

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CEPHELERDE KULLANILAN SANDVIÇ PANELLERİN ÜRETİM VE
MONTAJ AŞAMALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
NURŞAH SERTER**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Tekn.

KASIM 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**CEPHELERDE KULLANILAN SANDVIÇ PANELLERİN ÜRETİM VE
MONTAJ AŞAMALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
NURŞAH SERTER
(502071711)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Eylül 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Kasım 2010**

**Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. M. Cem Altun (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Leyla TANAÇAN (İTÜ)
Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY (MSGSÜ)**

KASIM 2010

Aileme ve eşıme,

ÖNSÖZ

Ülkemizde özellikle yapı alanında var olan büyük açığın kapanabilmesi için, endüstrileşmiş yapım teknolojilerinin kullanılması zorunludur. Bu teknolojiler, arasından seçim yaparken seçilen teknolojinin özelliklerinin iyi araştırılması doğru ürün elde etmenin ön koşuludur. “Sandviç paneller” kısa yapım süreçleri, hava koşullarından bağımsız montaj, ısı geçirimsizliği gibi özellikleriyle, yaygın kullanım alanı bulmuş olan yapı elemanlarıdır. Bu çalışma, ülkemizde sıkça kullanılan metal cidarlı sandviç panellerin üretim ve montaj süreçlerine ışık tutması için hazırlanmıştır.

Tezin oluşumunda beni yönlendiren, sabır ve ilgi gösteren sayın hocam Yrd. Doç Dr. Cem ALTUN’a tüm katkıları için teşekkür ederim. Ayrıca, her zaman desteklerini esirgemeyen, aileme ve eşime gösterdikleri destek ve çaba için teşekkürü bir borç bilirim.

Kasım 2010

Nurşah Serter

Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xix
SUMMARY.....	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç.....	2
1.2 Kapsam	2
1.3 Yöntem	3
2. ÖN ÜRETİMLİ SİSTEMLERLE YAPIM	5
2.1 Bina Üretimi İle İlgili Sınıflandırmalar	6
2.1.1 Sistemin kapalı veya açık olması açısından sınıflandırmalar	7
2.1.1.1 Kapalı sistemler	7
2.1.1.2 Açık sistemler	8
2.1.2 Üretimde yer alan işlemler açısından sınıflandırma.....	9
2.1.3 Endüstrileşmede aşama sırası açısından sınıflandırmalar	11
2.1.3.1 Endüstrileşmiş yapım sistemleri	12
2.1.4 Endüstrileşmiş yapılar	15
2.1.4.1 Ağır prefabrikasyon	16
2.1.4.2 Hafif prefabrikasyon	17
2.1.5 Yerde yapım ile ön yapımın karşılaştırılması	17
2.1.5.1 Ekonomik boyutta karşılaştırma	18
2.1.5.2 Organizasyonel boyutta karşılaştırma	19
2.1.5.3 Teknolojik boyutta karşılaştırma	19
3. SANDVIÇ PANELLER.....	21
3.1 Sandviç Panel Teknolojisinin Kökeni	21
3.1.1 Sandviç paneller ile ilgili bileşen analizi.....	23
3.2 Sandviç Panellerin Farklı Ölçütlerle Sınıflandırılması	25
3.2.1 Malzemelerine göre sandviç paneller.....	25
3.2.1.1 Sandviç panellerde kullanılan dış cidar malzemeleri	26
3.2.1.2 Sandviç panellerde kullanılan iç dolgu malzemeleri	31
3.2.1.3 Yapıştırıcılar, bağlayıcılar ve diğer parçalar	36
3.2.2 Kullanıldığı yere göre sandviç paneller.....	37
3.2.3 Üretim yöntemlerine göre sandviç paneller.....	39
3.3 Sandviç Panellerden Beklenen Özellikler	40
3.3.1 Taşıyıcılık ile ilgili özellikler.....	40
3.3.2 Isı ile ilgili özellikler	41
3.3.3 Su geçirimsizlik ile ilgili özellikler	42

3.3.4 Nem ile ilgili özellikler	42
3.3.5 Hava geçirimsizlik ile ilgili özellikler.....	43
4. SANDVIÇ PANELLERİN ÜRETİMİ İLE İLGİLİ ULUSAL VE	
ULUSLARARASI ÖRNEKLERİN İNCELENMESİ.....	45
4.1 Uluslar Arası “Bazı” Örnekler.....	45
4.1.1 Ahşap cidarlı sandviç paneller.....	46
4.1.2 Metal cidarlı sandviç paneller.....	47
4.1.3 Özel cidarlı sandviç paneller	47
4.2 Ulusal Örnekler.....	48
4.3 Malzeme, Kullanıldığı Yer Ve Üretim Yöntemine Göre Analiz.....	49
4.3.1 Malzemelerine göre sandviç panellerin analizi	62
4.3.1.1 Alt-dış cidar malzemelerine göre sandviç panel analizi	62
4.3.1.2 Üst / dış cidar malzemelerine göre sandviç panel analizi	63
4.3.1.3 İç dolgu malzemelerine göre sandviç panel analizi	64
4.3.1.4 Faydalı en ölçüsüne göre sandviç panel analizi	65
4.3.2 Kullanıldığı yere göre sandviç panel analizi	66
4.3.3 Üretim yöntemine göre sandviç panel analizi	67
4.3.4 Aksesuar üretimi ile ilgili analiz.....	68
4.4 Performans Özelliklerine Göre Sandviç Panellerin Analizi.....	68
4.4.1 Taşıyıcılık ile ilgili özelliklerin analizi	72
4.4.2 Isıl direnç ile ilgili özelliklerin analizi	76
4.5 Sandviç Paneller İle İlgili Ulusal Araştırmanın Analizi	78
4.5.1 Sınıflandırma ölçütlerine göre sandviç panellerin analizi.....	78
4.5.2 Performans özelliklerine göre sandviç panellerin analizi	79
5. SANDVIÇ PANEL ÜRETİMİ İLE İLGİLİ GÖZLEM VE ANALİZ	81
5.1 Üretim Örneği (1)	81
5.1.1 Firma bilgileri	81
5.1.2 Malzeme bilgileri	81
5.1.2.1 Dış yüzey malzemeleri ile ilgili bilgiler	81
5.1.2.2 İç dolgu malzemeleri ile ilgili bilgiler	83
5.1.2.3 Aksesuar ile ilgili bilgiler	83
5.1.3 Üretimde kullanılan araç ve makine bilgileri	84
5.1.4 Üretim süreci ve aşamaları	85
5.1.4.1 Üretim aşamaları	85
5.1.5 Üretime yönelik tespitler.....	87
5.2 Üretim Örneği (2)	87
5.2.1 Firma bilgileri	87
5.2.2 Üretimde kullanılan malzeme bilgileri.....	87
5.2.2.1 Dış yüzey malzemeleri ile ilgili bilgiler	88
5.2.2.2 İç dolgu malzemeleri ile ilgili bilgiler	89
5.2.2.3 Aksesuar ile ilgili bilgiler	90
5.2.3 Üretimde kullanılan araç ve makine bilgileri	90
5.2.4 Üretim süreci ve aşamaları	91
5.2.4.1 Üretim aşamaları	91
5.2.5 Üretime yönelik tespitler	93
5.3 Üretim Örneği (3)	94
5.3.1 Firma bilgileri	94
5.3.2 Üretimde kullanılan malzeme bilgileri.....	94
5.3.2.1 Dış yüzey malzemeleri ile ilgili bilgiler	94
5.3.2.2 İç dolgu malzemeleri ile ilgili bilgiler	96

5.3.2.3 Aksesuar ile ilgili bilgiler	96
5.3.3 Üretimde kullanılan araç ve makine bilgileri.....	97
5.3.4 Üretim süreci ve aşamaları	97
5.3.4.1 Üretim aşamaları	98
5.3.5 Üretime yönelik tespitler	99
6. SANDVIÇ PANEL MONTAJI İLE İLGİLİ GÖZLEM VE ANALİZ	101
6.1 Montaj Örneği (1).....	101
6.1.1 Bina ile ilgili bilgiler	101
6.1.2 Panel bilgileri	101
6.1.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	102
6.1.4 Montaj süreci ve aşamaları	103
6.1.5 Montaja yönelik tespitler	105
6.2 Montaj Örneği (2).....	106
6.2.1 Bina ile ilgili bilgiler	106
6.2.2 Panel bilgileri	106
6.2.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	107
6.2.4 Montaj süreci ve aşamaları	108
6.2.5 Montaja yönelik tespitler	110
6.3 Montaj Örneği (3).....	111
6.3.1 Bina ile ilgili bilgiler	111
6.3.2 Panel bilgileri	111
6.3.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	112
6.3.4 Montaj süreci ve aşamaları	113
6.3.5 Montaja yönelik tespitler	115
6.4 Montaj Örneği (4).....	116
6.4.1 Bina ile ilgili bilgiler	116
6.4.2 Panel bilgileri	116
6.4.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	117
6.4.4 Montaj süreci ve aşamaları	118
6.4.5 Montaja yönelik tespitler	119
6.5 Montaj Örneği (5).....	120
6.5.1 Bina ile ilgili bilgiler	120
6.5.2 Panel bilgileri	120
6.5.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	121
6.5.4 Montaj süreci ve aşamaları	122
6.5.5 Montaja yönelik tespitler	124
6.6 Montaj Örneği (6).....	125
6.6.1 Bina ile ilgili bilgiler	125
6.6.2 Panel bilgileri	125
6.6.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	126
6.6.4 Montaj süreci ve aşamaları	127
6.6.5 Montaja yönelik tespitler	129
6.7 Montaj Örneği (7).....	129
6.7.1 Bina ile ilgili bilgiler	129
6.7.2 Panel bilgileri	130
6.7.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	130
6.7.4 Montaj süreci ve aşamaları	132
6.7.5 Montaja yönelik tespitler	133
6.8 Montaj Örneği (8).....	134
6.8.1 Bina ile ilgili bilgiler	134

6.8.2 Panel bilgileri.....	134
6.8.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	135
6.8.4 Montaj süreci ve aşamaları.....	136
6.8.5 Montaja yönelik tespitler.....	138
6.9 Montaj Örneği (9)	139
6.9.1 Bina ile ilgili bilgiler	139
6.9.2 Panel bilgileri.....	139
6.9.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	140
6.9.4 Montaj süreci ve aşamaları.....	141
6.9.5 Montaja yönelik tespitler.....	143
6.10 Montaj Örneği (10)	143
6.10.1 Bina ile ilgili bilgiler	143
6.10.2 Panel bilgileri.....	144
6.10.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri	144
6.10.4 Montaj süreci ve aşamaları.....	146
6.10.5 Montaja yönelik tespitler.....	147
7. ÜRETİM VE MONTAJ SÜREÇLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	149
7.1 Sandviç Panellerin, Ulusal Araştırmasının Değerlendirilmesi	149
7.1.1 Sınıflandırma ölçütlerine göre sandviç panellerin analizi	149
7.1.2 Performans özelliklerine göre sandviç panellerin analizi	150
7.2 Üretim Süreci İle İlgili Değerlendirme	150
7.2.1 Malzemelerine göre sandviç panel üretimi analizi	151
7.2.2 Kullanıldığı yere göre sandviç panel analizi	153
7.2.3 Üretim yöntemine göre sandviç panel analizi	153
7.2.4 Üretim ile ilgili tespitler	154
7.3 Montaj İle İlgili Değerlendirme.....	155
7.3.1 Malzemelerine göre sandviç panel analizi	156
7.3.2 Montajda kullanılan malzeme araç ve işçiliğe göre analiz.....	156
7.3.3 Montaj süresi ve montaj aşamalarına göre analiz.....	156
7.3.4 Montaj ile ilgili tespitler	157
8. SONUÇ	159
KAYNAKLAR.....	163

KISALTMALAR

EPS	: Polistren
MDF	: Orta Yoğunlukta Lif Levha
OSB	: Yönlendirilmiş Yonga Levha
PF	: Fenolik Reçine
PUR	: Poliüretan

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Sandviç panellerin malzeme, kullanıldığı yer ve üretim yöntemine göre analizi	50
Çizelge 4.2 : Taşıyıcılık ve ısı direnç özelliklerine göre sandviç panel analizi.....	69
Çizelge 5.1 : Fabrikada kullanılan, üretilen ve işlenen dış yüzey malzemeleri.....	82
Çizelge 5.2 : Dış yüzey malzemelerine uygulanan işlemler.....	82
Çizelge 5.3 : Dış yüzey malzemelerinin boyutları	83
Çizelge 5.4 : Üretimde kullanılan iç dolgu malzemeleri	83
Çizelge 5.5 : Üretilen sandviç panel tipleri	85
Çizelge 5.6 : Kullanılan üretim yöntemi	85
Çizelge 5.7 : Fabrikada kullanılan, üretilen ve işlenen dış yüzey malzemeleri.....	88
Çizelge 5.8 : Dış yüzey malzemelerine uygulanan işlemler.....	88
Çizelge 5.9 : Dış yüzey malzemelerinin boyutları	89
Çizelge 5.10 : Üretimde kullanılan iç dolgu malzemeleri	89
Çizelge 5.11 : Üretilen sandviç panel tipleri.....	91
Çizelge 5.12 : Kullanılan üretim yöntemi.....	91
Çizelge 5.13 : Fabrikada kullanılan, üretilen ve işlenen dış yüzey malzemeleri	94
Çizelge 5.14 : Dış yüzey malzemelerine uygulanan işlemler	95
Çizelge 5.15 : Dış yüzey malzemelerinin boyutları	95
Çizelge 5.16 : Üretimde kullanılan iç dolgu malzemeleri	96
Çizelge 5.17 : Üretilen sandviç panel tipleri.....	98
Çizelge 5.18 : Kullanılan üretim yöntemi.....	98
Çizelge 6.1 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“1” şantiyesi)	105
Çizelge 6.2 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“2” şantiyesi)	110
Çizelge 6.3 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“3” şantiyesi)	115
Çizelge 6.4 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“4” şantiyesi)	120
Çizelge 6.5 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“5” şantiyesi)	125
Çizelge 6.6 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“6” şantiyesi)	129
Çizelge 6.7 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“7” şantiyesi)	134
Çizelge 6.8 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“8” şantiyesi)	138
Çizelge 6.9 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“9” şantiyesi)	143
Çizelge 6.10 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“10” şantiyesi)	148
Çizelge 7.1 : Kullanılan dış cidar malzemeleri	152
Çizelge 7.2 : Kullanılan iç dolgu malzemeleri.....	152
Çizelge 7.3 : Kullanılan üretim yöntemleri	153

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Apollo kapsülü (mix.msfc.nasa.gov)	22
Şekil 3.2 : Mosquito bombardıman uçağı (www.mossie.org/Mosquito.html)	22
Şekil 3.3 : Sandviç panel (www. panelsan. com).....	23
Şekil 3.4 : Çimento bağlayıcılı ahşap levha (www.yapikatalogu.com)	29
Şekil 3.5 : Yönlendirilmiş yonga levha (Lyons, 2004)	30
Şekil 3.6 : Alçı plak (www.knauf.com.tr)	31
Şekil 3.7 : Taş yünü (www. yapikatalogu.com).....	34
Şekil 3.8 : Bal peteği iç dolgulu sandviç panel (Davies, 2001)	35
Şekil 3.9 : Sandviç panellerde kullanılan aksesuarlar (www.nuhpanel.com).....	37
Şekil 3.10 : Çatı paneli (www.yapikatalogu.com)	38
Şekil 3.11 : Cephe paneli	38
Şekil 3.12 : Sandviç panel üretim hattı (www.paneltechint.com)	39
Şekil 4.1 : Ahşap cidarlı dış duvar paneli (www. thermapan.com)	46
Şekil 4.2 : Ahşap cidarlı çatı paneli (www. thermapan.com)	46
Şekil 4.3 : Metal cidarlı, metal balpeteği dolgulu sandviç panel (www. pacificpanels.com)	47
Şekil 4.4 : Polikarbonat ve reçine dış cidarlı sandviç panel (www. hunterdouglascontract.com)	48
Şekil 4.5 : Alt / dış cidarda kullanılan malzeme dağılımı	62
Şekil 4.6 : Üst / Dış cidarda kullanılan malzeme dağılımı	63
Şekil 4.7 : İç dolguda kullanılan malzeme dağılımı.....	64
Şekil 4.8 : Faydalı en ölçüsüne göre sandviç panel dağılımı.....	65
Şekil 4.9 : Kullanıldığı yere göre sandviç panel dağılımı	66
Şekil 4.10 : Üretim yöntemine göre sandviç panel dağılımı	67
Şekil 4.11 : Aksesuar üretim tipi dağılımı.....	68
Şekil 4.12 : Standart üretim - hadve yüksekliği alt sınır dağılımı.....	72
Şekil 4.13 : Standart üretim - hadve yüksekliği üst sınır dağılımı	72
Şekil 4.14 : Özel üretim – Hadve yüksekliği alt sınır dağılımı.....	73
Şekil 4.15 : Özel üretim – hadve yüksekliği üst sınır dağılımı	74
Şekil 4.16 : Özel üretim – sandviç panel boyu alt sınır dağılımı	74
Şekil 4.17 : Özel üretim – Sandviç panel boyu üst sınır değerleri dağılımı	75
Şekil 4.18 : Standart üretim – iç dolgu kalınlığı alt sınır dağılımı.....	76
Şekil 4.19 : Standart üretim – iç dolgu kalınlığı üst sınır değerleri	76
Şekil 4.20 : Özel üretim – iç dolgu kalınlığı alt sınır değerleri.....	77
Şekil 4.21 : Özel üretim – iç dolgu kalınlığı üst sınır dağılımı.....	78
Şekil 5.1 : Üretim aşamaları	85
Şekil 5.2 : Üretim aşamaları	91
Şekil 5.3 : Üretim aşamaları	98
Şekil 6.1 : Tekstil üretim fabrikası şantiyesi.....	101
Şekil 6.2 : Panel uygulama şekli (“1” şantiyesi).....	102

Şekil 6.3 : Montajda kullanılan malzemeler (“1” şantiyesi)	102
Şekil 6.4 : Montajda kullanılan araçlar (“1” şantiyesi).....	103
Şekil 6.5 : Montajda çalışan ekip (“1” şantiyesi)	103
Şekil 6.6 : Montaj aşamaları (“1” şantiyesi).....	105
Şekil 6.7 : Tekstil üretim fabrikası şantiyesi	106
Şekil 6.8 : Panel uygulama şekli (“2” şantiyesi).....	106
Şekil 6.9 : Montajda kullanılan malzemeler (“2” şantiyesi)	107
Şekil 6.10 : Montajda kullanılan araçlar (“2” şantiyesi).....	107
Şekil 6.11 : Montajda çalışan ekip (“2” şantiyesi).....	108
Şekil 6.12 : Montaj aşamaları (“2” şantiyesi).....	110
Şekil 6.13 : Tekstil üretim fabrikası şantiyesi	111
Şekil 6.14 : Panel uygulama şekli (“3” şantiyesi).....	111
Şekil 6.15 : Montajda kullanılan malzemeler (“3” şantiyesi).....	112
Şekil 6.16 : Montajda kullanılan araçlar (“3” şantiyesi).....	112
Şekil 6.17 : Montajda çalışan ekip (“3” şantiyesi).....	113
Şekil 6.18 : Montaj aşamaları (“3” şantiyesi).....	115
Şekil 6.19 : İlaç üretim fabrikası şantiyesi	116
Şekil 6.20 : Panel uygulama şekli (“4” şantiyesi).....	116
Şekil 6.21 : Montajda kullanılan malzemeler (“4” şantiyesi).....	117
Şekil 6.22 : Montajda kullanılan araçlar (“4” şantiyesi).....	117
Şekil 6.23 : Montajda çalışan ekip (“4” şantiyesi).....	118
Şekil 6.24 : Montaj aşamaları (“4” Şantiyesi).....	119
Şekil 6.25 : Alışveriş merkezi şantiyesi	120
Şekil 6.26 : Panel uygulama şekli (“5” şantiyesi).....	121
Şekil 6.27 : Montajda kullanılan malzemeler (“5” şantiyesi).....	121
Şekil 6.28 : Montajda kullanılan araçlar (“5” şantiyesi).....	122
Şekil 6.29 : Montajda çalışan ekip (“5” şantiyesi).....	122
Şekil 6.30 : Montaj aşamaları (“5” şantiyesi).....	124
Şekil 6.31 : Döküm fabrikası şantiyesi	125
Şekil 6.32 : Panel uygulama şekli (“6” şantiyesi).....	126
Şekil 6.33 : Montajda kullanılan malzemeler (“6” şantiyesi).....	126
Şekil 6.34 : Montajda kullanılan araçlar (“6” şantiyesi).....	127
Şekil 6.35 : Montajda çalışan ekip (“6” şantiyesi).....	127
Şekil 6.36 : Montaj aşamaları (“6” şantiyesi).....	128
Şekil 6.37 : Plastik enjeksiyon fabrikası şantiyesi.....	130
Şekil 6.38 : Panel uygulama şekli (“7” şantiyesi).....	130
Şekil 6.39 : Montajda kullanılan malzemeler (“7” şantiyesi).....	131
Şekil 6.40 : Montajda kullanılan araçlar (“7” şantiyesi).....	131
Şekil 6.41 : Montajda çalışan ekip (“7” şantiyesi).....	131
Şekil 6.42 : Montaj aşamaları (“7” şantiyesi).....	133
Şekil 6.43 : Lojistik fabrikası şantiyesi	134
Şekil 6.44 : Panel uygulama şekli (“8” şantiyesi).....	135
Şekil 6.45 : Montajda kullanılan malzemeler (“8” şantiyesi).....	135
Şekil 6.46 : Montajda kullanılan araçlar (“8” şantiyesi).....	136
Şekil 6.47 : Montajda çalışan ekip (“8” şantiyesi).....	136
Şekil 6.48 : Montaj aşamaları (“8” şantiyesi).....	138
Şekil 6.49 : Jant kapakları üretim fabrikası şantiyesi	139
Şekil 6.50 : Panel uygulama şekli (“9” şantiyesi).....	139
Şekil 6.51 : Montajda kullanılan malzemeler (“9” şantiyesi).....	140
Şekil 6.52 : Montajda kullanılan araçlar (“9” şantiyesi).....	140

Şekil 6.53 : Montajda çalışan ekip (“9” şantiyesi)	141
Şekil 6.54 : Montaj aşamaları (“9” şantiyesi)	142
Şekil 6.55 : Kompozit panel üretim fabrikası şantiyesi.....	144
Şekil 6.56 : Panel uygulama şekli (“10” şantiyesi)	144
Şekil 6.57 : Montajda kullanılan malzemeler (“10” şantiyesi)	145
Şekil 6.58 : Montajda kullanılan araçlar (“10” şantiyesi)	145
Şekil 6.59 : Montajda çalışan ekip (“10” şantiyesi)	146
Şekil 6.60 : Montaj aşamaları (“10” şantiyesi)	147

CEPHELERDE KULLANILAN SANDVIÇ PANELLERİN ÜRETİM VE MONTAJ AŞAMALARI

ÖZET

Dünyada yapı üretimi çok hızlı gelişen bir alandır. Ancak, günümüzde üretim teknolojileri hala yerel olarak uygulanmakta, bu da endüstriyel üretim prensiplerinin verimsiz bir şekilde kullanılmasına yol açmaktadır. Ön üretimli ürünler yapıda genellikle küçük yapısal bölümlerde kullanılmaktadır. Çoğalan yapı ihtiyacına hızlı cevap verebilmenin çok önemli olduğu düşünülürse, yapım sektöründe ön üretimli sandviç panellerin önemi anlaşılr.

Bu çalışmanın amacı, yurt içi ve yurt dışında üretilen ve kullanılan sandviç panel tipleri ile ilgili araştırma yapılarak panellerin özelliklerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması, yurt içinde sıkça kullanılan panel tiplerinin üretimi ve montajı ile ilgili durum tespitinin yapılmasıdır.

Ülkemizde üretilen ve kullanılan sandviç panelleri araştırırken izlenen yöntem iki aşamalıdır. İlk aşamada sandviç paneller ile ilgili literatür araştırması yapılmış, web sayfaları ve üretici firmalardan elde edilen bilgiler ile, ülkemizde üretilen panel tipleri, belirlenen ölçütlere göre incelenmiştir. İkinci aşamada ise panellerin fabrikada üretimi ve şantiyede montajı yerinde gözlem, anket ve yüz yüze görüşmeler ile analiz edilip, bunlar ile ilgili tespitler yapılmıştır. Sandviç paneller ile ilgili yapılan ulusal araştırmada, büyük ölçekli üretim yapan firmaların en çok “metal cidarlı”, “poliüretan ve taş yünü” iç dolgulu paneller ürettiği tespit edilmiştir.

Çalışmada “hazır bileşenlere dayanan endüstrileşmiş yapım sistemleri” nin alt başlığı “açık sistem” altında sınıflandırdığımız sandviç panel sistemlerinin üretim ve montaj süreçlerinin incelenmiştir. Sandviç paneller iki dış cidar ve bir iç dolguadan oluşan bina öğeleridir.

Birinci bölümde, tez çalışmasının amacı, kapsamı ve yöntemi anlatılmıştır.

İkinci bölümde, bina üretim sistemleri ile ilgili sınıflandırmalara, yerinde yapım ve ön üretim sistemlerinin ekonomik, organizasyonel ve teknolojik açıdan karşılaştırılmasına yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde sandviç panel teknolojisinin kökeni, sandviç panellerin farklı ölçütlerle sınıflandırılması ve sandviç panellerden beklenen özellikler hakkında yapılan literatür araştırması anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, yurt içinde sandviç panel üretimi yapan firmaların tüm panel tiplerinin incelenmiştir. İncelenen panel tipleri, belirlenen ölçütlere göre tablolştırılmış, çizelgelerden elde edilen verilerle de grafikler oluşturulmuştur.

Beşinci ve altıncı bölümlerde, yerinde gözlemlenen sandviç panellerin üretim ve montaj süreçleri incelenmiş, gözlem anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan tespitler sunulmuştur.

Yedinci bölümde sandviç paneller ile ilgili yapılan ulusal araştırmanın sonuçlarına değinilip, üretim ve montaj aşamaları ile ilgili analizlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Sekizinci bölümde ise yapılan ulusal araştırmanın sonucunda elde edilen bilgiler, sandviç panellerin üretim ve montajı ile ilgili tespitler sıralanmıştır.

Sonuç olarak, sandviç paneller ile ilgili yapılan ulusal çalışmada, büyük ölçekli üretim yapan firmaların en çok “metal cidarlı”, “poliüretan ve taşıyıcı” iç dolgu paneller ürettiği tespit edilmiştir. Gözlemlenen fabrikalarda sandviç panellerin yerinde yapım, çatı ya da dış duvara göre, bir mimari öge haline gelene kadar ki kalite kontrolünün daha ayrıntılı olduğu görülmüştür. İncelenen montajlarda, dış cidar malzemesi olarak boyalı galvanize sac, iç dolgu malzemesi olarak taşıyıcı ve poliüretan kullanılmaktadır. Sandviç panel montajını yapan ekipler kalifiye elemanlardan oluşmaktadır. Montajların çoğunda panel kesimi yapılmaktadır. Montaj hızını önemli ölçüde etkileyen bu uygulama yüzünden, işçilik ve maliyet artmaktadır. Montaj hızını, şantiyede kullanılan düşey taşıma aracı, cephe uzunluğu ve ekip sayısı da etkilemektedir. Ancak, sandviç panellerden en iyi verimi almak için, mimari projenin sandviç panel boyutları göz önüne alınarak tasarlanması, üretici firmaya panel siparişi verilmeden panel boyutlarının kontrol edilmesi, projeye uygun düşey taşıma aracı seçilmesi, projeye uygun dış yüzey ve iç dolgu malzemesi seçilmesi gerekmektedir. Endüstrileşmiş yapım sistemi elemanı olarak sandviç panellerin etkin kullanımı için bu faktörlerin göz önüne alınması, ön üretimli yapı elemanı olan sandviç panellerin “montaj hızı, yapı kalitesini arttırması, malzeme kaybını azaltması” gibi avantajlarının korunması gerekmektedir.

PRODUCTION AND ASSEMBLING PROCESS OF SANDWICH PANELS WHICH USED IN WALLS

SUMMARY

Building production world-wide is a vast business area. However, in the present day building technology is still mostly a local production which applies industrial principles quite inefficiently. Prefabricated products is commonly used in building as small structural components in order to gain an effective process in building production. Prefabricated sandwich panel's importance is understood when we considered the importance of quick meet to increasing building demand.

The aim of this research is, determining and classifying sandwich panel properties by researching sandwich panel types which produced and used in both domestically and abroad and determining the state about production and assembling process of sandwich panels which are commonly used in our country.

The method, which is used during researching sandwich panels that produced and used in our country, has two stages. In first stage, literature about sandwich panels is researched. Sandwich panel types that produced in our country, are analyzed with determined criteria's by information that comes from manufacturers and their web pages. In second stage, production and assembling process of sandwich panels are analyzed by using survey sheets, face to face interview and on-site observation methods. Then determinations about these process' are done. In national research of sandwich panels determines that, firms which have large scale of production, produce "metal surfaced", "polyurethane and rock wool in filled" panels.

In this research, the production and assembling process of sandwich panel systems which is classified as "open systems" under the sub-system of "industrialized building systems with prefabricated products" is analised. Sandwich panels are building elements which composed of two faces and one inner core.

In the first part; the aim, scope and method of research is explained.

In the second part, classification of building production systems, comparison of on-site production and prefabrication in terms of economical, organizational and technological aspects are given.

In the third part, the origin of sandwich panel technology, classification of sandwich panel by different criteria' s and literature research about expected features of sandwich panels are explained.

In the fourth part, all panel types of domestic firms are examined. Charts and graphics are made by using these firms informations.

In the fifth and sixth parts, production and assembling process of sandwich panels are examined. Determinations of observations, surveys and face to face interviews are presented.

In the seventh part, national research of sandwich panels' results are given and, analyse of production and assembling process are evaluated.

In the eighth part, results of national research, determinations of production and assembling process are explained.

Consequently, national research of sandwich panels determines that, firms which have large scale of production, produce “metal surfaced”, “polyurethane and rock wool in filled” panels. Sandwich panels quality control while becoming an architectural element was found more detailed comparing with on site construction walls and roofs. Sandwich panel assembly teams consist of qualified staffs. Labor and material costs are increased because of cutting panels which also affects assembly speed. Assembly speed is also affected by vertical transportation vehicle, facade length and team number. However, in order to gain better performance from sandwich panels; architectural project must be designed considering panel dimensions, panel dimensions must be controlled before ordering the panels and suitable vertical transportation vehicle must be chosen. These factors must be considered for effective use of sandwich panel which is an element of endustrilized construction system. The advantages of prefabricated sandwich panels like “assembly speed, rising building quality, decreasing material loss” must be protected.

1. GİRİŞ

İnsanların barınma ihtiyacı binayı çok eski tarihlerden beri üzerinde önemle durulan bir sorun haline getirmiştir. Yapı ihtiyacı, nüfus artışı, göçler, afetler ve yaşama standartlarının yükselmesi, mevcut barınakların eskimesi gibi sebeplerle devamlı olarak artmaktadır. Bugün kaynakların sınırlı oluşu, yapıyı çok sayıda üretebilmede, üretimin daha etkin hale getirilmesinin zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır (Eser, 1977). Dünyada yapı üretimi çok hızlı gelişen bir alandır. Ancak, gelişmiş ülkeler, endüstriyel yapı üretiminden, post-endüstriyel yapı üretimine geçmişlerdir. Günümüzde üretim teknolojileri hala yerel olarak uygulanmakta, bu da endüstriyel üretim prensiplerinin verimsiz bir şekilde kullanılmasına yol açmaktadır. Genellikle prefabrik ürünler, kapı, pencere, mutfak gibi küçük yapısal bölümler olarak düşünülmektedir. Ancak, az sayıda ülkelerde, tüm yapı prefabrik olarak yapılmaktadır (Sarja, 1998). Yapım sistemlerinin günümüze kadar geçirdikleri aşamalar incelendiğinde, yapım sistemleri, “ilkel, geleneksel ve endüstrileşmiş yapım sistemleri” olarak 3 ana sisteme ayrılır (Eser, 1977). Endüstrileşmiş yapım sistemleri; ekonomik, organizasyonel ve teknolojik boyutta diğer sistemlerle karşılaştırıldığında çoğu yönden daha avantajlı olduğu görülür. Ön üretimli elemanların; birbirinden bağımsız üretim ve montajının yapım süresini kısaltması, kalifiye eleman kullanımı ve kontrollü yapı elemanı üretiminin yapı kalitesini artırması, hazırlama ve uygulama aşamalarında oluşan malzeme kayıplarının azaltılması, endüstrileşmiş yapım sistemlerinin avantajlarındandır. (Eser, 1982)

Ön üretimli yapı elemanı olarak sandviç paneller bir endüstrileşmiş yapım sistemi elemanıdır. Fabrikada üretilmesi, yapı yerine montaja hazır şekilde gelmesi, yerine yerleştirmek için kalifiye elemanlar gerektirmesi açısından, sandviç paneller “hazır bileşenlere dayanan endüstrileşmiş yapım sistemi elemanı” olarak ta tanımlanabilir. Sandviç yapı teknolojisi, 1940’ lı yıllarda uzay ve savaş teknolojileri ile gelişmeye başlamıştır. Yeni malzemelerin kullanılmaya başlanması, yüksek performans ihtiyaçları ve hafif strüktür gereksinimlerinden dolayı ise sandviç panellere olan talep devam edecektir. Sandviç paneller, iki dış cidar ve bir iç dolgudan oluşan bina

öğeleridir. Sandviç panellerin strüktürü her zaman, ince ama yüksek dayanımı olan iki yüzey ve kalın fakat hafif olan iç dolgu malzemesinden oluşur. Farklı dış cidar ve iç dolgu malzemelerini kombine ederek çok fazla sandviç panel alternatifi çıkarılabilir (Davies, 2001).

1.1 Amaç

Bu çalışmanın amacı, yurt içi ve yurt dışında üretilen ve kullanılan sandviç panel tipleri ile ilgili araştırma yapılarak panellerin özelliklerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması, yurt içinde sıkça kullanılan panel tiplerinin üretimi ve montajı ile ilgili durum tespitinin yapılmasıdır. Üretim ve montaj ile ilgili durum tespiti yapılırken gözlem ve analiz ölçütleri belirlenmiştir. Sandviç panel üretimi; panel cidarında ve iç dolguda kullanılan malzemeler, üretilen aksesuarlar, üretimde kullanılan araç ve makineler, üretim aşamaları, üretim yöntemi ve depolama gibi ölçütler göz önüne alınarak gözlemlenmiştir. Sandviç panel montajı ise; panel cidarında ve iç dolguda kullanılan malzemeler, montajda kullanılan araç, malzeme ve işçilik, montaj aşamaları ve montaj süresi gibi ölçütler belirlenerek gözlemlenmiştir.

1.2 Kapsam

Sandviç paneller ile ilgili yapılan bu çalışmanın kapsamı; ürün, üretim ve montaj süreçleri olarak üç başlıkta toplanmıştır.

Sandviç paneller için yapılan araştırmada, 2009-2010 yıllarında yurt içinde üretilen, çatı cephe ve soğuk odalarda kullanılan tüm panel tipleri incelenmiştir. Ayrıca yurt dışında sıkça kullanılan farklı panel tiplerinden çeşitli örnekler ele alınmıştır. Sandviç paneller ile ilgili yapılan ulusal araştırmada , bir mimari öge olan sandviç paneller ile ilgili veriler elde edilmiştir. Panel cidarı ve iç dolgu malzemelerine göre sandviç paneller incelendiğinde, cidar malzemesi olarak en çok metal, iç dolgu malzemesi olarak ise poliüretan, taş yünü ve cam yünü kullandıkları tespit edilmiştir. Kullanıldıkları yere göre incelendiğinde ise sandviç panellerin genelde çatı ve cephe için üretildiği görülmektedir.

