranda arttırmıştır. (Şekil 2.19.) (24, S:216)



Şekil 2.18. Kompozit malzemenin keman yapımında kullanımı

BÖLÜM 3

KOMPOZİT MALZEMELERİN SINIFLANDIRILMASI

3.1 Bağlayıcı Madde Aglomereleri

3.1.1.Çimento Bağlayıcılı Hafif Agregalı Kompozitler

- 3.1.1.1. Perlit Betonu
- 3.1.1.2. Styropor Betonu
- 3.1.1.3. Genleştirilmiş (Ekspanse) Kil Agregalı Beton
- 3.1.1.4. Ponza Agregalı Beton

3.1.2. Alçı Bağlayıcılı Hafif Agregalı Kompozitler

- 3.1.2.1. Styroporlu Alçı
- 3.1.2.2. Perlitli Alçı
- 3.1.2.3. Ponzalı Alçı
- 3.1.2.4. Genleştirilmiş (Ekspanse) Kil Agregalı Alçı

3.1.3. Sinterleşmemiş Kompozitler

- 3.1.3.1. Perlitli Tuğla
- 3.1.3.2. Styroporlu Tuğla
- 3.1.3.3. Ponzalı Tuğla

3.1.4. Bitüm Bağlayıcılı Kompozitler

- 3.1.4.1. Bitüm Bağlayıcılı Genleştirilmiş (Ekspanse) Mantar
- 3.1.4.2. Bitüm Bağlayıcılı Kırmataş Ve Taş Tozu (Asfalt)

3.1.5. Rijit Köpük Halindeki Kompozitler

- 3.1.5.1. Gaz Betonlar
- 3.1.5.2. Cam Köpükler
- 3.1.5.3. Alçı Köpükler

3.1.6. Çimento Bağlayıcılı Normal Ve Ağır Agregalı Kompozitler

- 3.1.6.1. Normal Beton
- 3.1.6.2. Barit Betonu (Ağır Beton)

3.1.7. Manyezi Bağlayıcılı Ahşap Testere Talaşı Yada Mantar (Ksilolit)

3.2 Liflerle Donatılı Kompozitler

3.2.1 Çimento Bağlayıcılı Kompozitler

- 3.2.1.1 Çimentolu Asbest
- 3.2.1.2 Çimentolu Ahşap Talaşı (Heraklit)
- 3.2.1.3 Manyezi Çimentolu Ahşap Talaşı
- 3.2.1.4 Çimentolu Testere Talaşı (Betopan)
- 3.2.1.5 Betonarme
- 3.2.1.6 Cam Elyafı Beton (Fibrobeton)

3.2.2 Polimer Bağlayıcılı Kompozitler

- 3.2.2.1 Bakalitli Cam Yünü
- 3.2.2.2 Poliesterli Cam Lifi
- 3.2.2.3 Lifli Polimer Betonları
- 3.2.2.4 Ahşap Lif Ve Yonga Levhaları

3.2.3 Asfalt Bağlayıcılı Kompozitler

- 3.2.3.1 Asfalt Bağlayıcılı Cam Lifi
- 3.2.3.2 Asfalt Bağlayıcılı Asbest Lifi
- 3.2.3.3 Asfalt Bağlayıcılı Selüloz Lifi

3.3 Lamine Kompozitler

- 3.3.1 Lamine Ahşap Kompozitler
- 3.3.2 Lamine Plastik Kompozitler
- 3.3.3 Lamine Cam Kompozitler
- 3.3.4 Lamine Metal Kompozitler
- 3.3.5 Lamine Ve Liflerle Donatılı Kompozitler
- 3.3.6 Farklı Malzemelerden Oluşan Lamine Kompozitler
- 3.3.7 Sandviç Kompozitler

3.1.Bağlayıcı Madde Aglomereleri

Bu grup kompozitler, bir bağlayıcı içerisinde dağınık bir faz olarak bulunan parçacıklardan oluşur. Bağlayıcının içerisine katılan parçacıkların ve bağlayıcı özelliklerine göre, kompozit özellikleri çeşitlilik gösterir. Bağlayıcı içerisindeki parçacıklar, matris içerisinde rastgele dağılmaktadır ve bu nedenle, bağlayıcı madde aglomereleri izotropik özellik gösterir.

3.1.1.Çimento Bağlayıcılı Hafif Agregalı Kompozitler

Bu gruptaki kompozitler, bağlayıcısı çimento olan hafif agregalardan oluşan, bağlayıcı madde aglomereleridir.

3.1.1.1.Perlit Betonu

Perlit betonu, normal beton agregaları olan kum, çakıl v.b.malzemeler yerine perlit kullanılarak elde edilir. Perlit doğadan geldiği gibi kullanılmaz. Isıtma yoluyla genişletilir ve çok hafif silisli taneciklere dönüştürülerek çimento harcına katılır.

Perlit betonun hazırlanmasında, istenilen özellikler doğrultusunda karışım oranları belirlenir. Daha sonra gerekli miktarda su ile çimento karıştırılarak içine perlit ilave

edilir. Karıştırma işlemi bir betoniyer, bir el aleti veya kanatlı karıştırıcı(hamur makinası) ile yapılabilir.

Dikkat edilmesi gereken hususlar; perlit danelerinin homojen olarak dağılması, perlit tanelerinin kırılarak ufalanmaması ve karışımın mümkün olduğunca kısa sürede yapılmasıdır. Segregasyonu önlemek için, karışım suyuna belirli miktarda hava sürükleyici madde ilave edilir ve betonun yoğunluğu azaltılarak yalıtımı artırılır, su emiciliği azaltılır.

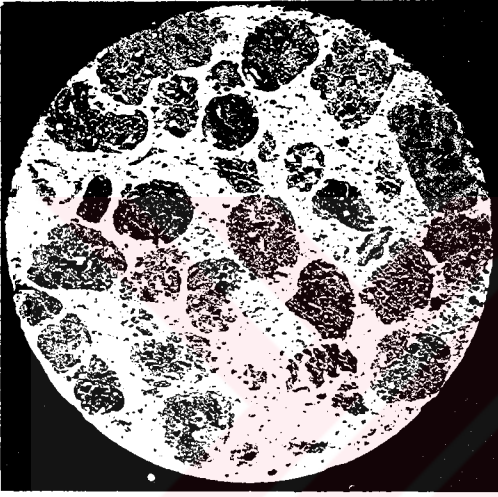
Perlit betonu, inşaat sektöründe ölü yükleri azaltmak, ısı ses yalıtımı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Perlit betonlarının ısı yalıtımı yanında, ateşe dayanıklılıkları da yüksektir. Genellikle taşıyıcı olmayan yapı elemanlarında kullanılmakla birlikte 35 kg/m² ve daha yüksek mukavemete sahip olan perlit betonları, ara duvar ve dış duvar elemanlarının yapımında da kullanılırlar. Perlit betonları, bina döşemelerinde, çatılarda perde duvarlarda ve çeşitli yalıtım uygulamalarında kullanılmaktadır. (13, S:106-108)

3.1.1.2.Styropor Beton

Styropor betonu, doğrudan stroporun çimento ve su ile karıştırılarak ve belli kalınlıkta yalıtım levhaları halinde üretilbildiği gibi, normal beton içerisine betonu hafifletmek amacı ile styroporun katılması ile elde edilebilir. Bu ikinci halde elde edilen beton, stroporla birim ağırlığı azaltılmış olduğu için hafif beton grubuna girer. Ancak styroporun betonla karıştırılmasında, karışımı sağlamak amacıyla styropor danelerinin hafifliği nedeniyle harcın olduğunca kuru kıvamda yapılmasına dikkat edilmelidir. Styroporun, çimento ve su ile karıştırılarak belirli kalınlıklarda ısı yalıtım levhaları üretilmesinde, bu karışım kuralına uymak zorunluluğu vardır. Ayrıca, styropor danelerinin çimento ile yapışmasını sağlamak ve yüzey gerilimini azaltmak için özel bazı sıvılarla ıslatılması gerekmektedir. Böylece gerek yerinde, gerekse hazır levha olarak styroporun yalıtım işlerinde kullanılması olanakları sağlanmış olmaktadır. (27)

3.1.1.3.Genleştirilmiş (Ekspanse) Kil Agregalı Beton

Hafif beton üretilmesinde özellikle dış ülkelerde yaygın olarak kullanılan bir diğer hafif beton agregası ekspanse kildir. Ekspanse kil, hammadde olarak kilin içerisine, ısıtıldığı zaman gaz çıkaran maddelerin katılmasıyla elde edilen oldukça yüksek mukavemetli bir hafif agregadır. Çimento, kum ve su ile karıştırılarak elde edilen bu hafif beton malzeme, özellikle taşıyıcısı elik olan binalarda elik kolon ve kirişlerin yangından korunması ve aynı zamanda taşıyıcı sisteme fazla yük verilmemesi için kullanılmaktadır. Ülkemizde bu tür bir uygulama henüz yapılmamaktadır. (27)



şekil 3.1.Genleştirilmiş (Ekspanse)
Kil Agregalı Beton

3.1.1.4.Ponza Agregalı Beton

Ponza Agregalı Beton, Genleştirilmiş (Ekspanse) Kil Agregalı Beton ile benzer özellikler gösteren bir kompozit malzemedir.

Ponza taşı da hafif beton üretilmesinde kullanılan malzemelerden biridir. Ponza taşının, imento, kum ve su ile karıştırılması ile hafif beton malzeme elde edilmektedir. Genleştirilmiş (Ekspanse) Kil Agregalı Beton gibi, özellikle taşıyıcısı

elik olan binalarda elik kolon ve kirişlerin yangından korunması ve aynı zamanda taşıyıcı sisteme fazla yük verilmesi istenmediği durumlarda kullanılmaktadır

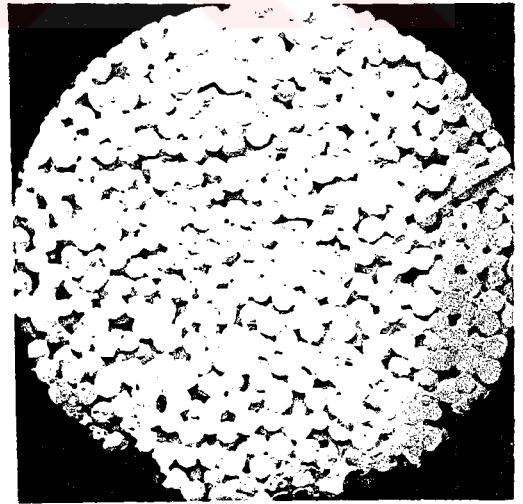
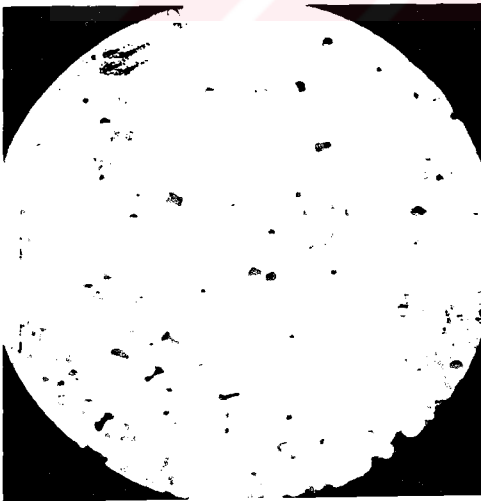
3.1.2.Alçı Bağlayıcılı Hafif Agregalı Kompozitler

Bağlayıcısı alçı olan hafif agregalardan oluşan, bağlayıcı madde aglomereleridir.

3.1.2.1. Styroporlu Alçı

Alçı malzemenin yanmazlığı, nem ayarlayıcı özelliği ve ses emiciliği gibi olumlu özelliklerini styropor ve benzeri polimer köpüklerle birleştirmek suretiyle bu özelliklere ilave olarak yüksek ısı tutuculuk özelliği kazandırılabilir. Ayrıca elde edilen kompozit malzeme düşük birim ağırlığı nedeniyle yapıya fazla bir yük de vermemektedir.

Styroporun dağınık faz, alçının da sürekli faz olarak bulunduğu bu kompozit malzeme türünde, değişik yapı taşları, bölme elemanları ve döşemeye fazla ağırlık vermeyen ısı tutucu alçı şapların yapımında kullanılabilir.



şekil 3.2 Styroporlu Alçı

3.1.2.2 / 3.1.2.3 / .Perlitli / Ponzalı Alçı

Alçı, inşaatlarda kaba inşaat sonrası yüzey işlemlerini ortadan kaldıran bir yapı kapasitelerini artırdığından, hafif malzeme üretiminde büyük bir kullanım alanına sahiptir. Bilindiği gibi alçı, ısı ve ses yalıtımı yapar. Alçıdan yapılan duvar elemanları hafiftir, kolayca örülür, sıva gerektirmez. işçiliği kolaydır.

Alçı içine perlit ve ponza katkıları ilave edilerek, özellikleri iyileştirilerek, hafif, mukavemetli ve ısı, ses yalıtım özelliği bulunan, yangına karşı dirençli bölme panoları üretilmektedir. Bu panolar, kat yüksekliğinde olup, testere ile kolayca kesilebilen uygulanması çok kolay olan yapı malzemeleridir. Aradaki derzler özel harç ile kapatılır. Nemi %70'in üzerinde olan ortamlarda, koruyucu bir tabaka gerektirir. Bunlar, su geçirmeyen plastik duvar kağıtları veya akrilik bazlı boyalar olabilir. (14)

3.1.2.4.Genleştirilmiş (Ekspanse) Kil Agregalı Alçı

Bağlayıcı (sürekli faz) olarak alçı, agrega (dağınık faz) olarak ekspanse kilin karışımından oluşan bu malzeme alçının ve ekspanse kilin olumlu özelliklerini taşıyan bir yalıtım malzemesi olarak geniş kullanım alanlarına sahip olabilecektir. Özellikle agregasının hafifliği, yüksek sıcaklığa dayanıklılık ile bağlayıcısının yangına dayanıklılığı ve nem düzenleme etkileri ile çok olumlu özellikler gösteren bir malzeme olarak nitelenebilir. Ancak alçı ile demirli metallerin alçıyı korozyona uğratması nedeniyle bir arada kullanılmaması gerekmektedir. Bu malzemedan yapı taşı şeklinde bloklar üretilebileceği gibi hazır bir kalıp içerisine döküm yolu ile de değişik yapı elemanları elde edilebilir. (27)

3.1.3.Sinterleşmemiş Kompozitler

Sinterleşmemiş kompozitler, kompoziti oluşturan dağınık yada sürekli faz malzemesinin sinterleşme sıcaklığından daha düşük sıcaklıklarda ısıtılması ile elde edilen kompozitler bu grupta ele alınmıştır.

Perlit ve ponza gibi dağınık faz malzemeleri kille birlikte pişirildiğinde sıcaklık derecesi bunların ve kilin sinterleşme sıcaklığından düşük tutulmak zorundadır. Stroporlu tuğla da, sinterleşme sıcaklığı tuğla için geçerlidir.

3.1.3.1.Perlitli Tuğla

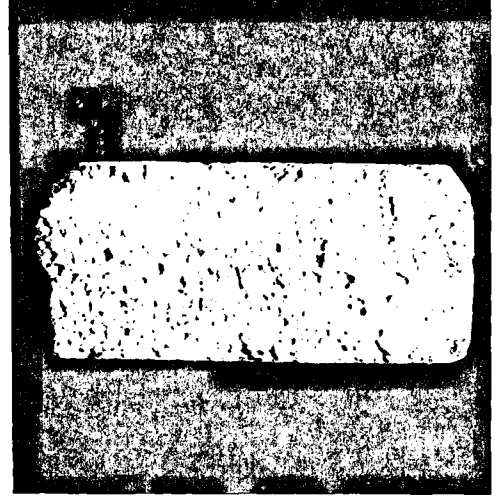
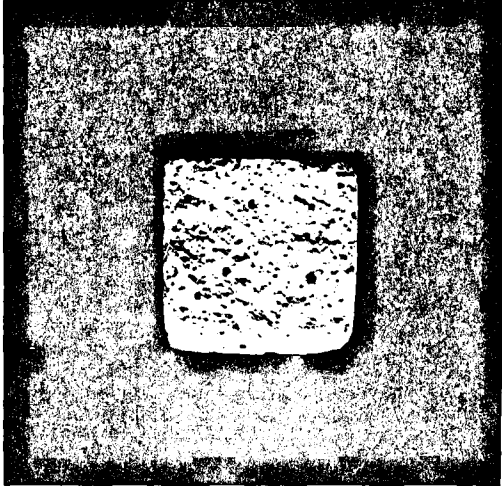
Hafifletilmiş tuğla üretiminde, başka katkılara göre perlit kullanımı önemli faydalar sağlamaktadır. Perlitli tuğlanın kullanım avantajları şöyle özetlenebilir. Hafif tuğla üretiminde boşluk oluşturuıcı maddeler olarak kullanılan organik maddeler pişme sırasında tam olarak yanmadıkları için organik kirlilikle dolu düşük sıcaklıktaki karbon gazlarının çıkışına sebep olmaktadır. O yüzden günümüzde özellikle perlit ve vermikülit katkı maddesi olarak kullanılır. Perlit, organik maddeler gibi CO₂ ve su içermediğinden, üretim, steril şekilde, zararlı artık çıkarmadan sağlanabilir. Genleşmiş perlit, belirli bir danecik boyutundadır ve bu homojen bir boşluk düzeni sağlar. Yüzeyde çatlama ve kırılma oluşmaz. Perlitli tuğlada, tuğlanın fiziksel özellikleri daha da iyileştirilmiştir.

-Isı yalıtımında yoğunluk ve boşluk yapısı çok önemli bir parametre olduğundan perlit katkılı tuğla ile organik madde katkılı tuğlanın, aynı yoğunluktaki ısı yalıtım değerleri de aynı olmaktadır.

-Perlitin ilk sinterleşme sıcaklığı yaklaşık 1000 °C olduğundan, perlitin eritici etkisi ile malzeme bünyesindeki bileşikler arasındaki kimyasal reaksiyonlar hızlanır. Bu da ısıl yönden kararlı oluşumlara neden olur. Bu özellik perlitin, kapilaritesini olumlu etkileyerek don dayanımı artırır. 1500 °C-1600 °C'lerde hala viskozitesi yüksek olduğu için, yangına karşı dayanımı yüksektir.

- Perlitli tuğla üretimi için 850 °C sıcaklık aşılmalıdır.

Perlit katkılı tuğlanın kuruması esnasında su çıkışı olmadığı için, pişme tamamlandığında rötre ve buna bağlı yoğunluk artışı gibi olumsuz yönler ortadan kalkmış olur. Perlitli tuğlanın ilk yatırım maliyeti diğer organik katkılı tuğlalarından pahalı olmasına rağmen, organik maddelerin oluşturduğu kirliliği yok etmek için yapılan çalışmalar dolayısıyla, işletim giderleri önemle göz önünde bulundurulmalıdır. (10) (16) (17)



Şekil 3.3.Perlitli Tuğla

3.1.3.2.Styroporlu Tuğla

Tuğlanın ısı geçirgenlik katsayısını küçültmek amacıyla delikli yapılması dışında tuğla hamuru içerisine pişme sırasında gaza dönüşerek yerinin boş bırakan bazı yanıcı maddeler konulması öteden beri uygulanagelen bir yöntemdir. Bu kapsam içinde, kil hamuruna üretim sırasında serbest styropor danelerinin karıştırılması yoluyla elde edilecek tuğlanın K katsayısı daha da küçültülmüş olacaktır. Özellikle Avrupa ülkelerinde(örneğin Almanya'da Proton adıyla) bu tür tuğla üretimi 70'li yıllardan bu yana yapılmaktadır. Ülkemizde de 80'li yıllardan bu yana styroporlu tuğlalar üretilmektedir. Tuğlanın hafifletilmesinin sağlanmasının yanısıra, ısı yalıtımını da arttıran bu üretim sürecinin önemli sakıncası pişme sırasında, yanan styroporun çıkardığı zehirli gazların atmosferi kirletmesidir.

Styroporun kil içerisindeki oranının çok iyi ayarlanması gerekir. Yüksek oranlarda styropor katılması halinde ekstrüzyon sistemi ile üretim yapmak olanakları pek kalmamaktadır.



Şekil 3.4. Styroporlu Tuğla

3.1.3.3.Ponzalı Tuğla

Ponza taşı, camsı ve gözenekli bir yapıya sahiptir. Ponzalı tuğla, kil ve ponza karışımı ile elde edilir. Ponza kil karışımında; ponza dane boyutu, hacim oranı çok önem kazanmaktadır. Kil kütleleri, el matkabının ucuna takılan pervane ile karıştırılıp dağıtılır ve yabancı maddelerden ayıklanıp, uygun ekstrüzyon kıvamına gelene kadar bekletilip, dinlendirilir. Kilin nemini almaması için karışıma girecek olan ponza daneleri bir gün önceden su ile ıslatılmalıdır. Su ile karıştırılan kil hamuru bir süre dinlendirilmiş, homojenlik sağlanması için ikinci kez ekstrüzyon cihazından geçirilmişlerdir.

Ponza ve kil karışımı homojenliği sağlamak amacı ile ekstrüderin döner paletleri arasında karıştırılıp 1 gün süre ile bekletilip şekillendirilir. Daha sonra kurutulur ve pişirilir. Ponzalı tuğlada da , perlitli tuğla gibi tuğlanın fiziksel özellikleri önemli ölçüde geliştirilmiş olur. Ponzalı tuğla; boşluk oluşturan danelerin etkisiyle, hafif, yüksek mukavemette, iyi ısı ve ses yalıtımı yapan, yangın dayanımı yüksek olan bir malzeme olma özelliği ile önemli bir yapı malzemesidir. (15, S:59-77)

3.1.4.Bitüm Bağlayıcılı Kompozitler

Bağlayıcısı bitüm olan, bağlayıcı madde aglomereleridir. Bu grupta, bitüm bağlayıcılı genişleştirilmiş mantar ve bitüm bağlayıcılı kırmataş ve taş tozundan oluşan asfalt ele alınacaktır.

3.1.4.1 Bitüm Bağlayıcılı Genleştirilmiş (Ekspanse) Mantar

Bu malzemenin bağlayıcısı bitüm ve agregası da ekspanse mantardır. Doğal mantarın, kapalı kaplarda ısıtılması ile organik bir malzeme olan mantar, gaz çıkararak genişir ve patlar. Böylece hacmi büyüyen ve birim ağırlığı azalan mantar daneleri, uygun bir hafif agrega niteliğine kavuşur. Bu malzemeyi bağlayıcı olarak bitümle karıştırmak suretiyle değişik kalınlıklarda ve belirli boyutlarda yalıtım levhaları üretilmesi sağlanır. Mantarın bitümle karıştırılmasında, bitüm hem bağlayıcı hem de danelerin yüzeyini kapladığı için malzemenin ıslanmasını da önemli ölçüde engeller. Bu tür levhaların duvarda kullanılmasında üzeri sıva tutmadığı için ya bir kaplama yapılmalı; ya da, duvara geniş başlıklı özel çivilerle ve yapıştırıcılarla tesbit edilip üzerine sıva teli ya da plastik dokuma gerilerek sıva yapılmaya uygun hale getirilmelidir. (27)

3.1.4.2.Bitüm Bağlayıcılı Kırmataş Ve Taş Tozu (Asfalt)

Yoğunluğa, bitüm içeriğine , bitüm derecesine, agrega boyutuna ve sınıfına bağlı olarak pek çok sayıda bitüm karışımları mevcuttur. Asfaltlar, yoğun malzemelerdir ve içerdikleri bitüme ve yüksek katkı hacmine göre nitelendirilebilir.

Mukavemet ve sertliklerini, yoğun sert bitümlü harç, katkı maddeleri ve ince taneciklerden kazanırlar. Kaba agrega içerikleri düşüktür. O yüzden partikül dağılımında aralarında boşluklar mevcuttur. Yük iletimi harcın sürekliliği ile sağlanır. Bu harç yüksek bitüm içerir ve pahalıdır. Ucuz bir malzeme olan kaba agrega, harç hacmini arttırarak maliyeti düşürür. Bağlayıcının sertliği ve yüksek katkı ve partikül hacminden dolayı işlenebilirliği düşüktür. Serilen kaba asfaltın

pürüzsüz bir yüzeyi vardır. Yüzey aşınmasını engellemek için yüzeye küçük parçacıklar serilir. Asfaltların düşük geçirgenlik özellikleri vardır. Önemli yükleri iletebilirler ve süneklik sağlarlar. Oldukça dayanıklıdır ve genelde trafik yükünün yüksek ve dayanımın önemli olduğu yerlerde kullanılırlar. Su geçirmez bir malzeme olması nedeniyle yapı elemanları bünyesinde ısı yalıtımı elemanı olarak geniş çapta kullanımı söz konusudur. (25, S:240, 241)

3.1.5.Rijit Köpük Halindeki Kompozitler

Bu tip kompozit malzemeler çeşitli katkı malzemeleri ile köpürtülerek hafifletilmiş olan malzemeleri içerir. Bu malzemelere gaz betonlar, cam köpükler ve alçı köpükler örnek olarak verilebilir.

3.1.5.1 Gazbeton

Gözenekli beton üretimi yüzyılımızın başında beri bilinmektedir. Aylsworth ve Dyer çimento harcına kabartıcı katkı maddesi olarak alüminyum tozu, çinko tozu veya diğer madeni tozların katılması suretiyle hafif betonun üretilebileceği düşüncesini ortaya atmıştır. Aynı tarihlerde Adolf ve Pohl'un Perhydrol katkı maddesi, Vass'ın basınçlı hava kullanarak hafif beton üretebildiği görülmektedir. Daha sonra 1918-1920 yılları arasında İsveç'te kimyager A. Eriksson, beton harcına alüminyum tozu katarak kabartmış ve basınçlı buhar sertleşmesinin kesin etkilerini inceleyerek gazbeton teknolojisinde temeli atmıştır. Böylece bu malzeme özellikle İsviçre'de hemen her tür binada kullanılmaya başlanmıştır. Artık günümüzde sadece İsviçre'de değil tüm dünya ülkelerinde etkin bir kullanımı görülmektedir.

Gaz beton olarak adlandırılan; gözenekli beton hafif bir yapı malzemesidir. Bu malzeme içerdiği agregalar ve en önemli özelliği olan “gözenekli harç” ın oluşumu açısından diğer beton türlerinden farklıdır.

Gözenekli beton, karakteristik olarak çimento hamurundaki hava ve diğer gazların yardımı ile oluşur. Malzemeyi oluşturan bileşenler; kum, çimento ve gözenek oluşumunu sağlayacak kimyasal maddelerdir. Gaz betonun, en önemli tercih

nedenlerinden biri maliyet faktörü üzerinde etken olan, kum yerine toz haline getirilmiş baca külü, öğütülmüş kuvarsit, yüksek fırın curufu gibi silisli malzemeler ve çimento yerine kireç kullanılmasıdır.

Gaz beton, gözeneklilik özelliğini, harç bileşiminde yer alan Portland Çimentosu, kireç ve silisli dolgudan oluşan harç içerisine, gözenek yapıcı madde ilavesi ile meydana gelen kimyasal tepkimeden oluşan gaz veya hava sayesinde alır.

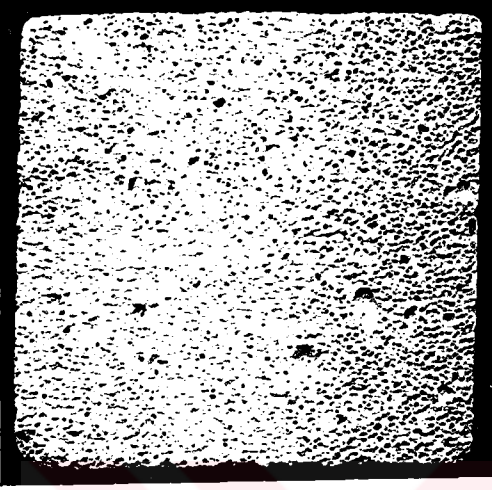
Gaz beton fabrikada ve şantiyede olmak üzere iki şekilde üretilir. Fabrikada üretimde, yüksek basınç ve sıcaklık altında kür uygulayıp gerekirse içine donatı yerleştirilir Fakat donatı koyulacaksa mutlaka yalıtılması gerekir. Malzemenin kendine has düşük yoğunlukta yüksek basınç mukavemeti, otoklavlardaki buhar sertleşmesi sonucu elde edilir.

Gaz beton üretimi sabit bir modüle göre yapılmaktadır. Tüm imalatın boy ve eni bu sabitin katları şeklindedir. Kullanılan silisli hammaddenin cinsine göre rengi beyaz , gri veya pembe, imalat yüzeyleri ise kullanılan tellerin özelliğine göre düz veya pürüzlü olabilmektedir

Diğer üretimde, normal hava şartları kütleme için yeterlidir. Fakat fabrika üretimine oranla, aynı yoğunlukta malzemenin mukavemetinin yarıya düştüğü görülür ve malzeme 4-5 defa daha fazla büzölmeye maruz kalırlar ve kireç, hava ile kurutulan gaz betonda çimento gibi bağlayıcı görev yapamaz. Malzemelerin uygun miktarda ve şartta karışımı ile 500-1000 kg / m³ yoğunlukta gaz beton üretilebilir.