Sandviç panel üretimi için, Türkiye’ de üretim sanayisi gelişmiş olan İstanbul ve Kocaeli’ ndeki fabrikalar seçilmiştir. 2009-2010 yıllarında ziyaret edilen bu

fabrikalarda metal cidarlı, poliüretan-taş yünü ve cam yünü iç dolgulu panellerin üretimi gözlemlenmiştir.

Sandviç panel montajı için, inşaat faaliyetlerinin daha hareketli olduğu marmara bölgesi seçilmiştir. 2009-2010 yıllarında yerinde gözlemlenen bu şantiyelerde metal cidarlı, poliüretan-taşyünü ve cam yünü içdolgulu panellerin cephe montajı incelenmiştir.

1.3 Yöntem

Cephede kullanılan metal cidarlı sandviç panellerin araştırılmasında izlenen yöntem iki aşamalıdır.

İlk aşamada, sandviç paneller ile ilgili literatür araştırması yapılmış ve sandviç panellerin üretimi ile ilgili ulusal ve uluslararası örnekler incelenmiştir. Ulusal örnekler incelenirken, Türkiye’ de büyük ölçekli sandviç panel üretimi yapan firmalar, malzeme ve sistem üreticisi veritabanlarından tespit edilmiştir. Firmaların ürettiği tüm panel tipleri, belirlenen gözlem ve analiz ölçütlerine göre araştırılmıştır. Araştırmada belirlenen ölçütler; panel üretiminde kullanılan malzemeler (Alt ve üst yüzey malzemeleri, panel uzunlukları, hadve sayısı, iç dolgu malzemeleri ve kalınlıkları) panellerin kullanıldıkları yerler, üretim yöntemleri, taşıyıcılık (standart ve özel üretim için hadve yüksekliği alt/üst sınırları, sandviç panel boyu), ısı direnç (standart ve özel üretim için, iç dolgu malzeme cinsi ve kalınlığı), ve görsel etki için kullanılabilen renk seçenekleridir. İncelenen firmaların ürettiği paneller, yukarıda belirlenen özelliklere göre araştırılmış ve elde edilen veriler çizelgelere aktarılmıştır. Çizelgelerden elde edilen bilgilerle de grafikler oluşturulmuştur.

İkinci aşamada ise; piyasa araştırmasının sonucunda belirlenen metal cidarlı sandviç cephe panellerin fabrikada üretimi ve şantiyede montajı yerinde gözlem, kontrol listesi ve yüz yüze görüşmelerle analiz edilip, bunlar ile ilgili tespitler yapılmıştır. Sandviç panel üretimini gözlemek için ziyaret edilen firmalarda üretim ile ilgilenen mühendislerle kontrol listeleri doldurulmuş ve yüz yüze görüşülmüştür. Sandviç panel üretim yerleri gözlemlenirken; üretimde kullanılan cidar ve iç dolgu malzemeleri özellikleri, üretimde kullanılan araç ve makineler, üretim yöntemi, aksesuar üretimi, depolama, üretim süreci gibi kriterler belirlenmiştir. Gözlenmelenen sandviç panel üretim fabrikaları bu özellikler doğrultusunda analiz

edilmiştir. Elde edilen bilgiler sonucunda çeşitli tespitler yapılmıştır. Sandviç panellerin montajını gözlemlemek için, şantiyeler yerinde ziyaret edilmiş, montaj süreçleri fotoğraflanmış, montajı kontrol eden mühendisler ve montajı yapan ustalar ile görüşülmüştür. Sandviç panel montajları gözlemlenirken, kullanılan panelin cidar ve iç dolgu malzeme özellikleri, montaj şekli, montajda kullanılan araç-malzeme ve işçilik, montaj aşamaları ve montaj süresi incelenmiştir. Montaj sürecinden toplanan bilgiler sonucunda analiz ve tespitler yapılmıştır.

2. ÖN ÜRETİMLİ SİSTEMLERLE YAPIM

Yapının ve taşıyıcı sistemin veya bunların elemanlarının üretilmesinde uygulanan teknoloji ve yöntemlerinin tümüne ‘yapım’ adı verilir. Diğer bir deyişle Türkçü, malzemeden yapıya geçişte izlenmesi gereken yöntemleri yapım kelimesi ile tanımlamıştır. Yapım sistemi ise tüm yapı elemanlarının ve bu elemanların bir araya gelme olasılıklarının toplamını, bina oluşturan elemanların bir araya getirilmesinde izlenen süreci, uygulanan üretim, teknoloji, kural ve yöntemlerini ifade eder. (Türkçü, 2004).

Yapı üretim süreci bileşenlerinin, yapısının ve katılımcılarının oluşturduğu model, yapı üretim sistemi olarak tanımlanır (Yaman, 2010). Yapı üretim sistemleri, yapımda yer açısından sınıflandırıldığında, yerinde yapım ve ön üretim (prefabrikasyon) olarak iki grupta incelenir (Özkan, 1976).

Yerinde yapım, yapı parçalarından yapı birimine kadar olan tüm yapı ürünlerinin yapı üzerinde yer aldıkları kısımlarda tamamlanmaları bir diğer deyişle üretilecek ürünün fonksiyon aldığı yerde tamamlanmasıdır (Eser, 1981).

Ön üretim (prefabrikasyon) ise binaların ya da bileşenlerinin binanın yapım yerinden farklı bir yerde gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. Ön üretim (prefabrikasyon) bina yapım maliyetini zaman, işçilik ve malzeme girdileri kapsamında kontrol edilebilmesine olanak veren bir yapım sistemidir (Tanaçan, Ersoy, 1998).

Yerinde yapım ve ön üretimli sistemler karşılaştırıldığında ön üretimli sistemlerin, yapım süresinin daha hızlı olduğu, malzeme kayıtlarının daha az olduğu, kullanılan yapı elemanlarının kalite ve performanslarının daha yüksek olduğu görülmektedir (Eser, 1982).

Yapımda izlenen değişik karakterdeki çeşitli süreçler, farklı bina üretim sistemlerini ortaya koymaktadır. Farklı bakış açılarından yapılan yaklaşımlardan ortaya çıkan bina üretim sistemi sınıflandırmaları aşağıda incelenmiştir (Özkan, 1976).

2.1 Bina Üretimi İle İlgili Sınıflandırmalar

Bina üretim sisteminin bütünün veya yalnızca bazı değişkenlerinin değişik amaçlarda kullanılabilmesi için sınıflandırıldığı görülmektedir. Bu sınıflandırmaların genel özelliği “bina üretim sistemi” veya bazı değişkenlerine belli bir bakış açısından tümü kapsayan bir açıklık getirmesidir. (Özkan, 1976).

Özkan, bina üretim sistemleri için aşağıda izlenen sınıflandırmaları yapmaktadır.

- Sistemin kapalı veya açık olması açısından sınıflandırmalar
- Üretimde yer alan işlemler açısından sınıflandırmalar
- Endüstrileşmede aşama sırası açısından sınıflandırmalar
 - İlkel yapım sistemleri
 - Geleneksel yapım sistemleri
 - Endüstrileşmiş yapım sistemleri
- Yapıda yer alan strüktürel sistem açısından sınıflandırmalar
- Üretim büyüklüğü açısından sınıflandırmalar
 - Tek tek üretim
 - Kümesel üretim
 - Kütleli üretim
 - Süreç üretimi , gibi
- Yapımda yer açısından sınıflandırmalar
 - Yerinde yapım
 - Ön üretim (Prefabrikasyon)
- Yapımda tüketilen temel malzemeler açısından sınıflandırmalar
 - Beton sistemler
 - Kil sistemler
 - Metal sistemler
 - Ahşap sistemler

oPlastik sistemler, gibi

- Yapımda tüketilen hazır yapı ürünlerinin ağırlıklarına göre sınıflandırmalar
- Yapımda tüketilen hazır yapı ürünlerinin büyüklüklerine göre sınıflandırmalar

Bu sınıflandırmalardan, sıralamadaki ilk üçünün ayrıntılarına inilmesi yerinde olacaktır.

2.1.1 Sistemin kapalı veya açık olması açısından sınıflandırmalar

Yapı sistemi, tasarım kuralları, alternatif montaj ve parça kullanımına izin veren rekabetçi ara yüzlere sahip ürün sistemlerini içerir (Sarja & Hannus, 1995). Yapı üretim sistemine gerek teknik gerekse ekonomik açıdan birbirine karşıt iki uçtan yaklaşılmaktadır. Bu iki uç arasındaki sistemler “açık sistemler” ve “kapalı sistemler” biçiminde, açıklık ve kapalılık oranına göre sınıflandırılmaktadır (Özkan, 1976).

2.1.1.1 Kapalı sistemler

Çevreden bağımsız olarak üretilen sistemlerdir. Bunlara genel olarak gemide yapılan montaj örnek verilebilir. Yani, çevresel koşullardan etkilenmeyen sisteme “kapalı sistem” denir (Russell, 1981). Kendi içinde bütünlenmiş ve düzenlenmiş bir seri özel bileşen üzerine temellenirler. Bu nedenle sistem ister bileşen takımlarından oluşsun, isterse ünitelerden, endüstride model yaklaşımı uygulamalarını getirmektedir. Genellikle yapı üretim sisteminin çoğu süreçlerini tek veya bir grup kuruluşun yürütmesi nedeni ile yukarıda belirtildiği gibi iki bakış açısından değerlendirilebilir (Özkan, 1976).

Teknik Kapalı Sistemler: Sınırlı sayıda bileşenden oluşan takımlar, yapını geometrik biçiminde ve büyüklüğünde değişiklik yapmaya ve yeniden düzenlemeye olanak sağlamayacak, fakat birbirleri ile birlikte kullanılabilecek biçimde tasarlanarak ayrıntılandırılır, ölçülendirilir ve tek biçim bir yaklaşımla birleştirilerek sistemi oluştururlar. Bu nedenle bileşenler teknik kapalı sistemle, kabul edilen özel kurallara göre biçimlendirilir ve ancak sisteme özgü uygulamalarda kullanılabilirler.

Ekonomik (Organizasyonel) Kapalı Sistemler: Sistemi oluşturan bileşenler bir veya birkaç üretici tarafından üretilerek pazara bir takım olarak sürülür ve bu takımda başka üreticilerin ürünleri yer almazlar, diğer bir deyimle, takımdaki bileşenler değiştirilemezler ise sistem ekonomik kapalıdır.

2.1.1.2 Açık sistemler

Çevreye bağlı olarak, obje ve bilgilerin değişebildiği sistemdir (Davidson, 1990). Var olan ürünler arasında seçim yaparak, istenen işlevleri karşılayacak değişik biçimde tasarlanmış yapıları gerçekleştirmek üzere bütünlenebilen ve düzenlenebilen bileşenler üzerine temellenir, diğer bir anlatımla, “açık sistem”, her tasarımda bileşenlerin bağımsız olarak kullanılmasını amaçlar (Özkan, 1976).

Açık Sistemli Yapılar: Bu sistemde bağımsız üreticiler kendi kataloglarıyla parçaları bir araya getirirler ve genel katologu oluştururlar (Blachere, 1973).

Yapı Sistemleri İçin Açıklık; çeşitli ihtiyaçlar için serbest tasarım, işverenle tedarikçi arasındaki serbest rekabet, kullanımdaki gelecek değişiklikler, geri dönüşüm ve yeniden kullanımı içerir. (Sarja & Hannus, 1995).

Özkan, açık sistemleri de kapalı sistemler gibi iki bakış açısından değerlendirmiştir;

Teknik Açık: Sistem teknik açık ise, geometrik biçim boyutsal ilişkileri kurularak düzenlenmiş bir dizi bileşenden oluşur ve bu bileşenlerin kullanılışı tek bir sistemle sınırlanmazlar. Bileşenler arasındaki ilişkileri sağlamak için aşağıdaki genel kuralların saptanmasından söz edilebilir. (Özkan, 1976)

- Modüler koordinasyon/ boyutsal
- Birleşimler / genel kurallarla tasarım, tolerans
- Bileşenlerin nitelikleri / nitelik kontrolü

Ekonomik Açık: Sistem ekonomik açık bunun sonucu olarak “organizasyonel açık” ise girişimci-inşaatçı, tasarlayıcı, sistem yapımcısı kullanacağı sistem bileşenlerini farklı üretici veya satıcıdan sağlayabilmelidir. Genel kurallara uyan tüm bileşenler arasında seçim yapma olanağı sağlar.

“Teknik açık” ve “Ekonomik açık” sistemlere “tam açık” veya “bütünleşmiş açık” sistemler denmektedir.

Ara bir seçenek olarak “esnek kapalı sistemler” den de söz edilebilir. Bir sistem teknik açık ve ekonomik kapalı ise bu sistem “esnek kapalı” bir sistemdir.

Yapı üretim sistemlerinin “kapalı ve açık sistemler” ve “ara seçenekler” dizisi biçiminde sınıflandırılması, kullanıcı, tasarlayıcı, üretici ve inşaatçı arasındaki

ilişkileri ve gerekli bilgi akışı organizasyonunun ortaya konmasında bir başlama noktası olarak ele alınabilir. (Özkan, 1976)

2.1.2 Üretimde yer alan işlemler açısından sınıflandırma

“Süreç” in temel özelliğini, üzerinde çalışılan şeyin bir durumdan diğer bir duruma dönüştürülmesi olarak belirten E.S. Buffo, dönüşümle ilgili süreçleri aşağıda görüldüğü gibi sıralamaktadır.

- Kimyasal süreçler: plastik, alüminyum, çelik, Petro-kimya endüstrilerinde olduğu gibi,
- Biçim değiştiren süreçler: çok sık olarak metal biçimlendirme, makine yapma ve ağaç işleme endüstrilerinde görülürler. Biçim değiştirmede en çok kullanılan yöntemlere ise, plastik şekillendirme, döküm, pres dövme, vurarak biçimlendirme örnek olabilir.
- Taşıma süreçleri: yatay ve düşey tüm taşımalar
- Birleştirme süreçleri: kaynak, lehim, vidalama ve yapıştırma gibi.
- Genel ve özel amaçlı makinelerle: çeşitli süreçleri bir arada yürüterek bir süreçler topluluğu ortaya konması gibi.
- Hizmet süreçleri: bilgi iletişimi gibi.

K. Wachsman, ise “yapı üretimi” nde kullanılan gereçler ve üretimin yeri ile ilişkilerini kurduğu “üretim süreçleri” ni çıkartma, ekleme ve birleştirme süreçleri gibi üç sınıfta ayrıntılı olarak açıklamaktadır.

- Çıkartma –substructing-: çıkartma kavramı doğrudan ayırma ve içinden çıkartma ile malzemenin biçimlendirilme süreçlerini içerir. Bunlar:
 - Kesme
 - Öğütterek çıkarma
 - Vurarak delme
 - Oyarak delme
 - Rendeleme
 - Zımparalama

○Parlatma, gibi süreçlerdir.

Amaç yalnızca keserek veya içinden çıkararak malzemeyi boyutlandırmak veya kenar profili vermek değil, ürünleri en uygun süreçlerle biçimlendirmek için araç ve gereçleri, diğer bir deyimle, tüm işi organize etmektedir. Ürünün geliştirilmesi için araç ve gereçlerin performansları, işlemlerdeki kayıpları önlemek için gerçekleştirilecek ürünlerin biçim ve boyutları hep birlikte düşünülür.

•Ekleme-adding-: organik ve mekanik birleştirilmeleri içermektedir.

○Organik birleşim: Genellikle sentetik araçlarla yapıştırma, soğuk ve sıcak pres işlemleri ile gerçekleştirilir. Soğuk pres ile, oldukça büyük parçalar birleştirilebilir ise de, presleme, uzun bir süre gerektirdiğinden, kümesel ve kütesel üretimde süre kayıplarına neden olduğundan, tasarımın değiştirilmesini gerektirebilir.

○Kaynakla birleşim:

○Mekanik birleşim: Perçinleme, kıvrılarak birbirine geçirilen parçaların prese edilmesi, vidalama, blonlama vb. ile gerçekleştirilir.

•Biçimlendirme-forming-: Yeniden biçimlendirme, plastik biçimlendirme ve döküm gibi süreçleri içermektedir.

•Yeniden biçimlendirme-deformation-: Süreçlerden geçmiş ürünün son şeklinin pres, dövme veya vurma ile verilmesidir. Kullanılan araçların tasarımı ürünlerdeki gelişmeyi etkiler. Preslerin kullanılması ürünün üç boyutunu da sınırlar. Buna karşılık merdana, üçüncü boyutu biçimlendirerek sınırlandırmamaktadır.

•Plastik biçimlendirme-plastic forming-: biçimlendirilecek malzeme, örneğin çelik, belli bir dereceye kadar ısıtılarak ve büyük bir kuvvet altında dövülerek son biçimine getirilir. Plastik ürünlerin şekillendirilmesinde kullanılan yöntemlerle, toz durumundaki metallerin kalıplanarak prese edilmesi ve sonra pişirilmesi de bu gruba girerler.

•Döküm-Casting-: karmaşık bileşenlerin kütesel üretiminde kullanılan döküm yöntemlerinde, kum kalıpları, enjeksiyon veya santrifüj teknikleri kullanılmaktadır.

2.1.3 Endüstrileşmede aşama sırası açısından sınıflandırmalar

İnsanların barınma ihtiyacı yapıyı çok eski tarihlerden beri üzerinde önemle durulan bir sorun haline getirmiştir. Yapı ihtiyacı, nüfus artışı, göçler, afetler ve yaşama standartlarının yükselmesi, mevcut barınakların eskimesi gibi sebeplerle devamlı olarak artmaktadır. Bugün kaynakların sınırlı oluşu, yapıyı çok sayıda üretebilmede, üretimin daha etkin hale getirilmesinin zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır (Eser, 1977).

Yapı sistemlerinin günümüze kadar geçirdikleri aşamaları incelersek, yapı sistemlerinin üç ana sisteme ayrıldığını görürüz (Eser, 1977).

- İlkel yapım sistemleri
- Geleneksel yapım sistemleri
- Endüstrileşmiş yapım sistemleri
 - Geliştirilmiş geleneksel yapım sistemleri
 - Monolitik yapım sistemleri
 - Hazır bileşenlere dayanan yapım sistemleri
 - Açık sistemler
 - Kapalı sistemler

İlkel yapım sistemleri, basit çevresel malzemelerle, ilkel yapı metotlarının ortaya koydukları, sistemler olarak tanımlanabilir (Eser, 1977).

Geleneksel yapım sistemleri ise çevresel malzemelerle tuğla, kiremit gibi sınırlı sayıda birkaç hazır bileşene, fakat çoğunlukla yerinde üretime dayanan, el emeğinin yoğun tutulduğu yapım metotlarının karakterize ettiği sistemlerdir (Eser, 1977).

Eser' e göre geleneksel yapım sisteminde ortaya çıkan sorunlar:

İklim koşullarına bağlı olarak bekleme

- Ekip beklemesi
 - yapının çeşitli işleri değişik ekipler tarafından yapılması sonucu bir ekipteki beklemenin diğerlerine de yansımaları
 - gerekli malzemenin yapı yerine zamanında ulaşamamasının, bu malzeme ile çalışacak ekibin beklemesine yol açması

- Sonuç olarak beklemenin iş verimini azaltması, yapının saptanan süre içinde bitmemesi, bekleyen ekibin bekleme sırasındaki ücreti ödeneceğinden maliyet artması

- Yapının kurumasını bekleme

Malzeme kaybı: Depolama yetersizliği ve yapım sırasında oluşan malzeme kaybı

Yapılan işlerde kalite farkı: malzeme ve işçilik açısından fark oluşması

Kontrollük : yukarıda belirtilen sorunları önlemek amacı ile belirli ve devamlı kontrol gereği meydana çıkması

2.1.3.1 Endüstrileşmiş yapım sistemleri

Endüstrileşme süreci; donanım yatırımı, faaliyet, teknoloji maliyeti, işçi tasarrufu ve kalite artırımını içerir. Endüstrileşme ustabaşların yerini makinelerin aldığı teknoloji kullanımıdır (Warzawski, 1990). Endüstriyelleşme birbirini tekrarlayan üretim aşamalarını diğer bir değişle seri üretimi ve üretim hızını artıran otomasyon kullanımını içerir. (Lugez, 1990)

Endüstrileşmiş yapım sistemleri üç başlık altında incelenebilir (Eser, 1977). Bunlar;

- Geliştirilmiş geleneksel yapım sistemleri
- Monolitik yapı sistemleri
- Prefabrike bileşenlere dayanan endüstrileşmiş yapım sistemleri

Geliştirilmiş geleneksel yapım sistemleri

Tasarım ve yapım işlerini ileri derecede rasyonelleştirilerek, küçük ve orta boy hazır prefabrike bileşenlerin kullanıldığı yapım sistemi olarak nitelendirilebilir (Eser, 1977).

Monolitik yapı sistemleri

Yapının ileri derecede mekanizasyona yöneldiği, hazır yapı bileşenlerinin daha yüksek bir oranda kullanıldıkları endüstrileşmiş yapım sistemidir (Eser, 1977).

Büyük hazır (prefabrike) bileşenlere dayanan endüstrileşmiş yapım sistemi

Alanları genellikle iki metrekareden daha büyük olan, yapı yerine bitmiş, kaplanmış olarak gönderilen, üretiminde ve yerine yerleştirilmesi karmaşık ve ağır mekanik

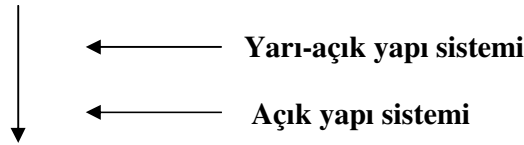
donatımı gerektiren hazır bileşenlerin çoğunlukla kullanıldığı yapım sistemi olarak tanımlanır (Eser, 1977).

“Prefabrikasyon”, üretimin tam prefabrik ya da kompozit yapım olarak fabrika da, montajın yerinde yapıldığı üretimdir (Sarja & Hannus, 1995).

Prefabrike bileşenlerin üretiminde kullanılan değişik sistemleri incelemek gerekir.

“Kapalı Yapı Sistemi” ve “Açık Yapı Sistemi” yapım sektöründe çok kullanılmıştır (Schmid, Thomas, Testa, Carlo, 1969). İkisi arasında, iki önemli adımı açıklamanın en basit yolu şöyledir:

Kapalı yapı sistemi



Açık sistemli yapı: açık endüstrilizasyon

Kapalı yapı sistemi, yarı açık yapı sistemi, açık yapı sistemi ve açık endüstrilizasyon terimleri aşağıda açıklanmıştır.

Kapalı yapı sistemi

Özel bir firma veya kamu kuruluşlarının komple olarak belli bir hazır bileşen takım üretmeleri de kapalı sistemler kavramını ortaya koymaktadır. Diğer bir deyimle böyle bir takımda yer alan bileşenlerin her hangi birinin yerine piyasada bulunan ve aynı görevi görebilecek benzerleri konulamamakta, dolayısı ile sistem kendi içinde kapalı olmaktadır (Eser, 1977)

Kapalı yapı sistemi, önce projenin tasarlanıp sonra, alt sistemlere bölündüğü ve sadece o projeye özel olarak üretilecek parçalardan oluşur. Her durumda, çoğu parça, yapı pazarından alınır. Bu yüzden, bir kişi, alınan bu farklı parçaların boyutsal koordinasyonunu sağlamak zorundadır (De Troyer, 1998).

Örneğin: Bir apartman bloğu tasarım sürecinde, beton duvar ve döşeme plaklarına bölünür. Bu beton elemanlar, mümkün olduğunca bağlantıları düzgün olacak şekilde tasarlanır. Aynı zamanda bir kişi, kapı pencere gibi elemanların koordinasyonunu takip etmelidir. Sağlık ekipmanları da sisteme uygun olmalıdır. Her projede kullanılacak ev tipinin sınırlı olması, büyük sitelerde monotonluk oluşması, üretici ve

işverenler için mono politik durumlar oluşması bu yaklaşımın dezavantajlarındanır. (De Troyer, 1998).

Kapalı sistemleri de farklı bakış açılarından dört alt sisteme ayırmak olasılığı vardır: (Eser, 1977)

Bileşen takımının kapsamı yönünden

- Yarı kapalı sistemler: kapalı bileşen takımının yapının bir kısmını kapsadığı sistemleri yarı kapalı sistemler olarak tanımlanır
- Tam kapalı sistemler: kapalı bileşen takımının yapının tümünü kapsadığı sistemlere tam kapalı sistemler adı verilir.

Takımda yer alan bileşenlerin bir araya getirilme esnekliği yönünden

- Esnek kapalı sistemler: kapalı bileşen takımında yer alan bileşenlerin belli bir esneklikle bir araya getirilebilme imkanının bulunması esnek kapalı sistemler kavramını doğurmaktadır.
- Rijit kapalı sistemler: sadece belli bir yapı tipine özel bileşen takımları rijit kapalı sistemleri karakterize ederler. Bu gibi sistemlerde söz konusu bileşenlerin bir araya getirilebilme imkanı tektir.

Yarı açık yapı sistemi

Bu durumda, belirli bir projeye başlanır. Ancak, elemanlar belirli ölçüsel disipline göre tasarlanır. Bu sayede birden fazla üretici ile çalışılabilir.

Açık yapı sistemi

Yapı bileşenleri piyasa koşulları içinde geliştiği, fiyat düşmesinin ve kalite düzeltmesinin serbest yarışmaya bırakıldığı toplumlarda , bireysel müteşebbisler tarafından piyasaya sunulan çeşitli prefabrike bileşenler arasından seçim yaparak uygulanan yapım sistemlerine “açık sistemler” adı verilmektedir (Eser, 1977).

Bu sistemde başlangıç noktası tamamen farklıdır. Belirli bir projeden değil, birbirine uyabilecek elemanlar kombinasyonunu geliştirme üzerine odaklanır. Bir sistemin parçası olan sınırlı sayıda elemanın sınırsız sayıda proje üretmesi durumudur.

Sonuç olarak, “Açık yapı sistemi” tasarımcıları rutin işlerden kurtarır, maliyet olarak geri dönüşümü arttırır ve hatta üretim süreçlerini otomatikleştirerek tedarikçilerin tam zamanında üretim yapmalarını sağlar (De Troyer, 1998).

“Açık Yapı Sistemi” elemanları, farklı üreticilerin elemanlarıyla koordineli çalışması gerekir. Bu aynı zamanda “Yarı Açık Yapı Sistemleri” için de geçerlidir.

Açık sistem yapısı veya açık endüstrilizasyon

Açık sistem yapısı, yapım endüstrisinde, global yaklaşımı tanımlamak için kullanılır. Açık endüstrilizasyon terimini kullanmak “Açık Yapı Sistemi” ya da “Açık Sistem Yapısı” terimlerini kullanmaktan daha iyi olabilir. Çünkü konsept olarak ikisi birbirinden farklıdır (De Troyer, 1998).

- Farklı “Açık Yapı Sistemleri” geliştirilebilmelidir.
- Aynı yapı parçaları ve aynı “Açık Yapı Alt Sistemleri” farklı “Açık Yapı Sistemlerine” entegre edilebilmelidir.
- Farklı “Açık Yapı Sistemleri” benzer sistemler arasında mümkün olduğunca değişebilir olmalıdır.

“Açık” terimi her yazar için farklı anlama gelebilir. Akılda aynı etkiyi uyandırsa da görüşler değişebilir. Kısacası bu sistemler şöyle sıralanabilir:

- Montaj için AÇIK
- Gelecek değişiklikler için AÇIK
- Bilgi değişimine AÇIK
- Tedarikçiler arası rekabet için AÇIK

Muhtemelen yukarıda vurgulandığı gibi tamamıyla açık sistemlerin olamayacağı gibi, tamamıyla kapalı sistemler de olamaz.

Daha yararlı bir üretim olabilmesi için sistemin parça çeşitliliğinin azaltılması gerekir. Bu sınırlamalar mutlaka açıkça anlatılmalıdır (De Troyer, 1998).

2.1.4 Endüstrileşmiş yapılar

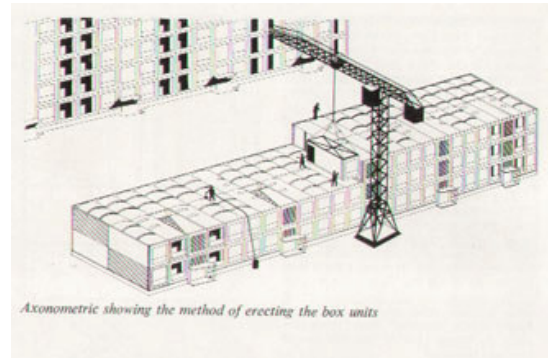
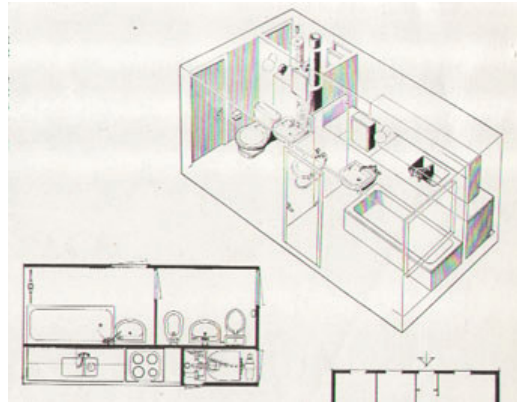
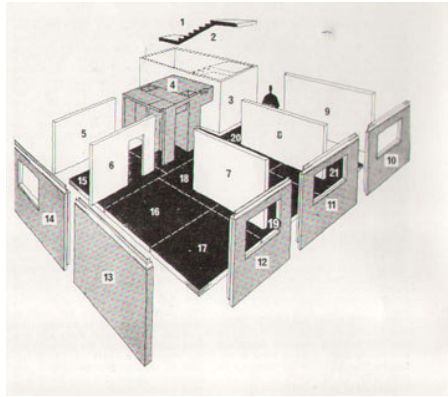
Dünyada yapı üretimi çok hızlı gelişen bir alandır. Ancak, gelişmiş ülkeler, endüstriyel yapı üretiminden, post-endüstriyel yapı üretimine geçmişlerdir. Günümüzde üretim teknolojileri hala yerel olarak uygulanmakta, bu da endüstriyel üretim prensiplerinin verimsiz bir şekilde kullanılmasına yol açmaktadır. Bu da günümüzde yapıların fiyatlarının neden yüksek olduğunun cevabıdır. Genellikle prefabrik ürünler, kapı, pencere, mutfak gibi küçük yapısal bölümler olarak

düşünülmekte, ancak, az sayıda ülkede, tüm yapı prefabrik olarak yapılmaktadır (Sarja, 1998).

Endüstrileşmiş yapıları incelerken, ikinci dünya savaşından, 1960 lara kadar dünyanın çeşitli yerlerinden seçilen örnekler, ağır ve hafif prefabrikasyon olarak sınıflandırılmıştır. İncelenen örneklerde, prefabrikasyonun günümüzde kullanılan yöntemlerinin deneyerek bulunduğu anlaşılmaktadır. (Diamant, 1964).

2.1.4.1 Ağır prefabrikasyon

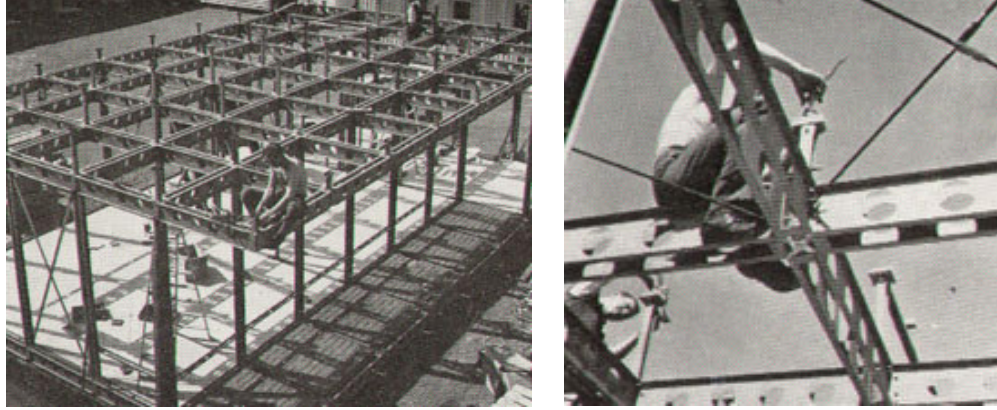
Ağır prefabrikasyon, betonarme malzeme kullanılarak yapılan üretimdir. Prefabrikasyonun günümüzde de kullanılan yöntemlerinin, deneyerek bulunmuştur. Ağır prefabrikasyona örnek olarak, İngiliz-bison iskelet duvar yöntemi, Fransız-Couvet yöntemi, İskandinav-Heart yöntemi, Alman-Bmb yöntemi ve Doğu avrupada kullanılan kutu birimler yapımı yöntemi verilebilir.



Şekil 2.1 : Ağır prefabrikasyon örnekleri (Diamant, 1964)

2.1.4.2 Hafif prefabrikasyon

Hafif prefabrikasyona örnek olarak L.G Sernebald ve B. Skarin tarafından geliştirililen “İsveç Techbuilt Sistem”i verilebilir. Sistem 5 standardize edilmiş birimden oluşur. Bunlar; merdiven birimleri, sağlık birimleri(mutfak, banyo, tuvalet), küçük konutlar için ayrı sağlık birimleri, balkon birimi ve oda birimidir. (Diamant, 1964).



Şekil 2.2 : Hafif prefabrikasyon örnekleri (Diamant, 1964)

Yüksek kaliteli geçici binaların yapılmasına olanak tanımak ya da esnek geçici-yarı geçici binaların yapımına izin vermek için, küçük, modüler yapım birimleri kullanır. Bu da istenen herhangi bir değişikliğin, çok kolay yapılabileceği anlamına gelir. Bu yöntemle binalar, tamamıyla vasıfsız çalışanlar tarafından inşa edilebilse bile, tasarımı kesinlikle çok düzenli olmalıdır. Bu sistem, maksimum 2 kat yüksekliğinde ve hızlı inşası istenen, konutlarda, ofislerde, okullarda, garajlarda kullanılabilir (Diamant, 1964).

2.1.5 Yerde yapım ile ön yapımın karşılaştırılması

Ön yapım ile imal edilen bileşen ve elemanlar yapıldıkları yere göre ikiye ayrılırlar (Eser, 1982).

- Şantiyede ön yapım(in-situ)
- Şantiye dışında ön yapım (merkezi üretim tesislerinde) (off-site)

Eser geleneksel yapım ile ön yapımın karşılaştırılmasını üç boyutta ele almıştır.

- Ekonomik boyutta
- Organizasyonel boyutta

- Teknolojik boyutta

2.1.5.1 Ekonomik boyutta karşılaştırma

Ön yapımda, geleneksel yapıma oranla birim eleman başına düşen kalıp, işçilik, v.b. nin maliyeti daha düşüktür.

Geleneksel yapıma oranla elemanların birbirinden bağımsız olarak imal edilebilmesi yapım süresini kısaltır.

Gerek yerinde yapımda (in-situ) ve gerekse şantiyede yapımda (on-situ), şantiye dışı yapıma (off-site) oranla elemanların taşınması için gerekli tüm maliyetler ortadan kalkmaktadır.

Şantiyede yapımın, şantiye dışında yapıma oranla ilk yatırım maliyeti daha düşük bir seviyededir.

Türkiye’ de inşaat malzemesi ve işçiliklerdeki ortalama yıllık fiyat artışı %25-40 arasında değişmekte ve endüstrileşmiş yapım sistemlerinin kullanılması sonucu zamandan kazanmanın üretim maliyetlerinde ortalama %30 a yakın bir düşüş meydana çıkmaktadır.

Geleneksel yapımda, işgücünün geniş ölçüde kullanımı sonucu, gerek hazırlama ve gerekse uygulama aşamalarında oldukça önemli malzeme kayıpları olmaktadır. Bu fire endüstrileşmiş yapım sistemlerinde son derece minimize edilmiş bir durumdadır.