Gözenekli beton, kompozisyon olarak normal betondan farklılık gösterdiği için, betonun bir türevi olduğu kabul edilebilir. Fabrika üretimi olan gaz betonlar; düz bloklar, öngerilmeli birimler(duvar, çatı, döşeme, lento)şeklinde üretilir. Şantiye üretimi olanlar, yüksek mukavemet ve düşük rötire miktarlarının pek önemli olmadığı; çatı yalıtımı, boru döşeme işlemi gibi elemanlarda kullanılır. Kullanım olarak düz yapı blokları daha çok tercih edilir fakat her iki türün de, bina yükünü azaltmasından dolayı, gaz beton inşaat sektöründe oldukça sık kullanılır.

Gaz beton; hafifliğinin yanında yüksek ısı tutuculuğuna sahip olması özelliği ile en sert iklim koşullarında bile verimli olabilen bir malzemedir. O yüzden, inşaat sektöründe gelecekte çok daha yoğun olarak kullanılacakları tahmin edilmektedir. (18, S:13-21)



Şekil 3.5.Gazbeton

3.1.5.2.Cam Köpüğü

Bir ısı yalıtım malzemesi olarak cam köpüğü, birçok olumlu niteliğe sahip olan ender malzemelerden biridir. Birçok olumlu niteliği olan cam köpüğü yapısal problemlerin çözümünde fayda sağlayan çok yönlü bir malzemedir.

Cam köpüğü, özel bir üretim yöntemi ile üretilen bir yapı malzemesidir. Genleştirilmiş cam ya da selüler cam da denilen cam köpüğü, camın emülsifikasyonu yolu ile elde edilir.

Bunun için ;

- Camı oluşturan ana maddeler gerekli oranlarda karıştırılır.
- Bu karışım 1400 °C deki fırında eritilir.
- Erimiş cam soğutulur.

- Soğutulmuş ve öğütölmüş cam linyit kömürü tuzu ile uygun oranlarda karıştırılır.
- Karışım kalıplara dökölerek fırına sokulur.
- Kalıplar içindeki cam-kömür karışımı 1000 °C deki fırında yumuşayınca kadar ısıtılır ve kömür gaz çıkarmaya başladığında karışım tamamen kapalı gözeneklerden oluşan hücreseel bir malzeme haline dönuşür.
- Kalıplardan alınan ürüne tavlama fırında saatlerce süren bir soğutma işlemi (yaklaşık 16 saat) uygulanır.
- Soğutulmuş ürün belirli boyutlarda kesilerek paketlenir ve üretim işlemi biter.

Camköpüğü, Avusturya, Almanya, İngiltere, Belçika ve A.B.D.'de üretilmektedir. Ülkemize 1990 yılından itibaren dış alımla gelmektedir. Camköpüğü bir ısı yalıtım malzemesinde aranabilecek birçok özelliğe birden sahiptir. Bu özellikler şu şekilde özetlenebilir;

Su geçirmezlik, yüksek ısı tutuculuk, buhar geçirmezlik, rijitlik ve yeterli basınç dayanımı yanmazlık ve alev geçirmezlik, boyutsal kararlılık, haşarattan etkilenmeme, kimyasal etkenlere karşı dayanım ve işlenebilirlik.

Camköpüğü; duvar, döşeme, çatı, temel, tavan gibi yapı elemanlarında özellikle ısı yalıtım sorunlarının çözümlerinde kullanılan yeni bir malzemedir. Cam köpüğü ısı yalıtımı ile beraber , su buharı ile ilgili problemleri de çözer.

Kapalı gözenekli olduğı için ayrıca bir buhar dengeleyici ve buhar kesici bir elemana ihtiyaç yoktur. Camköpüğünün diğeri bir olumlu yönü de rijit olduğı için döşeme ve duvarda yüzeylere bitüm ya da kendi özel yapıştırıcıları ile uygulanabilmesidir. Ankraj elemanları ile tespiti de olanak sağlar. Çoğunlukla; ıslak üretim gerektiren yapılar soğuk hava depoları ve bunun gibi ısı ve nem problemleri olan alanlarda kullanılabilen çok güvenli bir malzemedir.

Camköpüğü değişik duvar, çatı ve tavan konstrüksiyonlarında uygulanabilir. Hepsii için ayrı ayrı standartlar sözkonusudur. Bu uygulama türlerini özetleyecek olursak;

- Beton ya da tuğla çift tabakalı duvarlar

- Beton ya da tuğla çift tabakalı duvarlar
- Beton ya da tuğla tek tabakalı duvarlar
- %15'in altındaki eğimlerdeki çatılar
- %15'in üstündeki eğimlerdeki çatılar
- Mevcut betonarme tavanlar
- Yeni dökülecek betonarme döşeme tavanları Camköpüğü genellikle ; yüzeylerine bitüm sürülerek, özel ankraj elemanları tesbit ederek ya da dübel ile tesbit(tavanda) edilerek uygulanır. Derz yerlerine de yine aynı bitüm sürülerek geçirimsizlik sağlanır. Fakat uygulama türlerine göre camköpüğü ufak tefek farklılıklar gösterebilmektedir. (19, S:47-55)

3.1.5.3.Alçı Köpükler

Alçı, normal koşullar altında, birim hacim ağırlığı pek fazla olmayan bir yapı malzemesidir. Bir yapı malzemesinin ağırlığının az olması bilindiği gibi bu malzemeden oluşturulan elemanların taşınmasında kolaylık, ucuzluk ve en önemlisi binalarda hareketsiz yükü azaltacağı için strüktür elemanlarında kesitin küçülmesini sağlar.

Alçının yapıda ısı tutucu ve dolgu malzemesi olarak kullanılabilmesi için su oranının arttırmanın yanında, hafif agregalardan veya alçıyı boşluklu yapma olasılığı yoluna gidilmektedir. Bu amaçla alçıyı köpürtme yolları araştırılmış ve köpürtülmüş alçının özellikleri incelenmiştir. Fakat alçı köpürtme ile yapı elemanı üreten ülkelerde köpürtme yöntemleri patent altında olduğu için açıklanmamaktadır.(20)

Gözenekli alçıdan yapı elemanı imalatında esas olarak iki yöntemden faydalanılır. Kimyasal katkı maddeleri ile alçı hamuru içerisinde gaz zerrecikleri oluşturarak gazlı alçı ilkesini temel alan üretim şekli birinci metoddur. İç yüzey gerilmelerini azaltan katkı maddeleri eklenerek; çıpma, dövme yolu ile ıslak alçı hamuru içerisinde hava hapsedmeyi hedefleyen köpüklü alçı ise diğer bir yöntemdir. Günümüzde her iki yöntemle de yurt dışında hazır yapı elemanları üretilmektedir.

Gazlı alçı yönteminde, alçının su ile karıştırılmasıyla gaz çıkaracak kimyasal maddelerin, alçının niteliğini bozmaması önem taşımaktadır.

Farklı köpürtme yöntemleri arasında alçı bünyesinde en fazla boşluk oluşturabilen yöntemin alüminyum sülfat ile köpürtme yöntemi olduğu görülmüştür Köpüklü alçı yönteminde kullanılan köpük oluşturan maddeler sakıncasız olarak kullanılabilir. Bu nedenle deterjanların, sabun özünün boşluklu alçı üretiminde kullanılması mümkündür.

Gözenekli alçı elde etmek için, alçının katkı maddeleri içeren karma suyu ile karıştırılması, kalıba dökülmesi ve bu işlemi takiben priz yapması süreci içerisinde, köpük oluşumunu etkileyen kriterler; karıştırıcı şekli, köpüğün oluşum zamanı, kalıba döküm şekli, priz başlangıcı, priz sonu, köpük oluşum miktarı ve sıcaklıktır.

Bu ürünler bölücü duvar ve modüler asma tavan elemanı olarak kullanılabilirler.(28)

3.1.6.Çimento Bağlayıcılı Normal ve Ağır Agregalı Kompozitler

Bu gruptaki kompozitler, bağlayıcısı çimento olan normal veya ağır agregalardan oluşan, bağlayıcı madde aglomereleridir.

3.1.6.1.Beton

Beton, inşaat mühendisliği alanında, yüzyılımızın en önemli yapı malzemesidir. Beton, agrega denilen kum, çakıl, mıcır gibi taneli mineral malzemenin, onları bağlayan çimento ve su ile karıştırılması sonucu meydana gelir. Beton yük taşıyan, diğer bir deyişle esas taşıyıcı bir malzemedir. Bu nedenle yapıda hayati bir önem taşır. Çimento-su karışımına çimento şerbeti, çimento-su-kum karışımına harç denilir. Kum, taneleri 4 mm'lik elekten geçebilen, ince taneli agregaya verilen addır. Çimento-su-kum ve iri taneli agregadan oluşan karışıma beton denilir. İri taneler (maks. 30mm) yükü birbirine aktararak taşıyıcı bir iskelet oluştururlar.

Çimento, agrega ve su ile karıştırıldığında kolayca şekil verilebilen plastik kıvamda bir malzemedir. Bu durumdaki betona taze beton adı verilir. Birkaç saat içinde beton katı hale geçer ve günlerce süren bir süreç sonucunda sertliği artar ve mukavemet kazanır. Yeterince mukavemet kazanmış betona sertleşmiş beton denir.

Betonlardan beklenen üç ana özellik mevcuttur. Her ne amaçla olursa olsun bu üç özelliği yerine getirmelidir.

- İşlenebilir olmalıdır. (taze beton özelliği)
- Mukavemetli olmalıdır. (sertleşmiş beton özelliği)
- Dış etkilere dayanıklı olmalıdır.

Bu üç nitelik, beton bileşimini yönlendiren özelliklerdir. Buradan da betonu oluşturan çimento, agrega ve su miktarlarının ne derece önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu miktarlar, betonun daha iyi işlenebilir, daha mukavemetli ve dış etkilere dayanıklı olmasında önemli etkenlerdir.

İyi beton üretmek için, her bileşenin sahip olması gereken nitelikleri iyi bilmek ve bunların kontrollerini iyi yapmak gerekir. Çimento ve agreganın özelliklerini bilmek, karışım oranlarını doğru tesbit etmek uygun ortam şartlarında beton üretmek; mukavemeti en etkin şekilde belirleyen parametrelerdir. Betonun mukavemeti, rötresi, sertliği, kimyasallara dayanıklılığı, hidratasyon ısısı, priz süresi gibi tüm özellikler bu parametrelere bağlıdır.

Betonlar çeşitli sınıflara ayrılırlar. Bu sınıflar, betonarme veya öngerilmeli beton projelerinde öngörülen proje dayanımlarıdır. Bu dayanımlar; güvenlik katsayılarına bölünerek servis gerilmeleri hesaplanır.

Betonun genel özellikleri özetlenecek olursa; basınç dayanımı en önemli özelliğidir. Beton gevrek bir malzemedir. Yüksek basınç dayanımının yanında, düşük çekme dayanımı sözkonusudur. O yüzden sadece basınca çalıştırılır. Betonun basınç dayanımı, üretimi izleyen 28.ci günde belirlenir. Basınç numuneleri deney gününe kadar 20°C sıcaklıkta, kirece doymuş su içinde saklanır. Basınç dayanımı, betonun

tüm pozitif nitelikleriyle paralellik gösterir. Serttir, su geçirmez, dış etkilere dayanır ve aşınmaz. Genellikle yüksek sıcaklıktan hasar görür.

Beton üretimi şantiyelerde veya özel prefabrikasyon fabrikalarında yapılır. Üretimde, hazırlık ve esas üretim aşamaları vardır. Betonun esas üretim aşamaları kısaca şu şekilde özetlenebilir.

- Ölçme
- Karıştırma
- İletme
- Yerleştirme

Ayrıca betona, bir dördüncü bileşen de ilave edilebilir. Bu dördüncü bileşenlere katkı maddeleri denir. Katkı maddeleri, betona çok düşük miktarlarda katılan organik veya inorganik kimyasal maddelerdir. Betonun zayıf yönlerini iyileştirmek, yeni özellikler katmak amacıyla kullanılırlar. Bu katkılar; taze betonun reolojik özelliklerini değiştirenler, priz ve sertleşmeyi etkileyenler, betonların fiziksel ve mekanik özelliklerini artıranlar, kimyasal etkilere dayanıklılığını etkileyenler, ek nitelikler kazandıran katkı maddeleri olarak özetlenebilir. (21, S:89-104) (13, S:84-104)

3.1.6.2 Barit Betonu

Kendilerinden beklenen görevlerin özel durumu nedeniyle normal betonlardan farklı olan betonlar veya üretim şekilleri ve ilk malzemesi değişik betonlar özel betonlar olarak adlandırılır. Ağır ve hafif betonlar, ateşe dayanıklı yüksek mukavemetli betonlar, prekast beton, asfalt betonları, reçine betonları, ahşap yongalı betonlar bu tür içerisinde sayılabilir. Bu tür betonların ağırlıkları, agregalarının ağır seçilmesi ile sağlanır.

Yoğunluk bakımından normal betondan farklı olan bu tür betonların üretiminde esas amaç nükleer ışınlamayı geçirmeyen bir yapı malzemesi elde etmektir. Bununla beraber titreşim söndürme kitlesi olarak makine temellerinde, karşıt ağırlık olarak endüstri de kullanılırlar. Bu betonların dozajları 325- 450 kg/m³'tür

En çok kullanılan agrega barittir. (BASO4) Yoğunluğu 4.1 t/m³'tür. Basınç ve aşınma olarak dayanımı çok düşük olup, dış etkenlerden kolayca bozulabilir. Aşınması sonucu ince bir toz meydana gelir. Bu toz, priz üzerinde zararlı olabilir.

Barit betonu, atom enerji santrallerinde meydana gelen ve insan organizmasına zararlı olan γ ışınlarına, röntgen ışınlarına ve nötron akımına karşı geçirimsizlik sağlar.

Bu tür betonda kullanılan kum incedir. İçine bor tuzları da katılır. Mukavemeti normal betonların mukavemetleriyle aynıdır. Yüksek mukavemette yapılmak istendiği takdirde ilmenit ve manyetit kullanılır. (21, S:120) (13, S:109)

3.1.7. Manyezi Bağlayıcı/Ahşap Testere Talaşı ya da Mantar (Ksilolit)

Manyezi çimentosu $MgCO_3$ 'ün belirli sıcaklıkta ısıtılmasıyla elde edilen MgO 'nun, bağlayıcı özelliği nedeniyle değişik kaplama malzemeleri üretiminde kullanılan bir malzemedir. Özellikle ahşap testere talaşı ve mantar kırıntılarının, MgO ve su ile karıştırılması ile elde edilen harcın gerektiğinde içine renk verici maddeler (pigment) katılması ve bir döşeme altlığı üzerine (çimento şap) kaba ve ince ksilolit tabakaları halinde serilip, düzeltilmesiyle elde edilen bu döşeme kaplaması, içerdiği ahşap ve mantar kırıntıları sayesinde sıcak temaslı ve fazla darbe sesi üretmeyen bir kaplama olarak kullanılmaktadır. Toplam kalınlığı 2, 5 – 3 cm olan bu döşeme kaplamasının, alt kısmı kaba ksilolit olarak adlandırılır ve kalınlığı 1, 5 – 2 cm dolayındadır. Renksiz olarak dökülen bu tabakanın üzerine yaklaşık 1 cm kalınlıkta ve içine renk verici ince ksilolit tabakası yapılır ve böylece üstün nitelikte döşeme kaplaması elde edilmiş olur. (27)

3.2. Liflerle Donatılı Kompozitler

Bu gruptaki kompozitler, bağlayıcı madde görevi yapan sürekli faz içinde liflerin dağılması ile oluşmaktadır. Liflerle, kompozitin çekme dayanımı artırılır, çatlamalara ve kırılmalara karşı eğilimleri azaltılır. Fakat liflerin öngörülen

zorlamaları taşıması, matrisin uygun olarak seçilmesine bağlıdır. Matris ise; kuvvetleri liflere iletir ve lifleri ortam etkilerinden ve darbelerden korur.

3.2.1.Çimento Bağlayıcılı Kompozitler

Bu gruptaki kompozitler, bağlayıcısı çimento olan liflerle donatılı kompozit malzemelerdir.

3.2.1.1.Çimentolu Asbest

Asbestli çimento, asbest liflerinin çimento hamuru içine katılmasıyla elde edilen kompozit bir malzemedir.

Asbestli çimento, son 80 yıldır; üstün performansları nedeniyle çatı örtüsü ve kaplama malzemesi olarak kullanılır. Bu malzemenin üstün dayanımı karışımdaki asbest liflerinin çekme dayanımından kaynaklanmaktadır.

Asbest liflerinin ağırlığına göre oranı; düz ve katlanmış plaklarda %9-12 ;basınç tüplerinde %11-14, ateşe dayanıklı panolarda %20-30 'dur. Bağlayıcısı portland çimentosudur. Lif hacmi, çekme yönü ve yoğunluğu ürünün özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Asbestli çimento belirli özellikler için uluslararası standart koşullar gerektiren özelliği ile ilk lifli kompozit malzemesidir. Bu koşullar; genellikle ;minimum eğilme dayanımı, yoğunluğu, geçirimsizlik ve dona karşı direnç değerleridir. Örneğin minimum eğilme mukavemeti 15-23mpa arasında olmalıdır. Ayrıca katlanmış plaklar için; kar yüklerine karşı belirli dayanım ve su emme standart değerleri mevcuttur.

Çekme ve basınç mukavemetlerin düzenlenmesi günümüzde tonaj ve kazanç getirme açısından en başarılı lifler donatılı kompozit olma özelliği gösterir. Fakat 1980 yılından itibaren, İngiltere'de bu malzemenin satışında düşüş görülmüştür. Asbest liflerinin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle kalıplama bileşiklerinin hazırlanmasında özel koruyucu önlemler alınmasını gerektirir. Malzemeyi oyma ve

kesme esnasında oluşan tozun nefes ile alınmasına karşı sağlık önlemleri alınmaktadır.

Diğer önemli bir problem ise; asbestli çimentonun kırılkan olması ve darbe düşük olmasıdır. Bu da her yıl ölümlere neden olabilmektedir. (25, S:379, 380)

3.2.1.2.Çimentolu Ahşap Talaşı (Heraklit)

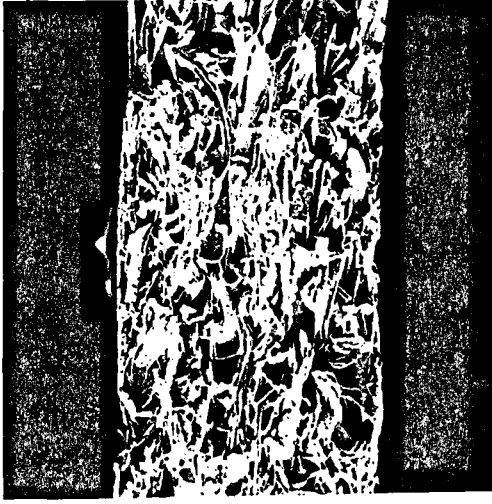
İnce şeritler halindeki ahşap talaşının Portland çimentosu ile karıştırılmasından oluşan ve liflerle donatılı kompozit grubuna giren Çimentolu Ahşap Talaşı kısa adı ile Ahşap Talaşı Levhalar sahip oldukları önemli özellikleriyle yapı alanında 20.yüzyılın ilk çeyreğinden bu yana geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

Bu malzemenin üretimi için; ahşap talaşları normal Portland çimentosu ile karıştırılmakta ve ıslatılmakta ve istenen belirli bir kalınlık elde etmek için yeterli miktarda malzeme çelik sac levhalar arasında bir prese yerleştirilmekte ve uygun bir basınç altında çimento priz yapıcaya kadar beklenmektedir. Priz yeterli düzeye ulaşıncaya uygulanan kuvvet kaldırılmakta ve böylece çok sayıda levha elde edilmektedir. Levha kalınlıkları 2.5 / 5 / 7.5 ve 10 cm, levhaların eni 50 cm, boyu ise 2.0 m olarak üretilmektedir.

Bu şekilde elde edilen Ahşap Talaş Levhalar çok önemli 3 özelliğe sahiptir. Bunlar ahşap talaş levhaların, çok iyi bir ısı yalıtkanı oluşu, iyi bir sıva tutucu ve yanmaz malzeme olmasıdır. Diğer yandan hafifliği de önemli yararlı yönlerinden biridir. Bu malzeme, betonarmedeki ısı köprülerini önlemek için kalıp içine konarak kullanılabilir. Kalıbın alınmasından sonra dış yüzün sıvanması suretiyle sorun rasyonel olarak çözülmüş olur.

Çimento harcına yapışma özelliği dışında, geniş başlı çivilerle veya çivi başı altına rondel koymak suretiyle ahşap karkas inşaatlarda , içte ve dışta kullanılabileceği gibi ahşap kirişli tavanlara alttan tesbit edilerek çok iyi bir tavan kaplaması olarak da

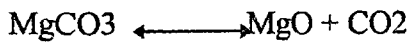
kullanılabilir. Ek yerleri sıva telinin çivilenmesi ve daha sonra sıvanması için çok iyi bir şekilde çözümlenebilir. (26)



Şekil 3.6.Heraklit

3.2.1.3.Manyezili Çimentolu Ahşap Talaşı

Çimentolu Ahşap Talaşı Levhalarındaki bağlayıcı madde olarak kullanılan Portland çimentosu yerine Magnezyum karbonatın ($MgCO_3$)



olarak 1000 °C üzerinde bir sıcaklıkta elde edilen Magnezyum Oksidin bağlayıcı olarak kullanılmasıyla elde edilen levhalardır. Çimentolu Ahşap Talaş Levhaların bütün özelliklerine sahip olan bu malzeme açık sarı rengi ile akustik düzenleme amacı ile mekanlarda duvar ve tavanda rahatlıkla kullanılmaktadır. Uygulanması çimentolu ahşap levha ile aynıdır. (27)

3.2.1.4.Çimentolu Testere Talaşı (Betopan)

Ahşabın hafifliğini ve işlenebilirliğini, çimentonun suya rutubete çürümeye karşı dayanımını birleştirerek daha üstün yapısal nitelikli bir malzeme oluşturmak

amacıyla; çimento ve ahşap yonganın karıştırılması ve belirli bir sıcaklık altında preslenmesiyle elde edilen rijit malzemeye çimentolu ahşap yonga ya da piyasadaki adı ile betopan adı verilmektedir.

1920'lerin başlarına kadar inşaatlarda ayrı ayrı kullanılan ahşap ve çimentonun bu tarihlerde bir karışım halinde kullanılması çalışmalarına başlandı ve bu çalışmaların temelini iki malzemenin fiziko-kimyasal ilişkilerinin saptanması oluşturdu. 1920'lerin sonlarında çimento ile ahşap yongalarını karıştırmak yaygınlaştı. 1940'ların başlarında ise çimento ve ahşap yongaları karışımının levhaya dönüştürülebilmesi için bilgi birikimi oluşmuştu. Ve böylece 1940'da çimentoya çok uzun elyaflar katılıp preslenerek ilk ahşap elyaflı levhalar üretildi. Bunu takiben İsveç'te çimentoya az miktarda testere talaşı karıştırılarak ilk paneller elde edildi.

Günümüz çimentolu ahşap yongayı ilk üreten fabrika İsviçre'de 1967 'de kuruldu. 1970'lerden itibaren bu malzemeyi üreten fabrikalar dünyanın dört bir yanında birbiri ardına kurulmaya başlandı. Tepe grubu da 1984 yılında betopan fabrikasını kurarak Türkiye'de çimentolu testere talaşı üretimine başladı.

Betopan neredeyse el değmeden yüksek bir teknoloji ile üretilmektedir. Üretimde yüksek kaliteli Portland çimentosu, sarı çam ve köknar çamları mineraller ve su kullanılır. Kullanım oranları(ağırlık olarak); % 60 çimento-%25 testere talaşı-%10 su-%5 mineraller.

Üretim aşamaları kısaca; harman hazırlama presleme, kütleme, kurutma şeklinde özetlenebilir. Harman; tomrukların öğütücülerden geçirilip talaş haline gelince çimento ve kimyasal katkı maddeleriyle beraber bir mikserde karıştırılması ile hazırlanır. Harman , havalı serme yöntemiyle çelik levhalara serilir ve çok katlı olarak preslenir. Preslenen levhalar sekiz saat süreyle fırında kürlenir. 4 hafta hava kürlenmesi için paletler üzerine istiflenir. Sonra nem oranı %5 'e indirmek için kurutma fırına gönderilir. Fırından çıktıktan sonra, levhalar kesilir kenar bitişleri yapılır.

Betopan, birçok yararlı niteliğe sahip bir yapı malzemesidir. Bunlar; neme dayanıklılık, ısı yalıtımı, ses yalıtımı, yangına, dış etkenlere, darbelere, biyolojik atıklara dayanıklılıktır. Betopan sentetik reçineli levhalarda kullanılan aletlerle işlenebilir, testere ile kesilip, delinebilir, zımbalanabilir. İstiflenirken atlarına takoz koyulmalı, bu takozların alt alta gelmesine dikkat edilmelidir. Aralıkları 80cm'den az olmamalıdır. Levhalar duvara yaslanmamalı, dikey taşınmalıdır. Betopan'ın kullanım alanı çok geniştir. Vidalama ya da çivileme yöntemi ile uygulanabilir. Alt konstrüksiyon olarak galvanize ya da boyalı metal kutu profiller kullanılabilir. Birleşim noktalarında alüminyum profiller, betopan profiller ya da dolgu macunları kullanılır.

Dış mekanlarda (yalı baskısı, saçak altı, saçak alını, giydirme cephe), iç mekanlarda (bölme, kaplama, ıslak hacim elemanı, kiremit altı kaplama, elemanı) prefabrika yapılarda, sanayi tesislerinde kaplama, yangın yalıtımı, ses yalıtımı, asma kat döşeme kaplaması olarak, balkon parmaklığı ya da çit olarak temellerde su yalıtım katmanı koruyucusu olarak kullanılabilen çok yönlü bir kompozit yapı malzemesidir. (26)

3.2.1.5.Betonarme

Betonun masif, dayanıklı ve uzun ömürlü, yüksek basınç dayanımına sahip olmasının yanında, çekme dayanımının mukavemetinin düşük olması, eğilmeye çalışan elemanların da hava koşullarına ve yangına karşı dayanımı olmaması, bu tür elemanların kullanım alanlarını kısıtlamıştır. Bir beton içerisine, çekme kuvvetleri doğrultusunda donatı olarak adlandırılan çelik çubuklar yerleştirilmesi ile çekme dayanımı geliştirilir ve kullanım alanı ve özellikleri geliştirilmiş olur. Böylece beton ve çelikten meydana gelen kompozit malzemeye betonarme adı verilir. Betonarmenin tanımı şu şekilde yapılabilir :

Betonarme, beton ve çelikle meydana getirilen ve bu iki malzemenin birbirine iyice bağlanarak dış kuvvetlere karşı ortak çalışmalarını sağlayan bir yapı malzemesidir. Beton ve çeliğin kompozit bir malzeme olarak beraber kullanılması şu yararları sağlar:

- Beton, çeliği pastan korur.

- Betonla, çelik arasında aderans oluşur. Böylece beraber çalışmaları sağlanır.
- İki malzemenin de, sıcaklıkla uzama katsayıları çok yakın olduğundan, zararlı deformasyonlar oluşmaz.

Betonarme ilk olarak 1849 yılında Lambot tarafından Seine nehrinde yüzdürülen küçük bir tekne yapımında kullanılmıştır. İnşaatta ise ilk olarak 1861'de zincirlerin çevresine beton dökülerek kullanıldığı görülmektedir. İlk patent, betonarme inşaat yapmak için 1868 yılında Fransa'da Versailles bahçıvanı J. Monier tarafından alınmıştır. Monier saksıların mukavemetini artırıp, kalınlığını azaltmak için, çelik bir kafes tel etrafına beton dökmüştür. Bu denemeden sonra da betonarme, yapım alanına girmiştir.

1880 yılında Berlin'de kurulan Wyass şirketi önemli betonarme yapılar inşa etmiş gelişmeler A. B. D. ve İngiltere'de devam etmiş ancak Betonarmenin büyük çapta kullanımı 20.ci yüzyılın başlarında olmuştur.

Sonuç olarak Betonarmenin, basınç kuvvetlerini betonun, çekme kuvvetlerini çeliğin, kesme ve kayma kuvvetlerini de beton ve çeliğin birlikte karşıladıkları, masif, uzun ömürlü, ekonomik bir yapı malzemesi olduğu söylenebilir. Betonarmenin diğer yapı sistemlerine göre üstünlük ve sakıncaları vardır. Bunlar;

- Uygulama alanı geniştir. (Çatı, döşeme, kemer, tonoz v. b.)
- Yangına ve ateşe, çelik ve ahşap gibi yapı malzemelerinden daha iyi dayanır.
- Deprem ve benzeri doğal afetlere karşı dayanımı yüksektir.
- Bölme duvarları ince yapma olanağı olduğu için alandan kazanılır.
- Bileşenleri elde etmek kolaydır. (Kum, çakıl v. b)
- Böcek ve v. b. haşaratlar barınmaz, sağlıklıdır.