Geleneksel yapımda genellikle ahşap kalıplar kullanıldığından, Türkiye’ de gereğinden az olan orman ürünlerinin geniş ölçüde kullanılmasına neden olmakta ve hızlı nüfus artışı sonucu, hızla bozulan ekolojik dengenin daha da olumsuz etkilenmesi sonucuna yol açmaktadır.

Endüstrileşmiş yapımda, özellikle şantiye dışı yapımda(off-site) üretim temposunun hızı sonucu, kullandığı üretim giderlerinin belli sürelerde atıl kalmasını önlemektedir.

Ön yapımda konut üretiminin gerçekleştirilmesinde şantiyelerde konut birimi başına işgücü azalmaktadır.

Özellikle sıcak ve soğuğa karşı yalıtım (dış cephe panellerinde sandviç panelleri kullanmak suretiyle) konutların ısıtılmasında kullanılacak akaryakıt ve diğer tür yakıt

miktarının azalmasına yol açacak ve akaryakıt kullanımında önemli tasarrufların sağlanması olanaklı kılınacaktır.

Gerek malzeme ve gerekse zamandan tasarruf sağlayarak, aynı kaynaklarla daha çok sayıda ve daha kaliteli konut yapımı gerçekleştirilebilir. Büyük ölçekli alımlarla fiyat artışının etkisi de azaltılabilecektir (Eser, 1982).

2.1.5.2 Organizasyonel boyutta karşılaştırma

Geleneksel yapıma oranla çalışmaların merkezileştirilmesi üretkenliği artırır.

Şantiyede ön yapımda (on-situ), şantiye dışındaki (off-site) yapıma oranla daha basit bir organizasyon yapabilme olanağı vardır.

Yönetimsel sorunların en önemlisi talebin organizasyonudur. Ön yapımda, özellikle şantiye dışı (off-site) yapımda bileşen üreten tesisin kurulabilmesi için, her şeyden önce talebin belirli, sürekli ve sayıca belli bir düzeyin üzerinde olmasının saptanması gerekir.

Şantiye dışı ön yapımda sistemin iyi işlemesi için gerekli organizasyona sahip olması, özellikle imalat-taşıma-montaj alt sistemlerinin koordinasyonu yönünden önem taşımaktadır (Eser, 1982).

2.1.5.3 Teknolojik boyutta karşılaştırma

Geleneksel yapıma oranla elemanların kalite ve performansları daha yüksektir

Şantiyede ön yapımda (on-situ), şantiye dışı ön yapıma oranla elemanların nakline bağlı boyutsal sınırlamalar daha azdır.

Şantiyede ön yapımın şantiye dışı yapıma oranla daha basit makine ve ekipman ile daha az ihtisaslaşmış iş gücüne gereksinmesi vardır.

Ön yapımda bileşenlerin birleşim noktalarının çözümlenmesi önemle üzerinde durulması gereken bir husustur. Bunun yanında bağlantı noktalarının performans değerlerini sağlamakta, montaj sürecinden kaynaklanan sorunlara da eğilmek gerektiğini söylemek yerinde olacaktır (Eser, 1982).

3. SANDVIÇ PANELLER

Sandviç paneller, dış cidarları ve ısı direnç sağlayan çoğunlukla düşük dayanımlı iç dolgudan oluşan bina öğeleridir (Davies, 2001). Ön üretimli yapı elemanı olarak sandviç paneller bir endüstrileşmiş yapım sistemi elemanıdır. Fabrikada üretilmesi, yapı yerine montaja hazır şekilde gelmesi, yerine yerleştirmek için kalifiye elemanlar gerektirmesi açısından, sandviç paneller Eser’ in tanımladığı “hazır bileşenlere dayanan endüstrileşmiş yapım sistemi elemanı” grubu içinde sınıflandırılabilir.

Sandviç yapı uzay ve savaş teknolojileri ile 1940lı yıllarda gelişmeye başlamıştır. Yeni malzemelerin ortaya çıkması, yeni performans ihtiyaçları ve hafif strüktür gereksinimlerinden dolayı da sandviç panellere olan talep devam etmektedir (Vinson, J.R. 2005).

21. yüzyılın artan ihtiyaçlarına, cevap verebilmenin en çok aranan ölçütlerden biri olduğu düşünülürse, yapım sektöründe ön üretimli sandviç panellerin ne kadar önemli olduğu görülür. Çalışmanın bu bölümü; sandviç panellerin kökeni, cidar ve iç dolgu malzemeleri, kullanıldıkları yerler, ve sandviç panellerden beklenen özellikler hakkında bilgiler vermeyi amaçlamıştır.

3.1 Sandviç Panel Teknolojisinin Kökeni

20 Temmuz 1969 da aya ilk başarılı inişini gerçekleştiren uzay mekiği, gelişen teknolojinin başarılı uygulamaları sonucunda bunu başarmıştır. Bilgisayar ve roket teknolojileri daha çok ilgi çekmiş olsa da, uzay mekiği, sandviç panel teknolojisinin yardımıyla yapılabilmektedir. Çünkü uzay mekiğinin; hafif ve güçlü olması, kalkış ve inişte basınca dayanıklı olması sandviç panel teknolojisi ile başarılmıştır (Davies, 2001).

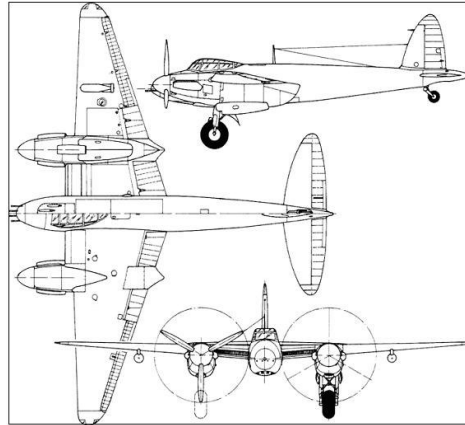
Thomsen, sandviç paneller yapım konseptinin 1849 - İngiltere Fairbairn’ e kadar gittiğini söyler. İngiltere’ de sandviç panel teknolojisi ilk defa 2. Dünya savaşında, Mosquito bombardıman uçağında kullanılmıştır. Amerika ‘ da 1940’ lı yıllarda kullanılan sandviç panel teknolojisi, yüzeyleri takviyeli plastik ve düşük yoğunlukta

dolgu malzemesinden oluşmaktadır. 1943’ te, Wright Patterson hava kuvvetleri, cam lifi takviyeli polyesteri, yüzey malzemesi olarak kullanarak Vultee BT-15’ in uçak gövdesini tasarlamış ve üretmiştir (Thomsen, 2005).



Şekil 3.1 : Apollo kapsülü (mix.msfc.nasa.gov)

Sandviç panellerle ilgili ilk araştırmayı 1944’te Almanya’da Morquerre, düzlemsel basınç yükleri konusunda yapmıştır. 1948 de Nicholas J. Hoff sandviç panellerin bükülmesini incelemiştir. Ayrıca 1940’ların sonlarında bal peteği dolgulu sandviç paneller geliştirilmiştir. (Thomsen, 2005).



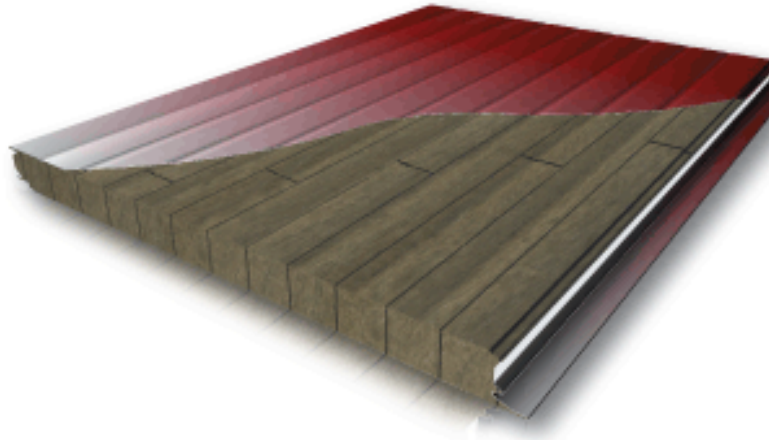
Şekil 3.2 : Mosquito bombardıman uçağı (www.mossie.org/Mosquito.html)

1960lara kadar sandviç panel teknolojisi, uzay teknolojilerinde kullanılmıştır. 2. dünya savaşında mosquito bombardıman uçağında da ilk ana uygulaması görülmüştür. 1960’dan sonra, binalarda, soğuk hava depolarında otomobil ve gemi endüstrisinde yeni kullanım alanları keşfedilmiştir (Davies, 2001). Sandviç panel teknolojisi, uydular, gemi gövdeleri, köprüler ve rüzgar tribünleri için ana yapı olmaya devam etmektedir (Grenestedt, 2005).

3.1.1 Sandviç paneller ile ilgili bileşen analizi

İki yüzü görünüş ve mukavemet yönünden benzer özelliklere sahip malzemelerle kaplanmış, ortası dolgu ve panel oluşturabilecek rijitliğe sahip, preslenmiş ya da bir petek dolguyla oluşturulmuş plakalara sandviç paneller adı verilir (Toydemir, Gürdal, Tanaçan, 2000).

Değişik özelliklere sahip birden çok malzemenin bir yapıştırıcıyla birleştirilmesiyle oluşan malzemelere tabakalı kompozit malzemeler denir (Ersoy, 2001). Tabakalı kompozit malzemelerde, tabakaların pozitif özellikleri bir araya getirilir ve negatif özellikler elenir (Davies, 2001). Bu tanımlara bakılarak, sandviç panellerinde ‘tabakalı kompozit malzeme’ sınıfına girdiği görülür. Örneğin, sandviç panellerde kullanılan iç dolgu malzemelerinin ısı yalıtımı özelliği ile, dış cidar malzemelerinin yük taşıma kapasitesi birleştirilerek sandviç paneller oluşturulur.



Şekil 3.3 : Sandviç panel ([www. panelsan. com](http://www.panelsan.com))

Sandviç panellerin olumlu özellikleri şunlardır; (Davies, 2001)

- Hafif olmasına rağmen, yük taşıma kapasitesinin yüksek olması
- Panel gövdesinin ısı yalıtımı özelliği
- Mineral yün iç dolgulu panellerin yangın dayanımı
- Panel üretiminin, kalite kontrolünün hassas olması
- Hızlı montajı
- Uzun ömür ve düşük bakım-onarım maliyeti

Her ne kadar sandviç panellerin birçok olumlu özelliği olsa da dış cidar ve iç dolgu malzemelerinden kaynaklanan sorunlarda bulunmaktadır. Bunlar; (Davies, 2001)

- Polimer esaslı köpük iç dolgulu panellerin yangın davranışları
- Dış cidarın ısıya maruz kaldığında deforme olması
- Polimer esaslı köpük iç dolgulu panellerin güneş ışıını etkisinde sünmesi
- Düşük ısı depolama özelliği
- Bağlantı noktalarının iyi tasarlanmadığı durumlarda oluşan yalıtım problemleri

Sandviç paneller aynı ağırlıktaki duvar ve çatı elemanlarına kıyasla daha iyi ses yalıtımına sahip olunduğu bilinse de yalıtım seviyesi hafif yapı elemanı karakteristiği gösterir (Davies, 2001).

Sandviç paneller genel olarak üç katmandan oluşur. Dış cidarlar, kullanılacak mekanlardaki gereksinimleri karşılayabilecek doku, renk ile fiziksel ve mekanik özelliklere sahip malzemelerden üretilir. Orta bölüm ise, sandviç panellerin rijitliğini, kalınlığını ve diğer fiziksel gereksinimlerini karşılayacak malzemelerden üretilir (Toydemir, Gürdal, Tanaçan, 2000).

Sandviç panellerin dış cidarında kullanılan malzemeler; çelik, alüminyum, paslanmaz çelik, ahşap ve ahşap kökenli levhalar ve alçı plaklar olarak sıralanabilir (Davies, 2001).

Sandviç panellerin orta kısmını oluşturan ana gövdesi; poliüretan köpük, polistren köpük, polietilen köpük, kağıt veya metalden yapılmış petek dolgular, bitümle bağlanmış genleştirilmiş mantar gibi hafif ve eğilme direnci nispeten yüksek malzemelerden yapılmaktadır (Toydemir, Gürdal, Tanaçan, 2000).

Sandviç paneller yapıda çeşitli yerlerde kullanılmaktadır. Başlıca kullanım alanları, yüzeylerin kaplanması ve hacimlerin bölünmesiyle ilgili çalışmalar, çeşitli doğrama elemanlarının yapımı, yapılarda cephe ve çatı uygulamaları ve iç mekan düzenleme çalışmaları gibi büyük bir çeşitlilik göstermektedir (Ersoy, 2001).

Sandviç panel üretiminde iki yöntem uygulanmaktadır. Bunlar; “dış cidar ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip birleştirilmesi” ve “dış cidar ve iç dolgunun beraber üretilmesi” dir (Davies, 2001). Sandviç panellerden; taşıyıcılık, ısı direnç, su-nem ve hava geçirimsizlik ile ilgili çeşitli özellikler beklenmektedir.

Sandviç paneller ile ilgili kısaca anlatılan malzeme, kullanım alanı, üretim yöntemi ve beklenen özellikler aşağıda ayrıntılandırılmıştır.

3.2 Sandviç Panellerin Farklı Ölçütlerle Sınıflandırılması

Sandviç paneller binalarda; çatı, cephe, döşeme ve soğuk hava depolarında kullanılmaktadır. Mekanik özellikler, yapı fiziği, dayanıklılık ve estetik gibi unsurlar tasarımda önemli ölçütlerdir. Ayrıca sandviç panel tasarımında üretilebilirlik ve ekonomi de göz önünde bulundurulmalıdır. Sandviç panellerin özel bir avantajı, tüm bina kabuğunun prefabrike yapılabilmesidir. Ancak, böyle bir avantajın bedeli olarak, bina tasarımında çok fazla çeşitlilik olmamaktadır (Davies, 2001).

Sandviç panelleri farklı ölçütler ile sınıflandırmak olanaklıdır. Sandviç panellerin belli başlı sınıflandırma ölçütleri; kullanılan malzemeler, kullanım alanı ve üretim yöntemi olarak sıralanmaktadır.

Sandviç panelleri sınıflandıran ölçütler aşağıda ayrıntılandırılmıştır.

3.2.1 Malzemelerine göre sandviç paneller

Tipik bir sandviç panelin 3 katmanı vardır. Yüksek elastiklik modülüne sahip rijit yüzeyler, kesme kuvvetlerini taşıyan daha hafif dolgu malzemeleriyle ayrılır (Davies, 2001). Dış cidarlar, kullanılacak mekanlardaki gereksinimleri karşılayabilecek doku, renk ile fiziksel ve mekanik özelliklere sahip malzemelerden üretilir. İç dolgular ise, sandviç panellerin rijitliğini, kalınlığını ve diğer fiziksel gereksinimlerini karşılayacak malzemelerden üretilir Bu dolgu malzemeleri ayrıca ısı yalıtım tabakasını oluşturur (Toydemir, Gürdal, Tanaçan, 2000).

Sandviç panellerde sıkça kullanılan dış cidar malzemeleri; çelik, alüminyum, paslanmaz çelik, ahşap ve ahşap kökenli levhalar (ahşap yonga levha, çimento bağlayıcılı ahşap levha, kontroplak, yönlendirilmiş yonga levha (OSB), orta yoğunlukta ahşap lifli levha (MDF)) ve alçı plaklardır.

Sandviç panellerin iç dolgusunda kullanılan malzemeler ise; poliüretan, polistren, polietilen, fenolik reçine, taş yünü, cam yünü ve bal peteği dolgularıdır.

Alkali eriyikler(harç, sıva gibi kireç içeren malzemeler) oksit tabakasını bozduğundan korozyon dayanımı zayıflatır. Haddelme ile %99 oranında plastik şekil değiştirebilir (Onaran, 1997).

Sandviç panellerde alüminyum plakalar özel ihtiyaçlar için kullanılırlar. Özellikle, korozyon dayanımının ve hijyenin önemli olduğu, yiyecek veya depolama alanları gibi yerlerde kullanılırlar. Tavsiye edilen Alüminyum plaka alaşımı AlMn veya AlMgMn olan plakalardır.

Paslanmaz Çelik

Paslanmaz çelik, hijyenin ve dayanımın çok gerektiği durumlarda kullanılır. Herhangi bir kaplamaya ihtiyacı yoktur. Kullanım kolaylığı olarak da karbon çelikleri ile aynıdır. Çok fazla paslanmaz çelik çeşidi mevcuttur. Ancak, en çok östenik paslanmaz çelik kullanılır. Yaklaşık %18 Krom, %8 Nikel içerir ve esnekliği 200 N/mm^2 'de %0,20 'dir (Davies, 2001).

Paslanmaz çelikler,kimyasal bileşiminde minimum %10.5 oranında krom içerir. Korozyon dayanımı, yüzeyindeki krom oksit tabakasından kaynaklanmaktadır. Herhangi bir şekilde çizilir veya deforme olursa, krom oksit tabakası yeniden oluştuğu için korozyon dayanımı özelliğini kaybetmez. Korozyon dayanımı, kimyasal bileşimine nikel ve molibden eklenerek daha da artırılabilir (Lyons, 2004).

Paslanmaz çelik dış cidarlı sandviç paneller, genelde, hijyenin önemli olduğu soğuk hava depolarında kullanılmaktadır.

Ahşap

Ahşap çeşitli tür doğal polimerlerden oluşan önemli bir yapı malzemesi olup kolay işlenir ve doğada çok miktarda bulunur. Ahşap doğal bir kompozit malzeme sayılır. Bileşiminde %50 selüloz, %30 kadar linyin bulunur, gerisi pektin ve diğer maddelerdir (Onaran, 1997).

Tipik bir anizotrop malzeme olan lifleri yönündeki tüm özellikler, basınç, çekme dayanımları, enine yöndeki dayanımlardan yüksektir. Ahşap su içeriğinin fonksiyonu olarak şişen, büzülen bir malzeme olduğu gibi yine bu içeriğin fonksiyonu olarak mekanik özellikleri de değişen bir malzemedir (Akman, 1987).

Ahşap yapı malzemelerinin en önemli özelliklerini, rutubet karşısında gösterdikleri deformasyonlar, ısı ve ses tutuculuk değerlerinin yüksekliği, lif yönlerine göre

mukavemet değerlerindeki farklılık ve yine lif dokuları nedeni ile diğer yapı malzemelerinden çok değişik bir gerilme-deformasyon eğrisine sahip olmaları şeklinde özetlemek mümkündür (Eriç, 1978).

Ahşap dış cidarlı sandviç paneller genellikle konutlarda kullanılmaktadır. Ülkemizde çok sık uygulaması görülmeyen bu tip paneller, özellikle Amerika’ da sıkça kullanılmaktadır. Ülkemizde ahşap sandviç paneller; kapı kanadı, çatı izolasyonu gibi yerlerde kullanılmaktadır.

Kontroplak

Kontrplak malzeme, yaygın kullanım alanı olan önemli bir tabakalı kompozit malzemedir. İnce ahşap tabakaların, lifleri birbirine dik gelecek biçimde üst üste yapıştırılarak preslenmesiyle elde edilmektedir. Günümüzde, önemli bir yapay ahşap malzeme türü olarak değişik alanlarda kullanılan bu malzemenin üretimi ve kullanımı, konuyla ilgili çeşitli kaynaklarda yer aldığına göre çok eskilere dayanmaktadır (Ersoy, 2001).

Kontrplak kalınlığı genel olarak 4-27 mm arasındadır. Yoğunluğu 550 – 700 kg/m³ arasındadır. Uzunlukları da genelde 3600 mm’dir (Lyons, 2004).

Kontroplak, sandviç panellerde dış cidar malzemesi olarak kullanılmaktadır. Kontroplak dış cidarlı sandviç paneller, binalarda hacimsel bölme elemanı olarak sıkça kullanılmaktadır.

Ahşap Yonga Levha

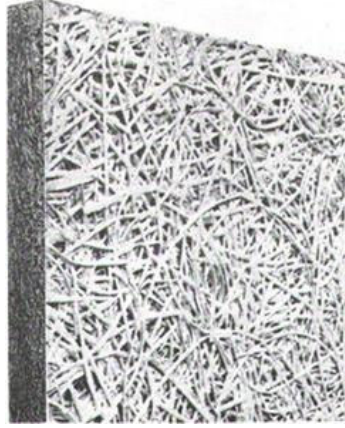
Ahşap yonga levhalar 1-2 cm boyunda ya da daha küçük yonga ve kıymıkların polimer bir bağlayıcı ile sıcakta preslenmesi yoluyla oluşturulur (Toydemir, Gürdal, Tanaçan, 2000).

Ahşap yonga levhanın mukavemeti, kullanılan yapıştırıcı reçineye bağlıdır. Nem dayanımını sağlamak için fenol formaldehit reçine kullanılmaktadır. Standart ahşap yonga levhalar, nem çeker ve neme duyarlıdır. Nemdeki %10’luk değişim boy ve ende %0.13, kalınlıkta %3.5’lik bir değişime sebep olur (Lyons, 2004).

Ahşap yonga levhalar sandviç panellerin dış cidarlarında kullanılmaktadır. Taşıyıcı cephe ve döşeme elemanı olarak kullanılabilen ahşap yonga levhalı sandviç paneller, ses ve ısı yalıtımının önemli olduğu yerlerde kullanılmaktadır.

Çimento Bağlayıcılı Ahşap Levha

Çimento bağlayıcılı ahşap levha, ahşap talaşlarının çimento ile karıştırılmasıyla üretilir. Açık gri renkte ve yüzeyi çimento görünümündedir. Hacim olarak %65 oranında ahşap, %35 oranında çimento kullanılır ve özgül ağırlığı 1000-1250 kg/m³'tür (Lyons, 2004).



Şekil 3.4 : Çimento bağlayıcılı ahşap levha (www.yapikatalogu.com)

İşlenmeye elverişli olup, biçilme, kesilme, delinme, frezelenme gibi değişik biçimlendirme işlemlerine olanak verir. Ayrıca, bir koruma gerektirmemesine rağmen, renk ve doku vermek gibi estetik kaygılarla değişik nitelikte boyalarla istenen şekilde boyanabilir (Toydemir, Gürdal, Tanaçan, 2000).

Özgül ağırlığından dolayı iyi bir ses izolasyonu sağlamaktadır. Genel olarak 18 mm kalınlığındaki bir çimento bağlayıcılı ahşap levha 33 db'lik bir ses izolasyonu sağlamaktadır (Lyons, 2004).

Çimento bağlayıcılı ahşap levhalar, sandviç panellerin dış cidarında kullanılmaktadır. Özellikle ses yalıtımının önemli olduğu yerlerde, çimento bağlayıcılı ahşap levha dış cidarlı sandviç paneller kullanılmaktadır.

Yönlendirilmiş Yonga Levha (OSB)

Yönlendirilmiş yonga levha (OSB), 75x35 mm'lik ölçülerde kesilmiş ahşap parçalardan üretilmektedir. Bu parçalar, kurutulup %2.5 oranında fenol formaldehit ya da melamin-üre formaldehit reçine ile kaplanır. Bu karışım, genelde üç ya da beş katman olarak döşenir. Oluşturulan levhalar ısı ve basınç altında şekillendirilir, kumlanır ve paketlenir. Üretim kalınlıkları 6-25 mm arasında değişebilmektedir (Lyons, 2004).

Yönlendirilmiş yonga levhalar, sandviç panellerde dış cidar malzemesi olarak kullanılmaktadır. Su ve nem dayanımı yüksek olduğu için, çatı kaplamalarında kullanılmaktadır. Ayrıca iç mekan bölme elemanı olarakta, yönlendirilmiş yonga levha dış cidarlı sandviç paneller kullanılmaktadır.



Şekil 3.5 : Yönlendirilmiş yonga levha (Lyons, 2004)

Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF)

Ahşap lif levhalar, ahşap parçalarının önce yonga büyüklüğüne daha sonra da değirmenler de öğütülerek lif büyüklüğüne getirilmesi ve bir polimer bağlayıcıyla karıştırılarak sıcakta preslenmesiyle elde edilir. Preslenmede birim alana uygulanan kuvvetin değerine göre, yüksek yoğunluklu ahşap lif levha, orta yoğunluklu ahşap lif levha (mdf) ve düşük yoğunluklu ahşap lif levha olmak üzere farklı yoğunluklarda türleri vardır (Toydemir, Gürdal, Tanaçan, 2000).

Orta yoğunlukta preslenerek birleştirilen ahşap lif levhalara mdm (middle density fibreboard) denir (Lyons, 2004).

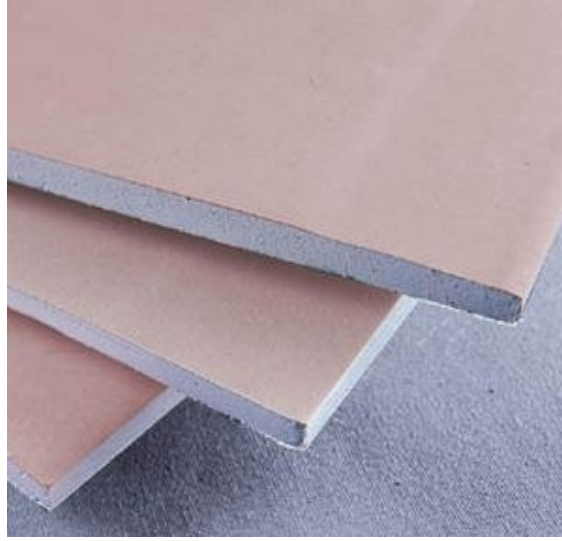
Orta yoğunlukta lif levhalar, sandviç panellerde dış cidar malzemesi olarak kullanılmaktadır. Levha halinde özellikle mobilya üretiminde kullanılan MDF, panel olarak döşeme ve tavanlarda, kapı kasalarında ve iç mekan bölme elemanı olarak kullanılmaktadır.

Alçı plak

Alçı; alçı taşının (jips: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) çeşitli derecelerde pişirilmesi sonucu elde edilen, su ile karıştırıldığında kısa süre içinde katılaşma özelliği gösteren beyaz renkli inorganik esaslı bir bağlayıcı türüdür (Eriç, 1978).

Alçı plaklar, yapıların iç duvar, tavan ve bölme yüzlerini kaplamak ya da doğrudan bölme duvarı yapmak amacıyla kullanılan, yapı alçısı ve gerektiğinde organik ya da inorganik lifler katılmış bir ya da iki yüzü karton kaplı levhalardır.

Alçı plaklar; 9.5, 12.5, 15, 18 ve 25 mm olmak üzere beş ayrı kalınlıkta üretilmektedir. Levhaların genişliği 60, 90, 120 cm, boyları ise 200-400cm'dir.



Şekil 3.6 : Alçı plak (www.knauf.com.tr)

Alçı plaklar, malzeme olarak, ses yalıtımı, yangından koruma, nem düzenleme, ses emme gibi özelliklere sahip olmanın yanı sıra, panel olarak da, uygulama kolaylığı, hafiflik, dayanıklılık, kararlılık ve nitelikli düzgün bir yüzey oluşturma gibi önemli yapısal özelliklere sahiptir (Toydemir, Gürdal, Tanaçan, 2000).

Alçı plaklar fazla mukavemetli değildir, ancak, yüksek yangın korunumu sağlarlar. Kuru ortamlarda kullanılmalıdır (Davies, 2001)

Alçı plaklar, sandviç panel dış cidar malzemesi olarak kullanılmaktadır. Yangın korunumunun önemli olduğu yerlerde sıkça uygulaması görülmektedir. Alçı plak dış cidarlı sandviç paneller, binalarda, iç mekan bölme elemanı olarak kullanılmaktadır.

3.2.1.2 Sandviç panellerde kullanılan iç dolgu malzemeleri

Sandviç panellerde iç dolgu malzemeleri olarak; poliüretan, polistren, fenolik köpük, taş yünü, cam yünü, polietilen, kauçuk, balsa, mantar vb. hacimsel dolgu malzemeleri kullanıldığı gibi, polimer, metal, seramik, ahşap ve selülozik malzemeden “bal peteği” biçimli dolgular da kullanılmaktadır (Davies, 2001).

Poliüretan (PUR)

Ana parçaları poliol ve isakranüttür. Termoset malzemelerdir. Yani, kimyasal yapısından dolayı; bir kere şekil verildiğinde, şekli bir daha değiştirilemez. Ayrıca, dolgu reaksiyonunu başlatan florotiklometan, ozon tabakasına zarar verdiği için Montreal Protokolü'ne göre yasaklanmıştır. Poliüretan 250 °C'a kadar ısı yalıtımı sağlar. Poliüretan malzemeler ilk üretildiğinde ısı iletkenliği 0,020 – 0,024 W/m⁰C'dir. Ancak; kullanım sonucu aralarda oluşan gazlardan dolayı, uzun süreli kullanımdan sonra bu iletkenlik 0,024 – 0,030 W/m⁰C kadar yükselir. Poliüretan yanıcı bir malzemedir. Sıcaklıkta, erimezler ancak, yüksek sıcaklıklarda, örneğin 150 – 200 °C çözülür ve 300 °C alev alır ve ağır bir duman üretir. 600 °C'ta hidrojen siyatik (HCN) etkisi gösterir. Güneşe maruz kalan sandviç panellerde en azından 80 °C'a kadar termal stabilite sağlanmalıdır. Poliüretan 100 °C'a kadar stabildir. (Davies, 2001).

Poliüretan, klorofloro karbon veya hidroklorofloro karbon kullanılarak kapalı hücreli köpük sistemi ile üretildiğinde ozon tabakasına olan zararı çok aza indirgenmiştir. Isı yalıtımı ile birlikte ses yalıtımı da sağlamaktadır (Lyons, 2004).

Poliüretan, sandviç panellerde iç dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Çoğu dış cidar malzemesi ile birlikte kullanılabilen poliüretan iç dolgulu paneller, binalarda, dış cephe paneli, çatı paneli, soğuk hava deposu paneli ve iç mekan bölme paneli olarak kullanılmaktadır.

Polistren (EPS / XPS)

Polisitren termoplastik malzemedir. Yani, kullanıldıktan sonra ısı yardımı ile tekrar form verilebilir. Reaksiyon aktivatörü olarak pentan kullanılır. Polistren ile poliüretanı kıyaslarsak, polistren, poliüretan'ın yarısı ağırlığındadır. Ancak, ısı yalıtımı bakımından Poliüretan, polisitrene göre 2 kat daha iyidir. Bu da poliüretanın neden daha yaygın olarak kullanıldığını açıklar.. Yoğunluğu 15 – 20 kg/m³'tür polistren yanıcı bir malzemedir. Polistrenler termoplastik oldukları için 100 °C gibi düşük bir ısıda erir ve 300 °C'de çözülür ve alev alır. Polisitren malzemeler, güneşe maruz kaldıklarında, 80 °C'a kadar stabildir. (Davies, 2001).

Monomer haldeki strenden polimerizasyon ile üretilen bir polimerdir. Petrolden elde edilir. Maksimum sıcaklık dayanımı 70⁰c dir. Oldukça sert, kırılgan ve parlaktır. Polistiren hızlı yanar, kuvvetli gaz kokusu yayar, önemli miktarda kurum üretir. Uv

ışınlarına iyi direnç gösterir, iyi darbe ve gerilme direncine sahiptir. Asit alkali ve tuzlara karşı da üstün bir direnç gösterir (Lyons, 2004).

Arı halde saydamdır, kokusuz olmakla beraber çevre ve kimyasal etkilere karşı direnci düşüktür. Gevrek olmakla beraber kolay işlenir ve ekonomiktir (Onaran, 1997).

Polistren, sandviç panellerde iç dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Polistren iç dolgulu sandviç paneller, çatıda, cephede, soğuk hava depolarında ve bölme duvarlarda kullanılmaktadır.

Fenolik Reçine (PF)

Önemli endüstriyel plastiklerden sayılan fenol formaldehit ilk geliştirilen sentetik fenolik polimerdir (Onaran, 1997). Termoset bir malzeme olan fenolik reçinenin, yangın güvenliği performansı oldukça iyidir. İçeriğinde Fenolik formaldehit reçine ve reaksiyon aktivatörü ve sertleştirici olarak volatik ile karıştırılır. Mekanik özellikler olarak poliüretan ile aynı özelliklere sahiptir. Fenolik reçine 350 – 500 °C'ta çözülür, 530 – 580 °C'ta alev alır ve az duman üretir. Bu yüzden en iyi yangın performansına sahiptir Fenolik reçineler, güneşe maruz kaldıklarında, 130 °C'a kadar stabildir (Davies, 2001).

Fenolik reçine, sandviç panellerde iç dolgu malzemesi olarak kullanılmasının yanı sıra, mineral yün dolgulu panellerde, bağlayıcı malzeme olarakta kullanılmaktadır.

Polietilen

İsmi monomer haldeki etilenden alır, etilen kullanılarak polietilen üretilir. Polietilenin üretim şekli, etilenin polimerizasyonu ile olur. Polimerizasyon metodu, radikal polimerizasyon, anyonik polimerizasyon, iyon koordinasyon polimerizasyonu ve kationik polimerizasyon metodları ile olabilir. Bu metodların her biri farklı tipte polietilen üretimi sağlar. Arı halde saydamdır ve özgül ağırlığı sudan düşüktür. Simetrik moleküler yapı nedeni ile büyük ölçüde kristalleşebilir. Kristallliği arttıkça (%90'a kadar) özgül ağırlık, mukavemet ve yumuşama sıcaklığı yükselir (Onaran, 1997).

Taş yünü

Yangın güvenliğinin önemli olduğu durumlarda, inorganik lifli dolgu malzemeleri kullanılabilir. Taş yünü, lif dilimleri eritilmiş silikattan üretilir. Erimiş silikat, dönen bir alana boşaltılır, döndürülerek santrifüj etkisi yaratılır ve sıvı yüzeyden uzaklaştırılır. Bu soğutulan malzemelerden ince lifler elde edilir ve konveyör ile toplanır. Lifleri, birbirine bağlamak için bir bağlayıcı kullanılır (En çok Fenolik reçine kullanılır.). Dilimler kurutulur ve kesilmeye gönderilir. Taş yünü lif boyları ortalama 2 – 4 mm ve kalınlıkları 3 – 4 mm'dir. Normal koşullarda su emme kapasitesi çok azdır. Ağırlığının yaklaşık %1,50'sidir. Bağlayıcı malzemenin emmeye etkisi vardır. Taş yününün, cam yününe göre emmesi azdır. Düşük miktarda organik bağlayıcı içeren mineral yünler yanmazdır. Cam yünü ile taş yünü arasındaki fark, cam 650 °C'ta erirken, taş 1000 °C'ta erir. (Davies, 2001).

Taş yünü, sandviç panellerin iç dolgu malzemesi olarak sıkça kullanılmaktadır. Çoğu dış cidar malzemesi ile birlikte kullanılabilen taş yünü, yangın güvenliğinin önemli olduğu yerlerde tercih sebebidir. Taş yünü iç dolgulu sandviç paneller, binalarda, çatı ve cephe paneli olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.7 : Taş yünü (www. yapikatalogu.com)

Cam yünü

Cam yünü dilimleri de aynı şekilde üretilir ve kum, soda veya geri dönüştürülmüş cam ile karıştırılır. Cam yünü lifleri 5 – 10 mm boyunda ve kalınlıkları aynıdır. Mineral yünler stabil malzemelerdir. Sıcaklığın, mekanik özelliklere etkisi çok azdır. Sadece, içindeki lifler ve bağlar kırıldığında elastiklik gösterir. Yoğunlukları 60 – 150 kg/m³ arasındadır. Çekme mukavemeti 0,03 – 1,0 N/mm² arasındadır. Elastiklik

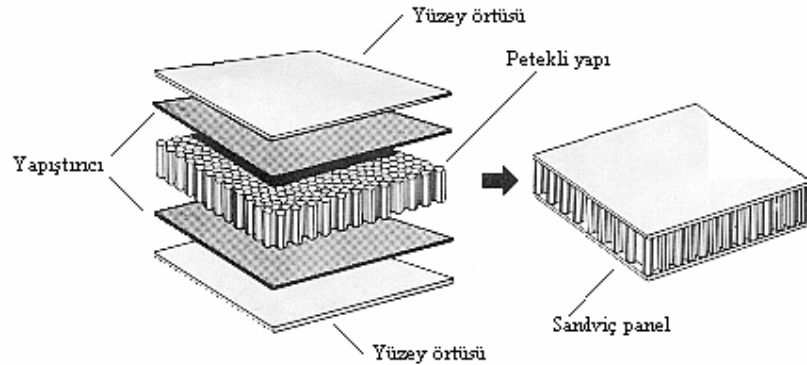
modülü 5 – 40 N/mm²'dir. Düşük miktartlı organik bağlayıcı içeren mineral yünler yanmazdır. Cam yünü ile taş yünü arasındaki fark, cam 650 °C'ta erirken, taş 1000 °C'ta erir. (Davies, 2001).