Sakıncaları ise:

- Hata olursa yıkımı güç ve masraflıdır.
- Sonradan takviyesi çok güçtür, baştan iyi hesap gerektirir. Yeterli esneklik gözönünde bulundurulmalıdır. Ancak, son yıllarda polimer takviyesi yolunda önemli gelişmeler olmuştur.

- Betonarme bünyesinde olan kusurlar gözle görülemediğinden kusuru bulmak için betonarmeyi parçalamak gerekir. Bu da çok masraflıdır. Ancak tahribatsız deney yöntemleri ile kontrol edilebilirler.
- Genelde yerinde yapıldığı için niteliği ve dayanımı için kesin hüküm verilemez. Betonarmenin bu sakıncaları proje ve yapım esnasında iyi bir kontrolle giderilebilir. (22, S:1-71)

3.2.1.6.Cam Elyaf Takviyeli Beton (Fibrobeton)

Alkaliye dayanıklı özel cam elyafı ve çimento kum harcı karışımıdır. Bu malzeme, çimento harcının sağladığı sıkıştırıcı özelliği ile, özel cam yününün sağladığı katlanma ve gerilme özellikleri birleştiren bir çeşit donatılı betondur. Sahip olduğu birçok olumlu niteliğinden dolayı fibrobeton , inşaat alanında çok yaygın bir şekilde kullanılan yeni bir malzemedir.

Nitelikleri özetlenecek olursa;

- Asbest içermez.
- Kimyasallara ve ateşe dayanıklıdır.
- Özel uygulamalarla yüksek ses ve ısı izolasyonu sağlar.
- Hafiftir.
- Çürümez, paslanmaz, aşınmaz.
- İstenilen mimari stil ve formların kolayca elde edilmesini sağlayan tasarım esnekliği vardır.
- Kolay işlenebilir.

Karmaşık yüzey tasarımları, değişik profiller, kabartma ve oyma şekiller elde edilebilir. Bu özellikleri ile mimari kullanım alanları çok geniştir.

Bina kaplama elemanı olarak; Fibrobeton panellerin monte edilmesi ile istenilen görünüm verilebilir. Rölief ve oymalı karmaşık yüzey görünümü elde etmek de olanaklıdır.

Prekast elemanlar olarak; pencere, balkon, kat parapetleri, klasik ve Türk-İslam mimari formları ve taş işçiliği görünümünün elde edilmesi, demirin donatısız olması ile sonsuz formda balkon korkuluklar, güneş kırıcılar üretilir. Restorasyon elemanları olarak; özel kalıp sistemleri ile özgün parçaların aslına uygun yüzey yapısını elde etmek mümkündür. Ayrıca tuğla, arduvaz, çini de dahil her türlü geleneksel madde fibrobeton ile yeniden kaplanabilir. Büyük ölçüde tasarım esnekliği sağlayan fibrobeton dünyanın her tarafında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Geleneksel malzemelerin istenilen özellikleri karşılayamadığı ve ekonomik olarak uygun olmadığı yerlerde yeni olanaklar sağlar. (26)

3.2.2 Polimer Bağlayıcı Kompozitler

Bu gruptaki kompozitler, bağlayıcısı polimerlerden oluşan liflerle donatılı kompozit malzemelerdir.

3.2.2.1. Bakalitli Cam Yünü

Cam yününün mukavemetini artırmak ve taşıyıcı özellikte yapı elemanı elde etmek amacıyla, cam yününün bakalit reçinesi ile karıştırılması ve belirli bir sıcaklık altında preslenmesiyle elde edilen rijit yapıdaki malzemeye bakalitli cam yünü adı verilmektedir. Cam yünü çıplak olarak ya da yüzeyleri alüminyum folyo, cam tülü, alçı plaka, PVC veya cam kumaşı kaplanarak kullanılabilirler. Bakalitli cam yününün; yapı alanında kullanım şekilleri çok çeşitlidir. Bunlar;

- Çatı şiltesi (her tür oturtma çatı, metal çatı, sandviç çatı, asma tavan, depo ve baraka yalıtımı, tavuk çiftliği ve hayvan barınakları, güneş kolektörlerinin su depoları)
- Duvar levhası (dış cephe kaplamaları arkasında su itici silikonlu izolasyon malzemesi olarak, iki duvar arasında su itici silikonlu izolasyon malzemesi olarak, çift çeperli sandviç duvar panoları, güneş kolektörleri yalıtımı)
Prefabrike boru (endüstriyel borular, kalorifer tesisatları, basınçlı su borularında ses yalıtımı malzemesi olarak, v.b.)
- Teras çatı elemanı (düz teras çatılar, her eğimde beton, metal, ahşap çatıların

yalıtımında kullanılır.)

- Akustik paneller (teras çatılar, ısıtılmayan bodrum tavanları, dış duvarların iç yüzeylerinde)
- Asma tavan panelleri (her tür büro, iş merkezleri, oteller, konferans salonları v.b.)
- Klima şilteleri (havalandırma kanalları, klima kanallarının dış yüzeyinde)
- Klima levhası (havalandırma ve klima kanallarının iç ve dış yüzeyinde, kazan daireleri duvarlarında)
- Taşıyıcı eleman olarak (döşeme altlığı olarak yüzer şap altında, taşıyıcı döşemelerin üzerinde ve hareketli yüklerin altında) (26)

3.2.2.2. Poliesterli Cam Lifi (CTP)

Kompozit malzeme tasarımının genel prensipleri ve amaçları çerçevesinde, plastiklerin yararlı özelliklerini kullanmak, zayıf özelliklerini geliştirmek için diğer yapı bileşenleri ile birleştirilerek kullanılması günümüz malzeme teknolojisinin en önemli hedeflerinden biridir.

Cam esaslı pekiştiriciler plastik esaslı kompozitlerde en çok kullanılan malzemelerdir. Cam takviyeli plastiklerde, uygulanan üretim yöntemi ve buna bağlı olarak elde edilen lif çapı, uzunluğu ve hacim oranı, özellikleri etkileyen en önemli faktörlerdir.

CTP'de malzemelerin özelliklerinin zamanla değişip değişmediği halen araştırma konusudur. Fakat ultraviyole ışınların ve nemin olumsuz etkileri bulunduğu bilinmektedir. Ultraviyole ışınlarının etkisini azaltmak için koruyucu bir boya tabakası uygulanması yeterli olmakla birlikte, nem etkisini önlemede yetersiz kalmaktadır. Bunu önlemek için, life koruyucu bir tabaka uygulanır. Tam bir koruma, yüzeye ince folyo kaplanarak saklanır, fakat yine de uzun yıllar kullanımı sonucunda, CTP malzemelerin dayanımında önemli bir düşüş tesbit edilmemiştir.

CTP’de; cam lifi, poliesterin plastik akışkanlığını kullanarak, yükleri liflere iletir. Poliesterler düşük mukavemet ve sertliktedirler. Cam lifleri ise kırılmandır. İki bileşenin karışımı ile bazı özellikler iyileştirilerek, yeni özelliklere sahip, suya dayanıklı, korozyona karşı dirençli, hafif, ısı ve elektrik yalıtımı özelliğine sahip, petrol bazlı malzemelere göre daha düşük fiyatlı bir yapı malzemesi elde edilir. Bu özellikleriyle CTP, malzemelerin kullanımı oldukça yaygındır. CTP’lerin çeşitli üretim şekilleri vardır. Lif sarma, kapalı kalıp, profil çekme, püskürtme ve elle yatırma, torba kalıplama, enjeksiyon gibi yöntemlerle üretilen CTP malzemelerin yapı sektöründe prefabrike ev ve banyo gereçleri üretimi en yaygın kullanım yerleridir. Genel kullanım içinde payı en düşük olmasına rağmen uzay ve uçak sanayi en gelişmiş parçaların kullanıldığı yerlerdir. Tüketim malları olarak tenis racketleri, kayaklar v.s. gösterilebilir. Elektrik endüstrisinde kullanım nedeni ısı yalıtkanlığı özelliğidir. En genel kullanım alanları ise; deniz araçları alanında(silo, tekneler, basınçlı tüpler), kamyon ve otomobil sistemlerinde(oto karoserisi, otomobil parçaları, oto gövdeleri, motosiklet, kamyon), uzay ve uçak uygulamalarında (füze gövdeleri, uçak parçaları, pervane kanatları yüksek dayanımlı parçalar), boru ve tank yapımlarında, inşaat sektöründe (elektrik tesisat malzemeleri, yüzme havuzları, mobilya, elektrikli ev aletleri, borular, kimyasal gereçler, banyo küvetleri)(25)

3.2.2.3 Lifli Polimer Betonları

Polimerlerin beton teknolojisine girmesi 1950’li yıllarda önem kazanmaya başlamıştır. 1965’den sonra önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu alandaki araştırmalar sürmektedir.

Polimerlerin beton teknolojisinde kullanımı üç ana grupta toplanabilir.

- PCC olarak adlandırılan polimer- portland çimento betonları.
- PC adı verilen sentetik reçine betonları.
- PIC ile simgelenen polimer emdirilmiş betonlar.

Polimer malzeme, normal taze betonla karıştırılmakta ve betonun prizi sırasında polimer de polimerize olarak, istenilen süneklikte ve geçirimsizlikte beton elde

edilmesini sağlamaktadır. Polimer katkısının betona sağladığı yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

Bu tür betonlarda agregalar çevresinde bir polimer lifi oluşur. Polimer lifleri betonun tokluğunu ve sünekliliğini artırır, geçirimsizliğini geliştirir, agregalar çimento hamuruna daha iyi yapışır, yani aderansı artar. O yüzden polimer lifleri yüksek mukavemetli beton üretiminde beton katkı maddesi olarak çok önemli bir yer kazanır. Ayrıca bu tür betonların yerinde dökülme niteliğine sahip olması, önemini daha da arttırmaktadır. (13, S:140-142)

3.2.2.4.Ahşap Lif Ve Yonga Levhalar

Ahşap lift levhalar, ahşabın önce küçük parçalara ayrılması ve daha sonra bu parçaların değirmenlerde öğütülerek lif haline getirilmesi ile elde edilen dağınık faz malzemesinin, polimer bağlayıcılarla belirli oranlarda sıkıştırılıp, belirli sıcaklıkta pres altında sıkıştırılması ile elde edilirler. Preslenme derecesine bağlı olarak yumuşak ya da sert ahşap lif levhalar şeklinde elde edilen bu levhalar, daha çok mobilya ve iç dekorasyonda geniş kullanma alanı bulmuştur.

Ahşap yonga levhalar ise, ahşabın yonga levha haline getirilmesi ve daha sonra bir polimer bağlayıcı ile belirli sıcaklıkta preslenmesi ile elde edilen levhadır. Değişik kalınlıklarda üretilen bu levhalar doğrudan mobilya ve iç dekorasyonda kullanılabildiği gibi, her iki yüzü bir kaplama ile kaplanarak (verzalit gibi) mutfak iç donanımında ve çeşitli profiller halinde değişik detaylarda kullanılacak şekilde üretilirler. (27)

3.2.3.Asfalt Bağlayıcı Kompozitler

Bu tip kompozit malzemeler, bağlayıcısı asfalt olan kompozit malzemelerdir. Bunlara örnek olarak Asfalt Bağlayıcı Cam Lifi , Asfalt Bağlayıcı Asbest Lifi ve Asfalt Bağlayıcı Selüloz Lifi verilebilir.

3.2.3.1./3.2.3.2/3.2.3.3.Asfalt Bağlayıcı Cam Lifi / Asbest Lifi / Selüloz Lifi

Asfaltın taş tozu ve taş kırığı ile bağlayıcı madde aglomereleri şeklindeki üretimi dışında asfaltın cam lifi, asbest lifi ve selüloz lifleriyle, bu lifleri bir çekme donatısı olarak kullanmak suretiyle oluşturulan liflerle donatılı kompozitlere Asfalt Bağlayıcı Kompozitler denilmektedir.

Bitümün yukarıda belirtilen türden liflerle çekme donatısı olarak üretilmesi halinde bitüm çatlama, yarıma gibi risklerden korunmuş olur. Özellikle ısı tutucu malzemelerin (örneğin stropor ve v.b.) üzerine sıvama şeklinde uygulanan bitümlü buhar kesici katmanların yapılmasında bitüm içerisine bu tür liflerin katılması bitümü çekme gerilmelerine karşı korumaktadır. (27)

3.3.Lamine Kompozitler

Lamine kompozitler, farklı özelliklere sahip en az iki tabakanın biraraya getirilmesi ile oluşur. Bu gruptaki kompozitlerin fiziksel mekanik ve kimyasal özelliklerinin artırılması, istenilen sertlik ve mukavemeti sağlamak için tabaka yönlerinin lif yönleri değişik gelecek şekilde bir araya getirmek gerekmektedir. Lamine kompozitlerin üretiminde; tabakalar, üst üste getirilip belirli bir sıcaklık ve basınç altında preslenerek yapıştırıcının polimerleşmesi sağlanır. (11, S:39)

3.3.1.Lamine Ahşap Kompozitler

- **Kontrplak**

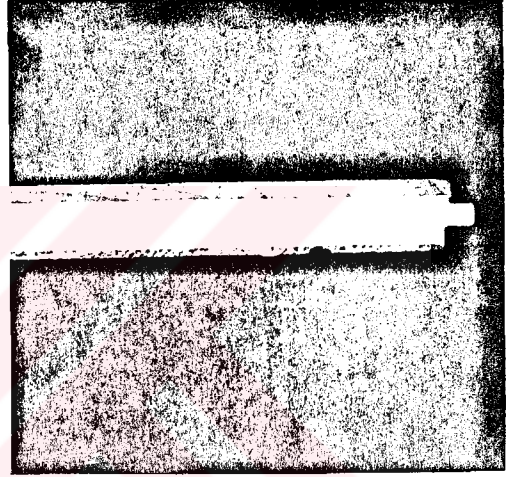
Tabakaların lif doğrultuları birbirine dik olacak şekilde yapıştırılması ile oluşturulan bir levhadır.

- Kontrtabla

Genellikle çitalardan yapılmış, bir orta tabaka ve bu tabakanın her iki yüzüne lif doğrultusuna dik olarak en az birer levhanın basınç altında yapıştırılması ile oluşan bir malzemedir.

- Üzeri kaplanmış yonga levha

Kurutulmuş odun yongaların, sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan levhanın, bir ince tabaka ile kaplanması ile oluşur. (23, S:36-50)



Şekil 3.7 Lamine Ahşap Döşeme Kaplaması

3.3.2.Lamine Plastik Kompozitler

- Reçineye batırılmış kağıtların üst üste gelmesiyle oluşan kompozitler (Formika)
- Sentetik keçeler (11, S:42)

3.3.3.Lamine Cam Kompozitler

- Masa tablaları
- Partisyonlar

- Bankolar
- Levhalar
- Bazı özel lensler
- Güvenlik camları (Kurşun geçirmez camlar) (11, S:43)

3.3.4.Lamine Metal Kompozitler

Yüzeyleri dekoratiflik sağlar, yüzey ve çekirdek arasındaki reaksiyondan doğan özellikleri karşılarlar ve malzemeyi daha mukavemetli yaparlar.

- Ana metal üzerine ince bir tabaka kaplı olanlar
 - Elektrogalvanize çelik
 - Elektrolitik kalaylanmış levhalar

Bu türdeki kompozitler, korozyon direnci sağlarlar.

- Yüzeyi işlenmiş katı malzeme olanlar
 - Alüminyum-klad-Alüminyum
 - Titanyum-çelik

Bu tür kompozitler, elektriksel uygulamalarda kolaylık, ısı iletimi, radyasyon kalkan özellikleri taşır. (11, S:40-42)

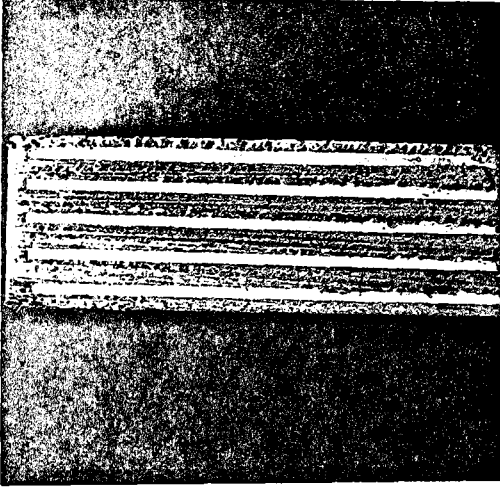
3.3.5.Lamine ve Liflerle donatılı Kompozitler

Cam lifi, cam yünü ve mineral lifler gibi pamuklu dokumalar ve plastik dokumalarla yapılan kompozitlerdir. (15, S:15)

3.3.6.Farklı Malzemelerden Oluşan Lamine Kompozitler

Tabakalarında tek tür bir malzeme değilse, ahşap, plastik, cam, metal gibi malzemelerin beraber kullanılması ile oluşur. (15, S:43, 44)

- Vinil-metaller



Şekil 3.8. Makinelerin altında titreşimi engellemek için kullanılan vinil-metal lamine kompozit

- Metal yüzölü kontraplaklar
- Kauçuk metal kombinasyonları
- Paslanmaz çelik folyolar
- Metal örtülü seramikler
- Porselen örtülü çelik
- Plastik yüzeyli ahşap

3.3.7.Sandviç Kompozitler

Sandviç kompozitler, değişik problemlere çözüm sağlayan en az iki malzemenin birleştirilmesiyle oluşan kompozitlerdir. Sandviç kompozitler binalarda birçok amaçla kullanılabilirler. Kaplama malzemesi, ışık geçirgenlik, ısı geçirimsizliği v.b. Ayrıca küçük binalarda perde duvar malzemesi olarak kullanılabilirler.

BÖLÜM 4

SANDVIÇ KOMPOZİT MALZEMENİN MİMARLIKTAKİ KULLANIMI

Kompozit malzemelerin ele alındığı bu tez çalışmasında; kompozit malzemeler değişik birçok yönleri ile incelenmiş ve özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır. Bu çalışma esnasında sandviç kompozit denilen grubun yapılan sınıflandırmalarda sadece bu ad altında verilen açıklamaların kullanım açısından yetersiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle, tezin esas konusunu oluşturan sandviç kompozitlerin kullanımına yönelik yeni ve uygulanabilir bir sınıflandırma sistemine ihtiyaç duyulmuştur.

4.1. Sandviç Kompozitlerin Belirgin özellikleri

Sandviç kompozitler iki yüksek yoğunlukta ince tabaka ve bunları ayıran kalın, düşük yoğunlukta ve daha az sert ve mukavemetli olan çekirdek malzemeden oluşur. Yüzeyler, eksensel yüklerin çoğunu ve çaprazvari eğilme mukavemetini taşır. Çekirdek, kesme kuvvetini karşılar ve yüzeyleri basınç ve eğilme sonucu oluşan burkulmaya karşı stabilize eder ve birbirinden ayırır. Bu düzenleme ile hafiflik ve sertlik özellikleri kombine edilmiş olur. Sandviçlerde esas amaç, yapısal performansı geliştirmektir. Isı yalıtımı, ısı direnç, titreşim söndürme gibi diğer özellikler, malzeme seçimine bağlı olarak değişir. (11, S:40) (25, S:457)

Sandviç Kompozitleri, Lamine kompozitlerden ayıran en önemli özellik; sandviç kompozitlerde istenen fonksiyona göre malzeme seçimi çok önemli iken, lamine malzemelerde ise özellikler malzemelerin kombinasyon şekline bağlıdır. (11)

4.2. Yeni Sandviç Kompozit Sınıflandırma Önerisi

4.2.1. Biçimin önceliğine göre

4.2.1.1. Simetrik sandviç kompozitler

İki yüzeyi aynı malzeme ve kalınlıktaki sandviç kompozitlere simetrik sandviç kompozit adı verilmiştir.

- 4.2.1.1.1. Duvar kaplaması olarak kullanılanlar
- 4.2.1.1.2. Duvar bünyesi içinde kullanılanlar
- 4.2.1.1.3. Soğuk ve sıcak çatı bünyesinde kullanılanlar
- 4.2.1.1.4. Cephe Kaplaması olarak kullanılanlar
- 4.2.1.1.5. Çatı kaplaması olarak kullanılanlar
- 4.2.1.1.6. Tavan kaplaması olarak kullanılanlar
- 4.2.1.1.7. Bölme elemanı olarak kullanılanlar
- 4.2.1.1.8. Değişik kaplamalar olarak kullanılanlar

4.2.1.2. Asimetrik sandviç kompozitler

Her iki yüzündeki kaplamaların aynı malzemeden ve aynı kalınlıkta olmaması durumundaki sandviç kompozitlere asimetrik sandviç kompozit adı verilmiştir

- 4.2.1.2.1. Duvar kaplaması olarak kullanılanlar
- 4.2.1.2.2. Duvar bünyesi içinde kullanılanlar
- 4.2.1.2.3. Döşeme kaplaması olarak kullanılanlar
- 4.2.1.2.4. Bölme elemanı olarak kullanılanlar
- 4.2.1.2.5. Cephe kaplaması olarak kullanılanlar
- 4.2.1.2.6. Tavan kaplaması olarak kullanılanlar
- 4.2.1.2.7. Betonarme kalıbı olarak kullanılanlar

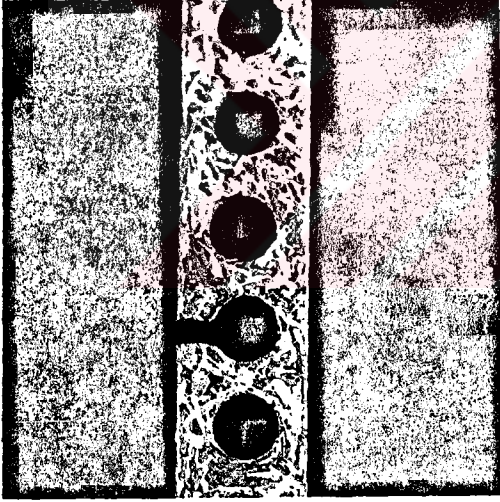
4.2.2. İşlevin Önceğine göre

- 4.2.2.1. Yalıtım (ısı, su)
- 4.2.2.2. Ses yalıtımı -akustik
- 4.2.2.3. Bölücülük
- 4.2.2.4. Işık geçirgenlik
- 4.2.2.5. Kaplama malzemesi olarak (cephe ve diğer yapı elemanlarının)
- 4.2.2.6. Çeşitli işlevler (tezgah, banko v.b. iç mekan eleman dizaynı)

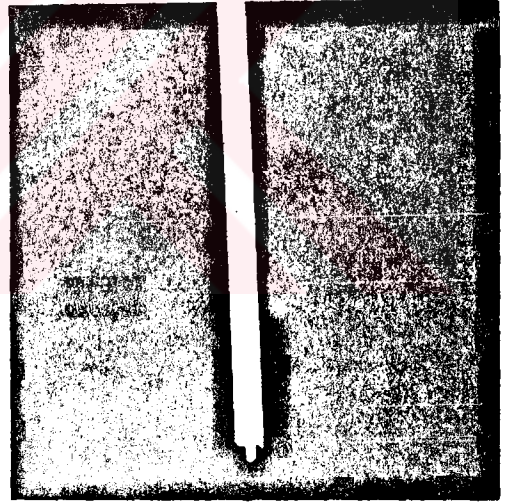
4.3. Sandviç Kompozitin Yapıda Kullanım Olanakları

4.3.1. Simetrik sandviç kompozitler

4.3.1.1 Duvar kaplaması olarak kullanılanlar



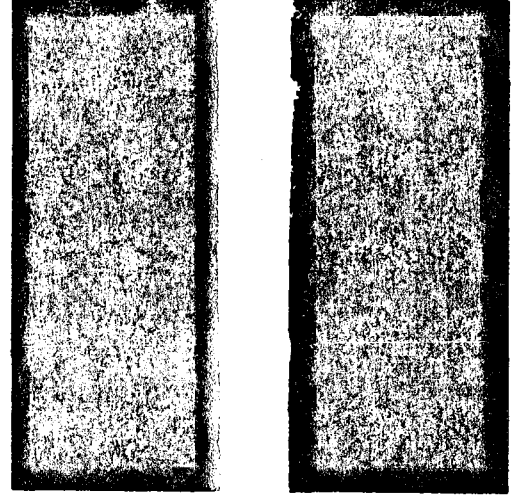
Şekil 4.1.: İki yüzü ahşap kaplama ortası delikli ahşap yonga levha $d=25\text{mm}$ (6.4 + 12.2 + 6.4)



Şekil 4.2.: İki yüzü ahşap kaplama ortası yumuşak lif levha $d=8\text{mm}$

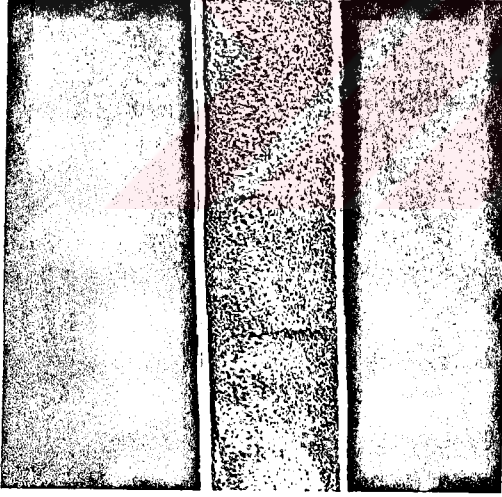


Şekil 4.3.: İki yüzü PVC
ortası stropor $d=22\text{mm}$ (2 + 18 + 2)

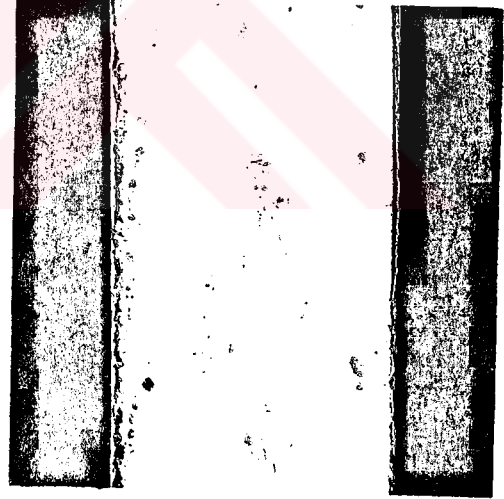


Şekil 4.4.: İki yüzü ince kağıt
ortası alçı plaka 12.5mm

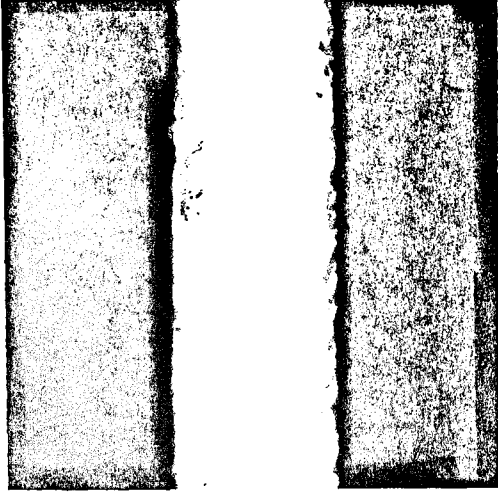
4.3.1.2 Duvar bünyesi içinde kullanılanlar



Şekil 4.5.: İki yüzü karton ortası
poliüretan köpük $d=26\text{mm}$



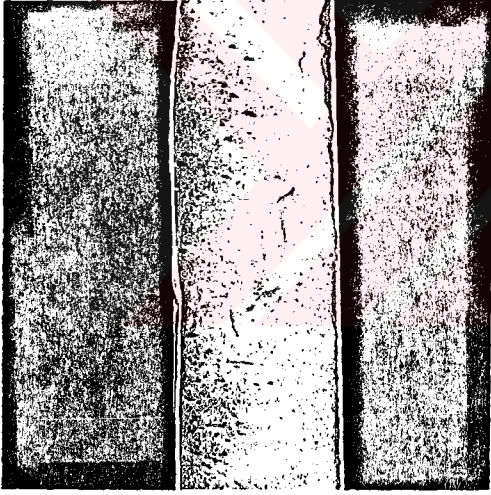
Şekil 4.6.: İki yüzü CTP ortası
poliüretan köpük $d=52\text{mm}$ (1+50 + 1)



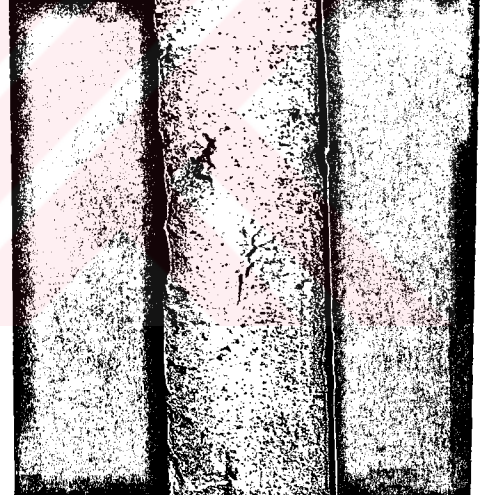
Şekil 4.7.: İki yüzü ince karton
ortası poliüretan köpük d=34mm



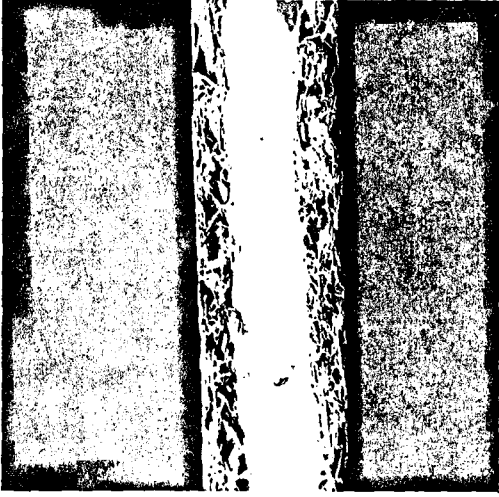
Şekil 4.8.: İki yüzü ince karton
ortası poliüretan köpük d=54mm



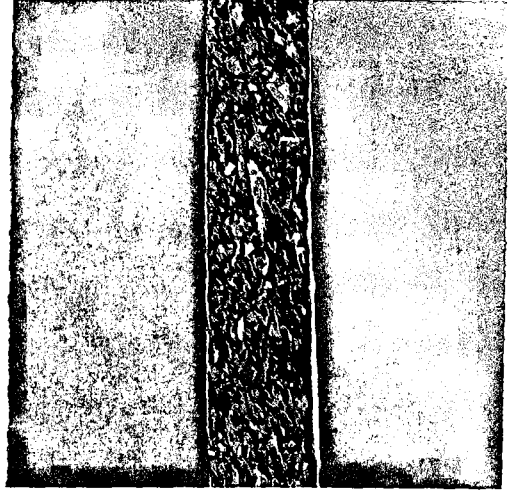
Şekil 4.9.: İki yüzü ince karton ortası
poliüretan köpük d=31mm



Şekil 4.10.: İki yüzü ince karton
ortası poliüretan köpük d=32mm



Şekil 4.11: İki yüzü heraklit
ortası stropor $d=28\text{mm}$ ($7 + 14 + 7$)

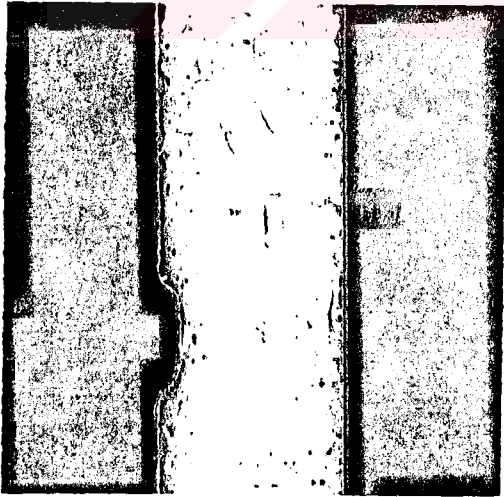


Şekil 4.12.: İki yüzü bitümlü kağıt
ortası prese opanollü kauçuk
parçaları $d=19\text{mm}$

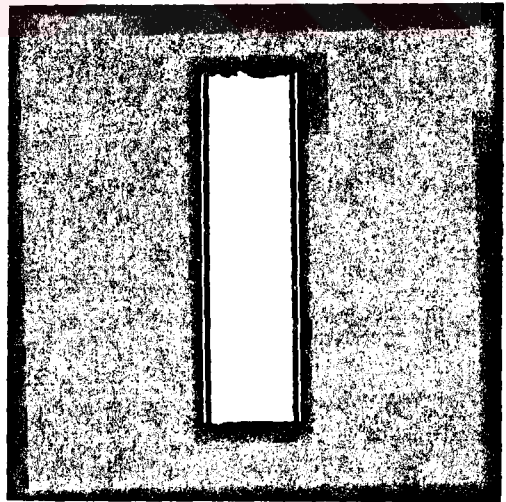
4.3.1.3. Soğuk ve sıcak çatı bünyesinde kullanılanlar

Duvar bünyesi içinde kullanılanlar, aynı zamanda soğuk ve sıcak çatı bünyesinde de kullanılırlar.

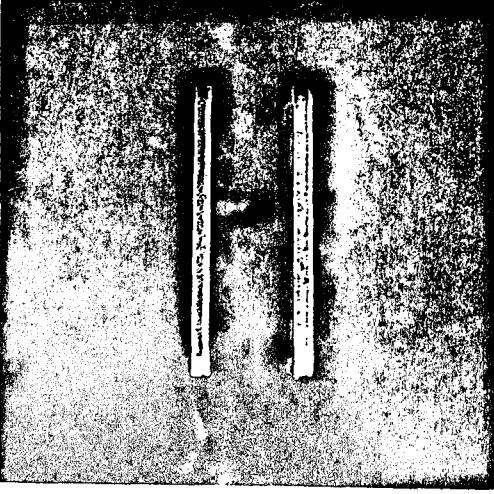
4.3.1.4. Cephe Kaplaması olarak kullanılanlar



Şekil 4.13.: İki yüzü alüminyum levha
ortası poliüretan köpük $d=35\text{mm}$
($0.5 + 34 + 0.5$)

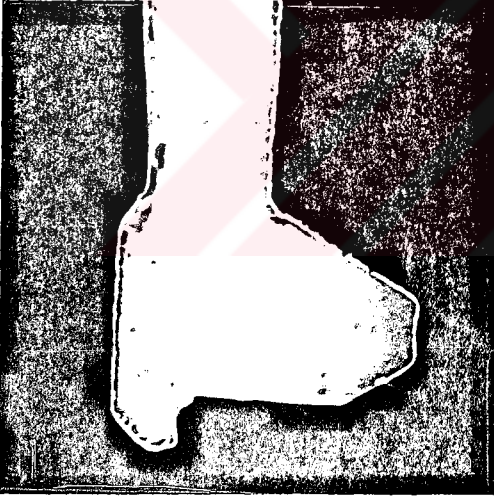


Şekil 4.14.: İki yüzü formika
ortası stropor
 $d=18\text{mm}$ ($1.5 + 15 + 1.5$)



Şekil 4.15.: İki yüzü alüminyum levha
ortası termoplastik bir dolgu
 $d=4\text{mm} (0.5 + 3 + 0.5)$

4.3.1.5. Çatı kaplaması olarak kullanılanlar

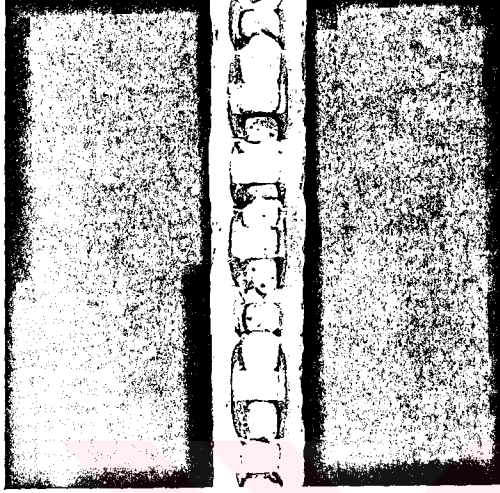


Şekil 4.16.: İki yüzü alüminyum
ortası poliüretan köpük
 $d=37\text{mm} (1 + 35 + 1)$

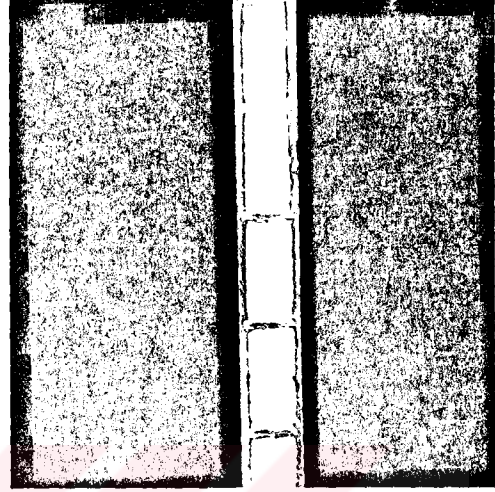
4.3.1.6. Tavan kaplaması olarak kullanılanlar

Duvar kaplaması olarak kullanılan Şekil 4.4. aynı zamanda tavan kaplaması olarak da kullanılabilir.

4.3.1.7. Bölme elemanı olarak kullanılanlar



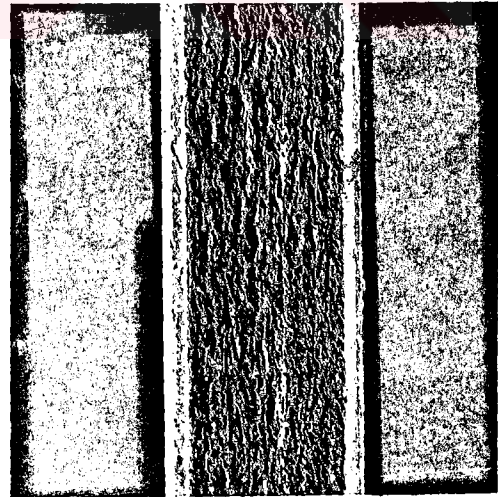
Şekil 4.17.: İki yüzü polistrol ortası alüminyum bal peteği
 $d=18\text{mm}$ ($5 + 8 + 5$)



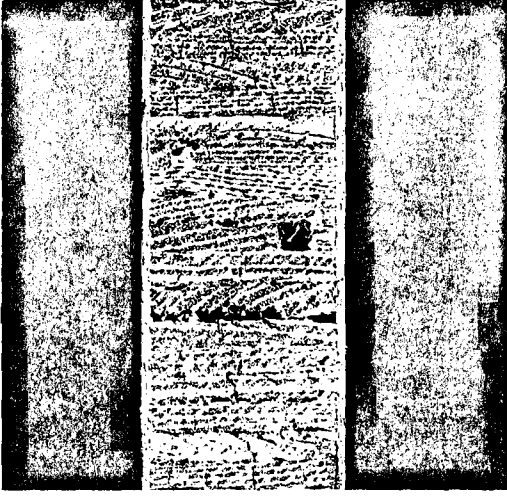
Şekil 4.18.: İki yüzü CTP ortası polietilen kaset
 $d=12.5\text{mm}$ ($1.7 + 9.1 + 1.7$)



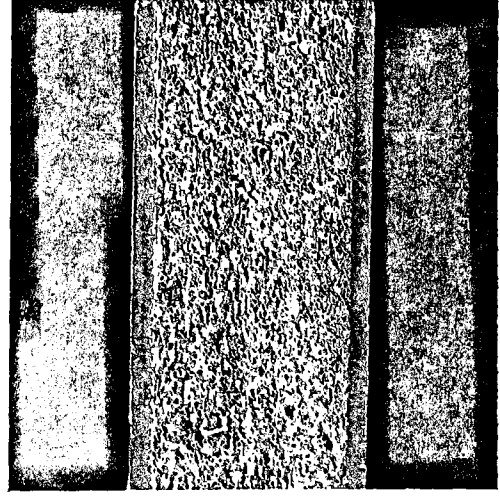
Şekil 4.19.: İki yüzü CTP ortası poliester, içte cam elyaf iskelet
 $d=41\text{mm}$ ($3 + 35 + 3$)



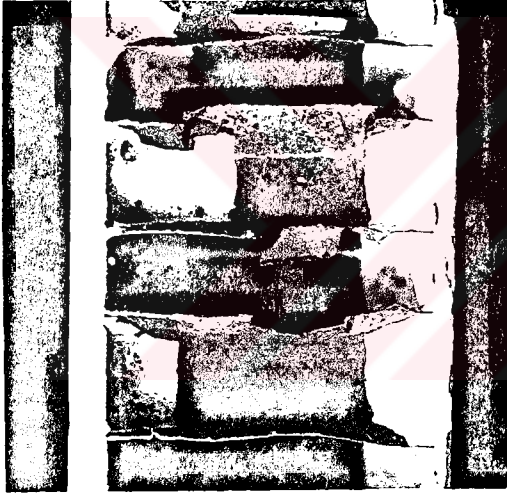
Şekil 4.20.: İki yüzü asbestli çimento levha ortası ahşap yumuşak lif levha
 $d=40\text{mm}$ ($5.5 + 29 + 5.5$)



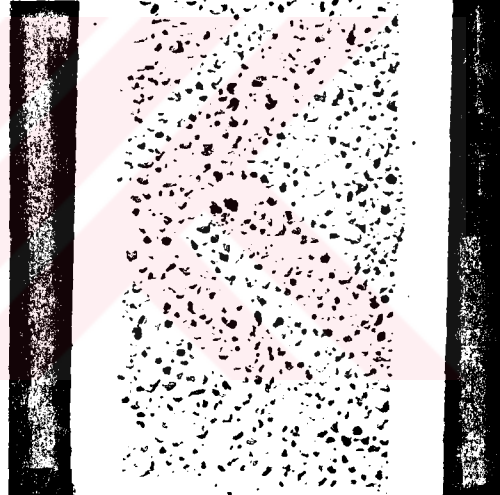
Şekil 4.21.: İki yüzü ahşap kaplama
ortası masif ahşap çıta (kontrtabla)
 $d=37\text{mm} (2 + 33 + 2)$



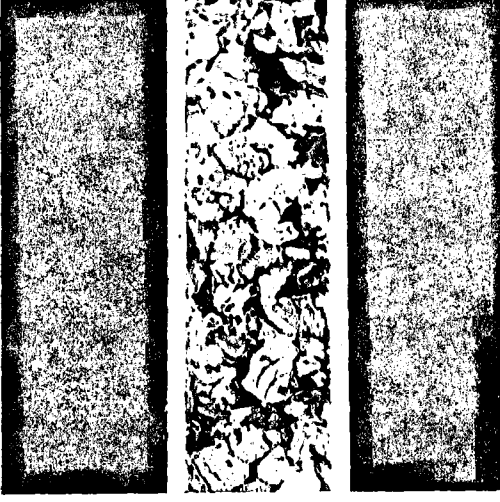
Şekil 4.22: İki yüzü sert ahşap
levha ortası yumuşak lif levha
 $d=45\text{mm} (4.5 + 36 + 4.5)$



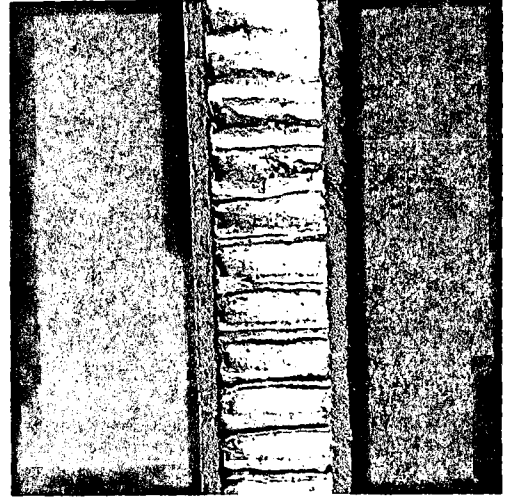
Şekil 4.23.: İki yüzü alçı döküm
ortası vulkanize fiber petek
 $d=70\text{mm} (6 + 58 + 6)$



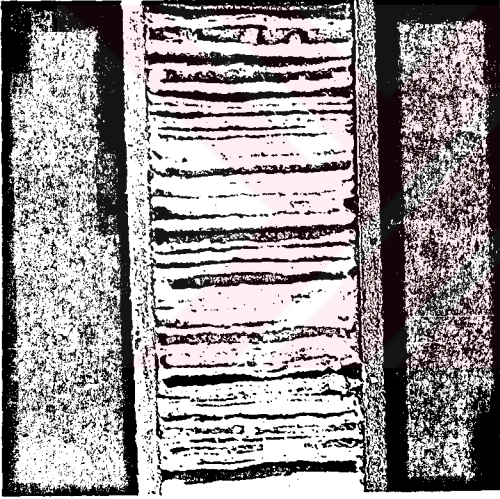
Şekil 4.24.: İki yüzü alçı plaka
ortası köpük alçı
 $d=72\text{mm} (11 + 50 + 11)$



Şekil 4.25.: İki yüzü asbestli çimento
levha ortası mantar
 $d=21\text{mm}$ ($4.5 + 12 + 4.5$)

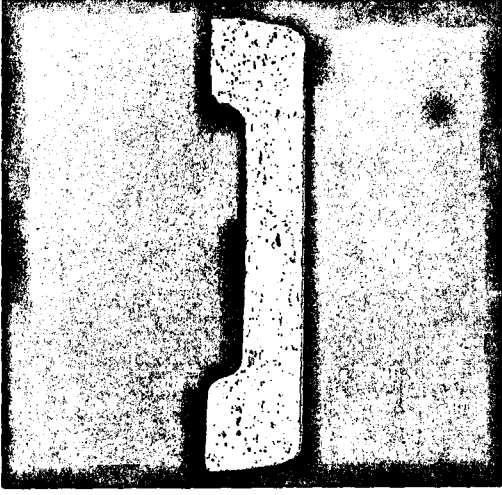


Şekil 4.26: İki yüzü sert ahşap lif levha
ortası oluklu mukavva
 $d=29\text{mm}$ ($3.7 + 21.6 + 3.7$)

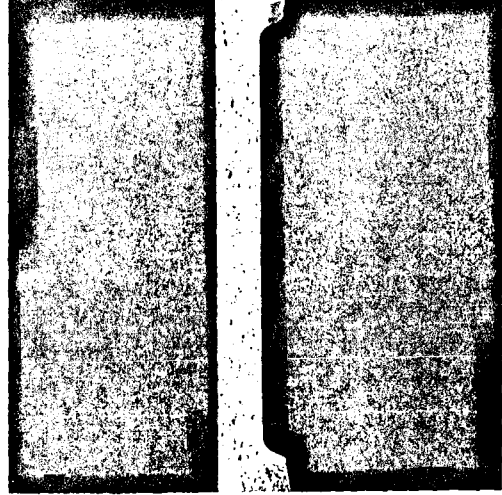


Şekil 4.27.: İki yüzü sert lif levha
ortası oluklu mukavva
 $d=45\text{mm}$ ($4.4 + 36.2 + 4.4$)

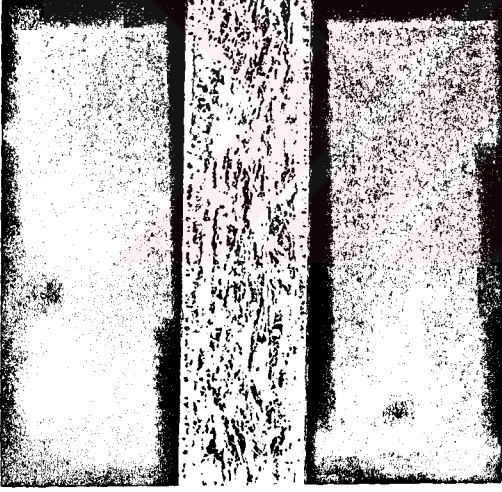
4.3.1.8. Değişik kaplamalar olarak kullanılanlar



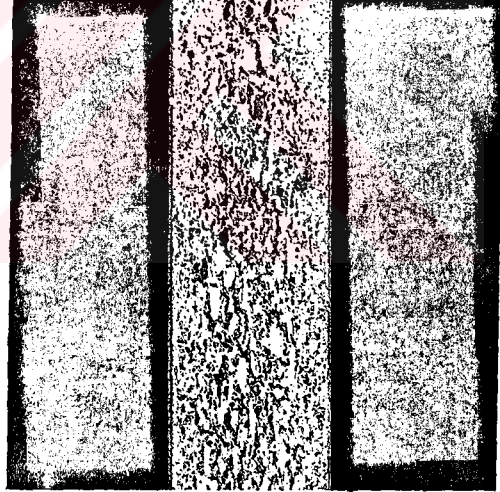
Şekil 4.28.:İki yüzü melaminformaldehit ortası ahşap yonga levha d=11mm



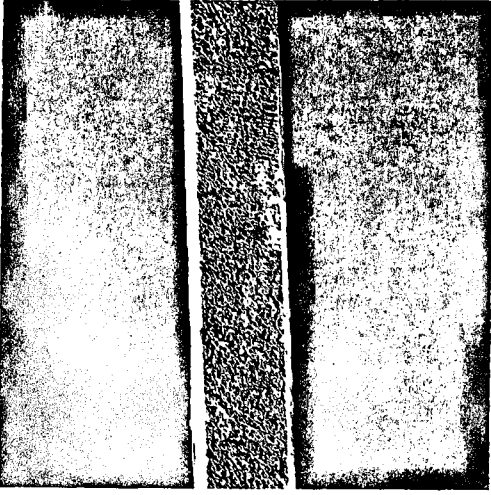
Şekil 4.29.:İki yüzü melaminformaldehit ortası ahşap yonga levha d=11mm



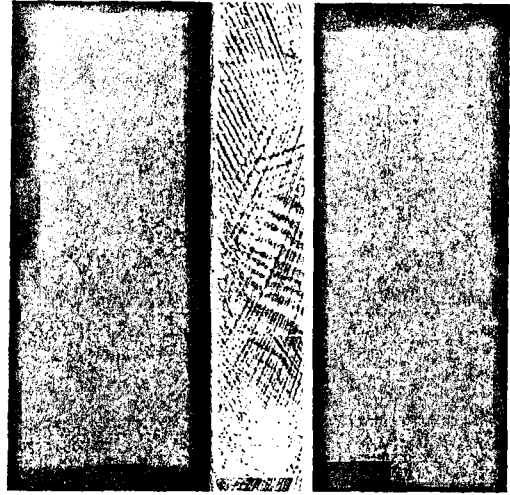
Şekil 4.30.:İki yüzü melaminformaldehit ortası ahşap yonga levha d=24mm



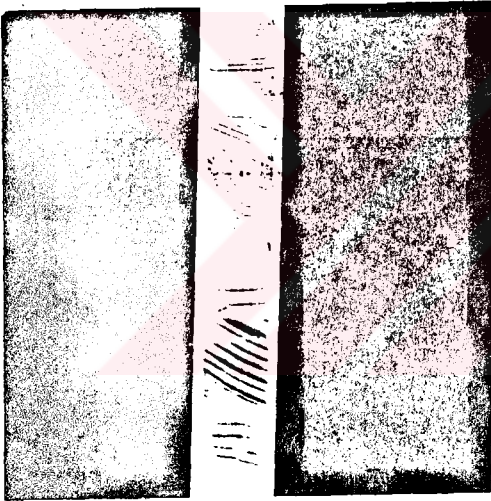
Şekil 4.31.:İki yüzü melaminformaldehit ortası ahşap yonga levha d=32mm



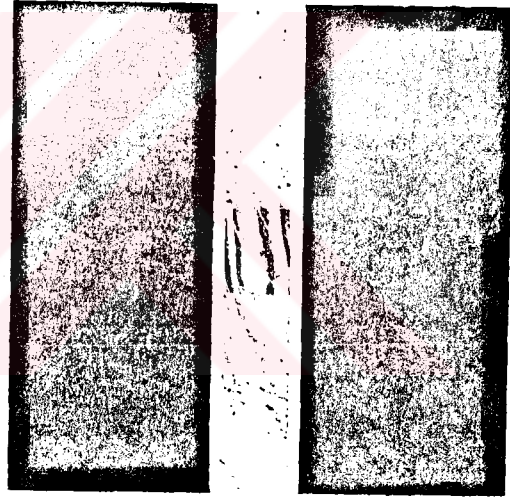
Şekil 4.32.: İki yüzü ahşap kaplama
ortası masif ahşap çıta (kontrtabla)
 $d=20\text{mm}$ ($1.5 + 17 + 1.5$)



Şekil 4.33.: İki yüzü ahşap kaplama
ortası masif ahşap çıta (kontrtabla)
 $d=19.8\text{mm}$ ($1.5 + 16.8 + 1.5$)



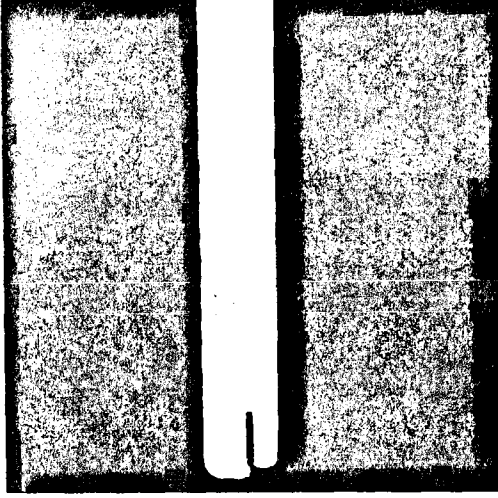
Şekil 4.34.: İki yüzü ahşap kaplama
ortası masif ahşap çıta (kontrtabla)
 $d=16\text{mm}$ ($2 + 12 + 2$)



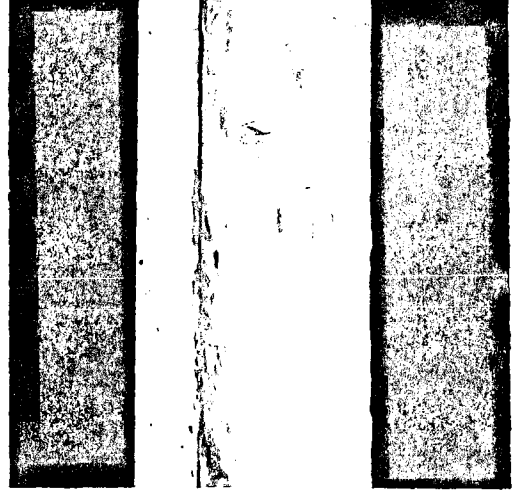
Şekil 4.35.: İki yüzü ahşap kaplama
ortası masif ahşap çıta (kontrtabla)
 $d=17\text{mm}$ ($2.5 + 12 + 2.5$)

4.3.2. Asimetrik sandviç kompozitler

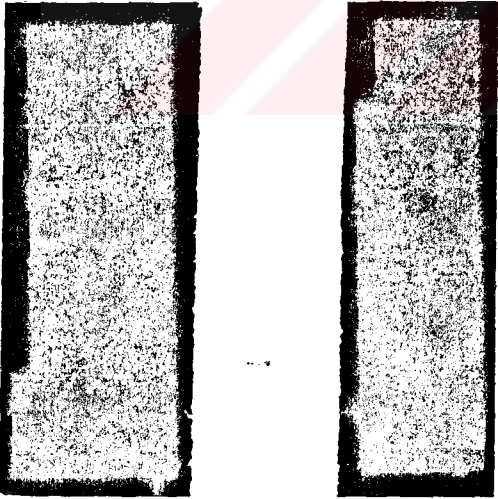
4.3.2.1. Duvar kaplaması olarak kullanılanlar



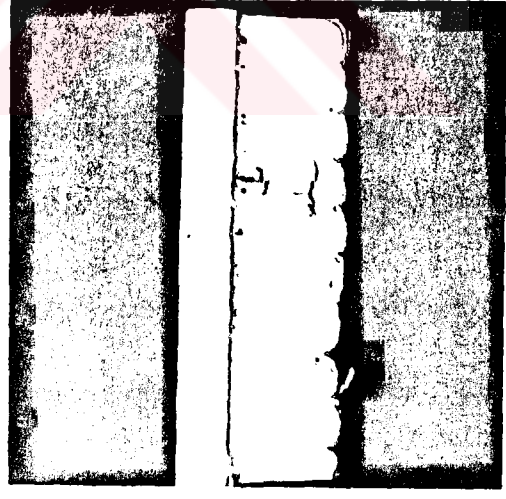
Şekil 4.36.: Bir yüzü kumaş kaplı
diğer yüzü taşıyünü
 $d=18\text{mm}$ (16 + 2)



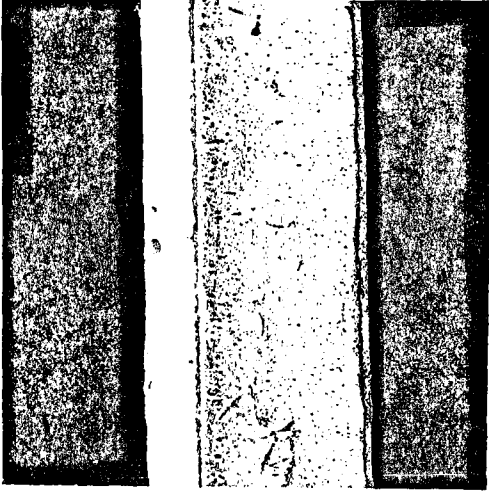
Şekil 4.37.: Bir yüzü alçı plaka diğer
yüzü bakalitli cam yünü
 $d=43\text{mm}$ (12.7 + 30.3)



Şekil 4.38.: Bir yüzü alçı plaka
diğer yüzü stropor
 $d=33\text{mm}$ (12.5 + 20.5)