Cam yünü, yanmaz, su geçirmez, çürümeye dayanıklıdır ve bileşiminde cfc ve hcfc bulundurmaz. Ses ve yangın dayanımı taş yünü ile aynıdır (Lyons, 2004).

Cam yünü, sandviç panellerde iç dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Yangın güvenliğinin önemli olduğu yerlerde tercih edilen cam yünü iç dolgulu paneller, çatı ve cephe paneli olarak kullanılmaktadır.

Bal peteği dolgu

Bal peteği iç dolgulu sandviç paneller, yaklaşık olarak 1940 yılından sonra havacılık sektöründe, uçakların gövde panellerinde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde kullanılan bal peteği iç dolgulu panellerin büyük bir çoğunluğu bir yapıştırıcı sayesinde hücrelerin birbirleri ile yapıştırılması sonucu oluşturulurlar. Bal peteği iç dolgulu sandviç paneller, özellikle çarpma sonucu ortaya çıkan enerjin emildiği yüksek mekanik dayanım gerektiren konstrüksiyonlarda kullanılır. Oldukça hafif sistemler elde etmek için,sandviç panellerin iç ve dış tabakaları arasına bu petekli yapılar yerleştirilir. Tabakalar arasına petekli yapının yerleştirilmesi, yapının atalet momentinin ve eğilme dayanımının artmasını sağlar. Yüzeyin altıgenlerden oluşması, en küçük yüzey alanda en geniş kaplamayı elde etmemizi sağlar. Bu sayede altıgen yapıyla, istenen değerlerde kafes yapımı için en az malzeme kullanımı sağlanmış olur (Davies, 2001)



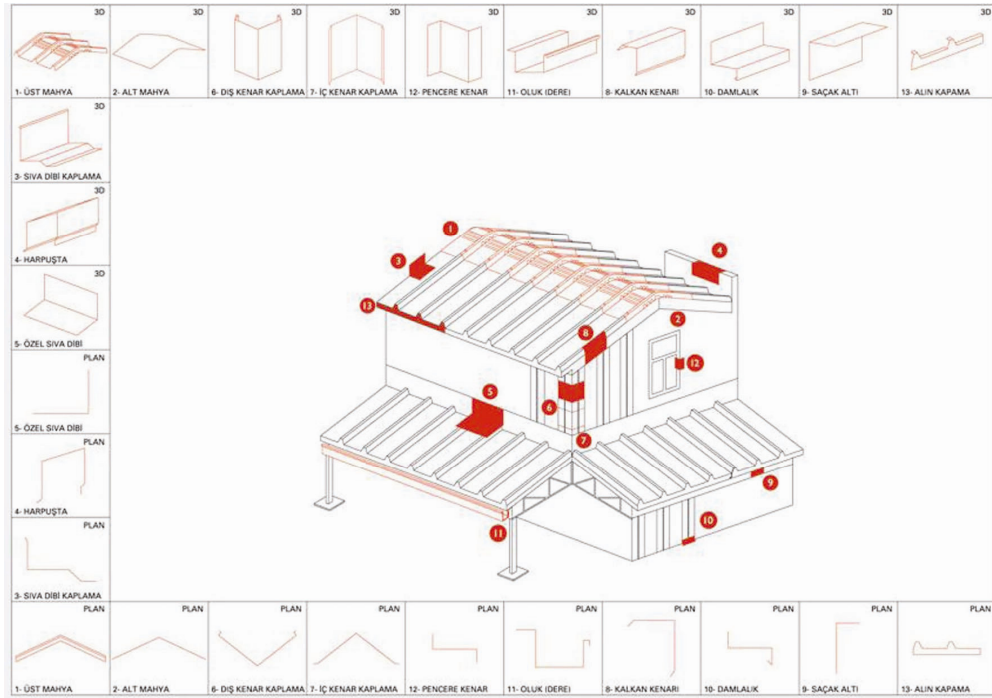
Şekil 3.8 : Bal peteği iç dolgulu sandviç panel (Davies, 2001)

Çelik, titanyum ve nikel alaşımlı metal hücre yapılı paneller, yapıştırıcı yerine daha çok kaynak ve lehimleme ile birleştirilirler. Bu tür hücreler öncelikle yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılır. Yüksek rijitlik ve dayanım/ağırlık oranına sahip olan bal petekli sandviç paneller son derece hafif konstrüksiyonlardır. Balpeteği dolgularda polimer, metal, seramik ahşap ve selülozik malzemeler kullanılır. Isı yalıtımı ve yangın dayanımları çok düşüktür. Bal peteği iç dolgulu sandviç paneller, diğer sandviç panellerin ara malzemelerine oranla daha pahalıdır ve sandviç panel haline dönüştürülmesi daha özel işçilik gerektirmektedir. Bu nedenle, binalarda, yüksek mekanik dayanım sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Davies, 2001).

3.2.1.3 Yapıştırıcılar, bağlayıcılar ve diğer parçalar

Dolguyu, yüzeye yapıştırmak için genelde poliüretan yapıştırıcılar kullanılır. Yapıştırıcı miktarı yüzey başına 200-350 g/m²' dir. Yapıştırıcı sandviç panelin davranışında çok önemli bir faktördür. İç dolgu ile dış kabuk arasındaki bağ güçlü olmalıdır. İç mekan uygulamalarında karbon-çelik vidalar kullanılabilir. Dış mekanda sadece paslanmaz çelik vidalar kullanılmalıdır. Bağlayıcı olarak başka bir malzeme kullanılmak istenirse, korozyona uğrayıp uğramayacağı düşünülmelidir (Davies, 2001).

Sandviç panellerin montajından sonra, yalıtım için aksesuar malzemeleri kullanılmaktadır. Bunlar; düz üst mahya, bükümlü üst mahya, alt mahya, yan saçak mahya, cephe alt bitişi, dış ve iç köşe aksesuarları, harpuşa, harpuşa aksesuarı, alın kaplama, saçak altı, damlalık, kalkan kenarı, oluk, pencere kenarı, iç kenar kaplama, dış kenar kaplama, sıva dibi kaplama gibi aksesuarlar olarak sıralanmaktadır. (Nuh panel kataloğu)



Şekil 3.9 : Sandviç panellerde kullanılan aksesuarlar (www.nuhpanel.com)

3.2.2 Kullanıldığı yere göre sandviç paneller

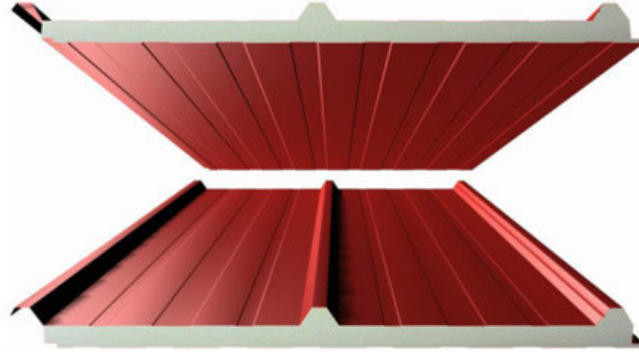
Sandviç paneller binada çeşitli yerlerde kullanılmaktadır. Başlıca kullanım alanları, yüzeylerin kaplanması ve hacimlerin bölünmesiyle ilgili çalışmalar, yapılarda cephe ve çatı uygulamaları ve iç mekan düzenleme çalışmaları gibi büyük bir çeşitlilik göstermektedir (Ersoy, 2001).

Sandviç paneller, binalardaki kullanım alanına göre sınıflandırıldığında; çatı, duvar, döşeme, kapı kanadı ve soğuk oda kabuğu seçeneklerini sıralamak olanaklıdır (Davies, 2001).

Sandviç paneller; çatılarda, cephelerde, döşemelerde ve soğuk hava depolarında kullanımının ayrıntılandırılması yerinde olacaktır.

Çatı panelleri

Çoğu çatı paneli tipi güçlü bir dış cidara sahiptir. Bunun önemli olmasının nedeni, bu yüzeyin hem panelin kendi yükünü hem de kar yükünü ve diğer hareketli yükleri taşımasıdır. Çatı panellerini dış cidarı duvar panellerine göre daha kalın olmalıdır. Çünkü çatı elemanlarının üstünde montaj sırasında yürünmektedir. (Davies, 2001).



Şekil 3.10 : Çatı paneli (www.yapikatalogu.com)

Cephe panelleri

Cephe panellerinde kullanılan yüzeyler çok incedir. Çelik yüzeylerin kalınlığı minimum 0,5 mm ve alüminyum yüzeylerin ise 0,7 mm olması gerekmektedir. Yüzeylerin ince olması, üretimin ve montajın kolay olmasını sağlamaktadır. Panel kalınlıkları ise genelde 600 mm ile 1200 mm arasında değişmektedir. Panelin dış cidarı 1mm ile 4mm arasında haddelenmiştir. Bu uygulamanın sebepleri şunlardır.;

(Davies, 2001)

- Panelin yük taşıma kapasitesinin artırılması
- Daha iyi bir yüzey görünümünün sağlanması
- Özel mimari etkilerin elde edilebilmesi



Şekil 3.11 : Cephe paneli

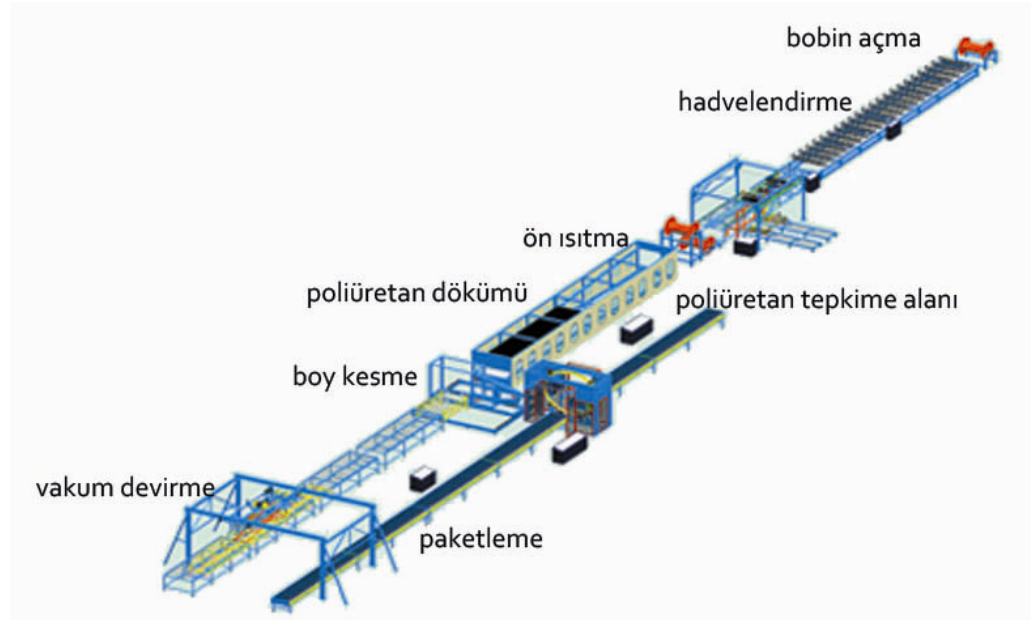
Soğuk oda panelleri

Soğuk odalar için ısı yalıtımı önemli bir ihtiyaçtır. Bunu sağlamak içinde iç dolgunun malzemesi ve kalınlığı önemlidir. Ayrıca bağlantı elemanlarının tasarımı da dikkate alınmalıdır. Bağlantı elemanları, hava ve buhar geçirimsiz olmalı ve ısı köprülerine

mahal vermemelidirler. Bu yüzden çoğu Avrupa ülkelerinde soğuk hava depoları için özel paneller ve bağlantı elemanları üretilir. Yapım sırasında panel kenarlarına bir çeşit mastik yerleştirilerek paneller birleştirilir. Bu maliyetli bir çözüm olsa da, özel ve karmaşık çözümler için gereklidir (Davies, 2001).

3.2.3 Üretim yöntemlerine göre sandviç paneller

Sandviç panellerin üretiminde farklı üretim metotları kullanılabilir. Sandviç panel üretiminde, ekonomik bir prosedür oluşturmak için çeşitli faktörleri göz önüne almak gerekir. Panel üretiminde geometrik tasarım faktörleri; panel boyutları, dış cidar malzemesinin şekli ve ek kenar elemanlarıdır. Dış cidar malzemesinin levha olması ve iç dolgu malzemesinin önceden oluşturulmuş ya da köpük olması da üretimde, ekonomik prosedürü etkileyen faktörlerdendir (Davies, 2001).



Şekil 3.12 : Sandviç panel üretim hattı (www.paneltechint.com)

Prensip olarak sandviç panel üretim yöntemlerini ikiye ayırmak mümkündür. Bunlar; “Dış cidar ve iç dolgunun beraber üretimi” ve “Dış cidar ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip birleştirilmesi” yöntemleridir.

“Dış cidar ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip birleştirilmesi” yönteminde genellikle taş yünü, cam yünü, polistren gibi önceden üretilmiş ve dilimlenmiş iç dolgu malzemeleri kullanılmaktadır.

“Dış cidar ve iç dolgunun beraber üretimi ” yönteminde ise üretim hattında oluşturulan köpük malzemeler iç dolgu olarak kullanılmaktadır (Davies, 2001).

3.3 Sandviç Panellerden Beklenen Özellikler

Sandviç paneller güvenlik açısından; üretim, nakliye ve montaj sırasında meydana gelen basınca, güneş ışınlamı etkisinde sünmeye ve yangına dayanıklı olmalıdırlar.

Sandviç panellerden; dış cidar ve iç dolgu malzemelerinin birbiriyle olan bağının güçlü olması, dış cidar da kullanılan kaplama renginin uzun ömürlü olması, panelin kendisinin ve bağlantı elemanlarının korozyona dayanıklı olması, atmosferik koşullara uzun süre dayanması gibi özellikler de beklenmektedir.

Sandviç panellerden beklenen estetik özellikler ise renk çeşitliliği ve geometrik toleranslardır.

Bunlara ek olarak, sandviç panel montajı için, nakliyenin zor olmaması, geleneksel aletlerle taşınabilmesi ve montajlanabilmesi, farklı panel tiplerinin az olması, ve bağlantı elemanlarının montajının kolay ve hızlı olması gibi özellikler beklenmektedir. (Davies, 2001)

Yukarıda bahsedilen, güvenlik, estetik ve montaj ile ilgili özelliklerin yanı sıra sandviç panellerden beklenen asıl özellikler; taşıyıcılık, ısı direnç, su geçirimsizlik ve hava geçirimsizlik ile ilgili özelliklerdir.

3.3.1 Taşıyıcılık ile ilgili özellikler

Sandviç panellerin taşıyıcılığı, dış cidar ve iç dolgu malzemelerinin doğru seçimi, doğru koşullarda taşınma ve depolanması, detay tasarımı gibi performans ölçütlerine bağlıdır (Tekin, Bulut, 2008).

Sandviç paneller, dayanıklılık özelliklerini, yalıtım özelliklerini ve yüzey görünümlerini belirlenen ömür süresince korumak zorundadırlar. Paneller; rüzgâr, kar, sabit yükler gibi yükleri taşımakta ve ısı yalıtımını sağlamaktadır. Sandviç panellerde meydana gelen mekanik bozulmaların sebepleri, uzun süreli yükler, tekrarlanan yükler ve iç ortamdaki nem değişimleridir. Kar gibi uzun süreli yükler yorulmaları artırır. Sandviç panellerde nem ve güneş ışığından dolayı fiziksel bozulmalar görülmektedir. Bağlantı elemanlarının yeterince sıkı olmaması panellerde

sızıntılar oluşmasına ve dolayısıyla taşıyıcılık özelliğinin azalmasına sebep olmaktadır (Davies, 2001).

3.3.2 Isı ile ilgili özellikler

Günümüzdeki enerji sorunu göz önünde bulundurulduğunda binaların en önemli işlevlerinden biri de iç çevrede ısı konfor koşullarının sağlanmasıdır. Binalarda kullanıcıların ısı konfor durumunda bulundurulmasının kullanıcı performansı ve iş verimi açısından, öneminin anlaşılması nedeni ile yapma ısıtma gereksinimi giderek artmaktadır. Buna karşılık binalarda yapma ısıtma kullanılan kaynakların giderek azalması ve maliyetlerin artması binalarda ısıtma enerjisi korunumunun sağlanmasını ve ısı yalıtımı kullanılmasını gündeme getirmektedir (Oral, Altun, Manioğlu, 2005).

Binalarda ısı yalıtımı; mevsim şartlarına göre binayı ısıtmak veya soğutmak için sağlanan soğuk ya da sıcak havanın dışarıya kaçmasını/girmesini önleyerek ısı ekonomisi ve ısı konfor sağlamak amacıyla yapılır (Ekinci, 2003).

Isıtma ve soğutma maliyetleri arttıkça, binalarda ısı yalıtımı da önemsenmektedir. Sandviç panellerde kullanılan iç dolgu malzemelerinin aynı zamanda ısı yalıtımında sağlaması, binalarda sandviç panel kullanımının avantajlarından biridir. Bir binada, kabul edilebilir bir ortam sıcaklığı için gereken enerji miktarı, döşeme - duvar ve tavanlardan kaybedilen ısı geçişi ve havalandırma kayıplarına göre değişir. Isı geçiş kayıpları, bina kabuğundaki ısı yalıtım seviyesini artırarak azaltılabilir. Ayrıca, binalarda ısı yalıtımı, yoğunlaşmadan korunmak, odaların hızlı ısınmasını sağlamak ve çok düşük ya da yüksek sıcaklıklardan korunmak için kullanılmaktadır. Birleşim yerleri ve bağlantı malzemeleri iyi tasarlanmış sandviç panellerin en önemli özellikleri de ısı yalıtımı ve hava geçirimsizlik özelliklerinin yüksek olmasıdır. Ancak, sandviç paneller hafif bina elemanlarıdır. Bu yüzden, sınırlı ısı depolama kapasitesine sahiptirler (Davies, 2001).

Isı köprüleri genelde, ısı yalıtımı iyi olan bir malzemenin, kötü olan bir malzeme ile kesildiği detaylarda artar. Isı köprüleri binada, ısı kayıplarına, yoğunlaşmaya ve yüzeyde kirin çabuk birikmesine sebep olur. Birleşim detayları iyi tasarlanmış sandviç panellerde ısı köprülerinin az olmasının sebebi, iç ve dış yüzeyin birbirine temas etmemesidir. Ancak, bazı durumlarda sandviç panellerde de ısı köprüleri oluşur. Pencere ve kapı açıklıklarının detay çözümleri iyi tasarlanmamışsa, panel bağlantı sistemlerinde kullanılan vidalar hava ile temas ediyorsa ve yivli sistem

bağlantıları kullanılıyorsa sandviç panellerde ısı köprüleri oluşmaktadır (Davies, 2001).

3.3.3 Su geçirimsizlik ile ilgili özellikler

Binalarda su yalıtımı, nereden, ne şekilde, hangi şiddetle gelirse gelsin, suyun veya nemin yapının bir kısmına veya kapsadığı hacimlere zarar vermesini önlemek amacıyla yapılır (Ekinci, 2003).

Binaların, her yönden gelebilecek suya veya neme karşı korunmaları için, yapı kabuğunun yüzeyinde yapılan işlemlere “su yalıtımı” denir. Yapıya sızan su; yapıların taşıyıcı kısımlarını korozyona uğratarak, yük taşıma kapasitesinin ciddi miktarlarda düşmesine neden olur. Ayrıca yapı bileşeni içerisinde su, soğuk mevsimlerde donarak, sıcak mevsimlerde ise buharlaşarak çatlakların oluşmasına yol açar. Bu da yapı ömrünü ve dayanımını olumsuz yönde etkiler. Su ayrıca, binalarda insan sağlığı açısından zararlı küf, mantar vb. organik maddelerin oluşumuna da yol açar (Özer, 1982).

Bir binanın dış cephesinin önemli özelliklerinden biri de, yağmur, kar veya buzdan kaynaklanan su girişini kesmektir. Duvar ya da çatıdaki su, binanın ısı yalıtımı özelliklerini ve dayanıklılığını azaltabilir. Sandviç panellerin gövdesi tek parça metal malzemeden oluşa bile, asıl önemli nokta bağlantı detaylarındaki çözümlerdedir. Çok şiddetli yağmurlarda dış cıvarda, hava geçişini etkileyecek su tabakaları oluşabilir. Eğer, bu durumda rüzgar eser ve basınç farkı artarsa, su içeri girebilir. Ayrıca, bağlantının yapısına göre, kapılarda su girişi oluşabilir, bağlantı noktaları su alabilir. Bu yüzden, sandviç panel yapımında duvar ve çatılardaki bağlantı detayları çok önemlidir (Davies, 2001).

3.3.4 Nem ile ilgili özellikler

Bina kabuğunun sağlığını etkileyen en önemli etkenlerden biri de nemden kaynaklanan yoğuşma olayıdır. Bina bileşenlerinde aşırı nem birikmesi veya doğrudan yoğuşma meydana gelmesi nedeni ile ıslanma/kuruma, donma/çözülme, korozyon yüzey kirlenmesi ve biyolojik etkiler gibi genelde olumsuz olaylar meydana gelmektedir (Oral, Altun, Manioğlu, 2005).

Uzun süreli yükler, tekrarlanan yükler, sıcaklık değişimlerinden dolayı sandviç panellerde oluşan nem dış cıvarda ve bağlantı elemanlarında korozyon oluşmasına sebep olur. Korozyon ise sandviç panellerde yorulmalara ve bozulmalara sebep olur.

Sıcaklık değişimlerinden kaynaklanan nem, panel yüzeyinde kirlenme meydana getirir. Nem, özellikle bağlantı elemanlarında olumsuz etkiler yaratır. Bağlantı elemanlarında oluşan korozyon panelin taşıyıcılığını olumsuz etkileyebilir (Davies, 2001).

Bina kabuğunda, nem geçişinin ve depolanmasının kontrolünde iki temel stratejiden söz edilebilir. Bunlar; olanaklar ölçüsünde nemin bir engel ile karşılaşmadan geçişine olanak tanıyan sistemler ile nem geçişinin uygun bölgelerde engellendiğı buhar kesicili sistemlerdir. Nem kontrolü için uygulanabilecek bir üçüncü yöntem ise, bina bileşenlerine olumsuz etkisi olabilecek, iç ortamdaki nemin mekan havalandırılması ile kontrol edilmesidir. (Oral, Altun, Manioğlu, 2005).

3.3.5 Hava geçirimsizlik ile ilgili özellikler

Binada enerji tüketimini büyük oranda etkileyen önemli faktörlerinden biri de istem dışı hava sızıntılarıdır. Sandviç panellerin gövdesi hava geçirimsizdir. Çünkü hava sızdırmaz dış cidar malzemeleri, iç dolgu malzemesinin iki tarafına yapıştırılmıştır. Eğer sandviç panellerin birleşim detayları iyi tasarlanırsa, tamamıyla geçirimsiz binalar elde edilebilir. Ancak, aşağıda sıralanan noktalara özen gösterilmesi gerekir:

- Sandviç paneller arasındaki bağlantılar, uygun bantlar ya da mastik bantlar kullanılarak yalıtım sağlanmalıdır.
- Temel ve saçak detaylarındaki birleşimler özenli tasarlanmalıdır.
- Kapı ve pencere detaylarına dikkat edilmelidir.
- Şantiyedeki montaj iyi denetlenmelidir. Çünkü geçirimsiz bir bağlantı elde etmek için yivli birleşimler kullanılmaktadır.
- Panel montajı, sıcak tarafta daha sıkı yapılmalıdır, yoksa nem riski oluşur. (Davies, 2001).

4. SANDVIÇ PANELLERİN ÜRETİMİ İLE İLGİLİ ULUSAL VE ULUSLARARASI ÖRNEKLERİN İNCELENMESİ

Sandviç panelleri farklı ölçütler ile sınıflandırmak olanaklıdır. Sandviç panellerin belli başlı sınıflandırma ölçütleri; kullanılan malzemeler, kullanım alanı ve üretim yöntemi olarak sıralanabilir.

Sandviç panelleri, üretimde kullanılan dış cidar ve iç dolgu malzemelerine göre ayrı ayrı sınıflandırmak olanaklıdır. Dış cidar malzemesi olarak; çelik, paslanmaz çelik, alüminyum, ahşap, ahşap kökenli kompozitler, alçı levha, lif takviyeli plastik, kraft kağıdı, pvc membran gibi malzemelerin kullanımı söz konusudur. İç dolgu olarak ise; poliüretan, polistren, fenolik köpük, cam yünü, taş yünü, polietilen, kauçuk, balsa, mantar gibi hacimsel dolgu malzemeleri ve ayrıca; polimer, metal, seramik, ahşap ve selülozik malzemeden “bal peteği” biçimli dolgular da kullanılmaktadır.

Sandviç paneller, binalardaki kullanım alanına göre sınıflandırıldığında; çatı, duvar, döşeme, kapı kanadı ve soğuk oda kabuğu seçeneklerini sıralamak olanaklıdır.

Sandviç paneller üretim yöntemine göre de iki grupta sınıflandırılabilir. Bunlardan ilki dış yüzey ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip birleştirilmesi olup ikinci yöntem ise dolgu malzemesi ve dış kabuğun beraber üretilmesidir.

Sandviç paneller araştırılırken belirlenen diğer gözlem ve analiz ölçütleri ise taşıyıcılık, ısı direnç, ve görsel etkidir. Bu bölümde ulusal ve uluslar arası sandviç panel örnekleri incelenmiştir.

4.1 Uluslar Arası “Bazı” Örnekler

Sandviç paneller ile ilgili yapılan envanter çalışmasında ulusal ve uluslar arası panel örnekleri incelenmiştir. Ulusal örneklerden farklı olarak bu bölümde, yurt dışında sıkça kullanılan farklı tipteki panellerden çeşitli örnekler verilmiştir. Ahşap, metal ve özel cidarlı sandviç panellerden farklı iç dolgularına göre çeşitli örnekler anlatılmıştır.

4.1.1 Ahşap cidarlı sandviç paneller

Üreticilerinin büyük çoğunluğu, Amerika’ da bulunan ahşap cidarlı sandviç paneller, strüktürel yalıtımlı paneller olarakta anılmaktadır. Morley’ e göre strüktürel yalıtımlı paneller, eski yapım yöntemlerine göre, daha çevreci, yalıtımı yüksek, montajı hızlı yapı öğeleri olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu panellerin üretiminde kullanılan makineler artık geliştiği için sadece geleneksel formlarda değil, çağdaş formlarda binalarında yapımında kullanılmaktadır (Morley, 2000) Ahşap cidarlı panellerde, iç dolgu elemanı olarak, poliüretan, polistren ve üretan köpükler kullanılmaktadır. Aşağıda Amerika’ daki bir üreticinin çatıda, cephede ve döşemede kullanılan strüktürel yalıtımlı panelin örnekleri yer almaktadır.



Şekil 4.1 : Ahşap cidarlı dış duvar paneli (www. thermapan.com)

Şekil 4.1 de görülen dış duvar panelinin dış cidarı yönlendirilmiş yonga levha, iç dolgusu poliüretandır. 6,5 inçten 12,5 inç kalınlığa kadar üretilabilmektedir.

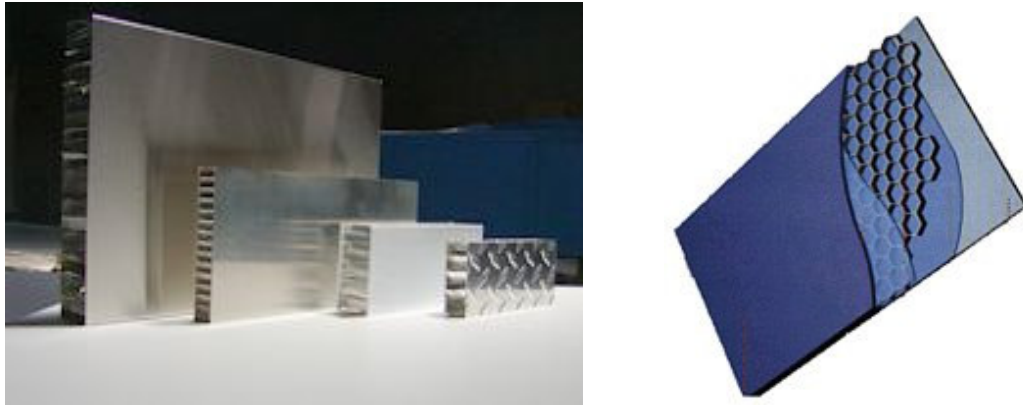


Şekil 4.2 : Ahşap cidarlı çatı paneli (www. thermapan.com)

Şekil 4.2 de görülen çatı panelinin dış cidarında yönlendirilmiş yonga levha, iç dolgusu poliüretandır. 6,5 inçten 12,5 inç kalınlığa kadar üretilebilmektedir.

4.1.2 Metal cidarlı sandviç paneller

Sandviç panellerde en çok kullanılan cidar malzemelerinden biride metallerdir. Çelik, aliminyum, paslanmaz çelik, bakır gibi metaller sandviç panellerin dış yüzeylerinde kullanılabilirler. İç dolgu olarak, ise cam yünü, taş yünü, poliüretan, ve polistren en çok kullanılanlardır. Ulusal araştırmada bu malzemelere geniş çapta yer verileceğinden, burada daha farklı örnekler verilmek istenmiştir. Aşağıda metal cidarlı, metal balpeteği iç dolgulu panel örnekleri bulunmaktadır.



Şekil 4.3 : Metal cidarlı, metal balpeteği dolgulu sandviç panel (www.pacificpanels.com)

Genelde heksagonal yapıda olan bal peteği dolgulu paneller de, iç dolgu malzemesi olarak, polimer, metal, seramik ve selülozik malzemeler kullanılabilir. Balpeteği dolgulu panellerin avantajı, diğer kaplama panellerine göre, çok büyük ölçülerde üretilebilmeleri ve daha büyük açıklıklar geçebilmeleridir. Hafif olduklarından dolayı, şantiyeye taşıma ve montaj kolaylığının yanısıra yüksek gücü ve sertliğiyle öne çıkmaktadır (Grenestedt, 2005).

4.1.3 Özel cidarlı sandviç paneller

Polikarbonat ve reçine dış cidarlı paneller, tasarımcının daha özgür davranabilmesi ve ışık faktörü göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Tasarımcının istediği gölge miktarına göre panellerin ışık geçirgenliği değiştirilebilir. Aşağıdaki örnekte reçine panellerle kaplanmış bir yapı görmekteyiz.



Şekil 4.4 : Polikarbonat ve reçine dış cıdarlı sandviç panel (www.hunterdouglascontract.com)

Şekil 4.4 de görülen yapıda kullanılan polikarbonat ve reçine dış cıdarlı paneller, ışık geçirgen özelliği ile öne çıkmaktalar.

Farklı dış cıdar ve iç dolgular bir araya getirilerek çok sayıda sandviç panel tipi ortaya koyulabilir. Uluslar arası örneklerde Türkiye’ de daha az üretilen ve kullanılan sandviç panel tipleri gösterilmeye çalışılmıştır.

4.2 Ulusal Örnekler

Bu bölümde , öncelikli olarak, Türkiye’ de, büyük ölçekli üretim yapan, sandviç panel üreticileri araştırılmıştır. Yapı kataloğu, mimarlar odası ve arkitera gibi malzeme ve sistem üreticisi veritabanlarından Türkiye’ de büyük ölçekli sandviç panel üretimi yapan dokuz firma tespit edilmiştir. Bu firmalardan altı tanesinin internet siteleri ve kataloglarında, bu çalışma için yeterli bilgi mevcuttur. Çalışmada, incelenen on adet panel üreticisi firmadan, verileri yeterli olan altı firmanın sandviç panelleri incelenmiştir.

İlk olarak, malzeme, kullanıldığı yer, üretim yöntemi ve aksesuar üretim yöntemine göre burada bulunan paneller incelenmiş, ve elde edilen veriler çizelge 4.1 de sunulmuştur. Çizelgelerden elde edilen veriler, grafiklerle anlatılmıştır.

Daha sonra bu sandviç panellerin, taşıyıcılık, ısıl direnç ve görsel etki özellikleri incelenmiştir. Bu çizelgede ilk önce kataloglarda standart olarak üretilen panellerin bilgileri işlenmiştir. Ayrıca incelenen tüm firmalarla iletişime geçilip, özel üretim

panellerin özellikleri, kalite belgeleri ve aksesuar üretimleri hakkında bilgi alınmıştır. Firmalardan alınan verilerde çizelgeye eklenip, elde edilen veriler grafiklerle anlatılmıştır.

4.3 Malzeme, Kullanıldığı Yer Ve Üretim Yöntemine Göre Analiz

Türkiye’ de büyük ölçekli üretim yapan altı firmanın sandviç panelleri, çizelge 4.1 de malzemelerine göre, kullanıldığı yere göre ve üretim yöntemlerine göre sınıflandırılmıştır. Çizelgeden elde edilen veriler aşağıdaki grafiklerle anlatılmıştır.

Çizelge 4.1 : Sandviç panellerin malzeme, kullanıldığı yer ve üretim yöntemine göre analizi

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
A	Gizli vidalı polüretan dolgulu cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Poliüretan	45 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
A	Gizli vidalı polüretan dolgulu cephe paneli	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm		Poliüretan	60 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
A	Poliüretan dolgulu beş hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	40 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
A	Poliüretan dolgulu beş hadveli çatı paneli	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	80 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
A	Taş yünü cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Taş yünü	50 mm	Cephe	Ayrı üretim	Her ikisi
A	Taş yünü cephe paneli	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm		Taş yünü	80 mm	Cephe	Ayrı üretim	Her ikisi
A	Taş yünü cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Taş yünü	100 mm	Cephe	Ayrı üretim	Her ikisi
A	Taş yünü çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
A	Taş yünü çatı paneli	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	80 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
A	Taş yünü çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	100 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
A	Eurocold soğuk depo paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1000 mm		Poliüretan	60 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi
A	Eurocold soğuk depo paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1000 mm		Poliüretan	80 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi
A	Eurocold soğuk depo paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1000 mm		Poliüretan	100 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi
B	930R2	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	930 mm		Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	930R2	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	930 mm		Poliüretan	50 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
B	915R3	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	915 mm		Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
B	915R3	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	915 mm		Poliüretan	50 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R4	Aliminyum	0,4	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	4 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R4	Boyalı galvanize sac	0,4	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	4 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R7	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	7 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R7	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	7 hadveli	Poliüretan	60 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R7K	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Kraft kağıdı		1000 mm	7 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R7M	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Pvc membran	1,2 mm	1000 mm	7 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R5	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
B	1000R5	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R4NOVA	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	4 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R4NOVA	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	4 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R5M	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Pvc membran	1,2 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
B	1000R5T	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
B	1000W	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Poliüretan	50 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
B	850W	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	850 mm		Poliüretan	50 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
B	1120W	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1120 mm		Poliüretan	100 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
B	1120W	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1120 mm		Poliüretan	100 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi
B	1120WT	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1120 mm		Taş yünü	50 mm	Cephe	Ayrı üretim	Her ikisi
B	1000WT	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1000 mm		Taş yünü	50 mm	Cephe	Ayrı üretim	Her ikisi
B	900CS	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	900 mm		Poliüretan	100 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi
B	1150CS	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1150 mm		Poliüretan	100 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi
C	Poliüretan dolgulu üç hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	3 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
C	Poliüretan dolgulu üç hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Kraft kağıdı	0,5 mm	1000 mm	3 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
C	Poliüretan dolgulu beş hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
C	Taş yünü dolgulu beş hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
C	Pvc membranlı beş hadveli kompozit çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
C	Pvc membranlı beş hadveli taş yünü dolgulu çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Pvc membran	1,2 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
C	Pvc membranlı poliüretan dolgulu çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Pvc membran	1,2 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
C	Poliüretan dolgulu yedi hadveli cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	7 hadveli	Poliüretan	50 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
C	Taş yünü dolgulu yedi hadveli cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	7 hadveli	Taş yünü	50 mm	Cephe	Ayrı üretim	Her ikisi
C	Soğuk oda paneli	Paslanmaz çelik	0,5 mm	Paslanmaz çelik	0,5 mm	1000 mm		Poliüretan	100 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi
D	Çatıpan 1000T	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
D	Çatıpan 1000C	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Cam yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
D	Çatıpan 1000EPS	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Polistren	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
D	Cephepan 1000T	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Taş yünü	50 mm	Cephe	Ayrı üretim	Her ikisi
D	Cephepan 1000C	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Cam yünü	50 mm	Cephe	Ayrı üretim	Her ikisi
D	Cephepan 1000 EPS	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1000 mm		Polistren	50 mm	Cephe	Ayrı üretim	Her ikisi
E	Üç hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	3 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Üç hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	3 hadveli	Polistren	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	İstek üzerine üretim
E	Üç hadveli çatı paneli	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	3 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	İstek üzerine üretim

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
E	Üç hadveli çatı paneli	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	3 hadveli	Polistren	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	İstek üzerine üretim
E	Beş hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Beş hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Polistren	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	İstek üzerine üretim
E	Beş hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	İstek üzerine üretim
E	Beş hadveli çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Cam yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	İstek üzerine üretim
E	Beş hadveli çatı paneli	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Beş hadveli çatı paneli	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Polistren	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	İstek üzerine üretim
E	Beş hadveli çatı paneli	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	İstek üzerine üretim

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
E	Beş hadveli çatı paneli	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm	5 hadveli	Cam yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	İstek üzerine üretim
E	Membranlı teras çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Pvc membran	1,2 mm	1000 mm	5 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Membranlı teras çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Pvc membran	1,2 mm	1000 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Standart cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Poliüretan	50 mm	Cephe	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Standart cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,4 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Polistren	50 mm	Cephe	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Standart cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Taş yünü	50 mm	Cephe	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Standart cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Cam yünü	50 mm	Cephe	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Standart cephe paneli	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm		Poliüretan	50 mm	Cephe	Beraber üretim	İstek üzerine üretim

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
E	Standart cephe paneli	Aliminyum	0,4 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm		Polistren	50 mm	Cephe	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Standart cephe paneli	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm		Taş yünü	50 mm	Cephe	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Standart cephe paneli	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1000 mm		Cam yünü	50 mm	Cephe	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
E	Soğuk oda paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1000 mm		Poliüretan	100 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	İstek üzerine üretim
F	Mineral yün yalıtımlı çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	940 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
F	Mineral yün yalıtımlı çatı paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	940 mm	5 hadveli	Cam yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
F	Mineral yün yalıtımlı cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1015 mm	5 hadveli	Taş yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi
F	Mineral yün yalıtımlı cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1015 mm	5 hadveli	Cam yünü	50 mm	Çatı	Ayrı üretim	Her ikisi

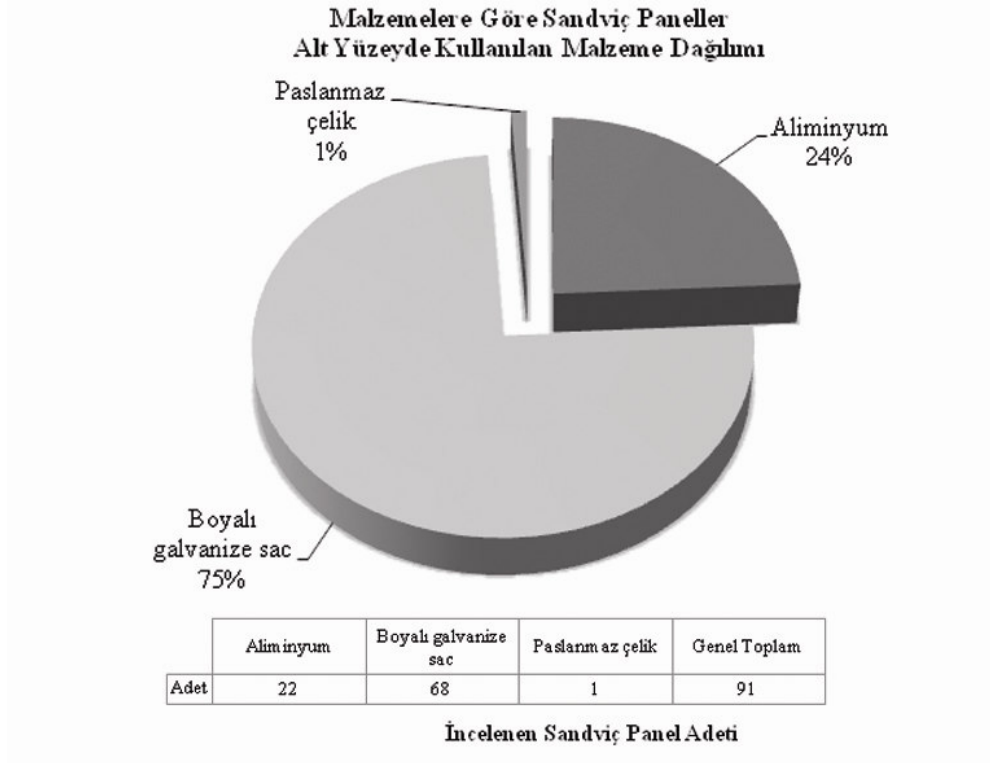
Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
F	Poliüretan yalıtımlı çatı paneli SPÇ 1015	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1015 mm	3 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
F	Poliüretan yalıtımlı çatı paneli SPÇ 940	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	940 mm	3 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
F	Poliüretan yalıtımlı çatı paneli SPÇ 1015	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1015 mm	3 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
F	Poliüretan yalıtımlı çatı paneli SPÇ 940	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	940 mm	3 hadveli	Poliüretan	50 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
F	Poliüretan yalıtımlı cephe paneli	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	Boyalı galvanize sac	0,5 mm	1015 mm		Poliüretan	50 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
F	Poliüretan yalıtımlı cephe paneli	Aliminyum	0,5 mm	Aliminyum	0,5 mm	1015 mm		Poliüretan	50 mm	Cephe	Beraber üretim	Her ikisi
F	Kombi panel	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	Pvc membran	1,2 mm	940 mm		Poliüretan	75 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi

Gözlem ve analiz ölçütleri		Malzemelerine göre sandviç paneller								Kullanıldığı yere göre sandviç paneller	Üretim yöntemine göre sandviç paneller	Aksesuar üretimi ile ilgili özellikler
Sandviç panel bilgileri		Dış yüzey						İç dolgu		Çatı / Cephe / Soğuk oda	Dış yüzey ve iç dolgunun beraber/ayrı üretilmesi	Standart üretim, istek üzerine üretim, her ikisi, hiç biri
		Alt yüzey		Üst yüzey		Ölçüleri						
Üretici Firma kodu	Panel ismi	Malzeme	Kalınlık	Malzeme	Kalınlık	Uzunluk	Hadve sayısı	Malzeme	Kalınlık			
F	Fibro panel	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	Pvc membran	1,2 mm	900 mm		Poliüretan	75 mm	Çatı	Beraber üretim	Her ikisi
F	Soğuk depo paneli	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	Paslanmaz çelik	0,7 mm	940 mm		Poliüretan	100 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi
F	Kilitli Panel	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	945 mm		Poliüretan	100 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi
F	Kilitsiz panel	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	Boyalı galvanize sac	0,6 mm	1120		Poliüretan	100 mm	Soğuk oda	Beraber üretim	Her ikisi

4.3.1 Malzemelerine göre sandviç panellerin analizi

Sandviç paneller, cidar ve iç dolgu malzemelerine göre incelenmiştir. Cidarda ele alınan kriterler, alt ve üst yüzeyin malzemesi ,alt ve üst yüzeyin kalınlığı ve panelin hadve sayısıdır. İç dolguda ise malzeme ve kalınlık bilgileri verilmiştir. Aşağıda malzemelerine göre incelenen sandviç panellerin grafikleri yer almaktadır.

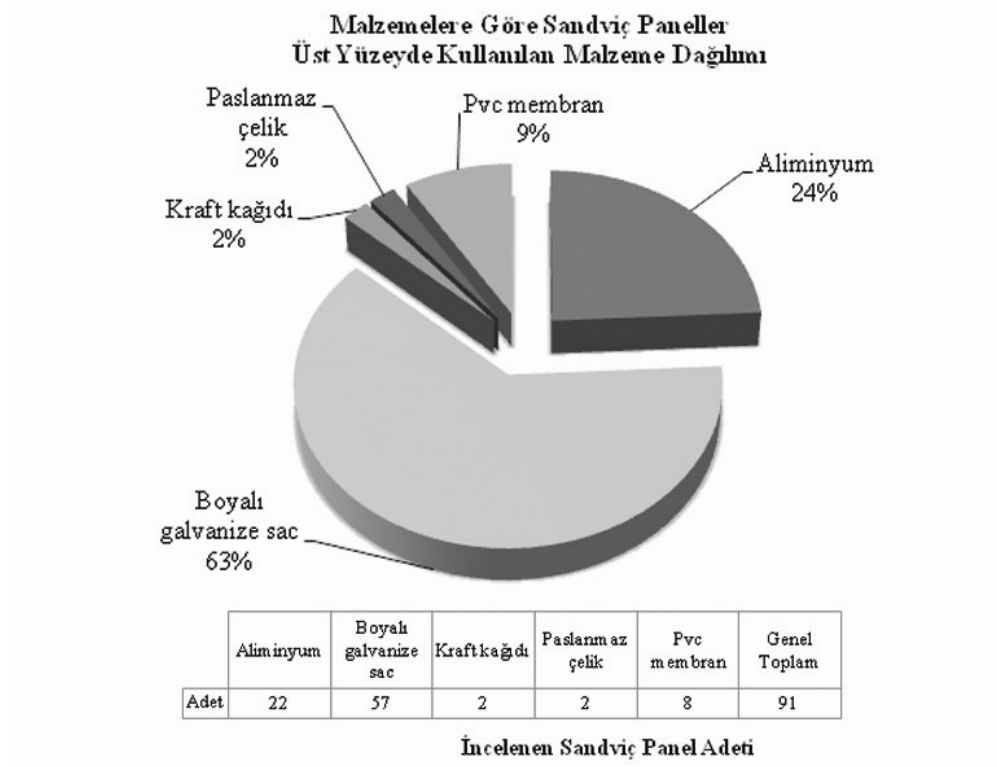
4.3.1.1 Alt-dış cidar malzemelerine göre sandviç panel analizi



Şekil 4.5 : Alt / dış cidarda kullanılan malzeme dağılımı

Şekil 4. 5 teki grafikte Türkiye’ deki sandviç panel üreticilerinin, alt dış cidar malzemesi olarak, paslanmaz çelik, boyalı galvanize sac ve alüminyum tercih ettikleri görülmektedir. Kullanılan malzeme dağılımında, sandviç panellerin alt-dış cidar malzemesi olarak en çok boyalı galvanize sac kullanıldığı açıktır.

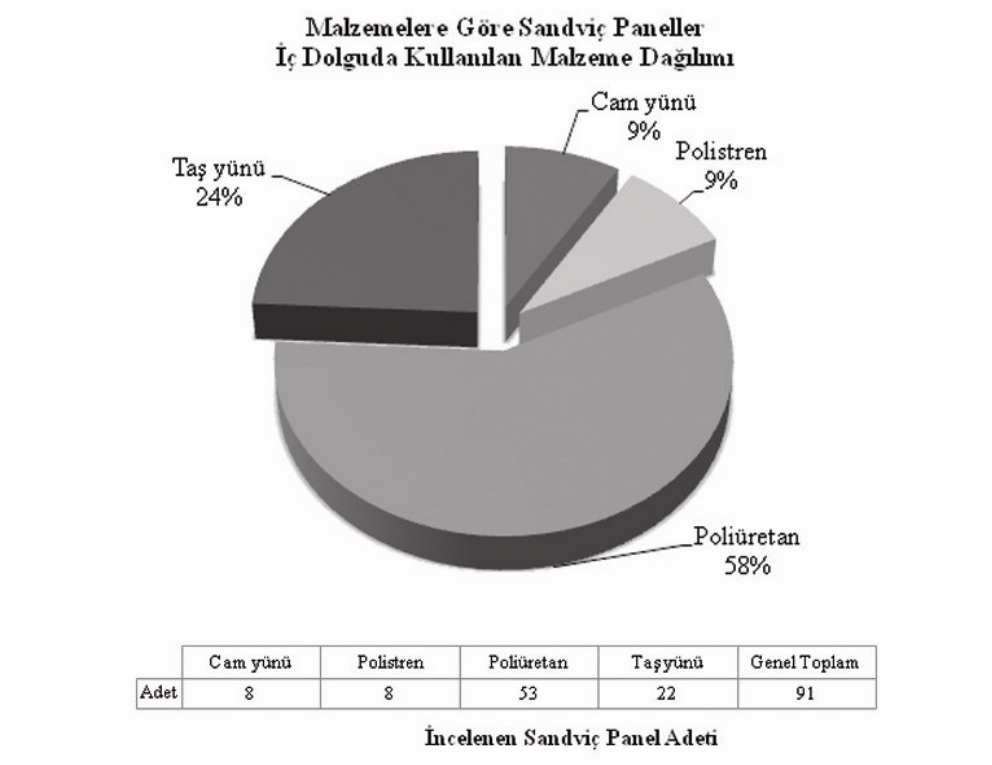
4.3.1.2 Üst / dış cidar malzemelerine göre sandviç panel analizi



Şekil 4.6 : Üst / Dış cidarda kullanılan malzeme dağılımı

Şekil 4.6 deki grafik incelendiğinde Türkiye’deki sandviç panel üreticilerinin, üst-dış cidar malzemesi olarak, pvc membran, paslanmaz çelik, kraft kağıdı, boyalı galvanize sac ve alüminyum kullandığı görülmektedir. Sandviç panel üreticileri üst-dış cidar malzemesi olarak en çok boyalı galvanize sac kullanmaktadır.

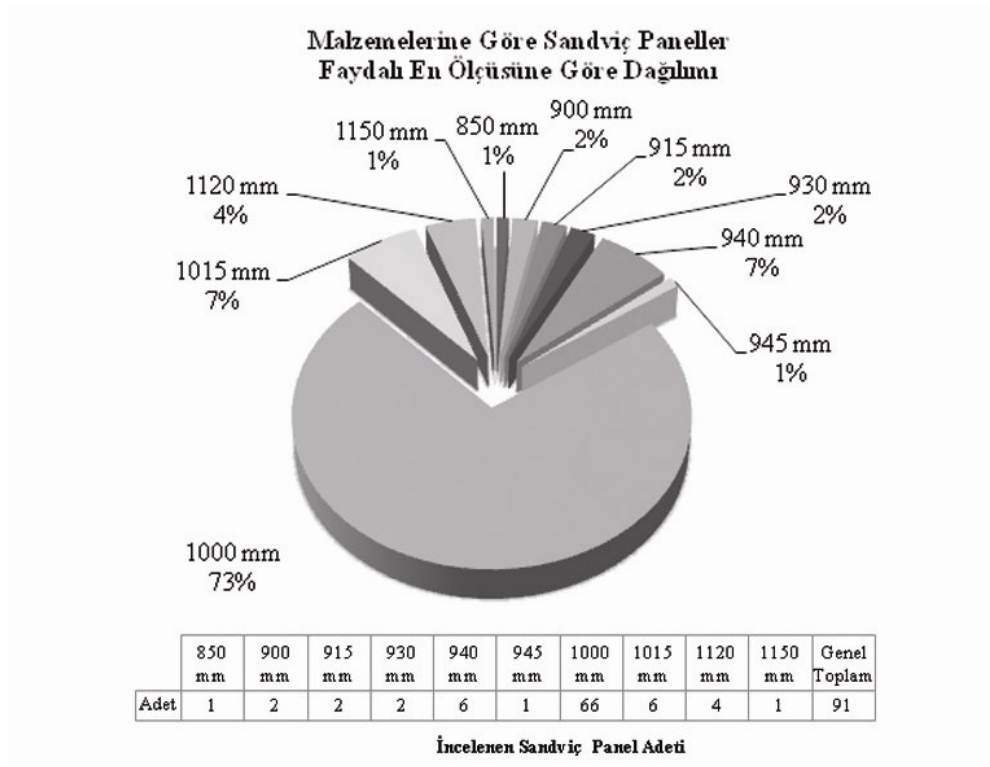
4.3.1.3 İç dolgu malzemelerine göre sandviç panel analizi



Şekil 4.7 : İç dolguda kullanılan malzeme dağılımı

Şekil 4.7 da sandviç panel üretiminde, incelenen üretici firmaların, iç dolgu malzemesi olarak, poliüretan, polistren, cam yünü ve taş yünü kullandığı görülmektedir. Üretici firmalar, iç dolgu malzemesi olarak en çok poliüretanı tercih etmektedir.

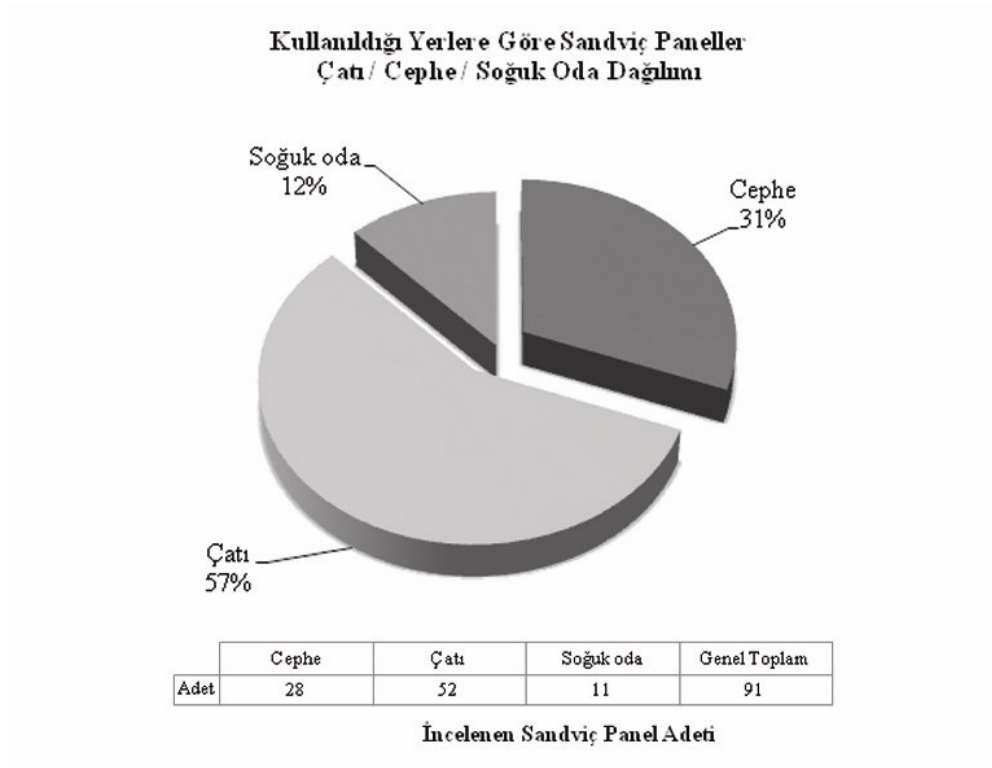
4.3.1.4 Faydalı en ölçüsüne göre sandviç panel analizi



Şekil 4.8 : Faydalı en ölçüsüne göre sandviç panel dağılımı

Şekil 4.8 daki grafikte faydalı en ölçüsüne göre incelenen sandviç panellerin verileri yer almaktadır. İncelenen sandviç panel üreticilerinde 850, 900, 915, 930, 940, 945, 1000, 1015, 1120, 1150 mm' lik faydalı enli paneller ürettikleri görülmektedir. Grafik göz önüne alındığında, incelenen üretici firmaların, yoğun olarak 1000 mm eninde sandviç paneller ürettiği görülmektedir.

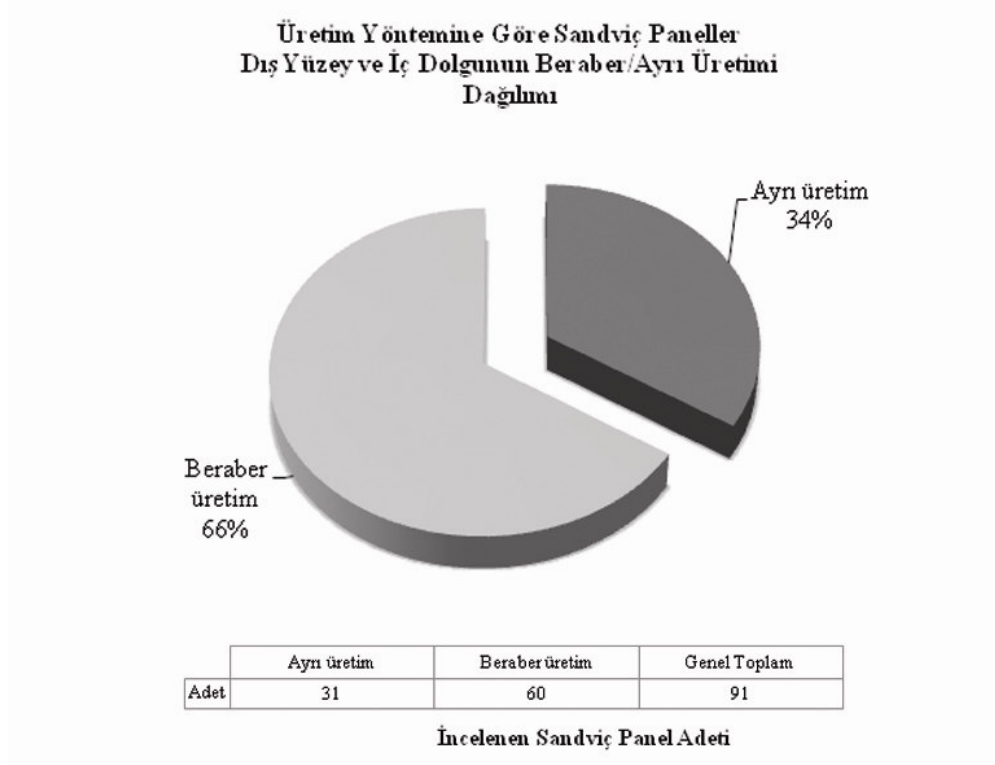
4.3.2 Kullanıldığı yere göre sandviç panel analizi



Şekil 4.9 : Kullanıldığı yere göre sandviç panel dağılımı

Şekil 4.9 daki grafik, incelenen sandviç panellerin kullanıldığı yere göre dağılımını göstermektedir. Grafikte, üretici firmaların, çatı, cephe ve soğuk oda panelleri ürettiği görülür. Sonuç olarak incelenen panellerin büyük çoğunluğunun çatıda ve cephede kullanıldığı görülmektedir.

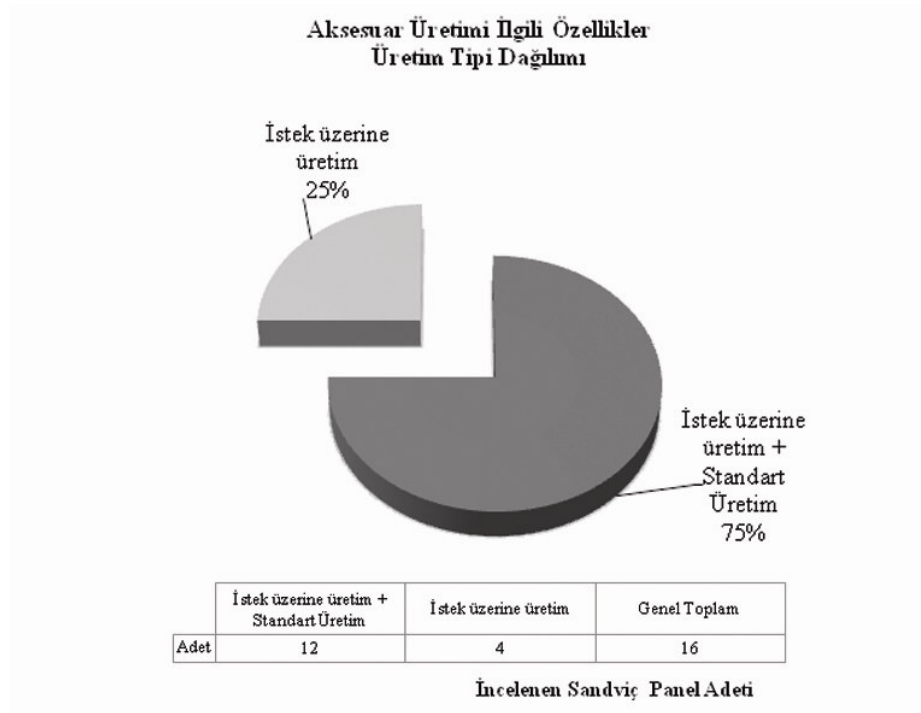
4.3.3 Üretim yöntemine göre sandviç panel analizi



Şekil 4.10 : Üretim yöntemine göre sandviç panel dağılımı

Şekil 4.10 daki grafik, Türkiye’ deki incelenen sandviç panel üreticilerinin kullandığı üretim yöntemini anlatmaktadır. Sandviç panel üretimi, dış yüzey ve iç dolgunun beraber üretilmesi ve dış yüzey-içdolgunun ayrı ayrı üretilip birleştirilmesi şeklinde sınıflandırılabilir. İncelenen üretici firmaların, üretim yöntemi olarak çoğunlukla dış yüzey ve iç dolgunun beraber üretilmesi yöntemini kullandığı görülmektedir.

4.3.4 Aksesuar üretimi ile ilgili analiz



Şekil 4.11 : Aksesuar üretim tipi dağılımı

Şekil 4.21 de aksesuar üretimi ile ilgili kullanılan yöntemler görülmektedir. Firmalar, genellikle hem standart aksesuar üretimi hem de istek üzerine aksesuar üretimi yapmaktadır.

4.4 Performans Özelliklerine Göre Sandviç Panellerin Analizi

İncelenen firmaların sandviç panelleri, taşıyıcılık, ısı direnç ve görsel etki özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Çizelge 4.2 de ilk önce kataloglarda standart olarak üretilen panellerin bilgileri işlenmiştir. Ayrıca incelenen tüm firmalarla iletişime geçilip, özel üretim panellerin özellikleri hakkında bilgi alınmıştır. Firmalardan alınan verilerde çizelgeye eklenip, elde edilen veriler grafiklerle anlatılmıştır.

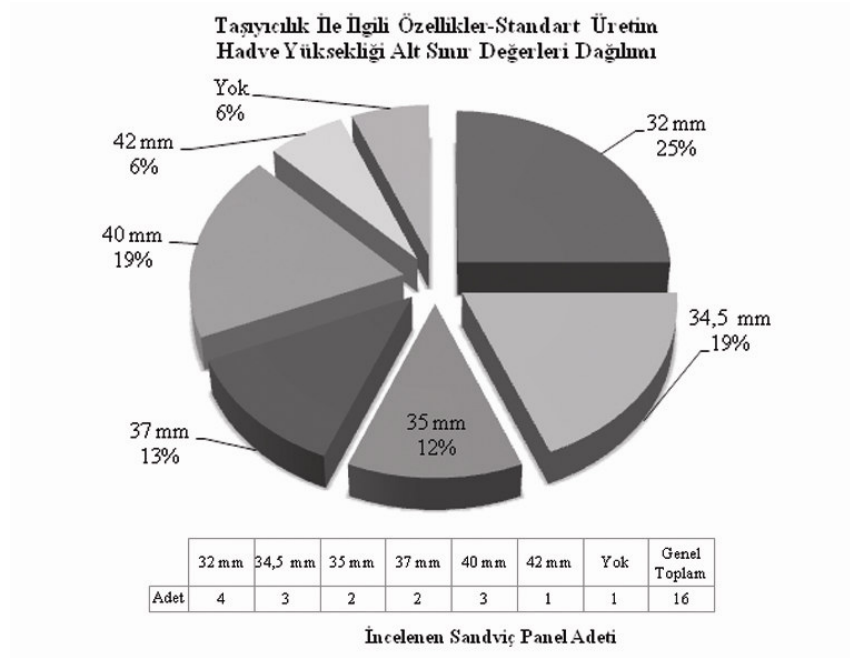
Çizelge 4.2 : Taşıyıcılık ve ısıl direnç özelliklerine göre sandviç panel analizi

Gözlem ve analiz ölçütleri	Taşıyıcılık ile ilgili özellikler						Isıl direnç ile ilgili özellikler						Görsel etki
	Standart		Özel üretim				Standart üretim			Özel üretim			
Üretici firma kodu	Hadve yüksekliği		Hadve yüksekliği		Sandviç panel boyu		İç dolgu malzeme cinsi	İç dolgu kalınlığı		İç dolgu malzeme cinsi	İç dolgu kalınlığı		Renk seçenekleri i
	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır		Alt sınır	Üst sınır		Alt sınır	Üst sınır	
A	42 mm	45 mm	42 mm	42 mm	2 m	20 m	Poliüretan	40 mm	200 mm	Poliüretan	40 mm	80 mm	Ral kataloğu renkleri
A	Yok	Yok	35 mm	35 mm	2 m	15 m	Taş yünü	50 mm	200 mm	Taş yünü	50 mm	200 mm	Ral kataloğu renkleri
B	35 mm	35 mm	Özel üretim yok	Özel üretim yok	3 m	16 m	Poliüretan	26 mm	150 mm	Poliüretan	Özel üretim yok	Özel üretim yok	Ral kataloğu renkleri
B	35 mm	35 mm	Özel üretim yok	Özel üretim yok	3 m	16 m	Taş yünü	50 mm	135 mm	Taş yünü	Özel üretim yok	Özel üretim yok	Ral kataloğu renkleri
C	37 mm	37 mm	37 mm	37 mm	2 m	16,5 m	Poliüretan	30 mm	120 mm	Poliüretan	30 mm	150 mm	Ral kataloğu renkleri

Gözlem ve analiz ölçütleri	Taşıyıcılık ile ilgili özellikler						Isıl direnç ile ilgili özellikler						Görsel etki
	Standart		Özel üretim				Standart üretim			Özel üretim			
Üretici firma kodu	Hadve yüksekliği		Hadve yüksekliği		Sandviç panel boyu		İç dolgu malzeme cinsi	İç dolgu kalınlığı		İç dolgu malzeme cinsi	İç dolgu kalınlığı		Renk seçenekleri
	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır		Alt sınır	Üst sınır		Alt sınır	Üst sınır	
C	37 mm	37 mm	37 mm	37 mm	2 m	16,5 m	Taş yünü	30 mm	100 mm	Taş yünü	40 mm	120 mm	Ral kataloğu renkleri
D	34,5 mm	35,5 mm	33 mm	33 mm	2 m	15 m	Polistren	50 mm	100 mm	Polistren	40 mm	250 mm	Ral kataloğu renkleri
D	34,5 mm	35,5 mm	33 mm	33 mm	2 m	14 m	Taş yünü	50 mm	100 mm	Taş yünü	50 mm	120 mm	Ral kataloğu renkleri
D	34,5 mm	35,5 mm	33 mm	33 mm	2 m	14 m	Cam yünü	50 mm	100 mm	Cam yünü	50 mm	120 mm	Ral kataloğu renkleri
E	32 mm	32 mm	Özel üretim yok	Özel üretim yok	2 m	16,5 m	Poliüretan	40 mm	150 mm	Poliüretan	40 mm	150 mm	Ral kataloğu renkleri

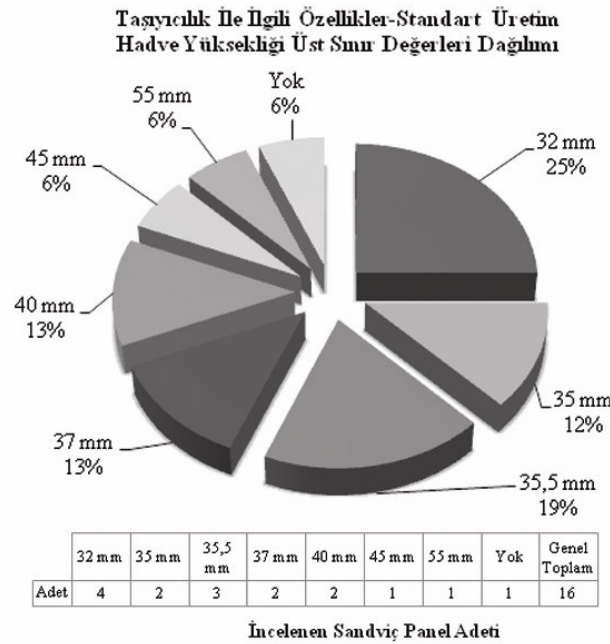
Gözlem ve analiz ölçütleri	Taşıyıcılık ile ilgili özellikler						Isıl direnç ile ilgili özellikler						Görsel etki
	Standart		Özel üretim				Standart üretim			Özel üretim			
Üretici firma kodu	Hadve yüksekliği		Hadve yüksekliği		Sandviç panel boyu		İç dolgu malzeme cinsi	İç dolgu kalınlığı		İç dolgu malzeme cinsi	İç dolgu kalınlığı		Renk seçenekleri
	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır		Alt sınır	Üst sınır		Alt sınır	Üst sınır	
E	32 mm	32 mm	Özel üretim yok	Özel üretim yok	2 m	15 m	Polistren	40 mm	100 mm	Polistren	50 mm	100 mm	Ral kataloğu renkleri
E	32 mm	32 mm	Özel üretim yok	Özel üretim yok	2 m	14 m	Taş yünü	50 mm	100 mm	Taş yünü	50 mm	100 mm	Ral kataloğu renkleri
E	32 mm	32 mm	Yok	Yok	2 m	14 m	Cam yünü	50 mm	100 mm	Cam yünü	40 mm	150 mm	Ral kataloğu renkleri
F	40 mm	55 mm	40 mm	55 mm	1 m	15 m	Poliüretan	40 mm	200 mm	Poliüretan	35 mm	100 mm	Ral kataloğu renkleri
F	40 mm	40 mm	40 mm	55 mm	1 m	15 m	Taş yünü	50 mm	100 mm	Taş yünü	50 mm	100 mm	Ral kat. Renkleri
F	40 mm	40 mm	40 mm	55 mm	1 m	15 m	Cam yünü	50 mm	100 mm	Cam yünü	50 mm	100 mm	Ral kat. renkleri

4.4.1 Taşıyıcılık ile ilgili özelliklerin analizi



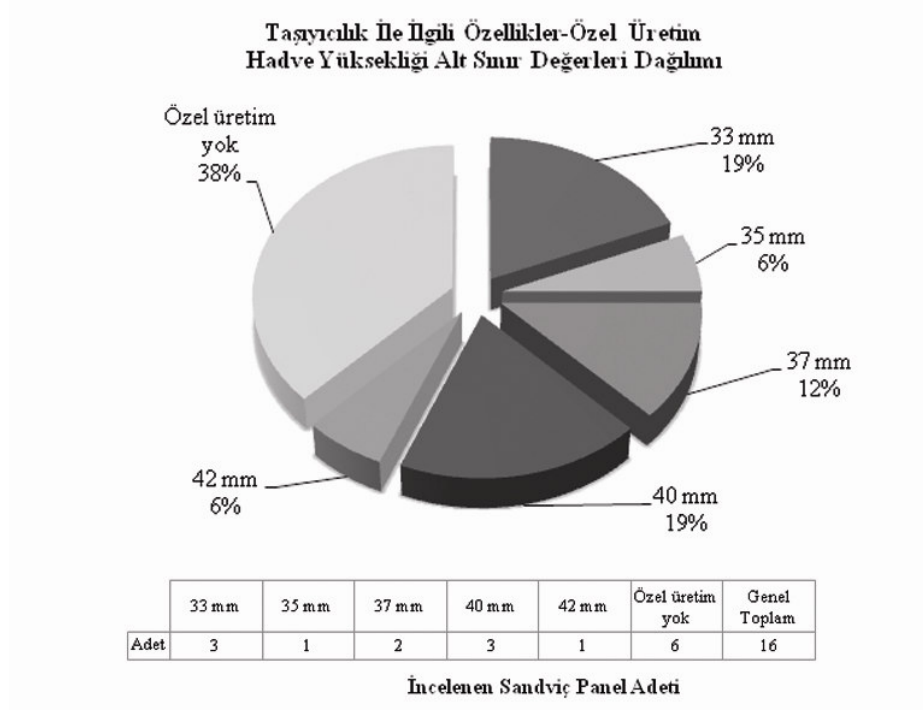
Şekil 4.12 : Standart üretim - hadve yüksekliği alt sınır dağılımı

Şekil 4.12 de standart üretimde hadve yüksekliği alt sınır değerleri dağılımları görülmektedir. İncelenen üretici firma kataloglarında, hadve yüksekliği alt sınırı olarak 32 mm den 42 mm e kadar değişen hadve yükseklikleri kullanılmaktadır.