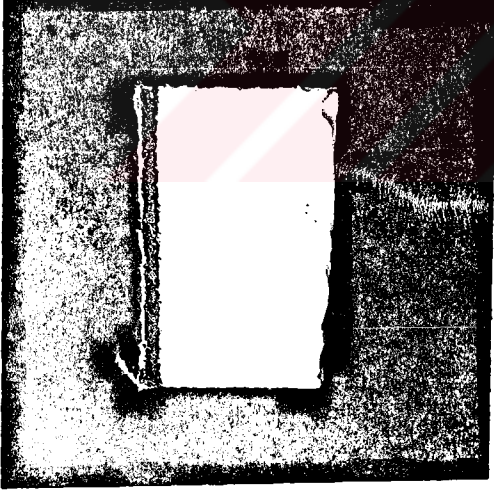


Şekil 4.39.: Bir yüzü ince mukavva diğer
yüzü alçı plaka ortası poliüretan
köpük $d=32\text{mm}$ (10 + 20 + 2)



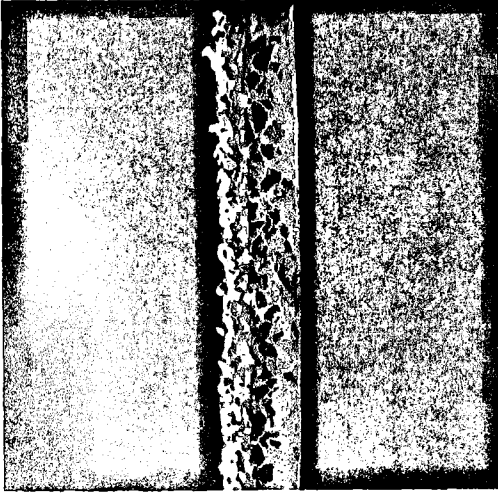
Şekil 4.40.: Bir yüzü ince delikli
karton diğer yüzü kartonlu alçı
ortası poliüretan köpük
 $d=41.2\text{mm} (12.5 + 27.2 + 1.5)$

4.3.2.2. .Duvar bünyesi içinde kullanılanlar

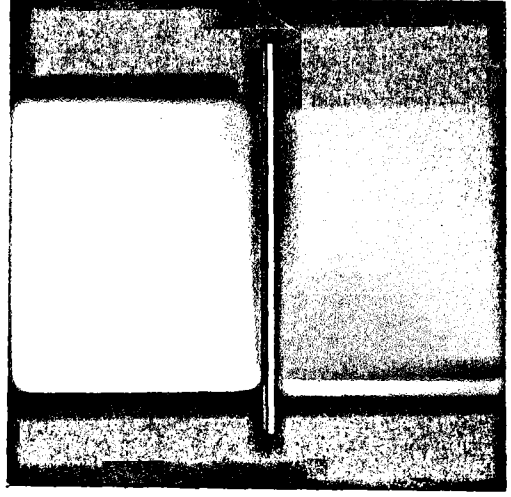


Şekil4.41.: Bir yüzü mukavva diğer yüzü
ince karton ortası poliüretan
 $d=36\text{mm} (3 + 33)$

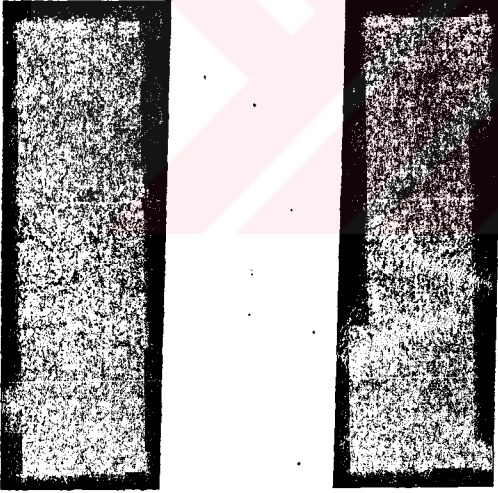
4.3.2.3. .Döşeme kaplaması olarak kullanılanlar



Şekil 4.42.: Bir yüzü düz diğer yüzü granüllü tartan
d=15mm (10 + 5)



Şekil 4.43: Bir yüzü PVC diğer yüzü polietilen
d=2.5mm (1.5 + 1)



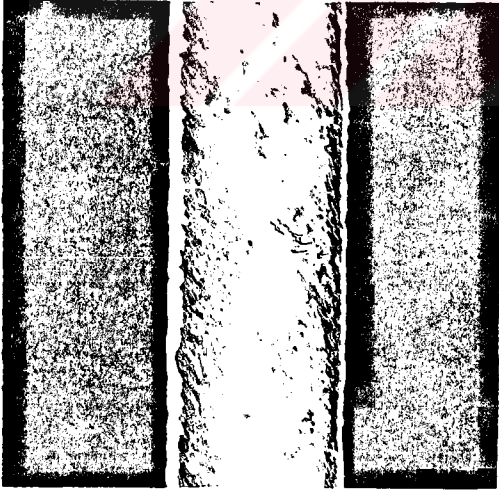
Şekil 4.44.: Bir yüzü alüminyum diğer yüzü PVC ortası ahşap yonga levha
d=3.2cm (2 + 29.5 + 0.5)

4.3.2.4. Bölme elemanı olarak kullanılanlar

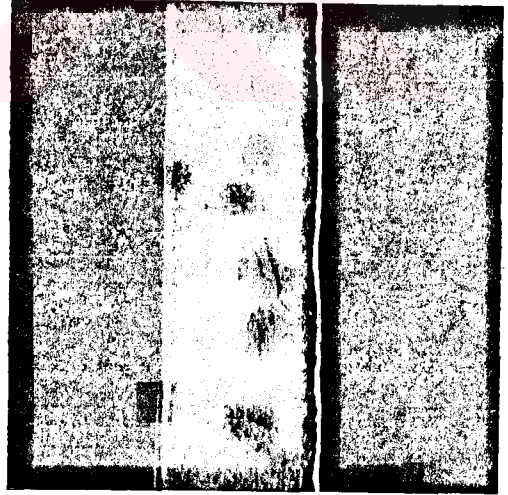


Şekil 4.45.: Bir yüzü alçı plaka diğer yüzü doğal ahşap levha ,ortası poliüretan köpük $d=51\text{mm}$ ($10 + 31 + 10$)

4.3.2.5. Cephe kaplaması olarak kullanılanlar



Şekil 4.46.: Bir yüzü alüminyum levha diğer yüzü kağıt ortası poliüretan köpük $d=33\text{mm}$ ($2.2 + 30.8$)



Şekil 4.47.: Bir yüzü alüminyum levha diğer yüzü delikli kağıt ortası poliüretan köpük $d=30\text{mm}$ ($0.5 + 29.5$)

4.3.2.6. Tavan kaplaması olarak kullanılanlar

Duvar kaplaması olarak kullanılan Şekil 4.36. aynı zamanda tavan kaplaması olarak da kullanılabilir.

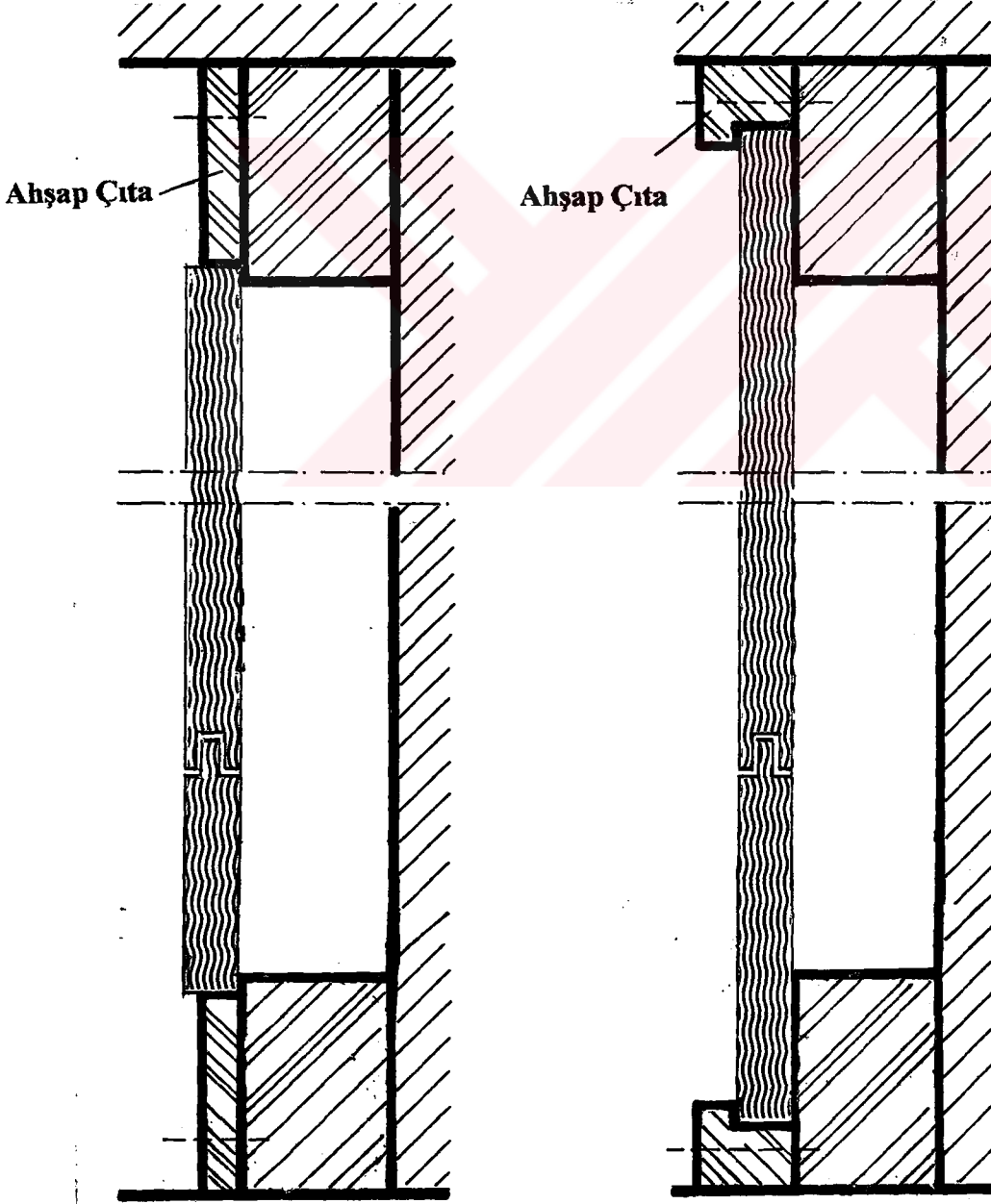
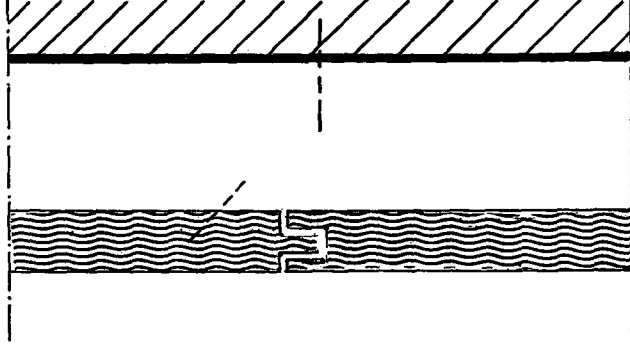
4.3.2.7. Betonarme kalıbı olarak kullanılanlar



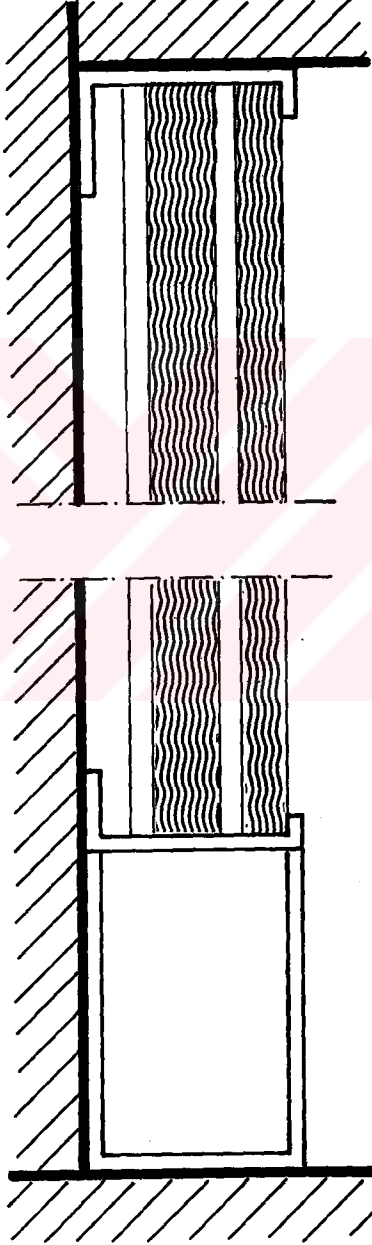
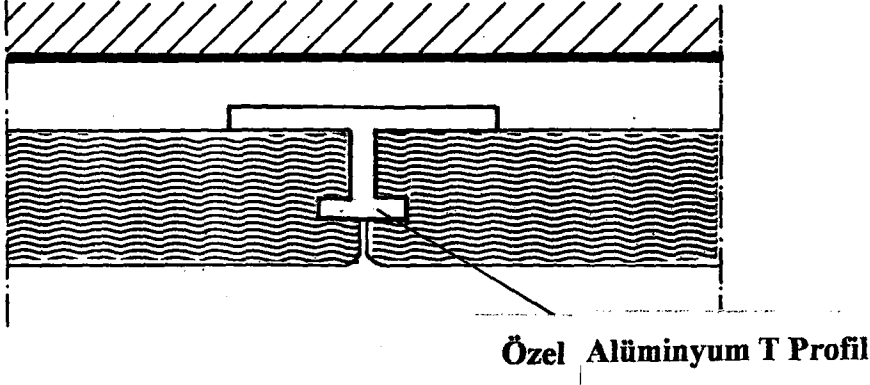
Şekil 4.48: Bir yüzü marangoz
levhası diğer yüzü kauçuk
 $d=31.08\text{mm}$ ($1.98 + 29.1$)

4.4. Sandviç Kompozitlerin Yapıda Kullanımına İlişkin Detaylar

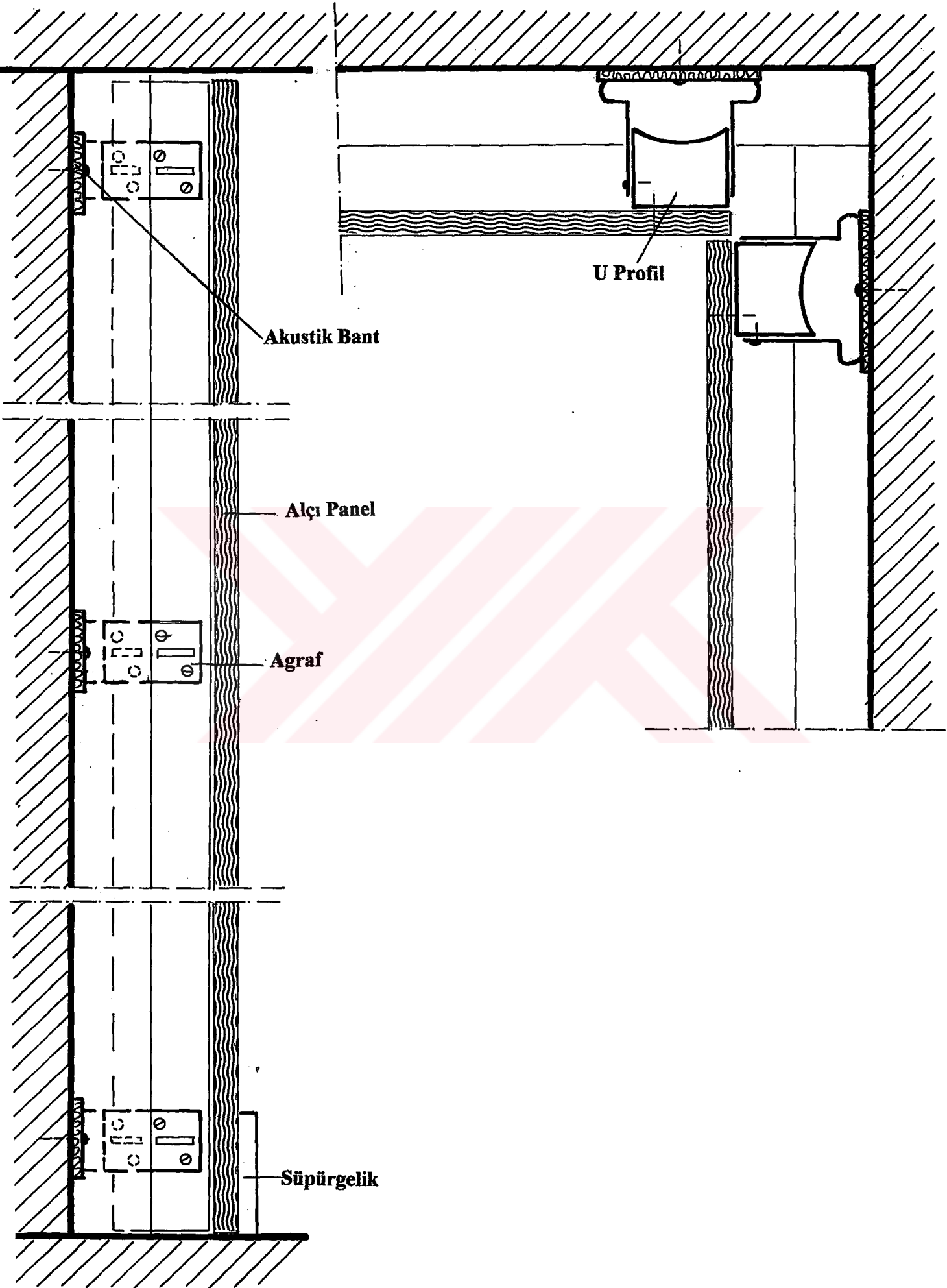
4.4.1. Duvar kaplaması olarak kullanılanlar

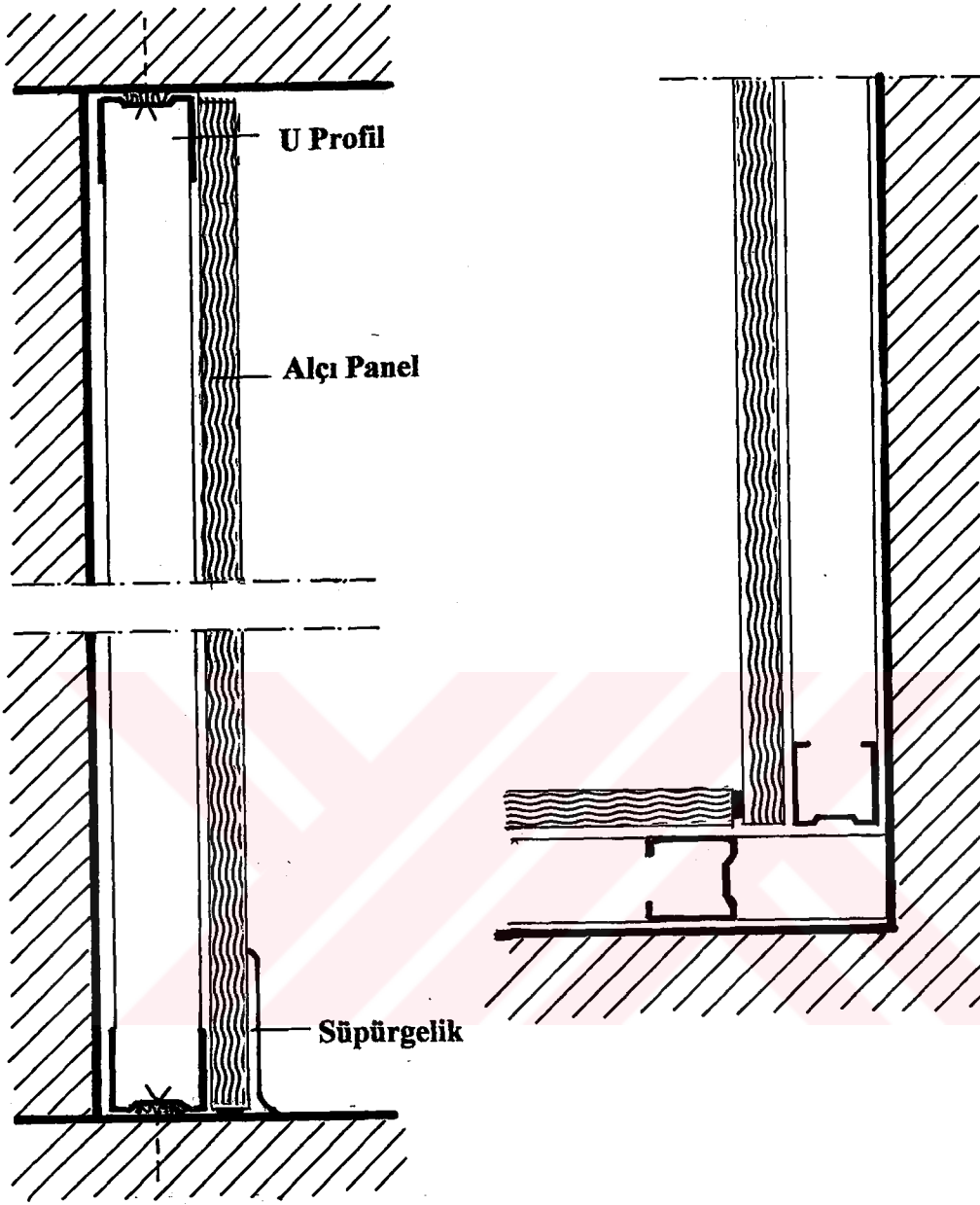


(Bu detaylar Şekil 4.1 ve 4.2'deki malzemelerde uygulanabilir.)



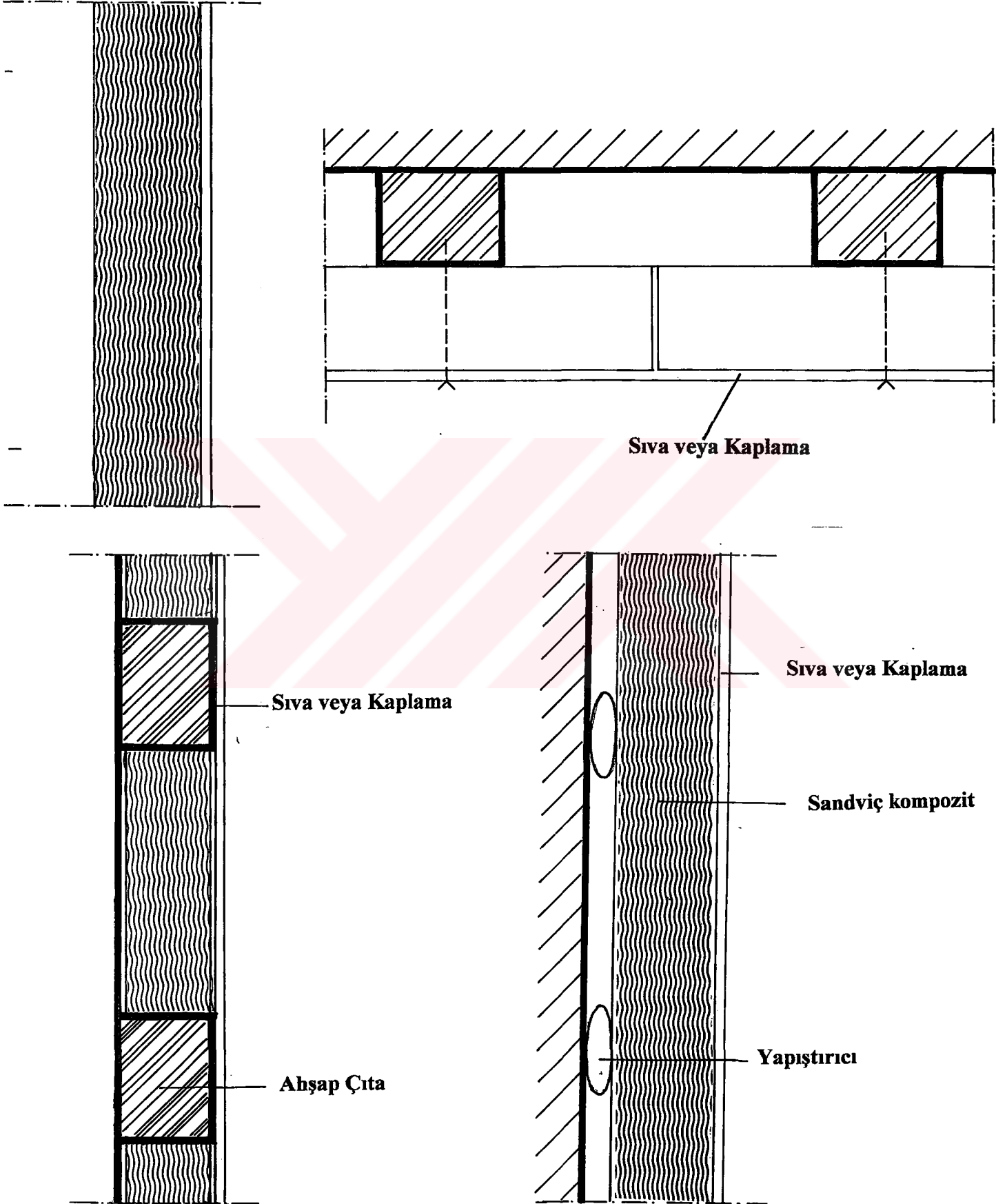
(Bu detaylar Şekil 4.3- 4.36- 4.37- 4.38- 4.39- ve 4.40'daki malzemelerde uygulanabilir.)