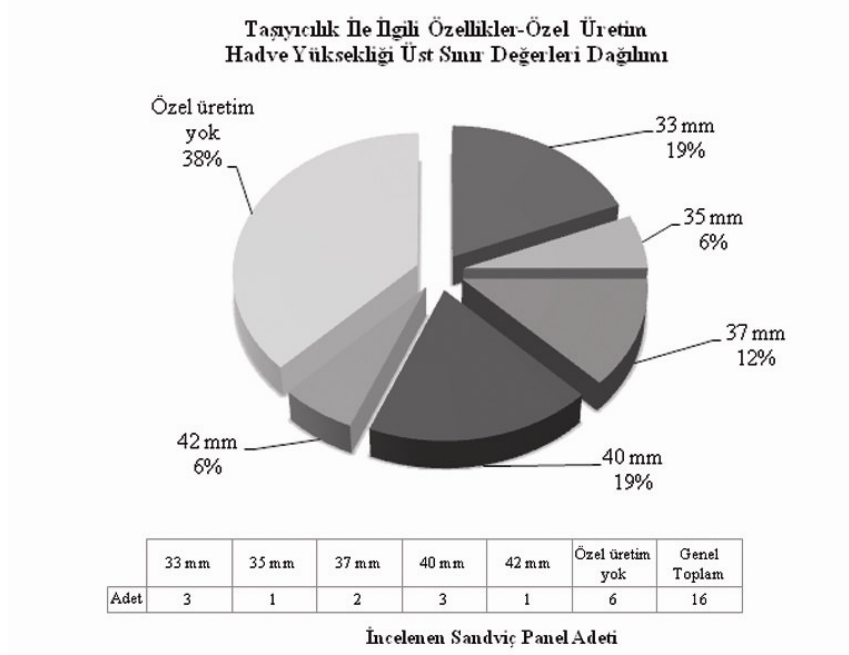
Şekil 4.13 : Standart üretim - hadve yüksekliği üst sınır dağılımı

Şekil 4.13 de standart üretimde hadve yüksekliği üst sınır değerleri dağılımları görülmektedir. İncelenen üretici firma kataloglarında, hadve yüksekliği üst sınırı olarak 32 mm den 55 mm e kadar değişen hadve yükseklikleri kullanılmaktadır.



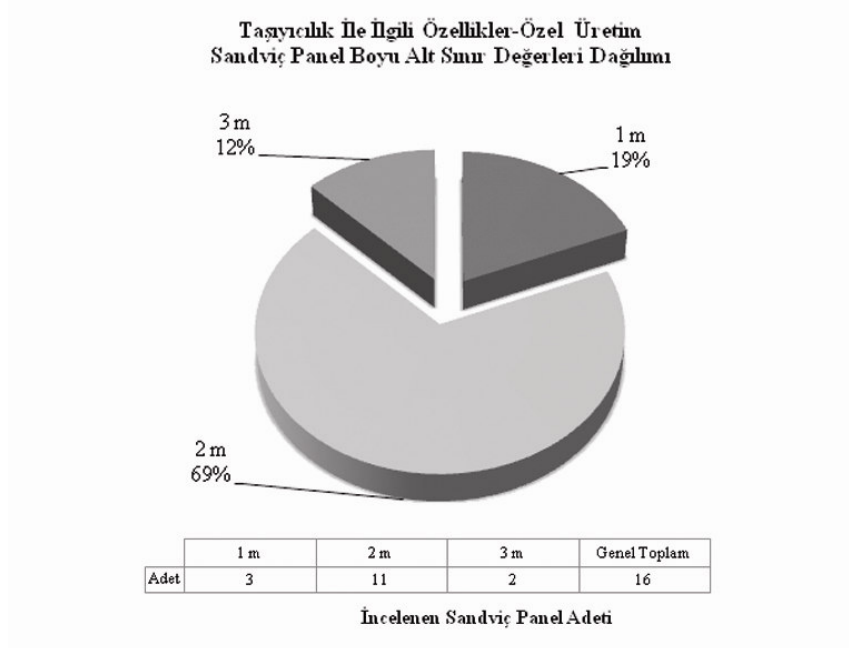
Şekil 4.14 : Özel üretim – Hadve yüksekliği alt sınır dağılımı

Şekil 4.14 de özel üretimde hadve yüksekliği alt sınır değerleri dağılımları görülmektedir. Üretici firmalardan alınan bilgilere göre, hadve yüksekliği alt sınırı olarak 33 mm den 42 mm e kadar değişen hadve yükseklikleri kullanılmaktadır.



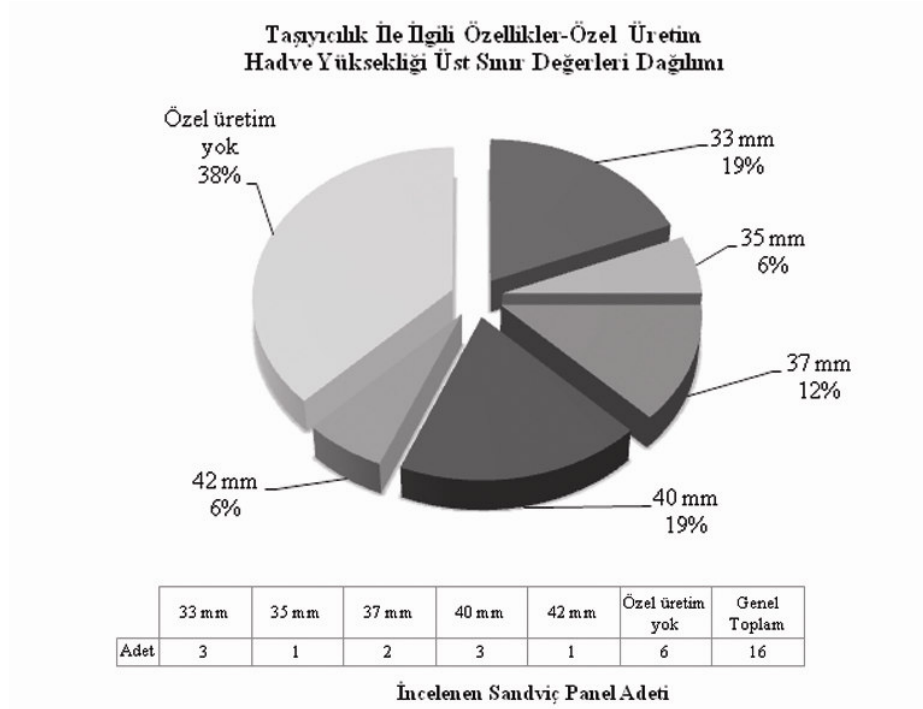
Şekil 4.15 : Özel üretim – hadve yüksekliği üst sınır dağılımı

Çizelge 4.15 de özel üretimde hadve yüksekliği üst sınır değerleri dağılımları görülmektedir. Üretici firmalardan alınan bilgilere göre, hadve yüksekliği üst sınırı olarak 33 mm den 42 mm e kadar değişen hadve yükseklikleri kullanılmaktadır.



Şekil 4.16 : Özel üretim – sandviç panel boyu alt sınır dağılımı

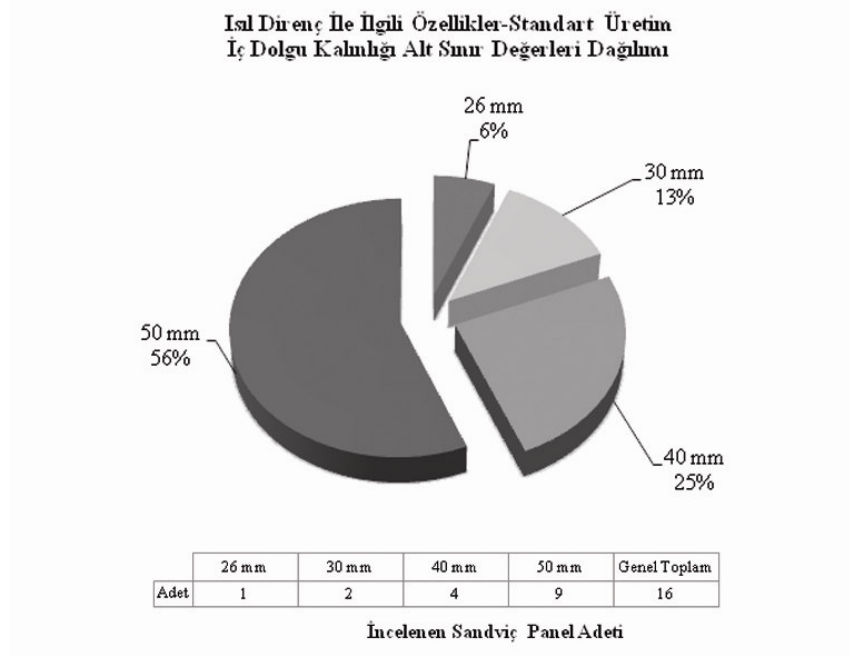
Şekil 4.16 de özel üretimde sandviç panel boyu alt sınır değerleri dağılımları görülmektedir. Üretici firmalardan alınan bilgilere göre, sandviç panel boyu alt sınırı olarak 1 m den 3 m ye kadar değişen panel boyları kullanılmaktadır.



Şekil 4.17 : Özel üretim – Sandviç panel boyu üst sınır değerleri dağılımı

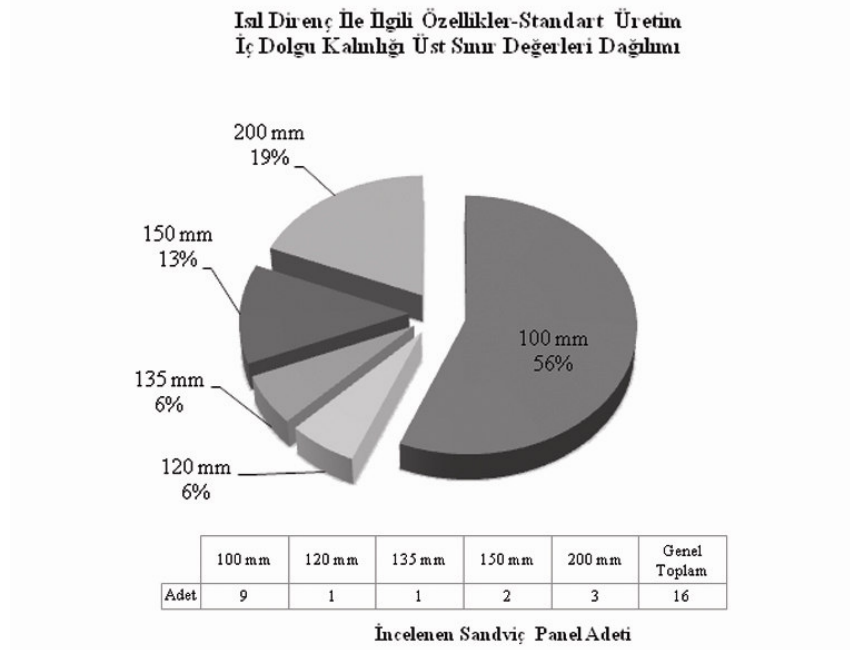
Şekil 4.17 da özel üretimde sandviç panel boyu üst sınır değerleri dağılımları görülmektedir. Üretici firmalardan alınan bilgilere göre, sandviç panel boyu üst sınırı olarak 14 m den 20 m ye kadar değişen panel boyları kullanılmaktadır.

4.4.2 Isıl direnç ile ilgili özelliklerin analizi



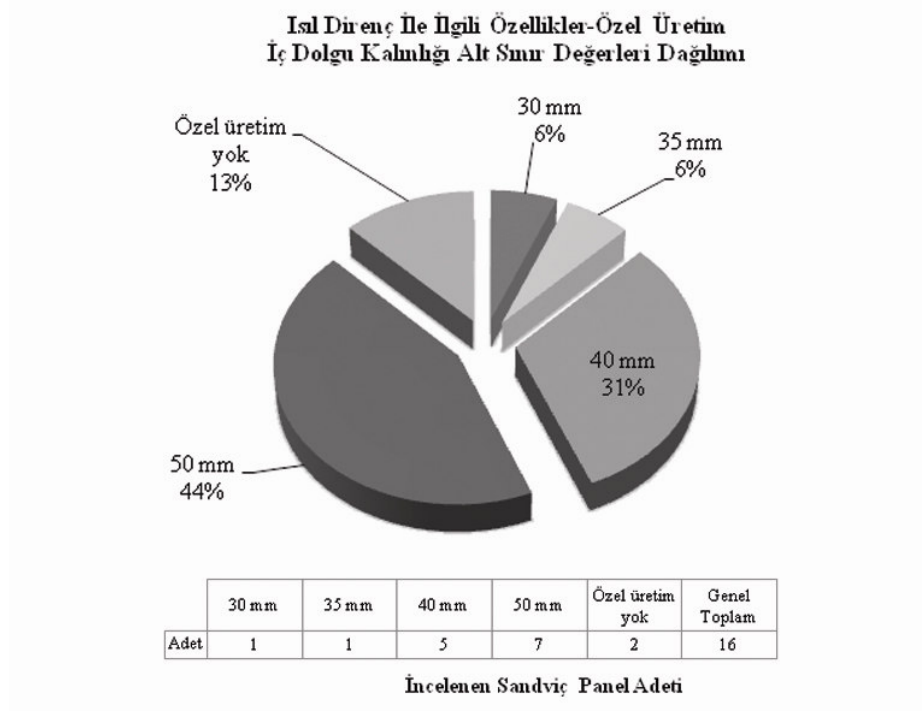
Şekil 4.18 : Standart üretim – iç dolgu kalınlığı alt sınır dağılımı

Şekil 4.18 de standart üretimde iç dolgu kalınlığı alt sınır değerleri dağılımları görülmektedir. İncelenen firma kataloglarına göre, iç dolgu kalınlığı alt sınırı olarak 26 mm den 50 mm ye kadar değişen iç dolgular kullanılmaktadır.



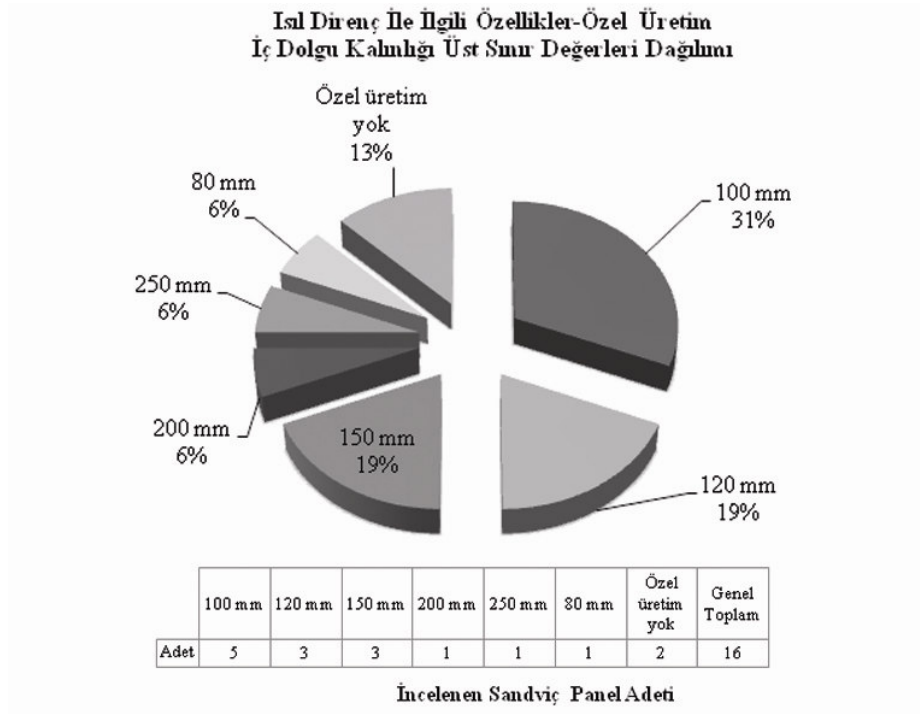
Şekil 4.19 : Standart üretim – iç dolgu kalınlığı üst sınır değerleri

Şekil 4.19 de standart üretimde iç dolgu kalınlığı üst sınır değerleri dağılımları görülmektedir. İncelenen firma kataloglarına göre, iç dolgu kalınlığı üst sınırı olarak 100 mm den 200 mm ye kadar değişen iç dolgular kullanılmaktadır.



Şekil 4.20 : Özel üretim – iç dolgu kalınlığı alt sınır değerleri

Şekil 4.20 da özel üretimde iç dolgu kalınlığı alt sınır değerleri dağılımları görülmektedir. İncelenen firmalardan alınan bilgilere göre, iç dolgu kalınlığı alt sınırı olarak 30 mm den 50 mm ye kadar değişen iç dolgular kullanılmaktadır.



Şekil 4.21 : Özel üretim – iç dolgu kalınlığı üst sınır dağılımı

Şekil 4.21 de özel üretimde iç dolgu kalınlığı üst sınır değerleri dağılımları görülmektedir. İncelenen firmalardan alınan bilgilere göre, iç dolgu kalınlığı üst sınırı olarak 80 mm den 100 mm ye kadar değişen iç dolgular kullanılmaktadır.

4.5 Sandviç Paneller İle İlgili Ulusal Araştırmanın Analizi

Sandviç paneller sınıflandırma ölçütleri ve performans özelliklerine göre incelenmiş, Türkiye’ de büyük ölçekli sandviç panel üretimi yapan firmaların panelleri bu kriterlere göre araştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler Çizelge 4.1 ve çizelge 4.2 de tablo halinde sunulmuştur. Çizelgelerden elde edilen verilerle oluşturulan grafiklerin sonucunda aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

4.5.1 Sınıflandırma ölçütlerine göre sandviç panellerin analizi

Malzemelerine göre sandviç panellerin analizi

Alt ve üst dış cidar malzemesi olarak üreticiler, paslanmaz çelik, boyalı galvanize sac, alüminyum, pvc membran ve kraft kağıdı kullanmaktadır. En çok kullanılan alt ve üst dış cidar malzemesi boyalı galvanize sactır.

İç dolgu malzemesi olarak, üretici firmalar, poliüretan, polistren, cam yünü ve taş yünü kullanmaktadır. En çok kullanılan iç dolgu malzemeleri poliüretan ve taş yünüdür.

İncelenen firmalarda üretilen sandviç panellerin faydalı en değerleri 850 mm den 1150 mm' ye kadar değişen değerlerdedir. En çok kullanılan faydalı en değeri ise 1000 mm' dir.

Kullanıldığı yere göre sandviç panellerin analizi

İncelenen sandviç panellerin kullanıldığı yere göre dağılımını gösteren grafikte, üreticilerin çatı, cephe ve soğuk oda panelleri ürettiği görülür. Firmalarda en çok üretilen panel tipi çatı panelleridir.

Üretim yöntemlerine göre sandviç panellerin analizi

İç dolgu ve dış cidarın beraber/ ayrı ayrı üretilmesi olarak iki grupta sınıflandırılan üretim yöntemlerine göre grafik oluşturulmuştur. İncelenen üretici firmaların, üretim yöntemi olarak cidar ve iç dolgunun beraber üretilmesi yöntemini kullandığı görülmektedir.

Aksesuar üretimi ile ilgili analiz

Aksesuar üretimi ile ilgili dört yöntem belirlenmiştir. Bunlar, sadece standart aksesuarların üretimi, istek üzerine üretim, standart+istek üzerine üretim, aksesuar üretiminin olmaması şeklinde sınıflandırılabilir. İncelenen firmalarda en çok standart+istek üzerine üretim yöntemi kullanılmaktadır.

4.5.2 Performans özelliklerine göre sandviç panellerin analizi

Taşıyıcılık ile ilgili özelliklerin analizi

Standart üretimde hadve yüksekliği alt sınır değerleri 32 mm ile 42 mm arasında değişmektedir. Üst sınır değerleri ise 32 mm ile 55 mm arasındadır.

Özel üretimde ise hadve yüksekliği alt ve üst sınır değerleri 32 mm ile 42 mm arasındadır.

İncelenen üretici firmalarda sandviç panellerin boy için alt sınır değerleri 1 m ile 3 m arasındadır. Üst sınır değerleri ise 14 m ile 20 m' ye kadar değişmektedir.

Isıl direnç ile ilgili özelliklerin analizi

İncelenen firmaların katalogları ve internet sitelerinden elde edilen veriler standart üretimde, iç dolgu kalınlığı alt sınırının 26 mm ile 50 mm arasında, üst sınırının ise 100 mm ile 200 mm arasında olduğu tespit edilmiştir.

Özel üretimde ise iç dolgu kalınlığı alt sınır değerleri, 30 mm ile 50 mm arasında, üst sınır değerleri ise 80 mm ile 200 mm arasındadır.

Araştırılan ulusal örneklere göre elde edilen verilerde ülkemizde metal dış cidarlı, poliüretan ya da taş yünü dolgulu panellerin üretildiği açıkça görülmektedir. Bu bağlamda, sandviç panel üretimi için “metal cidarlı, poliüretan ve taş yünü dolgulu” panellerin üretildiği fabrikalar incelenip, bu tip panellerle yapılan cephe montajları gözlenmiştir.

5. SANDVIÇ PANEL ÜRETİMİ İLE İLGİLİ GÖZLEM VE ANALİZ

Çalışmada, piyasa araştırmasından elde edilen verilerde, ülkemizde en çok “metal cidarlı, poliüretan veya taş yünü dolgulu” sandviç panellerden cephede kullanılanların yoğunluğu görülmüştür. Dolayısıyla bu tip panellerin üretim süreci analiz edilmiştir. Montaj aşamasında ise yine “metal cidarlı poliüretan veya taş yünü dolgulu” sandviç paneller yerinde gözlenmiştir.

5.1 Üretim Örneği (1)

İlk üretim örneğinde “metal cidarlı poliüretan dolgulu” sandviç panellerin üretildiği bir fabrikanın; üretimde kullandığı malzeme, araç ve makine bilgileri analiz edilip, gözlemlenen üretim süreci ve aşamaları aktarılacaktır.

5.1.1 Firma bilgileri

İstanbul Tuzla’ da bulunan sandviç panel üretim fabrikası yerinde ziyaret edilip, üretimden sorumlu makine mühendisi ile kullanılan malzemeler, üretim süreci, kullanılan araç ve makineler, çalışan personel, uygulanan standartlar hakkında yüz yüze görüşülmüştür.

5.1.2 Malzeme bilgileri

Üretimde kullanılan dış yüzey, iç dolgu, aksesuar ve yapıştırıcı malzemeleri ile ilgili anket ve gözlemlerden edinilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

5.1.2.1 Dış yüzey malzemeleri ile ilgili bilgiler

Aşağıdaki tablo, üretimde hangi dış yüzey malzemelerinin kullanıldığını, kullanılan malzemelerin hangilerinin fabrikada üretildiğini ve işlendiğini göstermektedir.

Çizelge 5.1 : Fabrikada kullanılan, üretilen ve işlenen dış yüzey mazlemeleri

	Çelik	Paslanmaz çelik	Alüminyum	Bakır	Ahşap	Alçı levha	Lif takviyeli plastik	Betonarme panel	Kraft kağıdı	Plastik -Pvc membran
Fabrikada kullanılan dış yüzey malzemeleri	✓		✓						✓	
Fabrikada üretilen dış yüzey malzemeleri			✓							
Fabrikada işlenen dış yüzey malzemeleri	✓		✓							

Üretimde kullanılan dış yüzey malzemelerine uygulanan işlemler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 : Dış yüzey malzemelerine uygulanan işlemler

	Çıkarma						Ekleme			Biçimlendirme		Döküm				
	Kesme	Öğütürerek çıkarma	Vurarak delme	Oyarak delme	Rendele-me	Zımpara-lama	Parlat-ma	Yapıştırma	Soğuk-sıcak press	Kaynakla birleştir-me	Perçinle-me	Vidal-a-ma	Blonla-ma	Yeniden biçimlen-dirme	Plastik biçimlen-dirme	Döküm
Dış yüzey malzemelerine fabrikada uygulanan işlemler	✓							✓	✓					✓		

Üretimde kullanılan dış yüzey malzemelerinin boyutları ile ilgili bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 5.3 : Dış yüzey malzemelerinin boyutları

	Max. en	Max. boy	Max. kalınlık	Min. en	Min. boy	Min. kalınlık
Dış yüzey malzemelerinin ölçüleri	1000 mm	17 mt	0,70 mm	915 mm	3,5 mt	0,30 mm

Dış yüzey malzemelerinin boyutlandırılmasını sınırlandıran etkenler şunlardır:

- Üretim teknolojisi,
- Kullanılan makineler,
- Yatay ve düşey taşıma araçları,
- Hammadde

5.1.2.2 İç dolgu malzemeleri ile ilgili bilgiler

Üretimde kullanılan iç dolgu malzemeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 5.4 : Üretimde kullanılan iç dolgu malzemeleri

	Rijit köpük malzeme	İnorganik lifli malzeme	Bal peteği dolgu	Katı plastik malzeme polietilen	Kauçuk, lastik	Balsa ağacı	Mantar
	Poliüretan Polistren Fenolik köpük Polisakranüt	Cam yünü Taş yünü	Polimer Metal Seramik Ahşap Selülozik (kağıt)				
Kullanılan iç dolgu malzemeleri							

Kullanılan iç dolgu malzemeleri ve yapıştırıcılar fabrikada üretilmemektedir. Polistren köpük aynı zamanda güçlü bir yapıştırıcı olduğundan, yapıştırıcı olarak sadece yapıştırıcı bantlar kullanılmaktadır.

5.1.2.3 Aksesuar ile ilgili bilgiler

Sandviç panellerin aksesuar malzemeleri tamamıyla fabrikada üretilmektedir. Fabrikada üretilen aksesuar malzemeleri şunlardır:

- Düz üst mahya,
- Bükümlü üst mahya,
- Alt mahya,
- Yan saçak mahya,
- Sıva dibi,
- Cephe alt bitişi,
- Cephe ek aksesuarı,
- Dış ve iç köşe aksesuarları,
- Harpuşta aksesuarı.

5.1.3 Üretimde kullanılan araç ve makine bilgileri

Fabrikada, üretim hattında, aksesuar yapımında, depolama ve taşımada çeşitli araç ve makineler kullanılmaktadır.

Üretim hattında kullanılan makineler şunlardır:

- Açma bobini
- Korona sistemi
- Hadvelendirme hattı
- Poliüretan döküm hattı
- Boy kesme aleti
- Vakum devirme aleti

Aksesuar yapımında kullanılan araçlar şunlardır:

- Makas
- Abkant
- Pres
- Boy kesme makinesi

Depolama ve taşıma için kullanılan makineler şunlardır:

- Forklift
- Schring paketleme makinesi

5.1.4 Üretim süreci ve aşamaları

Sandviç paneller yapıda bir çok yerde kullanılmaktadır. Gözlemlenen fabrikada hangi tip panellerin üretildiği aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.5 : Üretilen sandviç panel tipleri

	Çatı paneli	Cephe paneli	Döşeme paneli	Soğuk oda paneli
Üretilen sandviç panel tipleri	✓	✓		✓

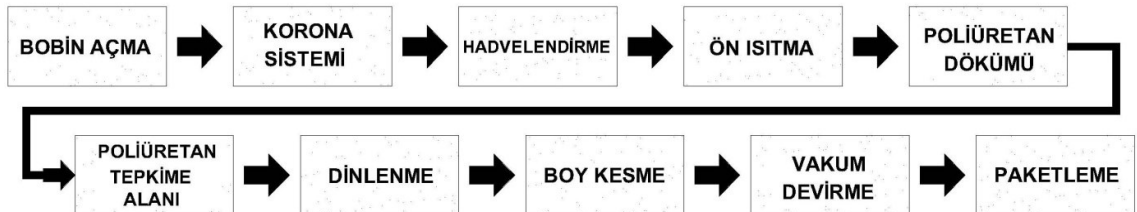
Sandviç panellerin üretiminde iki yol izlenmektedir. Aşağıdaki tabloda, incelenen fabrikanın uyguladığı üretim yöntemi verilmiştir.

Çizelge 5.6 : Kullanılan üretim yöntemi

Üretim yöntemleri	Fabrikada kullanılan yöntem
Dış yüzey ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip, birleştirilmesi	
Dolgu malzemesi ve dış kabuğun beraber üretilmesi	✓

5.1.4.1 Üretim aşamaları

Fabrikada gözlemlenen üretim aşamaları sırasıyla aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.1 : Üretim aşamaları

- 1.Stokta bekletilen alüminyum ya da galvanize sacların açma bobinine takılması
- 2.Korono sistemi ile sac yüzeylerinin temizlenmesi
- 3.Temizlenen sacların şekil verilmek üzere haddelendirmeye girmesi
- 4.Panel kenar profillerinin verilmesi
- 5.Sacların, poliüretan dökümüne hazırlanmak için ön ısıtmaya girmesi
- 6.Sacın üstüne poliüretan dökümünün yapılması
- 7.Panelin kapalı alanda dinlenme bölümüne gelmesi
- 8.Panellerin istenilen boyda kesilmesi
- 9.Paneller vakum devirme aleti ile üst üste konması
- 10.Panellerin 22-24 lü gruplar halinde istiflenmesi
- 11.Panellerin forkliftlerle schring makinesine götürülüp, paketlenmesi
- 12.Panellerin iç mekandaki depo alanına götürülmesi
- 13.Panellerin soğuması için minimum 24-48 saat arası bekletilmesi
- 14.Panellerin, dış mekandaki depo alanına çıkarılması

Poliüretan dolgulu sandviç panellerin depolanmasında bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Bunlar:

- Üst üste koyma,
- Depo yerinin yangın güvenliği,
- Nem, su, rüzgar faktörleri

Fabrikada üretim için Ts En 14509/8.1.2009 , Ts En 14509/Ac/12.2.2009 (Belge İçeriği: Kendini Taşıyan Çift Yüzeyli Metal Kaplama Yalıtım Panelleri-Fabrikada İmal Edilen-Özellikler) gibi standartlar uygulanmaktadır. Bu standartlar doğrultusunda üretim için yapılan kalite kontrolleri şunlardır:

- Gün içi testleri,
- Panel boy, en ve çapraz ölçü kontrolleri,
- Poliüretan yoğunluğu kontrolleri

Fabrikada 37 mavi yaka 35 beyaz yaka personel çalışmaktadır.

5.1.5 Üretime yönelik tespitler

Çatı ve cephede kullanılan metal cidarlı sandviç panellerin üretim süreci yerinde gözlem, anket, fotoğraflama ve yüz yüze görüşme yöntemleri ile belirlenmiş ve analiz edilmiştir.

Gözlemlenen panel üretim fabrikasında, aşağıda sıralanan tespitler yapılmıştır.

- Hammaddeden kaynaklanan sorunların çıkabilmesi
 - sacın dalgalı gelmesi
 - sacın istenilen ölçüde çıkmaması
 - Poliüretan çökmeleri olması,
 - Boya kalınlığının istenilen ölçüde olmaması,
 - Boya altı kaplamanın istenilen düzeyde olmaması
- Metal dış yüzeyin fabrikada üretilmesi
- Fabrikanın kalifiye eleman sıkıntısının olmaması
- Fabrikanın üretim kısmının yerleşim planının karışık olması

5.2 Üretim Örneği (2)

İkinci üretim örneğinde “metal cidarlı polistren-cam yünü ve taş yünü dolgulu” sandviç panellerin üretildiği bir fabrikanın; üretimde kullandığı malzeme, araç ve makine bilgileri analiz edilip, gözlemlenen üretim süreci ve aşamaları aktarılacaktır.

5.2.1 Firma bilgileri

Ankara Polatlı’ da bulunan sandviç panel üretim fabrikası yerinde ziyaret edilip, üretimden sorumlu fabrika müdür ile kullanılan malzemeler, üretim süreci, kullanılan araç ve makineler, çalışan personel, uygulanan standartlar hakkında yüz yüze görüşülmüştür.

5.2.2 Üretimde kullanılan malzeme bilgileri

Üretimde kullanılan dış yüzey, iç dolgu, aksesuar ve yapıştırıcı malzemeleri ile ilgili anket ve gözlemlerden edinilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

5.2.2.1 Dış yüzey malzemeleri ile ilgili bilgiler

Aşağıdaki tablo, üretimde hangi dış yüzey malzemelerinin kullanıldığını, kullanılan malzemelerin hangilerinin fabrikada üretildiğini ve işlendiğini göstermektedir.

Çizelge 5.7 : Fabrikada kullanılan, üretilen ve işlenen dış yüzey malzemeleri

	Çelik	Paslanmaz çelik	Aliminyum	Bakır	Ahşap	Alçı levha	Lif takviyeli plastik	Betonarme panel	Kraft kağıdı	Plastik -Pvc membran
Fabrikada kullanılan dış yüzey malzemeleri	✓	✓	✓							✓
Fabrikada üretilen dış yüzey malzemeleri										
Fabrikada işlenen dış yüzey malzemeleri	✓	✓	✓							

Üretimde kullanılan dış yüzey malzemelerine uygulanan işlemler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 5.8 : Dış yüzey malzemelerine uygulanan işlemler

	Çıkarma						Ekleme				Biçimlendirme		Döküm			
	Kesme	Öğütürerek çıkarma	Vurarak delme	Oyarak delme	Rendele-me	Zımpara-lama	Parlat-ma	Yapıştırma	Soğuk-sıcak press	Kaynakla birleştir-me	Percinle-me	Vidala-ma	Blonla-ma	Yeniden biçimlen-dirme	Plastik biçimlen-dirme	Döküm
Dış yüzey malzemelerine fabrikada uygulanan işlemler	✓								✓		✓			✓		

Üretimde kullanılan dış yüzey malzemelerinin boyutları ile ilgili bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 5.9 : Dış yüzey malzemelerinin boyutları

	Max. en	Max. boy	Max. kalınlık	Min. en	Min. boy	Min. kalınlık
Dış yüzey malzemelerinin ölçüleri	1200 mm	16 mt	0,70 mm	1070 mm	3,5 mt	0,35 mm

Dış yüzey malzemelerinin boyutlandırılmasını sınırlandıran etkenler şunlardır:

- Üretim teknolojisi,
- Kullanılan makineler,
- Yatay ve düşey taşıma araçları,
- Talep,
- Taş yünü ve cam yünü dolgu panellerin kendini taşıması

5.2.2.2 İç dolgu malzemeleri ile ilgili bilgiler

Üretimde kullanılan iç dolgu malzemeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 5.10 : Üretimde kullanılan iç dolgu malzemeleri

	Rijit köpük malzeme				İnorganik lifli malzeme					Bal peteği dolgu				Kırtı plastik malzeme polietilen				Kauçuk, lastik	Balsa ağacı	Mantar
	Poliüretan	Polistren	Fenolik köpük	Polisakranüt	Cam yünü	Taş yünü	Polimer	Metal	Seramik	Ahşap	Selülozik	(kağıt)								
Kullanılan iç dolgu malzemeleri	✓				✓	✓														

Polistren iç dolgu malzemesi fabrikada üretilmektedir. Hammadde halinden, iç dolgu malzemesi olarak kullanıldığı hale kadar tüm işlemler fabrikada yapılmaktadır. Diğer iç dolgu malzemeleri ve yapıştırıcılar fabrikada üretilmemektedir. Yapıştırıcı olarak izosienad ve polyol kullanılmaktadır.