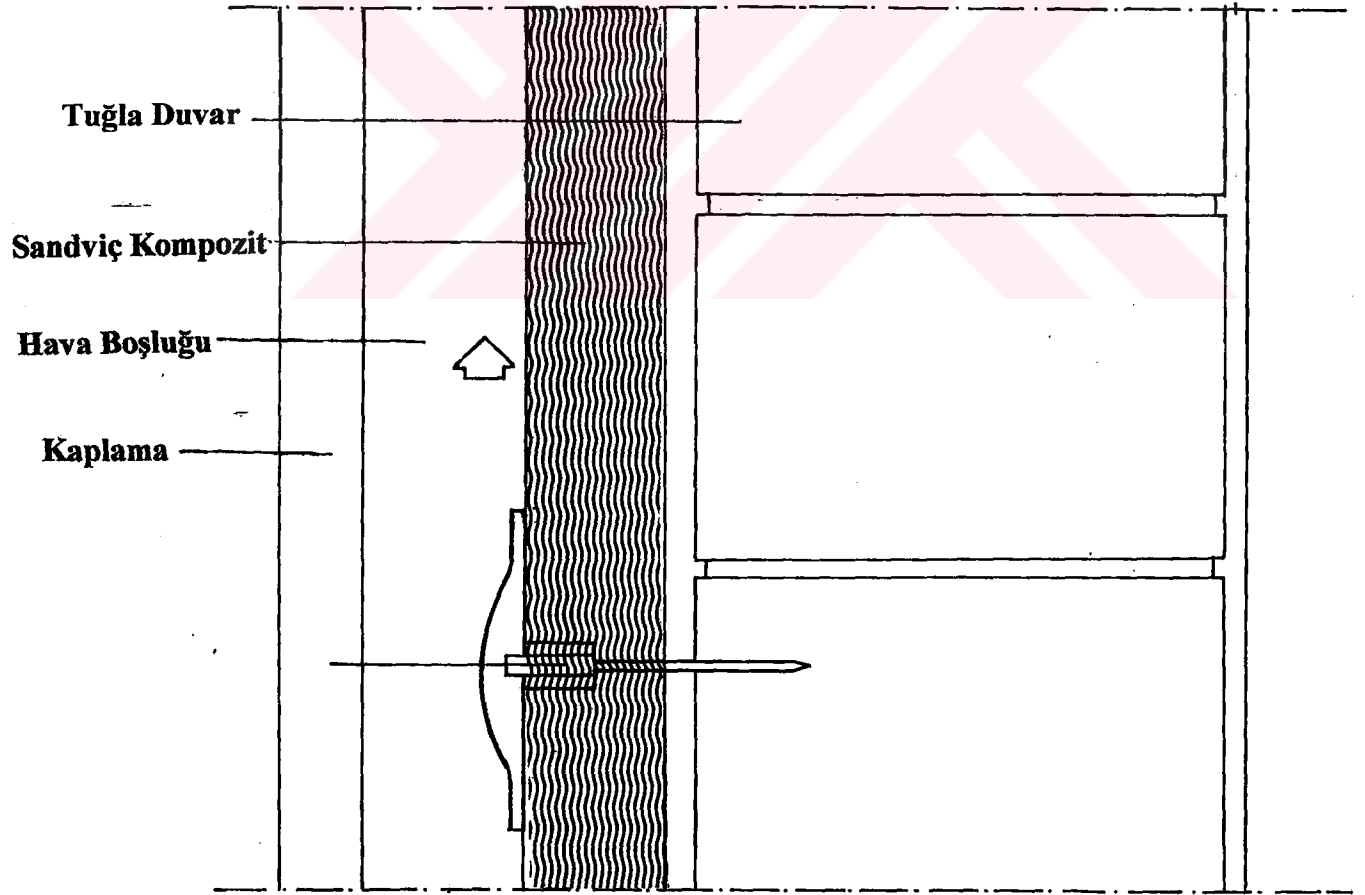
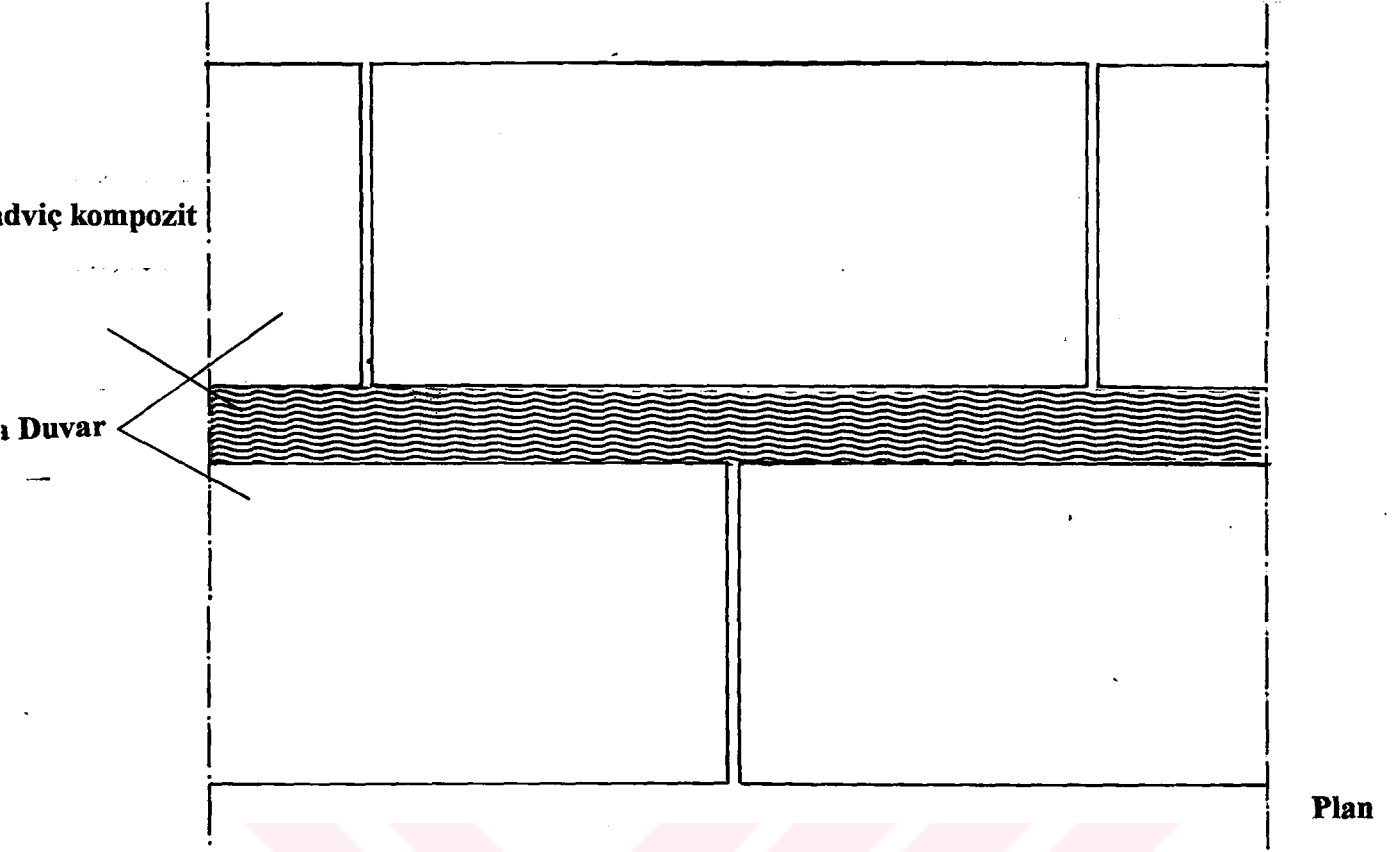




(Bu detaylar Şekil 4.4'deki malzemedde uygulanabilir.)

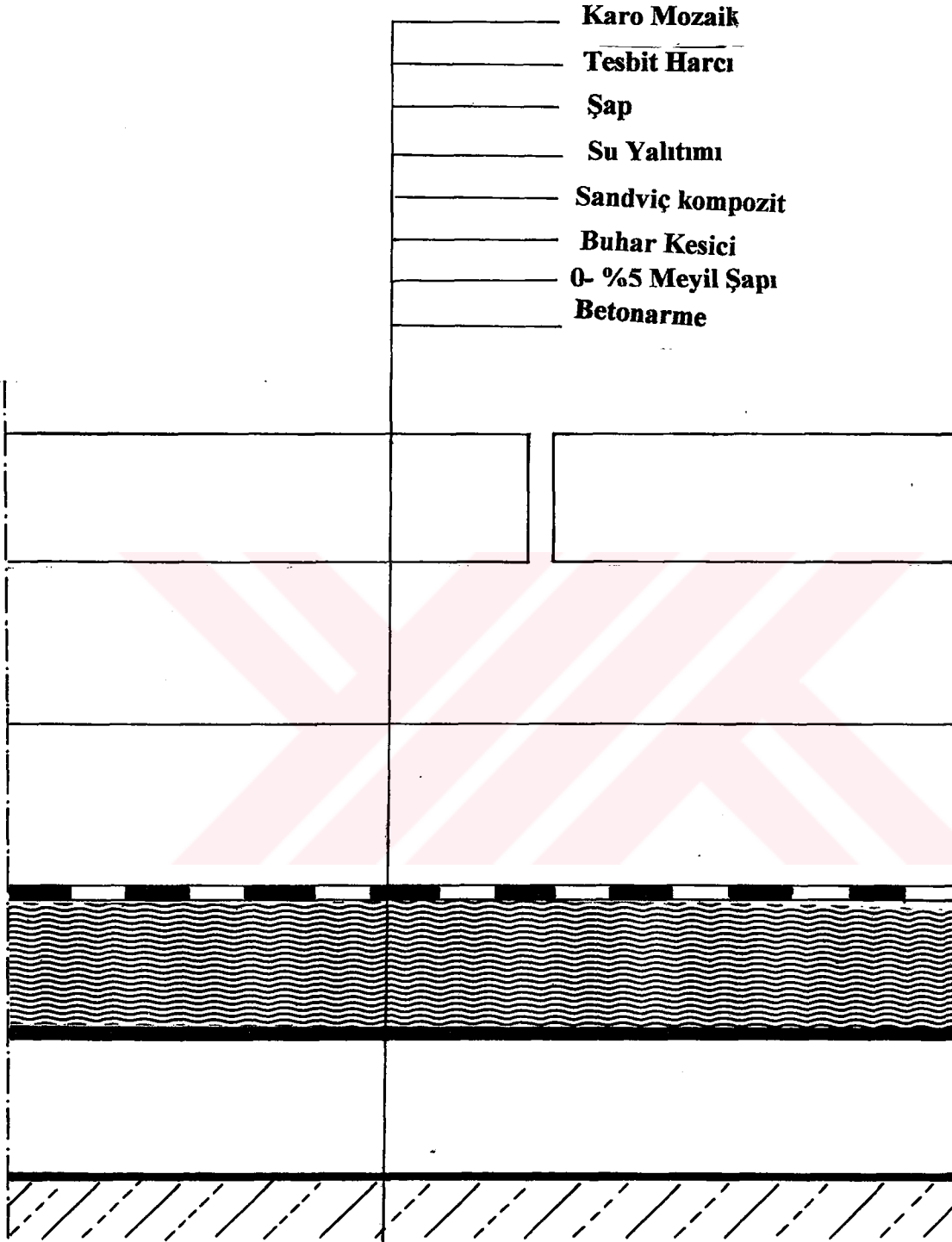
4.4.2. Duvar bünyesi içinde kullanılanlar





(Bu detaylar Şekil 4.5- 4.6- 4.7- 4.8- 4.9- 4.10- 4.11- 4.12- 4.41'deki malzemelerde uygulanabilir.)

4.4.3. Soğuk ve sıcak çatı bünyesinde kullanılanlar



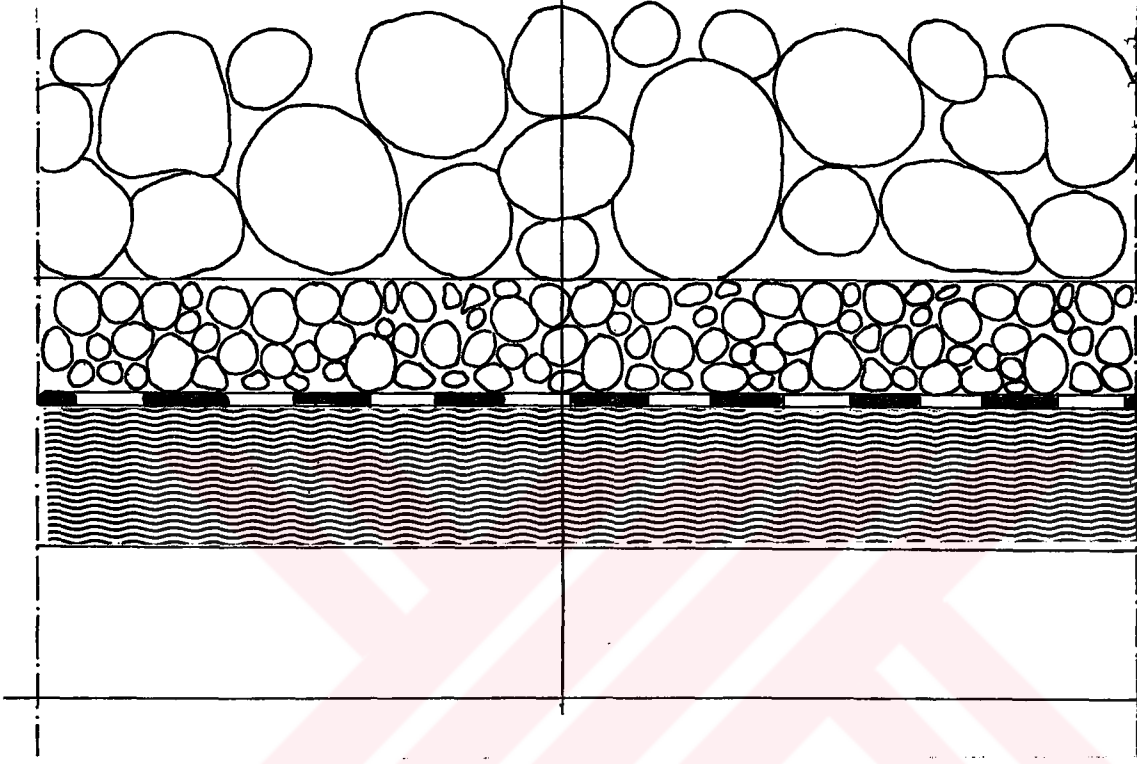
Serbest Çakıl

Bitümlü İnce Çakıl

Su Yalıtımı

Sandviç kompozit

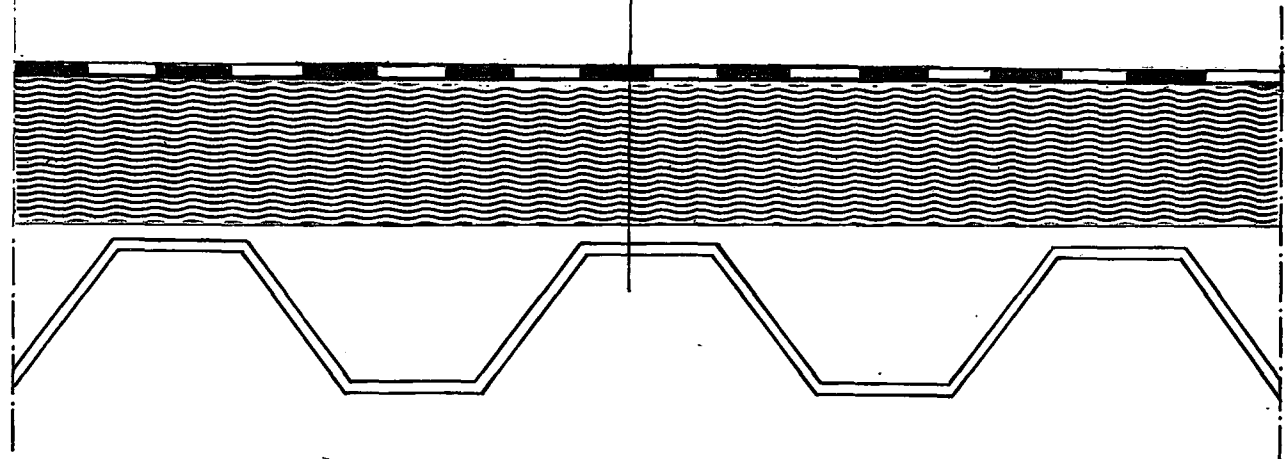
0- %5 Meyil Şapı

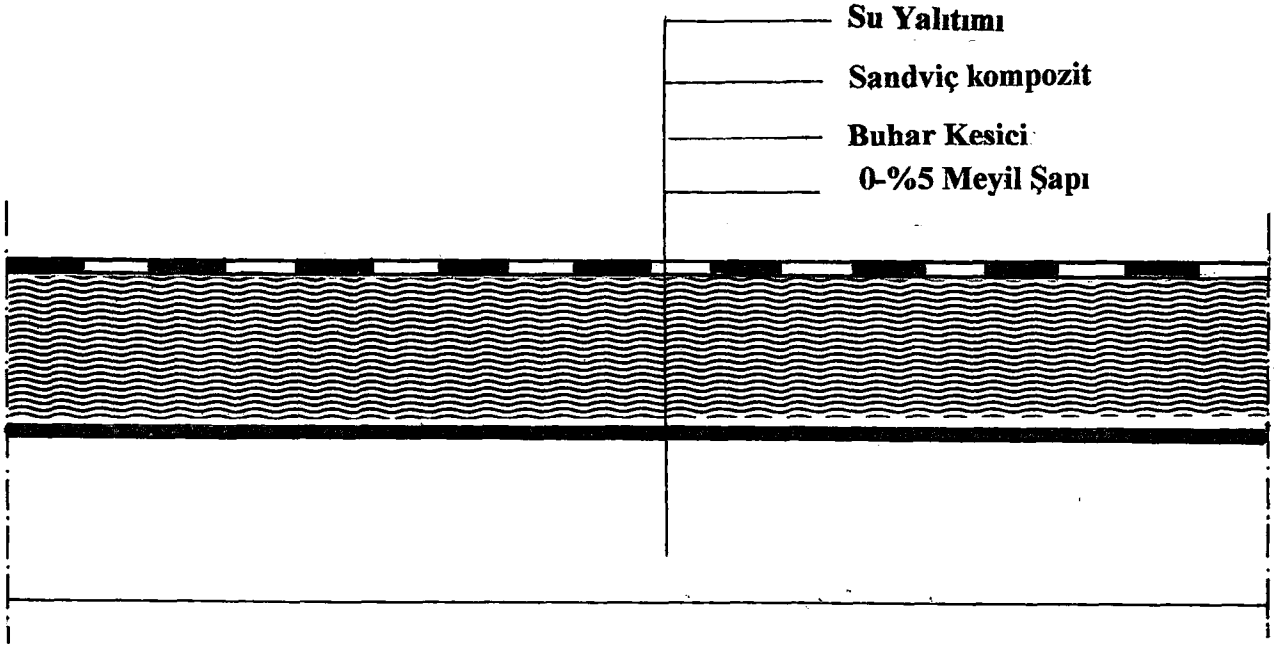


Su Yalıtımı

Sandviç Kompozit

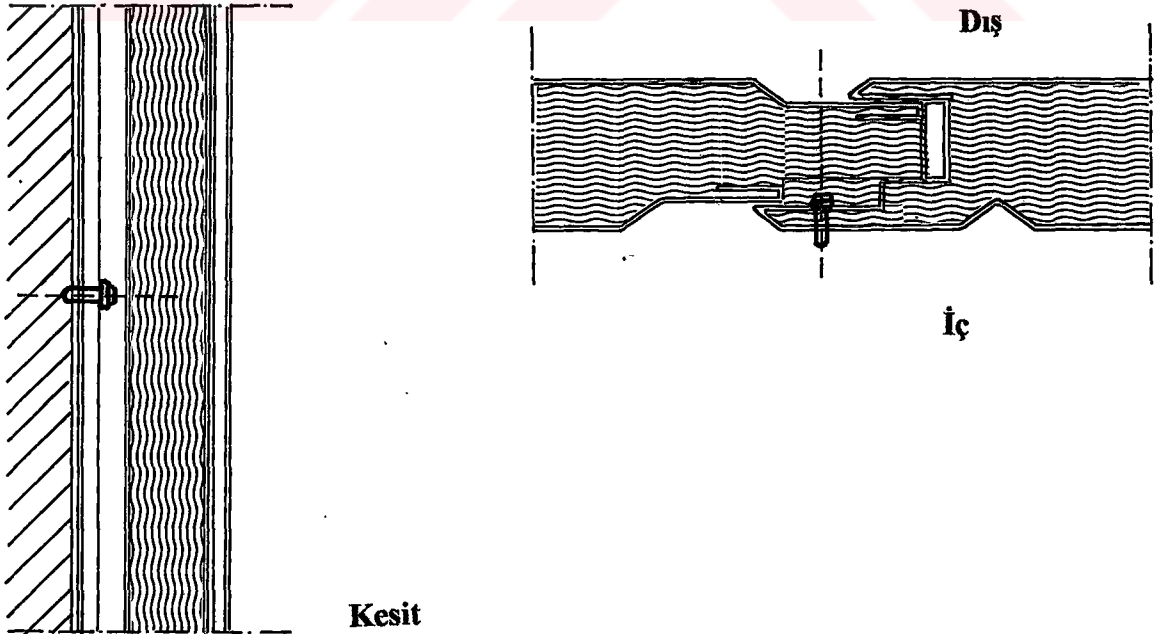
Metal Çatı Kaplaması



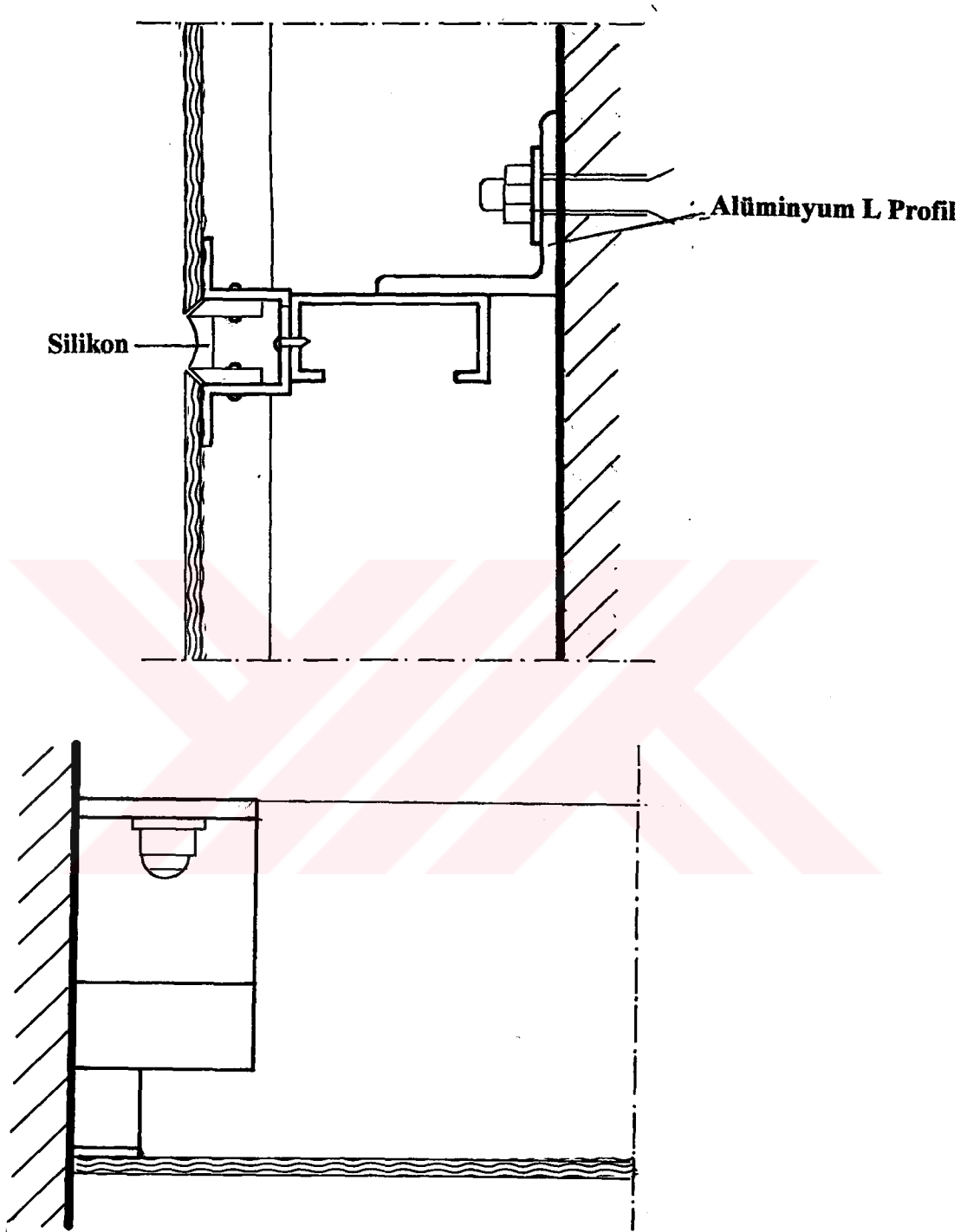


Bu detaylar Şekil 4.5- 4.6- 4.7- 4.8- 4.9- 4.10- 4.11- 4.12- 4.41'deki malzemelerde uygulanabilir.

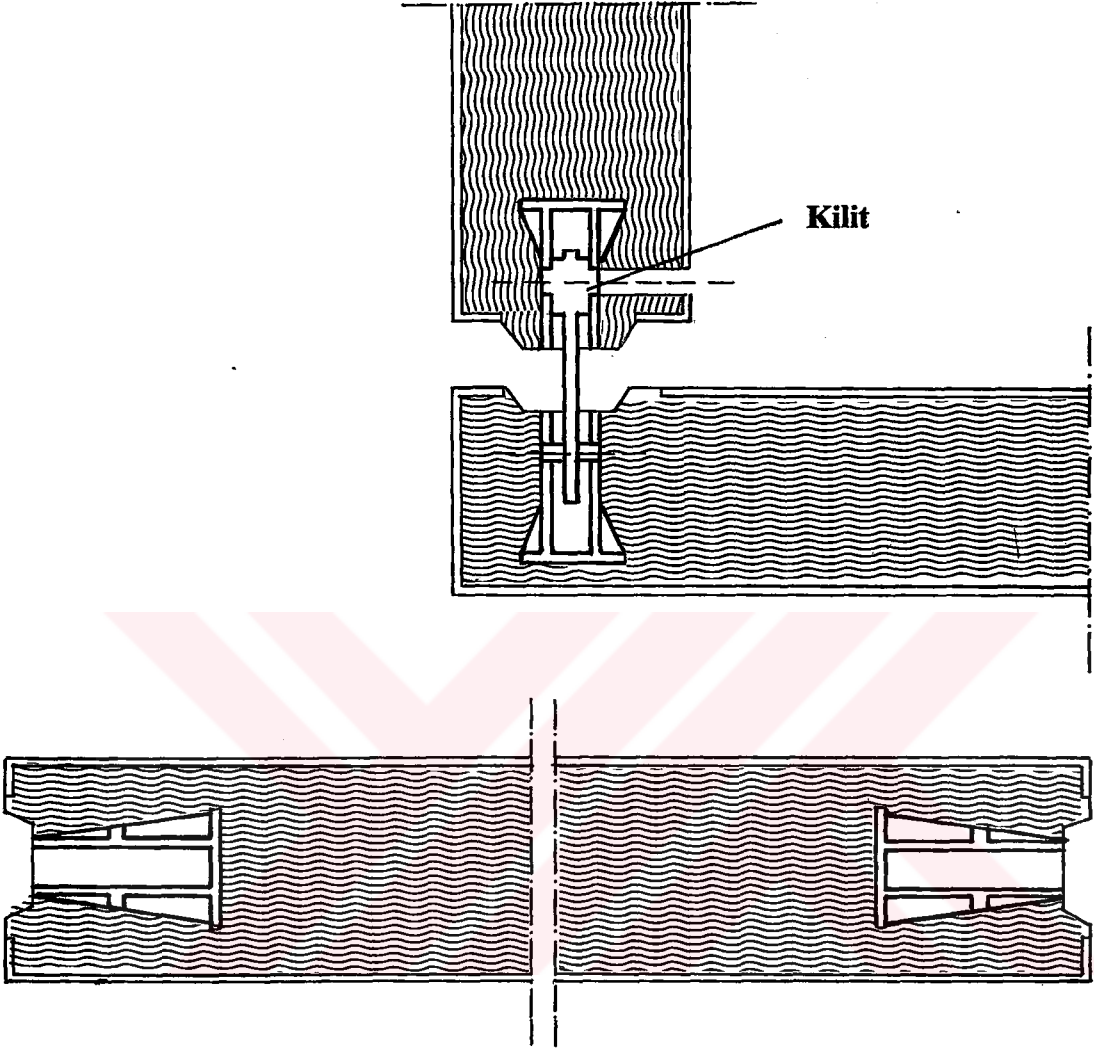
4.4.4. Cephe Kaplaması olarak kullanılanlar



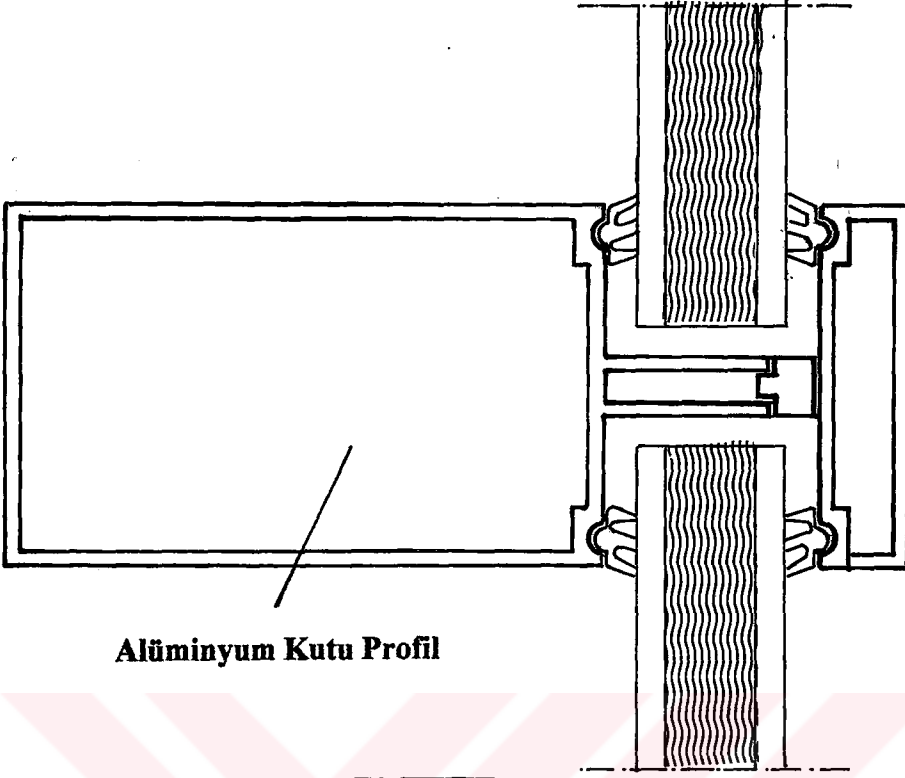
(Bu detay Şekil 4.13'deki malzemede uygulanabilir.)



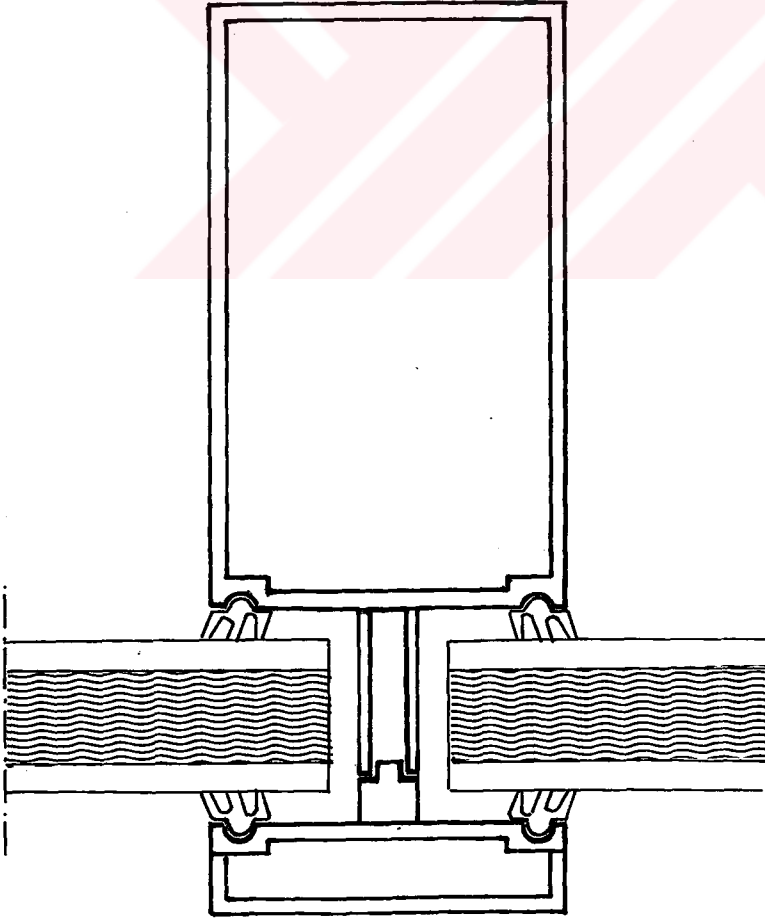
(Bu detay Şekil 4.15'deki malzemedde uygulanabilir.)



(Bu detaylar Şekil 4.13- 4.46- 4.47'deki malzemelerde uygulanabilir.)

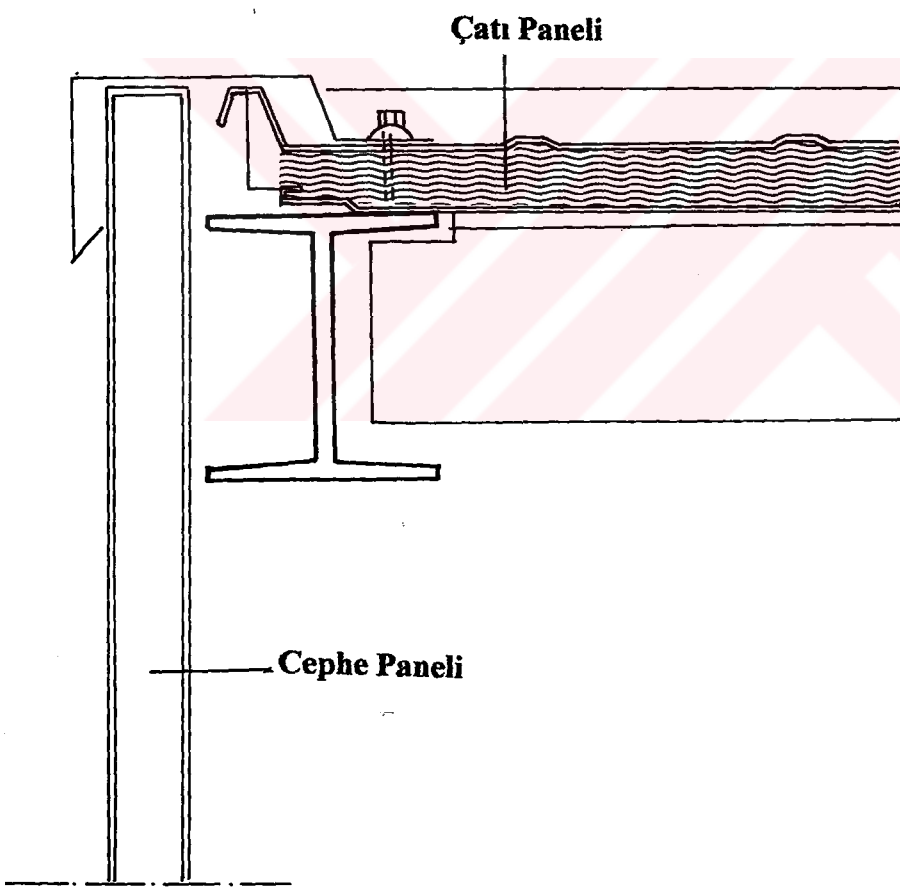
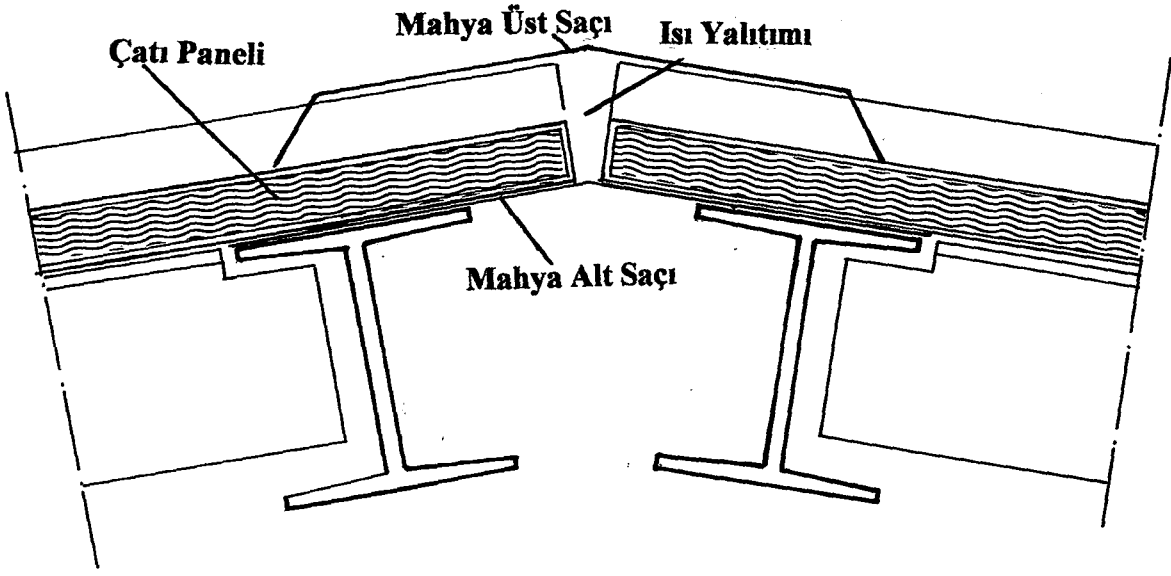


Alüminyum Kutu Profil



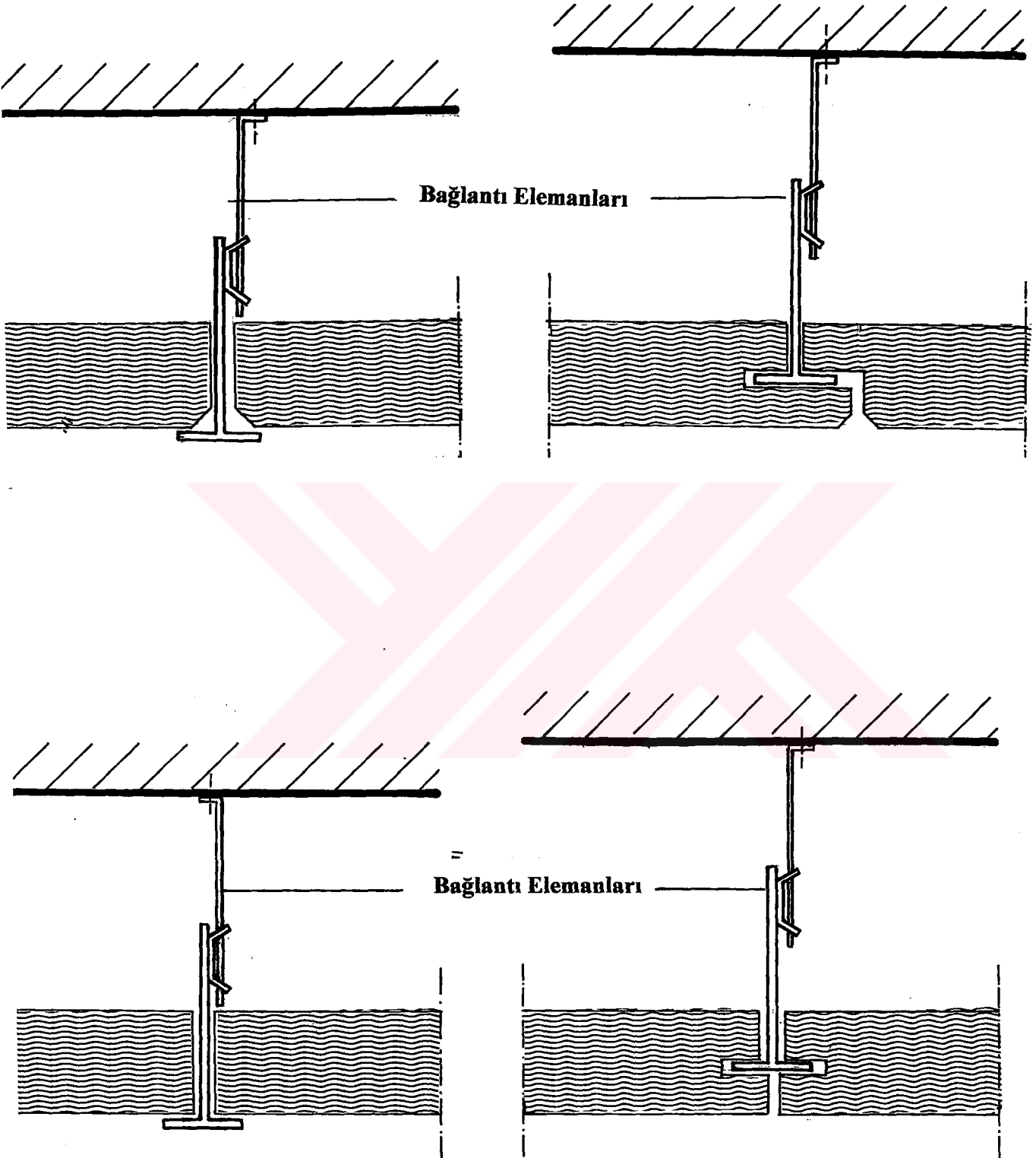
(Bu detay Şekil 4.14'deki malzemede uygulanabilir.)

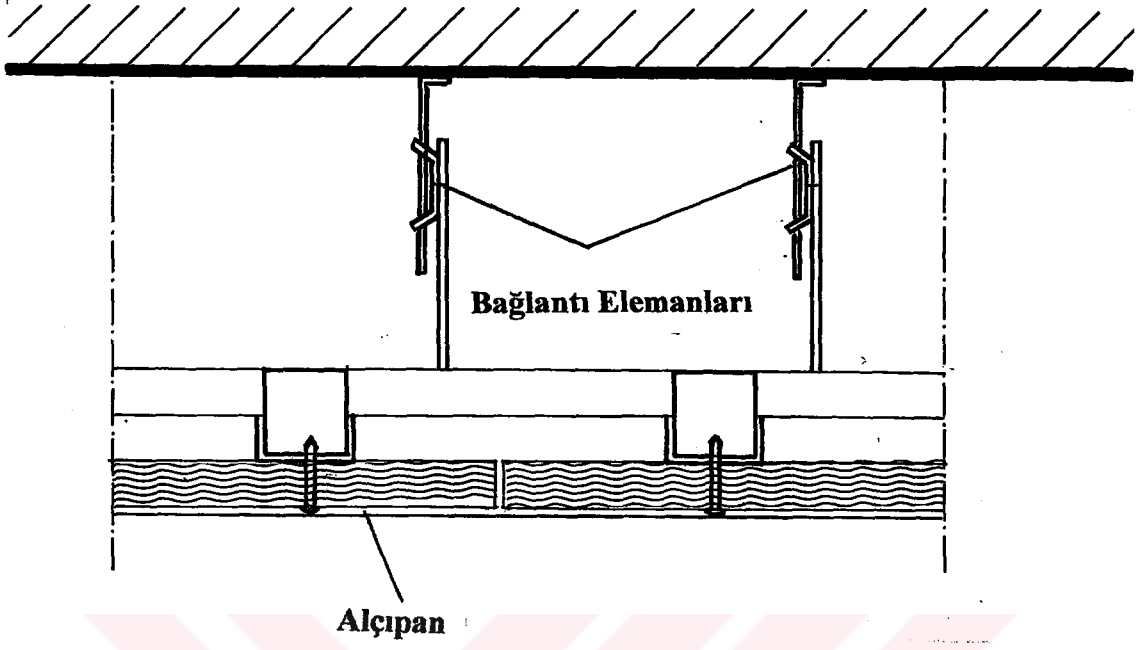
4.4.5. Çatı kaplaması olarak kullanılanlar



(Bu detay Şekil 4.16'daki malzemede uygulanabilir.)

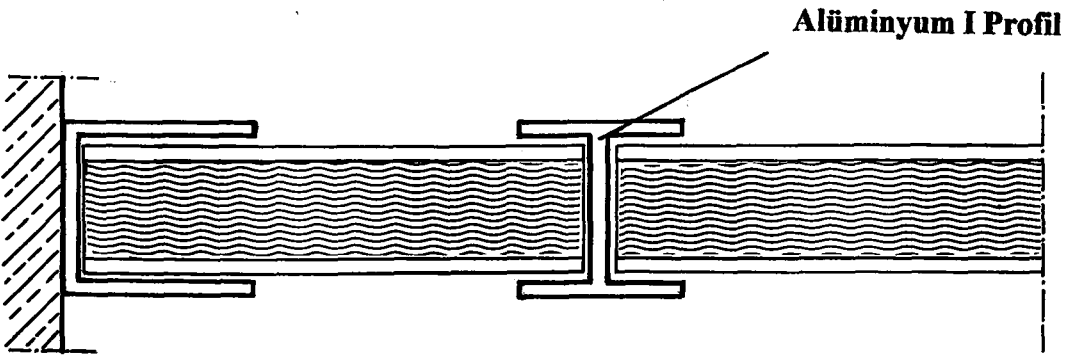
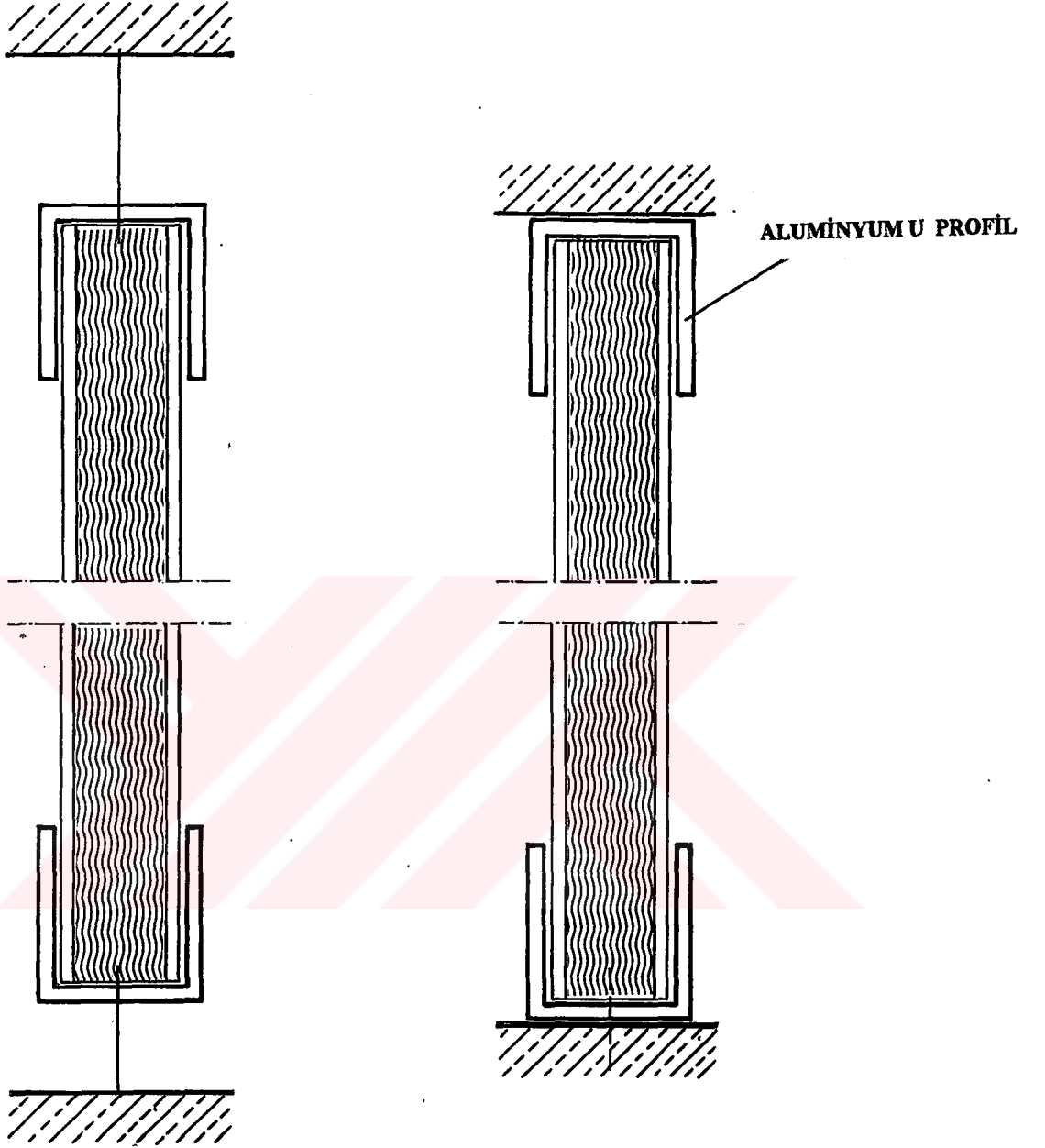
4.4.6. Tavan kaplaması olarak kullanılanlar



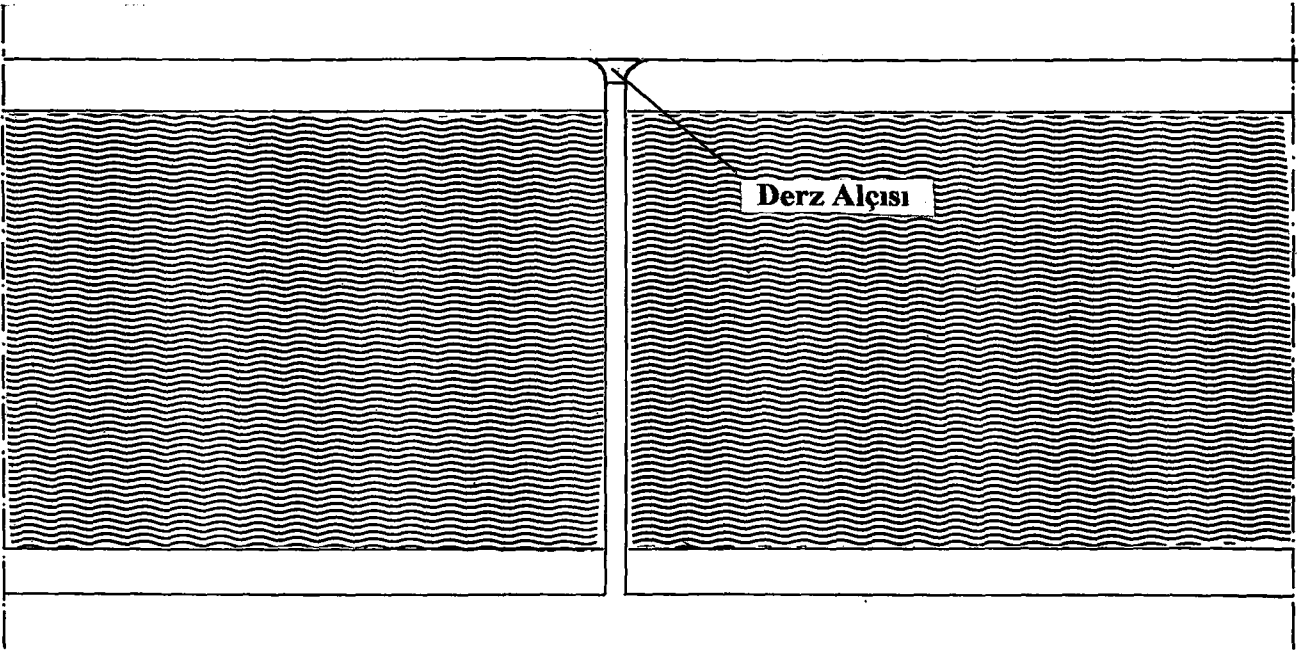


(Bu detaylar Şekil 4.4. ve 4.36-'daki malzemelerde uygulanabilir.)

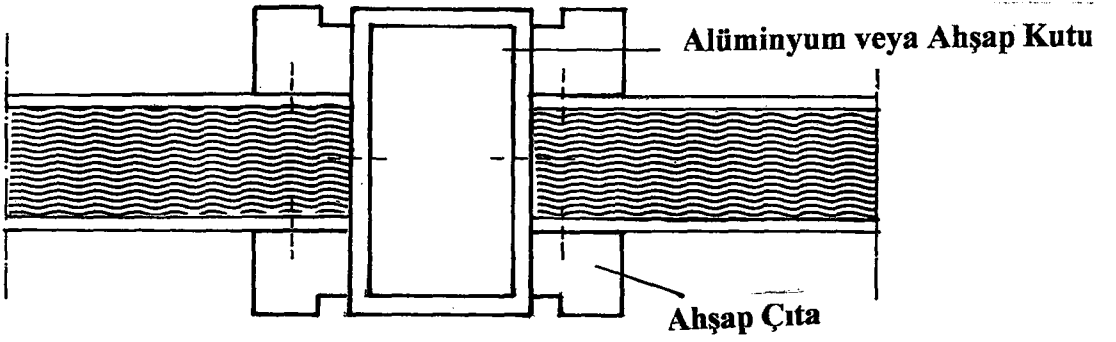
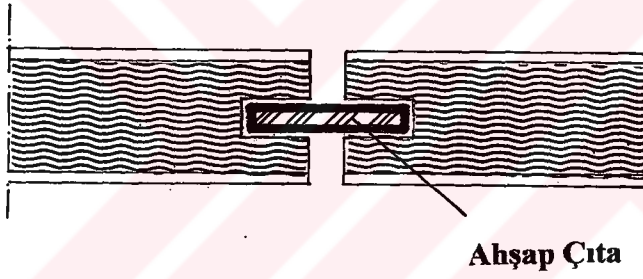
4.4.7. Bölme elemanı olarak kullanılanlar

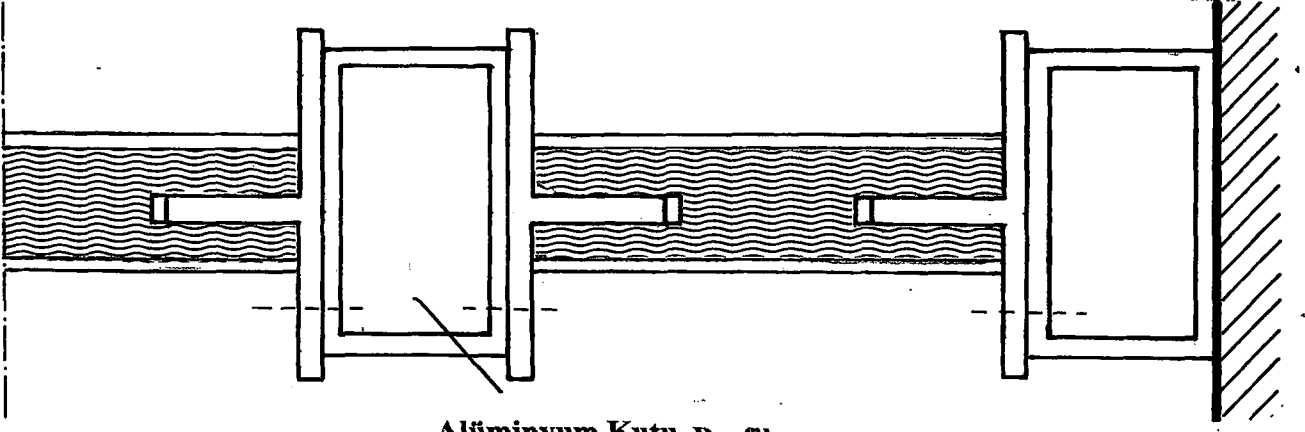


(Bu detaylar Şekil 4.17 ve 4.18.'deki malzemelerde uygulanabilir.)

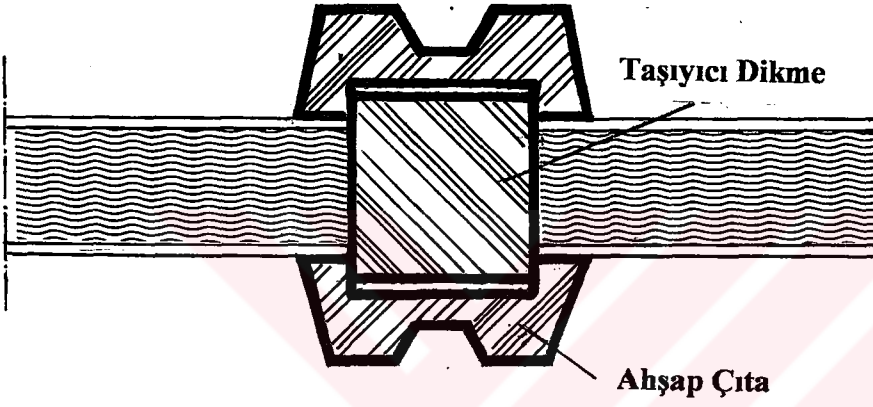


(Bu detay Şekil 4.23'deki malzemede uygulanabilir.)



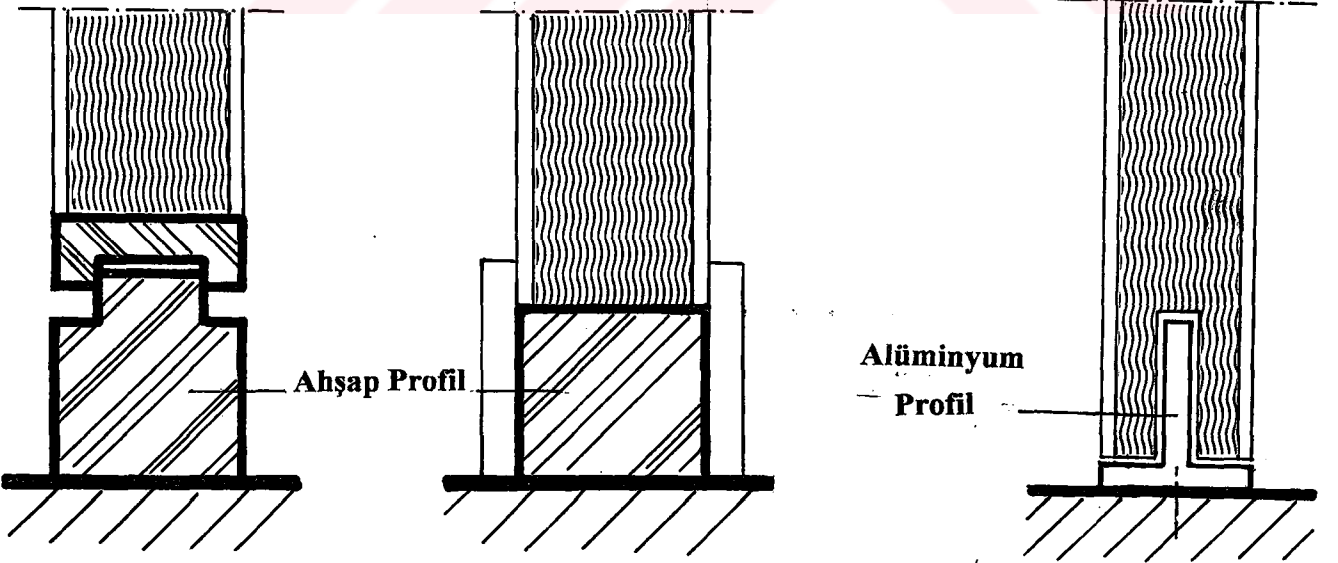


Alüminyum Kutu Profil



Taşıyıcı Dikme

Ahşap Çıta

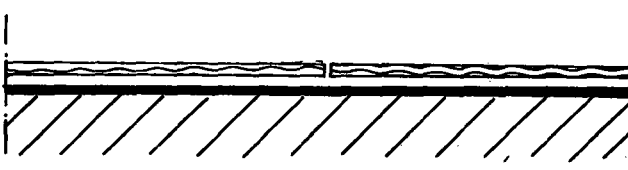


Ahşap Profil

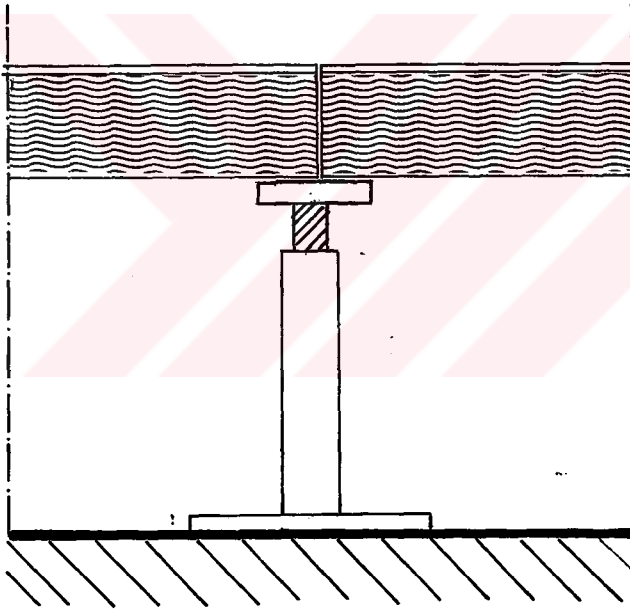
**Alüminyum
Profil**

(Bu detaylar Şekil 4.19- 4.20- 4.21- 4.22- 4.45'deki malzemelerde uygulanabilir.)