5.2.2.3 Aksesuar ile ilgili bilgiler

Sandviç panellerin aksesuar malzemeleri tamamıyla fabrikada üretilmektedir. Aksesuar malzemelerinden sadece mahyalar, standart olarak üretilmektedir. Diğer aksesuarlar müşterinin ihtiyacı doğrultusunda projeye özel çizilmekte ve üretilmektedir.

5.2.3 Üretimde kullanılan araç ve makine bilgileri

Fabrikada, üretim hattında, aksesuar yapımında, depolama ve taşımada çeşitli araç ve makineler kullanılmaktadır.

Üretim hattında kullanılan makineler şunlardır:

- Rulo açıcı
- Şekillendirme aleti
- Eps taşıyıcı-cam yünü besleme hatları
- Yapıştırma
- Laminasyon
- Boy kesme aleti
- Vakum devirme
- Paketleme

Aksesuar yapımında kullanılan araçlar şunlardır:

- Giyotin
- Büküm makinesi
- Aksesuar şekillendirme aleti
- Numune kesme makinesi
- Polistren kenar trim makinesi
- Boy kesme makinesi

Depolama ve taşıma için kullanılan makineler şunlardır:

- Forklift

5.2.4 Üretim süreci ve aşamaları

Sandviç paneller yapıda bir çok yerde kullanılmaktadır. Gözlemlenen fabrikada hangi tip panellerin üretildiği aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.11 : Üretilen sandviç panel tipleri

	Çatı paneli	Cephe paneli	Döşeme paneli	Soğuk oda paneli
Üretilen sandviç panel tipleri	✓	✓		✓

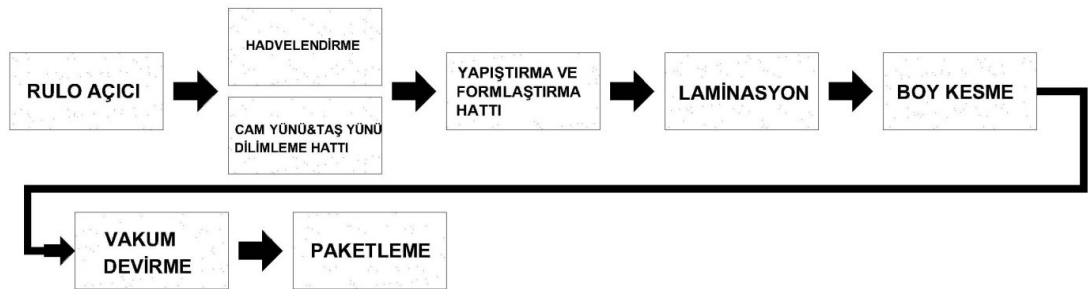
Sandviç panellerin üretiminde iki yol izlenmektedir. Aşağıdaki tabloda, incelenen fabrikanın uyguladığı üretim yöntemi verilmiştir.

Çizelge 5.12 : Kullanılan üretim yöntemi

Üretim yöntemleri	Fabrikada kullanılan yöntem
Dış yüzey ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip, birleştirilmesi	✓
Dolgu malzemesi ve dış kabuğun beraber üretilmesi	

5.2.4.1 Üretim aşamaları

Fabrikada gözlemlenen üretim aşamaları sırasıyla aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.2 : Üretim aşamaları

- 1.Metal hammadde stok alanından getirilen bobinlerin rulo açıcıya takılması
- 2.Şekillendirme alet ile alt sacın yüzeyinin ve kenarlarının istenilen boyutlarda hadvelendirilmesi
- 3.Şekillendirmeye eş zamanlı olarak, cam yünü-taş yünü veya polistrenin istenilen boyutta kesilmesi
- 4.Kesilen iç dolgu malzemesinin alt saca doğru ilerlemesi
- 5.Alt sacın hadveli kısımlarına iç dolgunun insan eliyle yerleştirilmesi
- 6.Sacın kalan yüzeyine, üretim bandının iç dolguyu yerleştirmesi
- 7.Üst yüzeyi oluşturacak metal bobinin üretim bandının ortasındaki rulo açıcıya takılması
- 8.Metal bobin açıldıkça üstüne yapıştırıcı sürülmesi
- 9.Brandalarla izole edilmiş, 20 C sıcaklıktaki laminasyon bölümünde, alt sac, iç dolgu ve üst yüzeyin birleşmesi
- 10.Boy kesme aletiyle panellerin istenilen boyda kesilmesi
- 11.Vakum devirme aleti ile panellerin üst üste konulması
- 12.Taş yünü dolgulu panellerin polietilen folyo ile paketlenmesi, polistren dolgulu panellerin ise alınlarına alçı sıva sürülüp çemberle bağlanması
- 13.Paketlenen panellerin forkliftlerle dış mekandaki depo yerine taşınması

Poliüretan dolgulu sandviç panellerin depolanmasında bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Bunlar:

- Üst üste koyma,
 - Panel kalınlığına göre depolamanın değişmesi
 - 5 cm lik panellerden 10 adet, 7,5 cm lik panellerden 8 adet, 10 cm lik panellerden 6 tanesi üst üste konulabilmesi
- Depo yerinin yangın güvenliği,
- Nem, su, rüzgar faktörleri

Fabrikada şu an üretim için uygulanan bir standart yoktur, var olan ISO sertifikası iptal edildiğinden, güncellenen standartlara göre sertifika yenileme prosedürleri

devam etmektedir. Fabrikada istihdam edilen kalite kontrol uzmanının üretim için yaptığı kalite kontrolleri şunlardır:

- Sac boya kalınlığı kontrolü
- Boya kalitesi kontrolü
- Sacın mukavemetinin kontrolü
- Saca darbe testi
- Hammadde girdi kontrolleri
- Polistren, taş yünü ve cam yünü yoğunluğu kontrolleri
- Panel en boy ve çapraz ölçü kontrolleri

Fabrikada 54 mavi yaka 6 beyaz yaka personel çalışmaktadır.

5.2.5 Üretime yönelik tespitler

Çatı ve cephede kullanılan metal cidarlı sandviç panellerin üretim süreci yerinde gözlem, anket, fotoğraflama ve yüz yüze görüşme yöntemleri ile belirlenmiş ve analiz edilmiştir.

- Gözlemlenen panel üretim fabrikasında, aşağıda sıralanan tespitler yapılmıştır.
- Fabrikanın polistreni kendinin üretmesi
- Üretim, depo ve ofis kısımlarının teknoloji açısından güncel ve düzenli olması
- Hammaddeden kaynaklanan sorunların çıkabilmesi
 - Sac boya kalınlığı farklılıkları
 - Sac yüzeyinde dalgalanma olması
 - Taş yünü ya da cam yününün istenilen yoğunlukta olmaması
- Kalifiye eleman sıkıntısı çekilmesi
 - Fabrikanın şehrin çok dışında olması
 - Bölge insanın tarım sezonlarında işten çıkması
 - İşe giriş çıkışlardan dolayı kalifiye eleman yetişmemesi

5.3 Üretim Örneği (3)

Son üretim örneğinde “metal cidarlı poliüretan dolgulu” sandviç panellerin üretildiği bir fabrikanın; üretimde kullandığı malzeme, araç ve makine bilgileri analiz edilip, gözlemlenen üretim süreci ve aşamaları aktarılacaktır.

5.3.1 Firma bilgileri

İstanbul Gebze Organize Sanayi Bölgesinde bulunan sandviç panel üretim fabrikası yerinde ziyaret edilip, üretimden sorumlu fabrika müdürü ile kullanılan malzemeler, üretim süreci, kullanılan araç ve makineler, çalışan personel, uygulanan standartlar hakkında yüz yüze görüşülmüştür.

5.3.2 Üretimde kullanılan malzeme bilgileri

Üretimde kullanılan dış yüzey, iç dolgu, aksesuar ve yapıştırıcı malzemeleri ile ilgili anket ve gözlemlerden edinilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

5.3.2.1 Dış yüzey malzemeleri ile ilgili bilgiler

Aşağıdaki tablo, üretimde hangi dış yüzey malzemelerinin kullanıldığını, kullanılan malzemelerin hangilerinin fabrikada üretildiğini ve işlendiğini göstermektedir.

Çizelge 5.13 : Fabrikada kullanılan, üretilen ve işlenen dış yüzey malzemeleri

	Çelik	Paslanmaz çelik	Alüminyum	Bakır	Ahşap	Alçı levha	Lif takviyeli plastik	Betonarme panel	Kraft kağıdı	Plastik -Pvc membran
Fabrikada kullanılan dış yüzey malzemeleri	✓	✓	✓							✓
Fabrikada üretilen dış yüzey malzemeleri										✓
Fabrikada işlenen dış yüzey malzemeleri										

Ayrıca solvent bazlı ve çevre dostu özel sac boyalarında fabrikada üretilmektedir.

Üretimde kullanılan dış yüzey malzemelerine uygulanan işlemler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 5.14 : Dış yüzey malzemelerine uygulanan işlemler

	Çıkarma						Ekleme				Biçimlendirme		Döküm			
	Kesme	Öğütürerek çıkarma	Vurarak delme	Oyarak delme	Rendele-me	Zımpara-lama	Parlat-ma	Yapıştırma	Soğuk-sıcak press	Kaynakla birleştir-me	Perçinle-me	Vidala-ma	Blonla-ma	Yeniden biçimlen-dirme	Plastik biçimlen-dirme	Döküm
Dış yüzey malzemelerine fabrikada uygulanan işlemler	✓							✓	✓					✓	✓	

Üretimde kullanılan dış yüzey malzemelerinin boyutları ile ilgili bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 5.15 : Dış yüzey malzemelerinin boyutları

	Max. en	Max. boy	Max. kalınlık	Min. en	Min. boy	Min. kalınlık
Dış yüzey malzemelerinin ölçüleri	1050 mm	16 mt	1 mm	800 mm	2 mt	0,40 mm

Dış yüzey malzemelerinin boyutlandırılmasını sınırlandıran etkenler şunlardır:

- Üretim teknolojisi,
- Kullanılan makineler,
- Yatay ve düşey taşıma araçları,
- Talep

5.3.2.2 İç dolgu malzemeleri ile ilgili bilgiler

Üretimde kullanılan iç dolgu malzemeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 5.16 : Üretimde kullanılan iç dolgu malzemeleri

	Rijit köpük malzeme				İnorganik lifli malzeme					Bal peteği dolgu					Katı plastik malzeme			
	Poliüretan	Polistren	Fenolik köpük	Polisakranüt	Cam yünü	Taş yünü	Polimer	Metal	Seramik	Ahşap	Selülozik	(kağıt)	Kauçuk, lastik	Balsa ağacı	Mantar	polietilen		
Kullanılan iç dolgu malzemeleri	✓				✓	✓												

Poliüretanın hammaddesi polyol fabrikada üretilmekte, izosienad dışardan tedarik edilmektedir. Panellerde kullanılan ‘çift komponentli yapıştırıcı’ da fabrikada üretilmektedir.

5.3.2.3 Aksesuar ile ilgili bilgiler

Sandviç panellerin aksesuar malzemeleri tamamıyla fabrikada üretilmektedir.

Fabrikada üretilen aksesuar malzemeleri şunlardır:

- Alın kaplama
- Saçak altı
- Damlalık
- Kalkan kenarı
- Oluk
- Pencere kenarı
- İç kenar kaplama
- Dış kenar kaplama
- Alt mahya
- Üst mahya

- Sıva dibi kaplama
- Harpuşta
- Özel sıva dibi

5.3.3 Üretimde kullanılan araç ve makine bilgileri

Fabrikada, üretim hattında, aksesuar yapımında, depolama ve taşımada çeşitli araç ve makineler kullanılmaktadır.

Üretim hattında kullanılan makineler şunlardır:

- Mandrel (rulo açıcı)
- Formalama (hadvelendirme) aleti
- Fırınlama alanı
- Poliüretan döküm hattı
- Pres makinesi
- Testere (boy kesme) aleti
- İstifleme vinci

Aksesuar yapımında kullanılan araçlar şunlardır:

- Makas
- Abkant
- Pres
- Boy kesme makinesi

Depolama ve taşıma için kullanılan makineler şunlardır:

- Fabrika taşıyıcısına kurulu vinç sistemi
- Paketleme makinesi

5.3.4 Üretim süreci ve aşamaları

Sandviç paneller yapıda bir çok yerde kullanılmaktadır. Gözlemlenen fabrikada hangi tip panellerin üretildiğı aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.17 : Üretilen sandviç panel tipleri

	Çatı paneli	Cephe paneli	Döşeme paneli	Soğuk oda paneli
Üretilen sandviç panel tipleri	✓	✓		✓

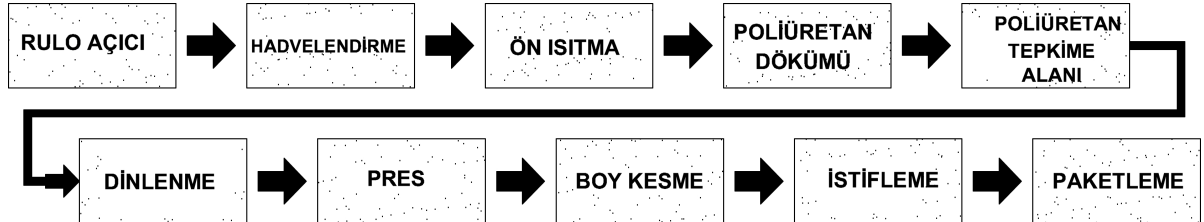
Sandviç panellerin üretiminde iki yol izlenmektedir. Aşağıdaki tabloda, incelenen fabrikanın uyguladığı üretim yöntemi verilmiştir.

Çizelge 5.18 : Kullanılan üretim yöntemi

Üretim yöntemleri	Fabrikada kullanılan yöntem
Dış yüzey ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip, birleştirilmesi	✓
Dolgu malzemesi ve dış kabuğun beraber üretilmesi	✓

5.3.4.1 Üretim aşamaları

Fabrikada gözlemlenen üretim aşamaları sırasıyla aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.3 : Üretim aşamaları

- 1.Stokta bekletilen bobinlerin üretim alanına getirilmesi
- 2.Gelen siparişe göre kalıpların değiştirilmesi
- 3.Bobinlerin mandrele (rulo açıcı) takılması
- 4.Alt ve üst yüzeyin hadvelendirilmesi
- 5.Hadvelendirilen yüzeylerin kapalı fırınlama alanına girmesi
- 6.Isınan alt yüzeyin üstüne poliüretan dökümünün yapılması
- 7.Panelin dinlenme bölümüne girmesi

8. Paneli istenilen kalınlığa getirmek için prese girmesi ve aynı esnada poliüretan şişmesini sınırlamak için panelin kenarlarının bantlanması
9. Son halini alan panellerin testereye (boy kesme aleti) girmesi
10. İstenilen boyutta kesilen panellerin istifleme makinesi ile üst üste konması
11. Fabrika taşıyısına kurulu olan vinç sistemi ile istiflenen panellerin paketleme alanına taşınması
12. Panellerin taşıyıcı hat ile dış mekana taşınması
13. Dış mekanda bulunan vinç sistemi ile panellerin kamyonu yüklenmesi

Poliüretan dolgulu sandviç panellerin depolanmasında bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Bunlar:

- Üst üste koyma

Fabrikada depo alanı bulunmadığı için nem, su, güneş ışığı ya da yangın güvenliği gibi sınırlamalar bulunmamaktadır.

Fabrikada üretim için ISO 9001 sertifikası, dış yüzey malzemesi olarak kullanılan pvc membran ile ilgili TSEK belgesi, TS EN 10143 (Belge İçeriği: Sürekli Sıcak Daldırma Metal Kaplanmış Çelik Şerit Ve Levhalar- Boyut Ve Şekil Toleransları), yanmazlık sertifikaları ve çevre belgeleri bulunmaktadır. Bu standartlar doğrultusunda üretim için yapılan kalite kontrolleri şunlardır:

- Poliüretanın yoğunluk ve yapışma ile ilgili kontrolleri
- Taş yününün ölçüsel kontrolleri ve yoğunluk kontrolleri
- Sacın ölçüsel kontrolleri

Fabrikada 30 mavi veya 40 beyaz veya personel çalışmaktadır. Bu miktarın oluşmasında satış ve pazarlama gibi bölümlerin fabrika içinde olmasının etkisi bulunmaktadır. Ayrıca fabrika içinde depo olmaması ve taşımanın tamamıyla vinçlerle yapılması da mavi veya personelin az olmasında büyük bir etkidir.

5.3.5 Üretime yönelik tespitler

Çatı ve cephede kullanılan metal cidarlı sandviç panellerin üretim süreci yerinde gözlem, anket, fotoğraflama ve yüz yüze görüşme yöntemleri ile belirlenmiş ve analiz edilmiştir.

Gözlemlenen panel üretim fabrikasında, aşağıda sıralanan tespitler yapılmıştır.

- Üretim için fabrika müdürü tarafından yazılan bir MRP programının olması
- Program sayesinde elemanların, malzeme firelerinin, makine bakımlarının, üretici taleplerinin izlenmesi, böylece üretimin geliştirilmesi için güncel veriler elde edilmesi
- Üretim alanında bulunan vinç sisteminin verimi artırması
- Kapalı ya da açık depo alanının bulunmaması
- Hammadden kaynaklanan sorunların çıkabilmesi
 - Bobinlerde çıkan sorunlar (dalgalanma, boya kalınlıkları)
 - Poliüretandan kaynaklanan sorunlar
- Kalifiye eleman sıkıntısı olmamakla beraber, fabrika müdürünün mavi yaka personelin azlığından sıkıntı duyması
- Fabrikanın üretim kısmının yerleşim planının karışık olması

Çalışmada Türkiye’de sandviç panel üretimi yapan üç firma yerinde ziyaret edilmiştir. Fabrikalar, piyasa araştırmasında elde edilen verilere göre, Türkiye’de en çok kullanılan “metal cidarlı ve poliüretan, polistren, cam yünü ve taş yünü iç dolgulu” panellerin üretim sürecini gözlemleyebilmeyi amaçlayarak seçilmiştir. İleriye yönelik olarak, sandviç panellerin üretim süreçlerinin ayrıntılı tespit ve analizlerinin yapılabilmesi için daha büyük sayıda örneğin gözlem çalışması yapılması gerektiği söylenebilir.

6. SANDVIÇ PANEL MONTAJI İLE İLGİLİ GÖZLEM VE ANALİZ

Çalışmada, piyasa araştırmasından elde edilen verilerde, ülkemizde en çok “metal cidarlı, poliüretan veya taş yünü dolgulu” sandviç panellerden cephede kullanılanların yoğunluğu görülmüştür. Dolayısıyla bu tip panellerin üretim ve montaj süreçleri analiz edilmiştir. Montaj aşamasında “metal cidarlı poliüretan veya taş yünü dolgulu” sandviç panellerin cephe montajları yerinde gözlenmiştir.

6.1 Montaj Örneği (1)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.1.1 Bina ile ilgili bilgiler

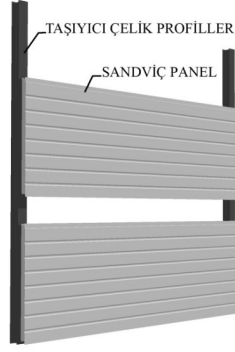
Ankara, Sincan Organize Sanayi Bölgesi’ nde bulunan paslanmaz çelik fabrikası ek bina şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir.(Şekil 6.1) Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir.



Şekil 6.1 : Tekstil üretim fabrikası şantiyesi

6.1.2 Panel bilgileri

Ankara’ da bir paslanmaz çelik fabrikasının ek binası olan “1” şantiyesinde, gizli vidalı cephe paneli kullanılmıştır. Panelin alt ve üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, iç dolgusu taş yünüdür. Panelin boyutları 7750 mm – 1015 mm’ dir. Panel cepheye yatay şekilde uygulanmıştır. (Şekil 6.2)



Şekil 6.2 : Panel uygulama şekli (“1” şantiyesi)

6.1.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda sandviç cephe paneli, matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası ve contasız geniş flanşlı “betofaz” vida kullanılmıştır. (Şekil 6.3)



Sandviç panel



Panel vidası



Betofaz vida

Şekil 6.3 : Montajda kullanılan malzemeler (“1” şantiyesi)

Taş motoru, keser, metre, çekiç, elektrikli halatlı calaskar, hareketli iskele, matkap, ve eldiven cephe montajında kullanılan araçlardır. (Şekil 6.4)



Terazi



Tilki kuyruğu



İskele



Matkap



Keser



Metre



Elektrikli halatlı
calaskar



Taş motoru

Şekil 6.4 : Montajda kullanılan araçlar (“1” şantiyesi)

“1” Şantiyesinin montajı 6 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte; 1 ustabaşı, 3 usta, 1 düz işçi ve 1 vinç operatörü bulunmaktadır. (Şekil 6.5)



Ustabaşı



Vinç operatörü



Usta



Düz işçi

Şekil 6.5 : Montajda çalışan ekip (“1” şantiyesi)

6.1.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Panel üzerindeki koruyucu polietilen folyo sökülüp, seyyar vincin çengellerinin takılabilmesi için panel üzerinde matkap ile iki adet delik açılmaktadır. Açılan deliklere panel takıldıktan sonra, vinç, paneli istenilen yere taşımaktadır. Panel yerine yerleştirilip çengeller çıkartıldıktan sonra panelin yanlarındaki iskelelerde bulunan ustalar ile ortada bulunan usta, matkap yardımı ile paneli taşıyıcı sisteme monte etmektedir. İskelelerdeki ve ortadaki usta bir üst kısma çıkmakta, işlem vince yeni panelin takılmasıyla devam etmektedir. Panel montajı cephenin en altından başlayarak yapılmaktadır. “1” şantiyesinde cephenin en üst kısmı tasarımdan kaynaklı olarak, panelin yarısı kullanılarak bitirilmektedir. Bu yüzden son panel vince takılmadan önce spiral motorla kesilmekte, fırça ile temizlenkte, vinç delikleri açılıp cephede yerine kaldırılmakta ve

monte edilmektedir. Son panelde yerleştirildikten sonra vinç ve iskeleler bir sonraki kısımları için hareket ettirilmektedir.



Panellerin montaj alanına gelmesi



Panel zerindeki folyonun sökülüp panelin temizlenmesi



Panel zerine delik açılması



Panelin vince takılması



Panelin cepheye taşınması



Ustaların paneli sabitlemesi



Son panelin spiral motorla kesilmesi

İskelelerin sonraki kısma hareket ettirilmesi

Şekil 6.6 : Montaj aşamaları (“1” şantiyesi)

6.1.5 Montaja yönelik tespitler

“1” şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajı (7,86 m²) 7 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 63 adet (495 m²) panelin 480 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Cephede boşluk bulunmadığından montaj süresinin çok hızlı olması
- Bina tasarımının panel boyutları düşünülmeden tasarlanması
- Montaj süresinin ve işçiliğin artması

Çizelge 6.1 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“1” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m ² ' si
1 panel	1 ustabaşı	1 calaskar	7 dakika	1,10 m ² /dak
(1m X 7,75 m)	1 vinç oper.	2 matkap		
	3 usta	2 iskele		
	1 düz işçi	1 tilki kuyruğu		
		1 taş motoru		

6.2 Montaj Örneği (2)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.2.1 Bina ile ilgili bilgiler

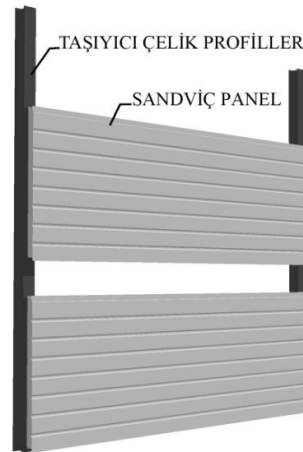
Ankara, Kazan’ daki Lojistik Merkezi şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir. Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir.



Şekil 6.7 : Tekstil üretim fabrikası şantiyesi

6.2.2 Panel bilgileri

Ankara’ da Lojistik merkezi olan “2” Şantiyesinin cephe paneli montajı gözlenmiştir. Panelin üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, alt cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, iç dolgusu ise taş yünüdür. Panel boyutları 1000 mm – 10000 mm olup uygulama şekli yataydır. (Şekil 6.8)



Şekil 6.8 : Panel uygulama şekli (“2” şantiyesi)

6.2.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda gizli vidalı cephe paneli, matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası ve çekirtme vida kullanılmıştır. (Şekil 6. 9)



Sandviç panel



Panel vidası



Çektirme vida

Şekil 6.9 : Montajda kullanılan malzemeler (“2” şantiyesi)

Tekerlekli vinç, iskele, matkap, spiral motor, elektrikli sac makası, keser, metre ve terazi cephe montajında kullanılan araçlardandır. (Şekil 6. 10)



Terazi



İskele



Metre



Keser



Spiral motor



Metre



Tekerlekli vinç



Matkap

Şekil 6.10 : Montajda kullanılan araçlar (“2” şantiyesi)

“2” Şantiyesinin montajı 7 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte 2 ustabaşı, 3 usta ve 2 düz işçi bulunmaktadır. (Şekil 6. 11)



Ustabaşı



Usta



Düz işçi

Şekil 6.11 : Montajda çalışan ekip (“2” şantiyesi)

6.2.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Panel üzerindeki koruyucu polietilen folyo sökülüp, hareketli vincin çengellerinin takılabilmesi için panel üzerinde matkap ile iki adet delik açılmaktadır. Açılan deliklere panel takıldıktan sonra, hareketli vinç, paneli istenilen yere taşımaktadır. Diğer hareketli vinç ise ustayı cephede montajın yapılacağı yere götürmektedir. Panel yerine yerleştirilip çengeller çıkartıldıktan sonra panelin yanındaki iskelede bulunan usta ile hareketli vinçte bulunan usta, matkap yardımı ile paneli taşıyıcı sisteme monte etmektedir. Bu işlem yeni panelin vince takılıp yerine götürülmesi ile devam etmektedir. Panel montajı cephenin en altından başlayarak yapılmaktadır. “3” şantiyesinde cephede çok fazla boşluk bulunduğuundan, yeteri kadar hızlı montaj gerçekleştirememektedir. Ayrıca paneli üreten fabrika bu şantiyeye özel olarak köşe panelleri tasarlamıştır. Böylece yalıtımın sorunsuzluğu, görsel etkinin artması ve köşe bitişlerinin kolaylaştırılması hedeflenmiştir. (Şekil 6.12)



Panellerin montaj alanına gelmesi



Panel üzerindeki folyonun sökülüp panelin temizlenmesi



Panel üzerine matkap ile delik açılması



Panelin vince takılması



Vincin paneli cepheye taşıması



Vincin ustayı cepheye taşıması



İskeledeki ve vinçlerdeki ustaların paneli taşıyıcı sisteme sabitlemesi

Şekil 6.12 : Montaj aşamaları (“2” şantiyesi)

6.2.5 Montaja yönelik tespitler

“2” şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajı (10 m²) 12 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 40 adet (400 m²) panelin 480 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Cephede çok fazla boşluk bulunduğundan montaj süresinin artması
- Montaj süresini hızlandırmak için kiralanan mobil vinçlerin maliyeti artırması
- Seksiyonel kapı- duvar birleşimleri için özel köşe panelleri tasarlanması

Çizelge 6.2 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“2” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m ² ’ si
1 panel	2 ustabaşı	2 vinç	12 dakika	0,83 m ² /dak
(1m X 10 m)	3 usta	2 matkap		
	2 düz işçi	1 iskele		
		1 keser		
		1 spiral motor		

6.3 Montaj Örneği (3)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.3.1 Bina ile ilgili bilgiler

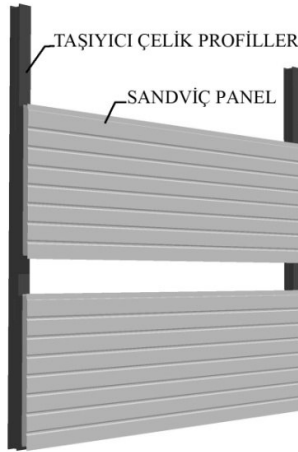
Kocaeli, Gebze’ deki tekstil üretim fabrikası şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir. Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir. (Şekil 6. 13)



Şekil 6.13 : Tekstil üretim fabrikası şantiyesi

6.3.2 Panel bilgileri

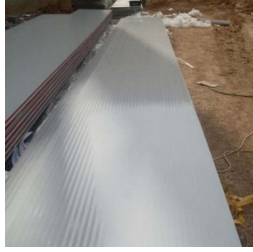
Gebze’ de tekstil fabrikası olan “3” Şantiyesinin cephe paneli montajı gözlenmiştir. Panelin üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, alt cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, iç dolgusu ise taş yünüdür. Panel boyutları 1000 mm – 11000 mm olup uygulama şekli yataydır. (Şekil 6. 14)



Şekil 6.14 : Panel uygulama şekli (“3” şantiyesi)

6.3.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda gizli vidalı cephe paneli, matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası, bant ve silikon kullanılmıştır. (Şekil 6. 15)



Cephe paneli



Panel vidası



Bant



Silikon

Şekil 6.15 : Montajda kullanılan malzemeler (“3” şantiyesi)

Taş motoru, keser, metre, çekiç, elektrikli halatlı calaskar, hareketli iskele, matkap, ve eldiven cephe montajında kullanılan araçlardır. (Şekil 6. 16)



Taş motoru



Keser



Metre



Fırça



Calaskar



İskele



Matkap



Eldiven

Şekil 6.16 : Montajda kullanılan araçlar (“3” şantiyesi)

“3” Şantiyesinin montajı 8 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte 1 ustabaşı, 2 usta ve 5 düz işçi bulunmaktadır. (Şekil 6.17)



Ustabaşı

Usta

Düz işçi

Şekil 6.17 : Montajda çalışan ekip (“3” şantiyesi)

6.3.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Panel üzerindeki koruyucu polietilen folyo sökülüp, panel üzerindeki folyo kalıntıları temizlenmektedir. Calaskarın çengelleri için keserle panel üzerinde dört adet delik açılmaktadır. Panelin köşelerine cephe üzerinde çizik olmaması için rulo bant yapıştırılmaktadır. Panel boy yüksekliğinde kaldırılıp yine cephe üzerindeki çizikleri engellemek için kenarlara bez bağlanmaktadır. Elektrikli halatlı calaskar ile panel, montaj yerine taşınmaktadır. İskelelerdeki ustalar matkap yardımıyla paneli taşıyıcıya monte etmektedir. Cephe montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır. Bu işlem yeni panelin vince takılıp yerine götürülmesi ile devam etmektedir. Panel montajı cephenin en altından başlayarak yapılmaktadır. “3” şantiyesinde cephe uzunluğu 34 metre olduğundan, üst kısımlara doğru cephe montajı yavaşlamaktadır. Şantiyede sadece pencere boşluklarında ve en üstteki panelde kesim yapılmaktadır. (Şekil 6. 18)



Panellerin montaj alanına gelmesi



Panel üzerindeki folyonun sökülüp panelin temizlenmesi



Elektrikli calaskarın çengellerinin takılması
için keser ile dört adet delik açılması



Panelin köşelerine cephe üzerinde çizik olmaması için rulo bant yapıştırılması



Panel boy yüksekliğinde kaldırılıp yine cephe
zerindeki çizikleri engellemek için kenarlara
bez bağlanması



Elektrikli halatlı calaskar ile panel, montaj
yerine taşınması



İskelelerdeki ustaların matkap yardımıyla paneli taşıyıcıya monte etmesi

İskelelerin bir sonraki kısma hareket ettirilmesi ile işlemin devam etmesi

Şekil 6.18 : Montaj aşamaları (“3” şantiyesi)

6.3.5 Montaja yönelik tespitler

“3” şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajı (11 m²) 9 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 60 adet (660 m²) panelin 540 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Cephede çok fazla boşluk bulunmamasına rağmen, cephe uzunluğunun 34 metre olmasından dolayı montaj süresinin uzaması.