4.4.8. Döşeme kaplaması olarak kullanılanlar

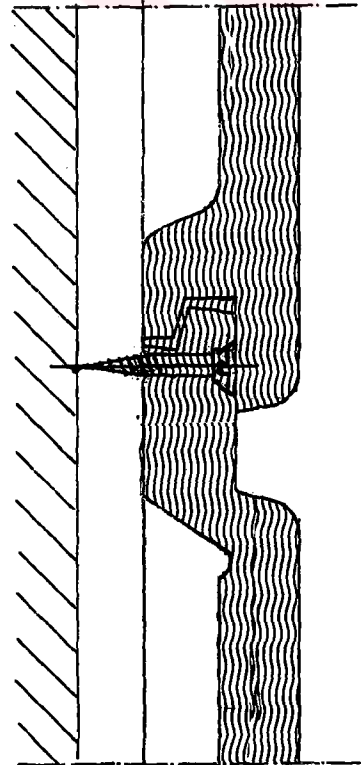
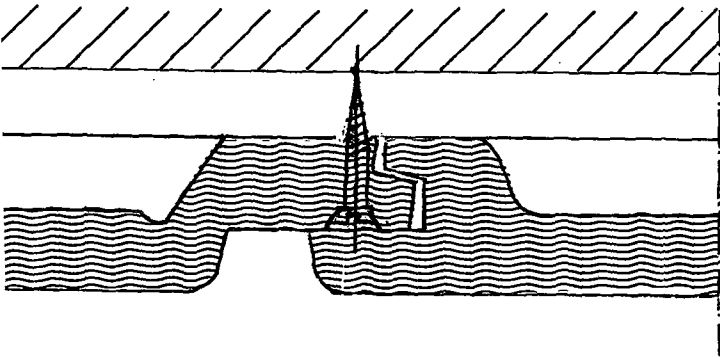
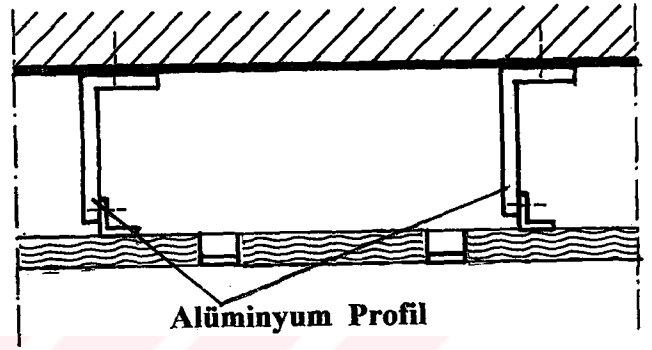
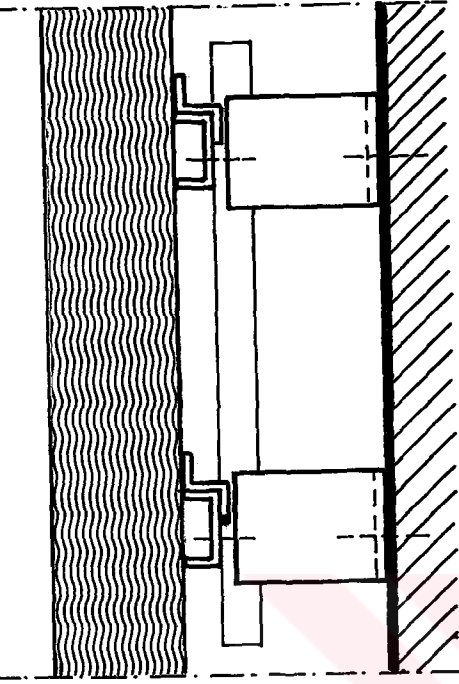


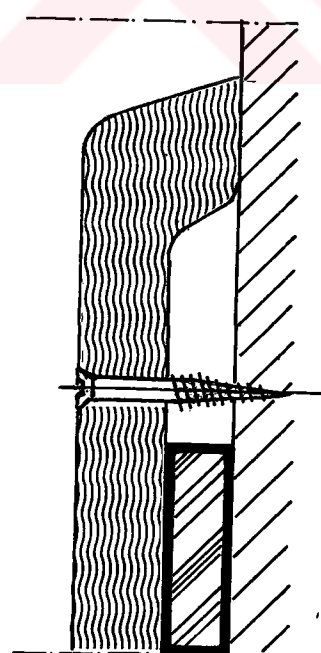
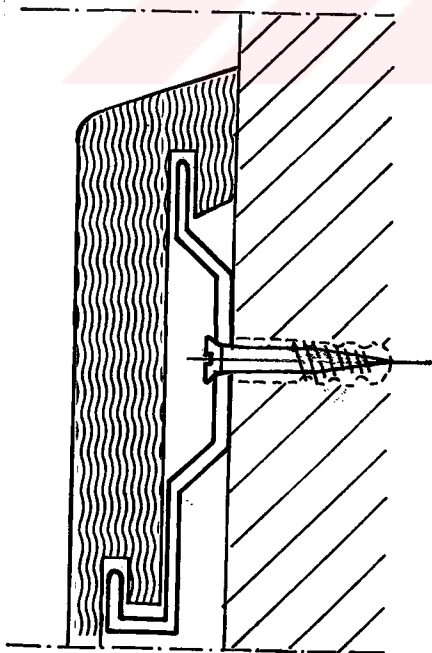
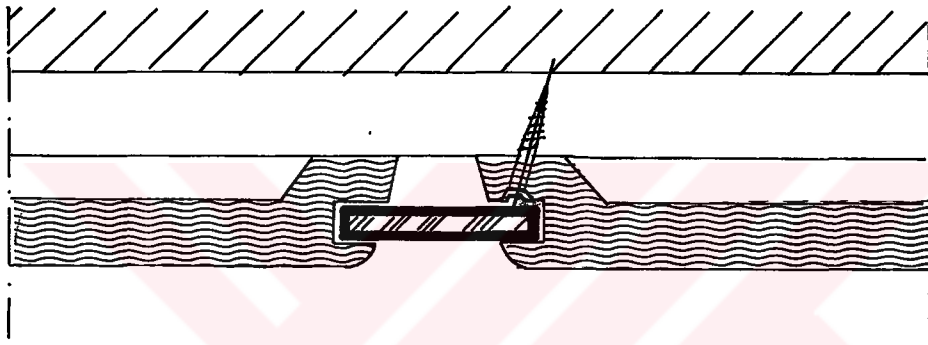
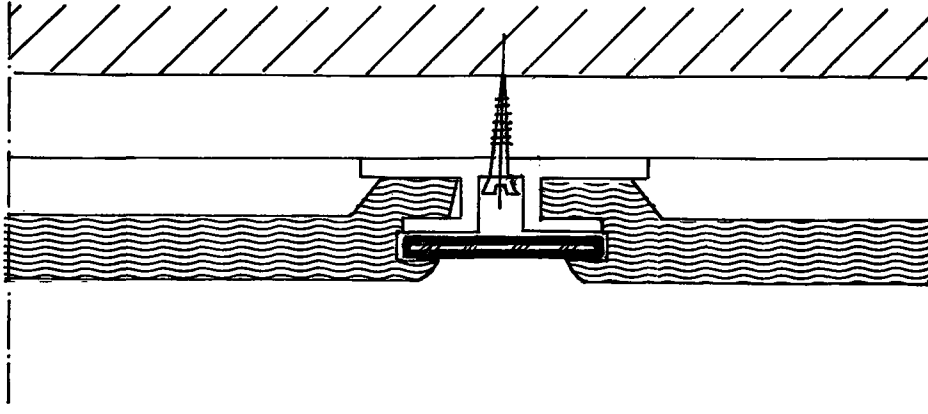
(Bu detay Şekil 4.42. ve 4.43-'deki malzemelerde uygulanabilir.)

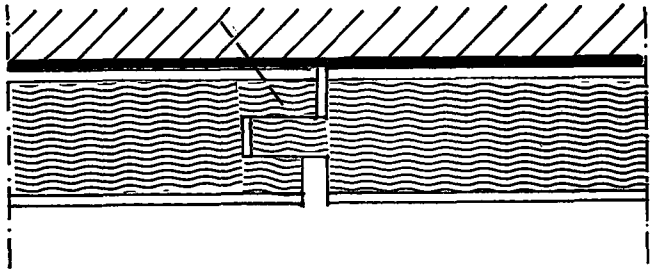
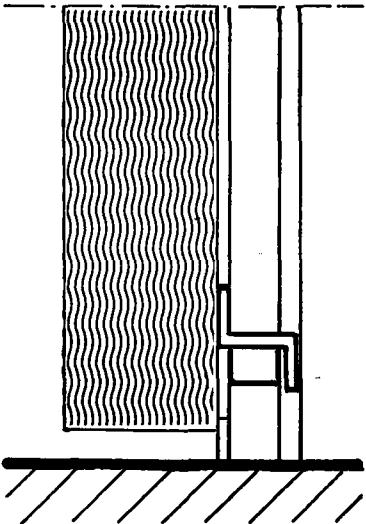
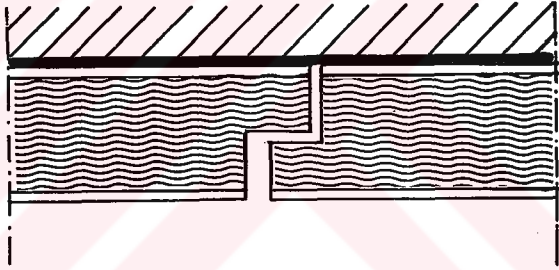
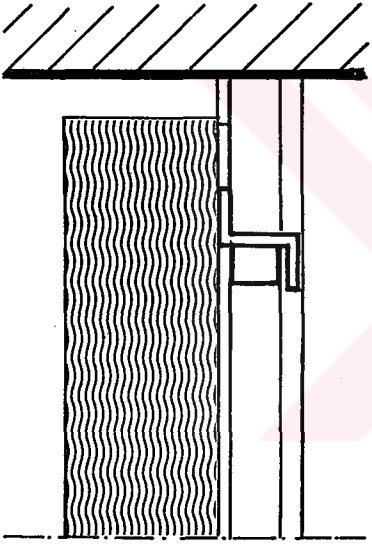
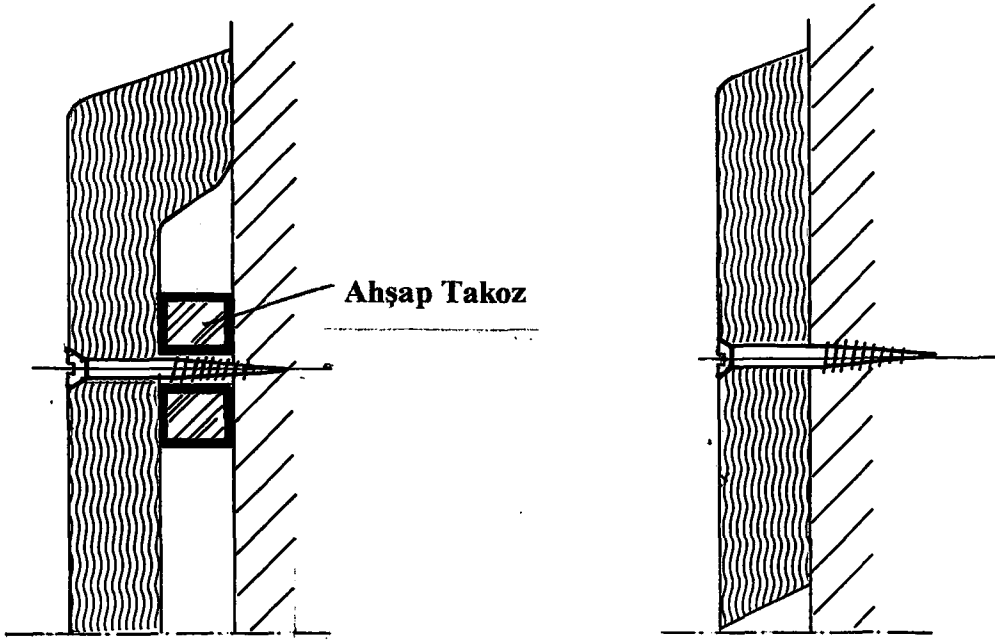


(Bu detay Şekil 4.44'deki malzemede uygulanabilir.)

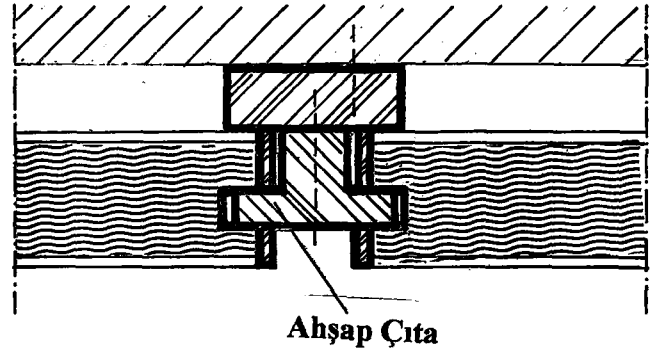
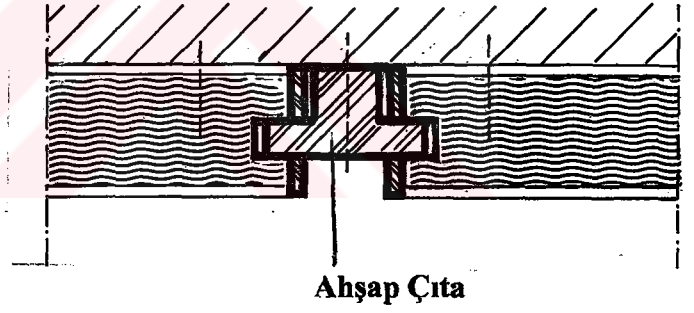
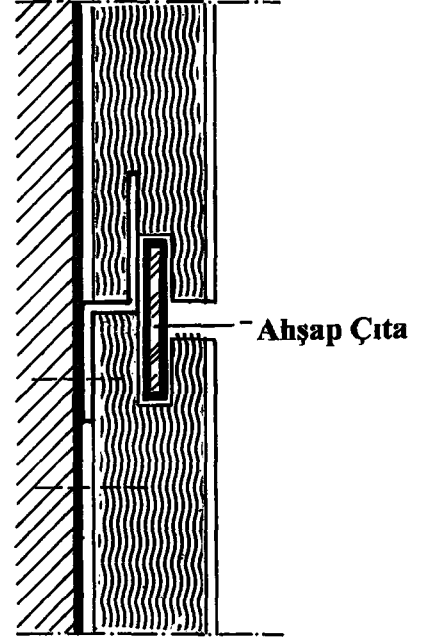
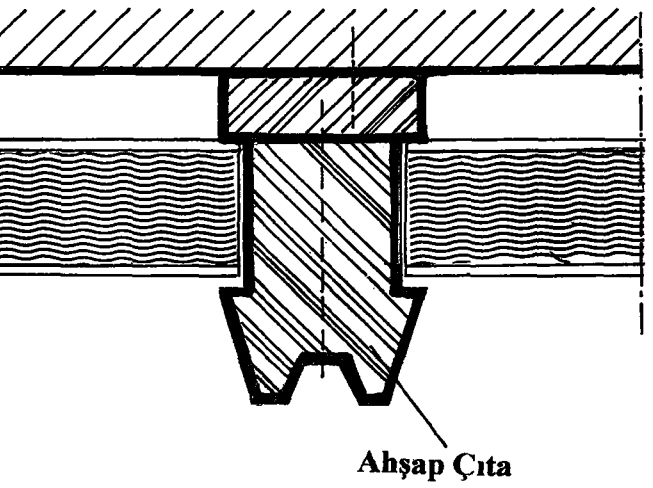
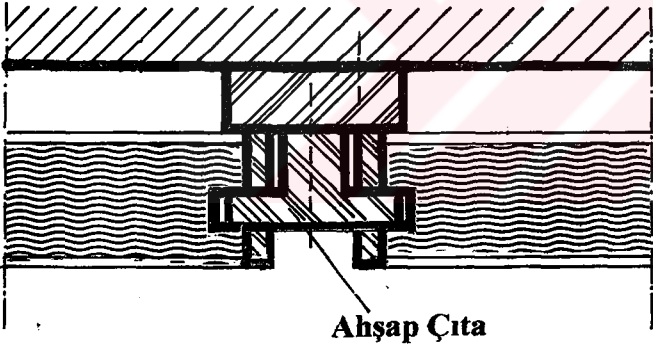
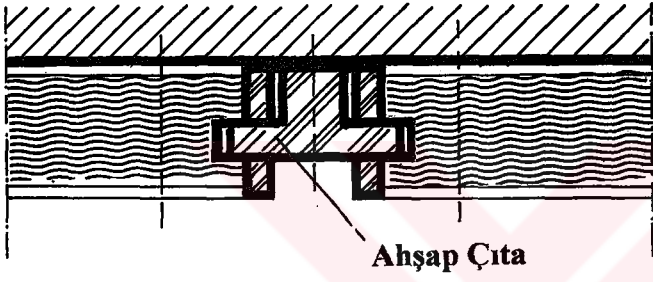
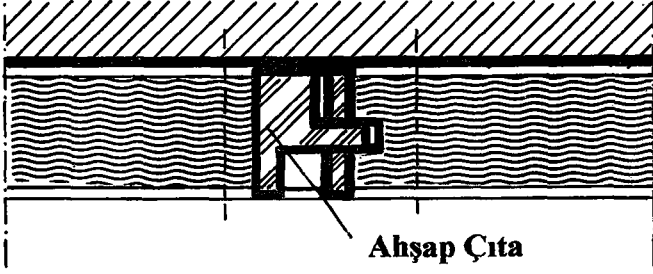
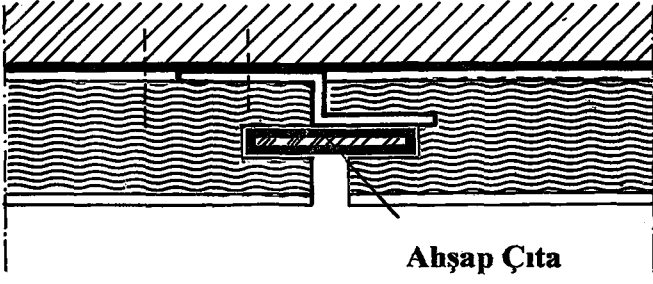
4.4.9. Değişik kaplamalar olarak kullanılanlar

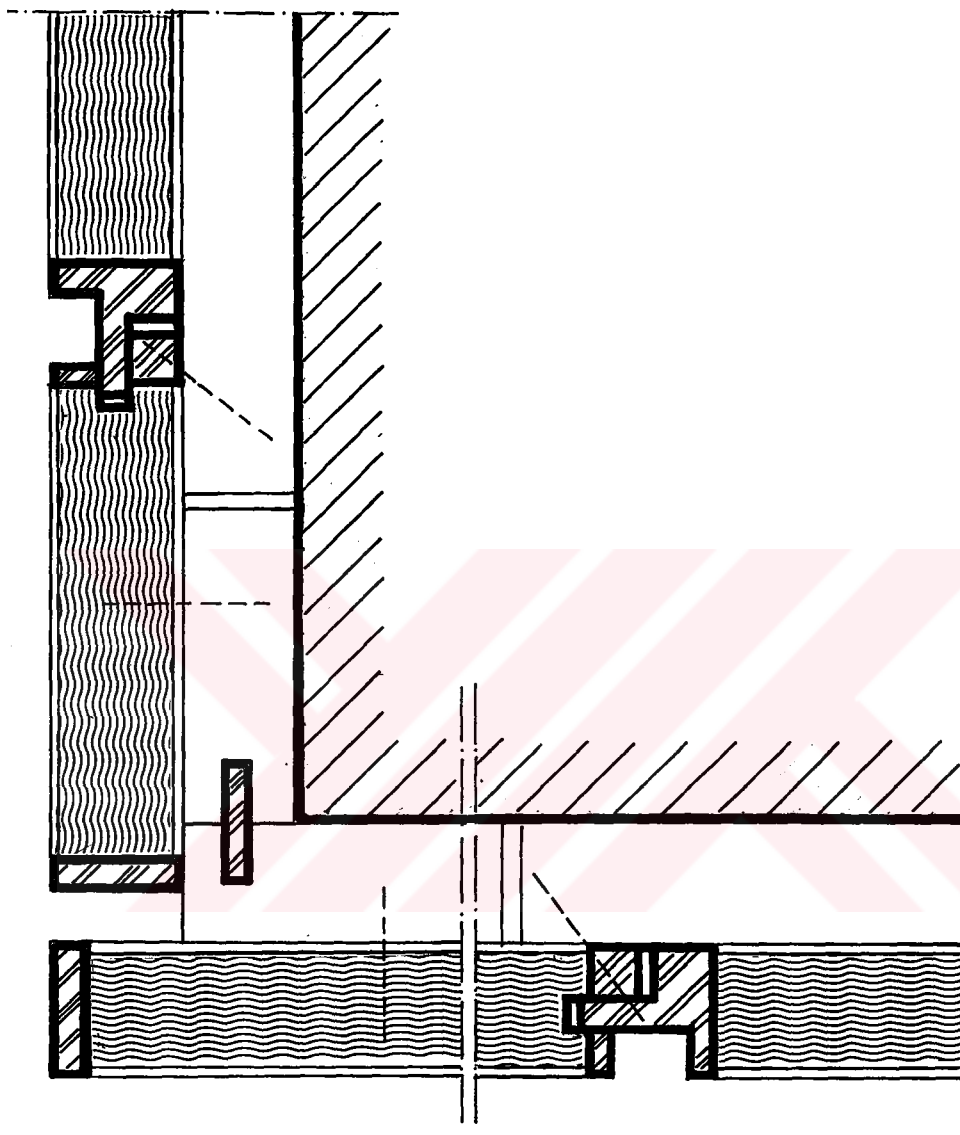






(Bu detaylar Şekil 4.28- 4.29- 4.30- 4.31'deki malzemelerde uygulanabilir.)





BÖLÜM 5

SONUÇ

Bu çalışmada, kompozit malzemeler değişik yönleri ile ele alınmış, özellikleri açıklanmış, sandviç kompozit denilen grubun sadece bu ad altında açılımı incelenerek, uygulama detaylarından geçerli örnekler sunulmuştur.

5.1. Sandviç Kompozitlerin Sınıflandırılmasına İlişkin Yeni Bir Öneri

Sandviç Kompozitin bugüne kadar yapılmış olan sınıflandırılması eksik olup, kullanım açısından da yetersizdir. Bu bağlamda, bu tez çerçevesinde, sandviç kompozitlerin kullanımına yönelik daha geniş ve ayrıntılı bir sınıflandırma önerisi sunulmuştur. Bu sınıflandırma doğrultusunda kompozit malzemelerin günümüz koşullarında uygulama detaylarına yer verilmiş, bu uygulama detayları fotoğraflarla da desteklenmiştir. Kompozit malzemenin mimari alan dışında da kullanıldığı alanlar geniş bir şekilde incelenip, araştırılarak malzemenin kullanımının geniş bir yelpazeye sahip olduğu gösterilmiştir. Böylece mimarlık alanında yeterli düzeyde tanınmayan bu malzemenin, kullanım olanakları ve sandviç kompozitlerin kullanılır bir sınıflandırılması sunulmuş olmaktadır.

5.2. Sandviç Kompozitin Kullanılmasında Sağlanan Yararlar

Sandviç kompozitin bu sınıflandırma sistemi ile kullanım olanakları ayrıntılı bir şekilde açıklanmış olduğundan, bu malzeme yeterli düzeyde tanıtılmış olmaktadır. Kompozit malzemenin kullanımı yapı ve teknolojik alanlarda yaygın kullanımına sahip olup, ekonomik bir çözümün yanısıra ayrıca rasyonel bir çözüm sunmaktadır. Bu malzemelerin günümüzde daha ileri aşamada incelenmesi artmakta ve her türlü probleme daha etkin çözümler üretilebilmektedir.

Sandviç kompozitler özellikle, günümüz koşullarında varolan bu malzemelerin gereksinimleri karşılama yetersiz kaldığı durumlarda olumlu sonuçlar doğurduğu görülmektedir. Daha düşük performansdaki malzemelerle çözilemeyen birçok problem, üstün özellikteki bu malzemelerle çözülüp, daha rasyonel çözümlere ulaşılabilindiği görülmektedir.

Sandviç kompozitler, mimari kullanımda birçok yarar sağladığı gibi, diğer sektörlerle de kullanımda oldukça yaygındır. Ve bu sektörde de, birçok probleme çözüm oluşturmuş, çağdaş yapı malzemeleridir.

Yapılan bu çalışma sonucunda görülmektedir ki; günümüzde üstün performanslı olan kompozit malzemelerin kullanımı gün geçtikçe de artmakta ve her yeni gün daha farklı malzemelerle, farklı problemlere çözüm getirilebilmektedir.



KAYNAKLAR

- [1] **ERİÇ,M.** Yapı Malzemeleri,S:57
- [2] **ARAN,A.** Elyaf Takviyeli Karma Malzemeler, İ.T.Ü. Ofset Atölyesi,1990
- [3] **TOYDEMİR, N.** Kompozit Yapı Malzemeleri,Kompozit Yapı Bileşenleri ve Yalıtım Yapı 1988, Sayı 80, S:39-43
- [4] **TOYDEMİR,N.** Çağdaş Yapı malzemeleri Ders Notları (Basılmamış)
- [5] **UZER,F.**Ahşap Testere Talaşlı Alçı Kompozitler,Yüksek Lisans Tezi,1996, S:4-21
- [6] **DEMİRKESEN,E.** Kompozit Malzemeler, İ.T.Ü. Kimya Metalürji Fak.1991
- [7] **H.VAN W.LACK,L.** Introduction to Materials Science,S:406
- [8] **ONARAN,K.** Malzeme Bilimi, İstanbul,1991
- [9] **HOLLIDAY,L.** Composite Materials, Elsevier Publishing Company, 966,S:1-27
- [10] **BROUTMAN,L.,KROCK,H.** Modern Composite Materials,1983
- [11] **SCHWARTZ,M.M.** Composite Materilas Handbook,Mc Graw Hill Book Company,1984,S:1-42,
- [12] **KOCATAŞKIN,F.** Composite Materials,İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1986-87
- [13] **AKMAN,S.** Yapı Malzemeleri, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, 1990
- [14] **YALGIN,S.** İnşaat Sektöründe Perlit, 1983,Nisan
- [15] **GÜZEL, A.** Ponza Katkılı Tuğla Üretimi ve Bu Tuğlaların Mekanik ve Boşluk Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, 1993, S:59-77
- [16] **BÜYÜKÇULHA,I.** Perlit Katkısının Pişmiş Toprak Malzemenin Mekanik ve Fiziksel Davranışlarının Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, 1987, Haziran, S:7-14
- [17] **TANAÇAN, L.** Hafif Duvar Tuğlası Üretiminde Perlit ve Bazı Katkı Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, 1993, S:35-40

- [18] **KÖSE, M.** Normal Ortam Koşullarında Gözenekli Beton Üretimi ve Niteliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, 1993, S:13-21
- [19] **TOYDEMİR, N. ,TANAÇAN,L.,SAYIL, B.** Çağdaş Bir Yalıtım Malzemesi Cam Köpüğü, Dizayn Konstrüksiyon, Sayı 71, S:47-55
- [20] **GÜRDAL, E.** Kuzey ve Orta Anadolu Alçıları Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi İstanbul, 1976, S:90-98
- [21] **AKMAN,S.** Yapı Malzemesi Ders Notları, İ.T.Ü. Baskı Atölyesi, 1973,Haziran, S:89-121
- [22] **AKA,İ.,KESKİNEL,F.,ARDA,S.** Betonarmeye Giriş, 1981,S:1-71
- [23] **KALKAVAN,Ü.** Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Kökenli İyileştirilmiş Malzeme, Yüksek Lisans Tezi, 1995,S:36-85
- [24] **PHILLIPS,L.** Advanced Composite Materials,Farnborough,
- [25] **NICHOLLS,R.** Composite Construction Materials Handbook, Prentice Hall,Int. 1967
- [26] Firma Broşürleri
- [27] **TOYDEMİR,N.** Yayınlanmamış Malzeme Ders Notları

ÖZGEÇMİŞ

Banu Yıldırım 1973 yılında Nevşehir’de doğdu. İlk öğrenimini Bursa Altıparmak İlkokulunda yaptı. Orta ve lise öğrenimini 1991 yılında Ankara Atatürk Anadolu Lisesinde tamamladı. Aynı sene İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesine Mimarlık Bölümüne girerek 1995 yılında mezun oldu. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı Yapı Malzemesi Programı’nda Yüksek Lisans Öğrenimine 1995 yılında başladı.