Çizelge 6.3 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“3” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m ² ’ si
1 panel	1 ustabaşı	1 calaskar	9 dakika	1,22 m ² /dak
(1m X 11 m)	2 usta	2 matkap		
	5 düz işçi	2 iskele		
		2 keser		
		1 taş motoru		

6.4 Montaj Örneği (4)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.4.1 Bina ile ilgili bilgiler

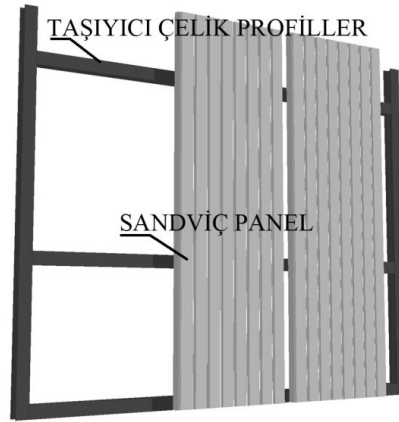
Tekirdağ, Çerkezköy’ deki ilaç üretim fabrikası şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir. Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir. (Şekil 6.19)



Şekil 6.19 : İlaç üretim fabrikası şantiyesi

6.4.2 Panel bilgileri

Çerkezköy’ de ilaç fabrikası olan “4” şantiyesinin cephe paneli montajı gözlenmiştir. Panelin üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, alt cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, iç dolgusu ise poliüretandır. Panel boyutları 1030 mm – 10450 mm olup uygulama şekli dikeydir. (Şekil 6. 20)



Şekil 6.20 : Panel uygulama şekli (“4” şantiyesi)

6.4.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda gizli vidalı cephe paneli, matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası ve silikon kullanılmıştır. (Şekil 6. 21)



Cephe paneli



Panel vidası



Silikon

Şekil 6.21 : Montajda kullanılan malzemeler (“4” şantiyesi)

Matkap, metre, terazi, güvenlik kemeri, baret, çelik burunlu ayakkabı ve sepetli vinç cephe montajında kullanılan araçlardandır. (Şekil 6.22)



Matkap



Metre



Terazi



Güvenlik kemeri



Baret



Çelik burunlu
ayakkabı



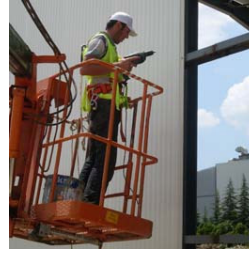
Sepetli vinç

Şekil 6.22 : Montajda kullanılan araçlar (“4” şantiyesi)

“4” Şantiyesinin montajı 5 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte 1 ustabaşı, 4 usta bulunmaktadır. (Şekil 6. 23)



Ustabaşı



Usta

Şekil 6.23 : Montajda çalışan ekip (“4” şantiyesi)

6.4.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Panelin oturtulacağı yere damlalığın yerleştirilmektedir. Panel üzerindeki koruyucu polietilen folyo sökülüp, panel üzerindeki folyo kalıntıları ve poliüretan kalıntıları temizlenmektedir. Panel sepetli vince halatla bağlanıp, cepheye kaldırılmaktadır. Terazî ile yerine yerleştirilen paneller, sepetli vinçteki usta tarafından taşıyıcıya monte edilmektedir. Yaklaşık 10 panelin montajı bittikten sonra hareketli vinç yer değiştirmektedir. Cephe montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır. Bu işlem yeni panelin vince takılıp yerine götürülmesi ile devam etmektedir. Panel montajı cephenin en altından başlayarak yapılmaktadır. “4” şantiyesinde panel kesimi yapılmadığından ve hareketli vinç kullanıldığından dolayı montaj süresi azalmaktadır. (Şekil 6. 24)



Panellerin montaj alanına gelmesi



Panel üzerindeki folyonun sökülüp panelin temizlenmesi, damlalığın takılması



Halatla panelin vince bağlanması



Vinç yardımıyla panelin cepheye taşınması



Panelin matkapla taşıyıcıya monte edilmesi



Hareketli vincin yer değiştirmesi

Şekil 6.24 : Montaj aşamaları ("4" Şantiyesi)

6.4.5 Montaja yönelik tespitler

"4" şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajının (10,7 m²) 8 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 60 adet (642 m²) panelin 480 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Cephede boşluk bulunmaması, hareketli vinç kullanılması ve panel kesimi yapılmaması dolayısıyla montaj süresinin kısılması

Çizelge 6.4 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“4” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m2’ si
1 panel (1m X 10,45 m)	1 ustabaşı 4 usta	1 vinç 1 matkap 1 keser	8 dakika	1,22 m2/dak

6.5 Montaj Örneği (5)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.5.1 Bina ile ilgili bilgiler

Ankara, Batıkent’ teki alışveriş merkezi şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir. Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir. (Şekil 6.25)

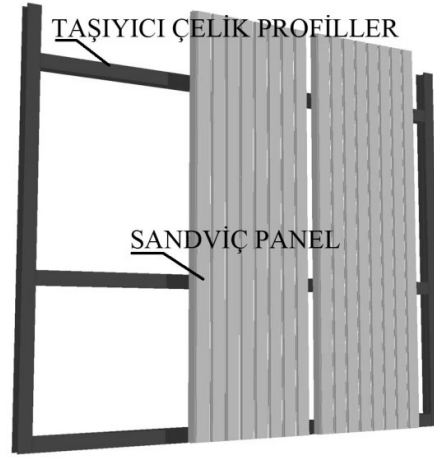


Şekil 6.25 : Alışveriş merkezi şantiyesi

6.5.2 Panel bilgileri

Ankara’ da alışveriş merkezi olan “5” şantiyesinin cephe paneli montajı gözlenmiştir. Panelin üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, alt cidarı 0,5 mm boyalı galvanize

sac, iç dolgusu ise taş yünüdür. Panel boyutları 1015 mm – 10500 mm olup uygulama şekli dikeydir. (Şekil 6. 26)



Şekil 6.26 : Panel uygulama şekli (“5” şantiyesi)

6.5.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda gizli vidalı cephe paneli, matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası ve silikon kullanılmıştır. (Şekil 6.27)



Sandviç panel



Panel vidası



Silikon

Şekil 6.27 : Montajda kullanılan malzemeler (“5” şantiyesi)

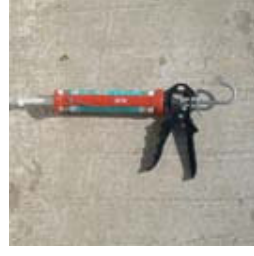
Tilki kuyruğu, terazi, silikon tabancası, fırça, taşıma aparatı, matkap, taş motoru, ve asansör motoru cephe montajında kullanılan araçlardır. (Şekil 6. 28)



Tilki kuyruğu



Terazi



Silikon tabancası



Fırça



Taşıma aparatı



Matkap



Taş motoru



Asansör motoru

Şekil 6.28 : Montajda kullanılan araçlar (“5” şantiyesi)

“5” Şantiyesinin montajı 7 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte 1 ustabaşı, 3 usta ve 3 düz işçi bulunmaktadır. (Şekil 6.29)



Ustabaşı



Usta



Düz işçi

Şekil 6.29 : Montajda çalışan ekip (“5” şantiyesi)

6.5.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Panel üst yüzeyindeki koruyucu polietilen folyo sökülüp, panel üzerindeki folyo kalıntıları temizlenmektedir. Panel üzerinde 15 cm’ lik kısmın ölçüsü alınıp, tilki kuyruğu ya da taş motoru ile kesilmektedir. Vinc

çengelleri için matkapla delinen panel, straforların üzerine taşınmaktadır. Özel yapım taşıma aparatları ile kaldırılan panele, vinç çengelleri takılmakta, ve eş zamanlı olarak alt yüzeydeki koruyucu polietilen folyo sökülmeştir. Asansör motoru ile yukarı çekilip yerine yerleştirilen paneller, iskeledeki ustalar tarafından taşıyıcıya monte edilmektedir. Cephe montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır. Bu işlem yeni panelin vince takılıp yerine götürülmesi ile devam etmektedir. “5” şantiyesinde paneller çok ağır olduğundan, taşımada güçlük çekilmekte, bu nedenle montaj süresi uzamaktadır.. (Şekil 6.30)



Panellerin montaj alanına gelmesi,
koruyucu folyonun sökülmesi



Panelin tilki kuyruğu ile 15 cm kesilmesi



Vincin çengellerinin takılması için matkapla
delik açılması



Panelin straforların üzerine oturtulup, taşıma
aparatının takılması ve iskeleye doğru
taşınması



Asansör motorunun çengelinin açılan deliğe takılması



Panelin cepheye taşınması



İskelelerdeki ustaların matkap yardımıyla paneli taşıyıcıya monte etmesi



İskelelerin bir sonraki kısma hareket ettirilmesi ile işlemin devam etmesi

Şekil 6.30 : Montaj aşamaları (“5” şantiyesi)

6.5.5 Montaja yönelik tespitler

“5” şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajı (10,65 m²) 9 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 50 adet (532 m²) panelin 480 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Dikey montaj şeklinin montaj hızını artırmasına rağmen, panelin iç dolgusunun ağır olmasından dolayı montaj süresinin uzaması

Çizelge 6.5 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“5” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m2’ si
1 panel (1m X 10,50 m)	1 ustabaşı 3 usta 3 düz işçi	1 asansör motor 2 matkap 1 iskele 2 tilki kuyruğu 1 taş motoru	9 dakika	1,16 m2/dak.

6.6 Montaj Örneği (6)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.6.1 Bina ile ilgili bilgiler

Adapazarı, Organize Sanayi’ deki döküm fabrikası şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir. Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir. (Şekil 6.31)

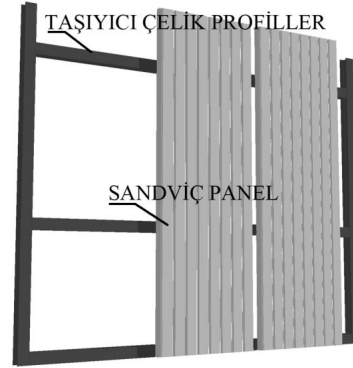


Şekil 6.31 : Döküm fabrikası şantiyesi

6.6.2 Panel bilgileri

Adapazarı’ nda döküm fabrikası olan “6” şantiyesinin cephe paneli montajı gözlenmiştir. Panelin üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, alt cidarı 0,5 mm boyalı

galvanize sac, iç dolgusu ise taş yünüdür. Panel boyutları 1000 mm – 3000 mm olup uygulama şekli dikeydir. (Şekil 6. 32)



Şekil 6.32 : Panel uygulama şekli (“6” şantiyesi)

6.6.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda gizli vidalı cephe paneli ve matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası kullanılmıştır. (Şekil 6.33)



Cephe paneli



Panel vidası

Şekil 6.33 : Montajda kullanılan malzemeler (“6” şantiyesi)

Matkap, metre, terazi, halat, merdiven, güvenlik kemeri ve eldiven cephe montajında kullanılan araçlardandır. (Şekil 6.34)



Matkap



Metre



Terazi



Halat



Merdiven



Güvenlik kemeri



Eldiven

Şekil 6.34 : Montajda kullanılan araçlar (“6” şantiyesi)

“6” Şantiyesinin montajı 5 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte 1 ustabaşı, 1 usta ve 3 düz işçi bulunmaktadır. (Şekil 6. 35)



Ustabaşı



Usta



Düz işçi

Şekil 6.35 : Montajda çalışan ekip (“6” şantiyesi)

6.6.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Panel üzerindeki koruyucu polietilen folyo sökülüp, panel üzerindeki folyo kalıntıları temizlenmektedir. Paneller işçiler tarafından montajın yapılacağı cepheye taşınmaktadır. Yerine yerleştirilen paneller ustalar tarafından matkapla taşıyıcıya monte edilmektedir. Bu işlem diğer panelin cepheye taşınmasıyla devam etmektedir. Cephe montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır. “6” şantiyesinde paneller kısa olduğundan vince gerek kalmamaktadır, ayrıca panel üzerinde kesim yapılmadığından montaj süresi kısalmaktadır. (Şekil 6.36)



Panellerin montaj alanına gelmesi



Panel üzerindeki folyonun sökülüp panelin temizlenmesi



Panellerin işçiler tarafından montajın yapılacağı cepheye taşınması



Panellerin işçiler tarafından montajın yapılacağı cepheye taşınması



Ustaların matkap yardımıyla paneli taşıyıcıya monte etmesi



Ustaların bir sonraki kısma hareket etmesi ile işlemin devam etmesi

Şekil 6.36 : Montaj aşamaları (“6” şantiyesi)

6.6.5 Montaja yönelik tespitler

“6” şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajı (3 m2) 3 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 160 adet (480 m2) panelin 480 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Paneller kısa olduğundan vince gerek kalmaması
- Panel üzerinde kesim yapılmadığından montaj süresinin kısalması

Çizelge 6.6 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“6” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m2’ si
1 panel (1m X 3 m)	1 ustabaşı 1 usta 3 düz işçi	1 matkap 1 metre 1 terazi 1 merdiven	3 dakika	1,00 m2/dak

6.7 Montaj Örneği (7)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.7.1 Bina ile ilgili bilgiler

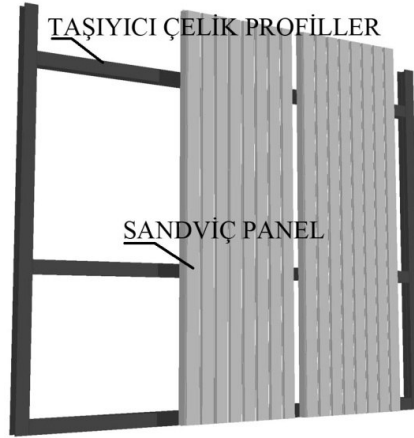
Adapazarı, Organize Sanayi’ ndeki plastik enjeksiyon fabrikası şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir. Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir. (Şekil 6. 37)



Şekil 6.37 : Plastik enjeksiyon fabrikası şantiyesi

6.7.2 Panel bilgileri

Adapazarı’ nda plastik enjeksiyon fabrikası olan “7” Şantiyesinin cephe paneli montajı gözlenmiştir. Panelin üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, alt cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, iç dolgusu ise poliüretandır. Panel boyutları 1000 mm – 6850 mm olup uygulama şekli dikeydir. (Şekil 6.38)



Şekil 6.38 : Panel uygulama şekli (“7” şantiyesi)

6.7.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda gizli vidalı cephe paneli ve matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası kullanılmıştır. (Şekil 6.39)



Cephe paneli



Panel vidası

Şekil 6.39 : Montajda kullanılan malzemeler (“7” şantiyesi)

Halat, matkap, metre ve balyoz cephe montajında kullanılan araçlardır. (Şekil 6. 40)



Halat



Matkap



Metre



Balyoz

Şekil 6.40 : Montajda kullanılan araçlar (“7” şantiyesi)

“7” Şantiyesinin montajı 6 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte 1 ustabaşı ve 5 usta bulunmaktadır. (Şekil 6. 41)



Ustabaşı



Usta

Şekil 6.41 : Montajda çalışan ekip (“7” şantiyesi)

6.7.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Panel üzerindeki koruyucu polietilen folyo sökülüp, panel üzerindeki folyo kalıntıları temizlenmektedir. Halatın ucundaki çengel, balyoz ile panele takılmaktadır. Panel cepheye taşınmadan önce damlalık yerine yerleştirilmektedir. Çatıda duran işçi tarafından cepheye halatla çekilen panel, diğer işçilerinde yardımıyla cepheye yerleştirilmektedir. Taşıyıcılarda duran ustalar, paneli taşıyıcıya matkapla sabitlemektedir. Cephe montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır. Bu işlem yeni panelin halata takılıp yerine götürülmesi ile devam etmektedir. “7” şantiyesinde herhangi bir kesim yapılmadığından montaj süresinin kısa olacağı düşünülsede, paneli cepheye çeken bir vinç kullanılmadığından dolayı montaj süresi uzamaktadır. (Şekil 6.42)



Panellerin montaj alanına gelmesi



Panel üzerindeki folyonun sökülüp panelin temizlenmesi



Halatın çengelinin balyozla panel takılması



Damlalığın yerleştirilmesi



Panelin halatla yerine taşınması



Taşıyıcıda duran ustaların paneli yerine yerleştirmesi



Ustaların matkap yardımıyla paneli taşıyıcıya monte etmesi



Ustaların bir sonraki paneli yukarı çekerek işleme devam etmesi

Şekil 6.42 : Montaj aşamaları (“7” şantiyesi)

6.7.5 Montaja yönelik tespitler

“7” şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajı (6,85 m²) 10 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 54 adet (370 m²) panelin 540 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Panel üzerinde kesim yapılmamasının montaj süresini kısaltacağı sanılsada, şantiyede vinç kullanılmamasının montaj süresini uzatması

Çizelge 6.7 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“7” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m2’ si
1 panel (1m X 6,85 m)	1 ustabaşı 5 usta	1 halat 2 matkap 1 balyoz	10 dakika	0,68 m2/dak

6.8 Montaj Örneği (8)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.8.1 Bina ile ilgili bilgiler

İstanbul, Samandıra’ daki lojistik fabrikası şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir. Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir. (Şekil 6. 43)

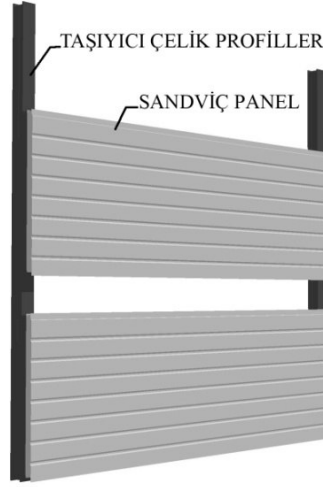


Şekil 6.43 : Lojistik fabrikası şantiyesi

6.8.2 Panel bilgileri

Samandıra’ da lojistik fabrikası olan “8” Şantiyesinin cephe paneli montajı gözlenmiştir. Panelin üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, alt cidarı 0,5 mm boyalı

galvanize sac, iç dolgusu ise poliüretandır. Panel boyutları 1000 mm – 10000 mm olup uygulama şekli yataydır. (Şekil 6.44)



Şekil 6.44 : Panel uygulama şekli (“8” şantiyesi)

6.8.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda gizli vidalı cephe paneli, matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası ve silikon kullanılmıştır. (Şekil 6.45)



Cephe paneli



Panel vidası



Silikon

Şekil 6.45 : Montajda kullanılan malzemeler (“8” şantiyesi)

Tekerlekli vinç, matkap, metre, fırça ve halat cephe montajında kullanılan araçlardır. (Şekil 6.46)



Tekerlekli vinç



Matkap



Metre



Halat



Fırça

Şekil 6.46 : Montajda kullanılan araçlar (“8” şantiyesi)

“8” Şantiyesinin montajı 6 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte 1 ustabaşı, 2 usta ve 3 düz işçi bulunmaktadır. (Şekil 6. 47)



Ustabaşı



Usta



Düz işçi

Şekil 6.47 : Montajda çalışan ekip (“8” şantiyesi)

6.8.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Panel üzerindeki koruyucu polietilen folyo sökülüp, panel üzerindeki folyo kalıntıları temizlenmektedir. Hareketli vincin çengellerinin takılması için matkapla iki adet delik açılmaktadır. Vinçlerden biri

montajı yapacak ustayı, diğeri ise paneli montaj yerine taşımaktadır. Panel yerine yerleştirildikten sonra ustalar paneli taşıyıcıya monte etmektedir. Cephe montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır. Bu işlem yeni panelin vince takılıp yerine götürülmesi ile devam etmektedir. Panel üzerinde kesim yapılmaması ve taşıma için vinç kullanılması montaj süresini kısaltmaktadır. (Şekil 6.48)



Panellerin montaj alanına gelmesi



Panel üzerindeki folyonun sökülüp panelin temizlenmesi



Vincin paneli montaj yerine taşınması



Vincin ustayı montaj yerine taşınması



Ustaların paneli taşıyıcıya monte etmesi



Yeni panelin vince takılmasıyla işlemin devam etmesi

Şekil 6.48 : Montaj aşamaları (“8” şantiyesi)

6.8.5 Montaja yönelik tespitler

“8” şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajı (10 m²) 8 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 60 adet (600 m²) panelin 480 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Panel üzerinde kesim yapılmaması ve taşıma için vinç kullanılmasının montaj süresini kısaltması

Çizelge 6.8 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“8” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m ² ’ si
1 panel (1m X 10 m)	1 ustabaşı 2 usta 3 düz işçi	2 hareketli vinç 2 matkap 1 halat	8 dakika	1,25 m ² /dak

6.9 Montaj Örneği (9)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.9.1 Bina ile ilgili bilgiler

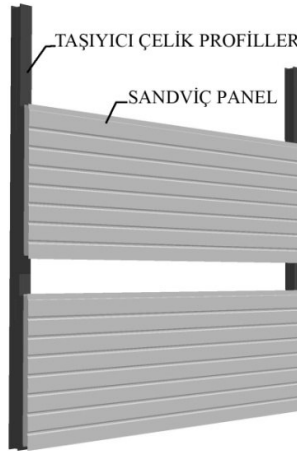
İstanbul, Silivri’ deki jant kapakları üretim fabrikası şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir. Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir. (Şekil 6.49)



Şekil 6.49 : Jant kapakları üretim fabrikası şantiyesi

6.9.2 Panel bilgileri

Silivri’ de tekstil fabrikası olan “9” Şantiyesinin cephe paneli montajı gözlenmiştir. Panelin üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, alt cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, iç dolgusu ise poliüretandır. Panel boyutları 1000 mm – 5000 mm olup uygulama şekli yataydır. (Şekil 6. 50)



Şekil 6.50 : Panel uygulama şekli (“9” şantiyesi)

6.9.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda gizli vidalı cephe paneli, matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası ve yapıştırıcı kullanılmıştır. (Şekil 6.51)



Cephe paneli



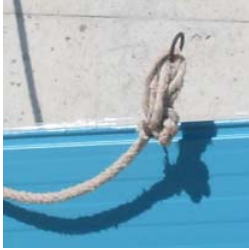
Panel vidası



Yapıştırıcı

Şekil 6.51 : Montajda kullanılan malzemeler (“9” şantiyesi)

Halat, metre, keser, çelik cetvel, matkap, tilki kuyruğu ve spiral motor cephe montajında kullanılan araçlardandır. (Şekil 6.52)



Halat



Metre



Keser



Çelik cetvel



Matkap



Tilki kuyruğu



Spiral motor

Şekil 6.52 : Montajda kullanılan araçlar (“9” şantiyesi)

“9” Şantiyesinin montajı 6 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte 1 ustabaşı, 2 usta ve 3 düz işçi bulunmaktadır. (Şekil 6.53)



Ustabaşı



Usta



Düz işçi

Şekil 6.53 : Montajda çalışan ekip (“9” şantiyesi)

6.9.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Çelik cetvelle pazen üzerinde kesilecek yerin ölçüsü alınıp, spiral motorla kesilmektedir. Üst yüzeydeki koruyucu polietilen folyo çıkarılıp, panel ters çevirilmektedir. Panelin diğer yüzeyi de kesilip, koruyucu folyo çıkarıldıktan sonra, panel montaj yerine işçiler tarafından götürülmektedir. Panelin birleşim kısmına yapıştırıcı sürüldükten sonra, keserle halatın çengeli panele takılmaktadır. El yordamıyla cephedeki yerine taşınan panel, ustalar tarafından, matkapla taşıyıcıya monte edilmektedir. Cephe montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır. Bu işlem yeni panelin halata takılıp yerine götürülmesi ile devam etmektedir. “9” şantiyesinde her panel kesildiği için ve vinç kullanılmadığı için panel montajı uzamaktadır. (Şekil 6. 54)



Panellerin montaj alanına gelmesi



Panel üzerinde kesilecek yerin ölçüsünün alınması ve spiral motorla kesilmesi



Panel üzerindeki koruyucu folyonun çıkarılması



Panelin ters çevirilip, diğer yüzünün kesilmesi



Panelin montaj alanına götürülmesi ve panelin bağlantı yerine yapıştırıcı sürülmesi



Keserle halatın çengelinin panele takılması



Ustaların paneli cepheye taşınması



Ustaların matkapla paneli taşıyıcıya monte etmesi

Şekil 6.54 : Montaj aşamaları (“9” şantiyesi)

6.9.5 Montaja yönelik tespitler

“9” şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajı (5 m2) 10 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 54 adet (270 m2) panelin 540 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Her panel kesildiği için ve vinç kullanılmadığı için panel montajının uzaması

Çizelge 6.9 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“9” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m2’ si
1 panel (1m X 5 m)	1 ustabaşı 2 usta 3 düz işçi	1 halat 2 matkap 1 keser 1 spiral motor 1 tilki kuyruğu	10 dakika	0,5 m2/dak

6.10 Montaj Örneği (10)

Bu aşamada, sandviç panellerin montaj aşamaları yerinde gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

6.10.1 Bina ile ilgili bilgiler

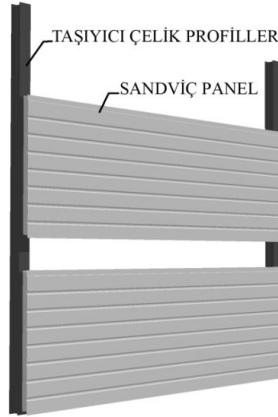
Tekirdağ, Çorlu’ daki kompozit panel üretim fabrikası şantiyesi yerinde ziyaret edilmiştir. Aşağıda, gözlem, anket ve yüz yüze görüşmelerden ortaya çıkan sonuçlar ifade edilmiştir. (Şekil 6.55)



Şekil 6.55 : Kompozit panel üretim fabrikası şantiyesi

6.10.2 Panel bilgileri

Çorlu’ da kompozit panel üretim fabrikası olan “10” Şantiyesinin cephe paneli montajı gözlenmiştir. Panelin üst cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, alt cidarı 0,5 mm boyalı galvanize sac, iç dolgusu ise poliüretandır. Panel boyutları 1000 mm – 10118 mm olup uygulama şekli yataydır. (Şekil 6.56)



Şekil 6.56 : Panel uygulama şekli (“10” şantiyesi)

6.10.3 Montajda kullanılan malzeme, araç ve işçilik bilgileri

Montajda gizli vidalı cephe paneli ve matkap uçlu 12 mm delme kapasiteli panel vidası kullanılmıştır. (Şekil 6.57)



Cephe paneli



Panel vidası

Şekil 6.57 : Montajda kullanılan malzemeler (“10” şantiyesi)

Platform vinç, spiral motor, tilki kuyruğu, keser, fırça, metre, matkap ve halat cephe montajında kullanılan araçlardandır. (Şekil 6.58)



Platform vinç



Spiral motor



Tilki kuyruğu



Keser



Fırça



Metre



Matkap



Halat

Şekil 6.58 : Montajda kullanılan araçlar (“10” şantiyesi)

“10” Şantiyesinin montajı 7 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Ekipte 1 ustabaşı, 3 usta ve 3 düz işçi bulunmaktadır. (Şekil 6. 59)



Ustabaşı



Usta



Düz işçi

Şekil 6.59 : Montajda çalışan ekip (“10” şantiyesi)

6.10.4 Montaj süreci ve aşamaları

Paneller montaj alanına getirilmektedir. Panel üzerindeki koruyucu polietilen folyo sökülüp, panel üzerindeki folyo kalıntıları temizlenmektedir. Panelin kesim yapılacak bölgesi belirlenip, spiral motor ya da tilki kuyruğuyla kesilmektedir. Halatların çengelleri keserle panele takılıp, panel el yordamıyla cepheye taşınmaktadır. Platform vinçte bulunan ustalar, öncelikle paneli yerine yerleştirip, daha sonra matkapla taşıyıcıya monte etmektedir. Bu işlem yeni panelin halata takılıp yerine götürülmesi ve platform vincin yükselmesiyle devam etmektedir. Cephe montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır. “10” şantiyesinde kullanılan platform vinç, cephe panel montajı için çok uygun olsada panellerin el ile yukarı taşınması montaj süresini uzatmaktadır. (Şekil 6.60)



Panellerin montaj alanına gelmesi



Panel üzerindeki folyonun sökülüp panelin temizlenmesi



Panel üzerinde belirlenen kısmın kesilmesi



Panelin cepheye taşınması için, halatların çengellerinin keserle takılması



Panelin cepheye kaldırılması



Platform vinçteki ustaların matkap yardımıyla paneli taşıyıcıya monte etmesi

Şekil 6.60 : Montaj aşamaları (“10” şantiyesi)

6.10.5 Montaja yönelik tespitler

“10” şantiyesinde montaj sırasında yapılan gözlem ve tespitler şunlardır;

- Bir panelin montajı (10,1 m2) 15 dakikada bitirilmesi
- Bir günde ortalama 36 adet (363 m2) panelin 540 dakikada bitirilmesi
- Montaj ekibinin kalifiye işçilerden oluşması
- Paneller cepheye uygun olmadığından kesim yapılması ve panelin cepheye el ile taşınmasının montaj süresini uzatması

Çizelge 6.10 : Montaj genel değerlendirme tablosu (“10” şantiyesi)

Malzeme	İşçilik	Araç	Zaman	Dakikada monte edilen panel m2’ si
1 panel (1m X 10,1 m)	1 ustabaşı 3 usta 3 düz işçi	1 platform vinç 2 matkap 1 keser 1 spiral motor 1 tilki kuyruğu	15 dakika	0,67 m2/dak

Cephelerde kullanılan metal cidarlı panellerin montaj süreçleri yerinde gözlem, anket, fotoğraflama ve yüz yüze görüşme yöntemleriyle belirlenmiş ve analiz edilmiştir. Gözlemlenen montaj süreçlerinden genel olarak şu tespitler yapılmıştır.

Montajda “boyalı galvanize sac dış cidarlı ve poliüretan veya taş yünü dolgulu” sandviç paneller kullanılmıştır. Cephede, montaj için kullanılan malzeme ve araçlar benzerdir. Çatı montajı için farklı malzeme ve araçlarda kullanılmaktadır.

Sandviç panel montajı için çalışan ekip, kalifiye elemanlardan oluşmaktadır.

Montaj süreci için ise sandviç panellerin rasyonel kullanılmadığı söylenebilir. Çatı ve cephede kullanılan panellerin bir kısmının kesilmek zorunda olması, montaj süresini ve işçiliği arttırmakta, ön üretimli yapım sisteminin ekonomik ve hızlı olma özelliğini azaltmaktadır.

Sonuç olarak montaj süresini ve işçiliği azaltmak için bina tasarımının en başta panel boyutları göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir. Montaj süreci, yerinde yapım bir dış cephe ya da çatıya kıyasla, daha hızlıdır. Ayrıca, montajda kullanılan ekip yerinde yapıma göre daha kalifiye elemanlardan oluşmaktadır. İleriye yönelik olarak sandviç panellerin montaj süreçlerinin ayrıntılı tespitlerinin ve analizlerin yapılabilmesi için daha büyük sayıda montaj örneğinin gözlem çalışması yapılması gerekmektedir.

7. ÜRETİM VE MONTAJ SÜREÇLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

7.1 Sandviç Panellerin, Ulusal Araştırmasının Değerlendirilmesi

Sandviç paneller sınıflandırma ölçütleri ve performans özelliklerine göre incelenmiş, Türkiye’ de büyük ölçekli sandviç panel üretimi yapan firmaların panelleri bu kriterlere göre araştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler Çizelge 4.1 ve çizelge 4.2 de tablo halinde sunulmuştur. Çizelgelerden elde edilen verilerle oluşturulan grafikler sonucu aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

7.1.1 Sınıflandırma ölçütlerine göre sandviç panellerin analizi

Malzemelerine göre sandviç panellerin analizi

Alt ve üst dış cidar malzemesi olarak üreticiler, paslanmaz çelik, boyalı galvanize sac, alüminyum, pvc membran ve kraft kağıdı kullanmaktadır. En çok kullanılan alt ve üst dış cidar malzemesi boyalı galvanize sactır.

İç dolgu malzemesi olarak, üretici firmalar, poliüretan, polistren, cam yünü ve taş yünü kullanmaktadır. En çok kullanılan iç dolgu malzemeleri poliüretan ve taş yünüdür.

İncelenen firmalarda üretilen sandviç panellerin faydalı en değerleri 850 mm den 1150 mm’ ye kadar değişen değerlerdedir. En çok kullanılan faydalı en değeri ise 1000 mm’ dir.

Kullanıldığı yere göre sandviç panellerin analizi

İncelenen sandviç panellerin kullanıldığı yere göre dağılımını gösteren grafikte, üreticilerin çatı, cephe ve soğuk oda panelleri ürettiği görülür. Firmalarda en çok üretilen panel tipi çatı panelleridir.

Üretim yöntemlerine göre sandviç panellerin analizi

İç dolgu ve dış cidarın beraber/ ayrı ayrı üretilmesi olarak iki grupta sınıflandırılan üretim yöntemlerine göre grafik oluşturulmuştur. İncelenen üretici firmaların, üretim

yöntemi olarak dış cidar ve iç dolgunun beraber üretilmesi yöntemini kullandığı görülmektedir.

7.1.2 Performans özelliklerine göre sandviç panellerin analizi

Taşıyıcılık ile ilgili özelliklerin analizi

Standart üretimde hadve yüksekliği alt sınır değerleri 32 mm ile 42 mm arasında değişmektedir. Üst sınır değerleri ise 32 mm ile 55 mm arasındadır.

Özel üretimde ise hadve yüksekliği alt ve üst sınır değerleri 32 mm ile 42 mm arasındadır.

İncelenen üretici firmalarda sandviç panel boyları için alt sınır değerleri 1 m ile 3 m arasındadır. Üst sınır değerleri ise 14 m ile 20 m' ye kadar değişmektedir.

Isıl direnç ile ilgili özellikler

İncelenen firmaların katalogları ve internet sitelerinden elde edilen veriler standart üretimde, iç dolgu kalınlığı alt sınırının 26 mm ile 50 mm arasında, üst sınırının ise 100 mm ile 200 mm arasında olduğu tespit edilmiştir.

Özel üretimde ise iç dolgu kalınlığı alt sınır değerleri, 30 mm ile 50 mm arasında, üst sınır değerleri ise 80 mm ile 200 mm arasındadır.

Aksesuar üretimi ile ilgili analiz

Aksesuar üretimi ile ilgili dört yöntem belirlenmiştir. Bunlar, sadece standart aksesuarların üretimi, istek üzerine üretim, standart+istek üzerine üretim, aksesuar üretiminin olmaması şeklinde sınıflandırılabilir. İncelenen firmalarda en çok standart+istek üzerine üretim yöntemi kullanılmaktadır.

Araştırılan ulusal örneklere göre elde edilen verilerde ülkemizde en çok metal dış cidarlı, poliüretan ya da taş yünü dolgulu panellerin üretildiği açıkça görülmektedir. Bu bağlamda, sandviç panel üretimi için “metal cidarlı poliüretan ve taş yünü dolgulu” panellerin üretildiği fabrikalar incelenip, bu tip panellerle yapılan cephe montajları gözlenmiştir.

7.2 Üretim Süreci İle İlgili Değerlendirme

Kullanım yeri açısından bir mimari öge olan sandviç paneller, üretim açısından bir endüstri ürünüdür. Panellerin strüktürü çoğunlukla, aynı temel parçadan oluşur.

Bunlar; ince ve yüksek dayanımlı dış yüzeyler ve kalın fakat hafif olan iç dolgu malzemeleridir. Farklı dış yüzey ve iç dolgu malzemelerini kombine ederek, çok fazla sandviç panel alternatifi çıkabilir (Davies, 2001). Bu çalışmada, piyasa araştırmasından elde edilen verilere dayanılarak, ülkemizde en çok kullanılan metal cidarlı sandviç panellerden cephede kullanılanlar ele alınmıştır. Özellikle bu tip panellerin üretim süreçleri yerinde gözlenmiş, üretimden sorumlu fabrika personeli ile kullanılan malzeme araç ve işçilik, üretim yöntemi ve aşamaları hakkında yüz yüze görüşülmüştür. Ziyaret edilen sandviç panel üreticilerinden, ikisi İstanbul'da diğeri ise Ankara'dadır. Fabrikalardan edinilen gözlem, anket ve yüz yüze görüşme yöntemiyle elde edilen veriler aşağıda aktarılmıştır.

7.2.1 Malzemelerine göre sandviç panel üretimi analizi

Tipik bir sandviç panelin üç katmanı vardır. Yüksek elastiklik modülüne sahip rijit yüzeyler, kesme kuvvetlerini taşıyan daha hafif dolgu malzemeleriyle ayrılır. İlk üretim örneğinde "metal cidarlı, poliüretan dolgulu", ikinci üretim örneğinde "metal cidarlı, polistren-cam yünü ve taş yünü dolgulu", üçüncü üretim örneğinde ise "metal cidarlı, poliüretan dolgulu" sandviç panel üretimi gözlenmiştir.

Ayrıca, ilk fabrikada "çelik, alüminyum ve kraft kağıdı" dış cidarlı, ikinci fabrikada "çelik, paslanmaz çelik, alüminyum ve PVC membran" dış cidarlı, üçüncü firmada ise "çelik, paslanmaz çelik, alüminyum ve PVC membranlı" dış cidarlı sandviç panel üretimi yapılabildiği tespit edilmiştir. Aşağıdaki çizelgede gözlemlenen fabrikalarda kullanılan dış cidar malzemeleri verilmiştir.

Çizelge 7.1 : Kullanılan dış cidar malzemeleri

	Çelik	Paslanmaz çelik	Aliminyum	Bakır	Ahşap	Alçı levha	Lif takviyeli plastik	Betonarme panel	Kraft kağıdı	Plastik -Pvc membran
1. Fabrikada kullanılan dış cidar malzemeleri	✓		✓						✓	
2. Fabrikada kullanılan dış cidar malzemeleri	✓	✓	✓							✓
3. Fabrikada kullanılan dış cidar malzemeleri	✓	✓	✓							✓

Ziyaret edilen fabrikalarda iç dolgu malzemesi olarak, ilk firmada sadece “poliüretan”, ikinci firmada “polistren, cam yünü ve taş yünü”, üçüncü firmada ise “poliüretan, cam yünü ve taş yünü” kullanılmaktadır. Aşağıdaki çizelgede, gözlemlenen fabrikalarda kullanılan iç dolgu malzemeleri verilmiştir.

Çizelge 7.2 : Kullanılan iç dolgu malzemeleri

	Rijit köpük malzeme				İnorganik lifli malzeme		Bal peteği dolgu					Kıatı plastik malzeme polietilen				Kauçuk, lastik	Balsa ağacı	Mantar
	Poliüretan	Polistren	Fenolik köpük	Polisakranüt	Cam yünü	Taş yünü	Polimer	Metal	Seramik	Ahşap	Selülozik (kağıt)							
1.Fabrika	✓																	
2.fabrika		✓			✓	✓												
3.fabrika	✓				✓	✓												

Üretimleri gözlemlenen sandviç panel aksesuarlarının hepsi üretici firmalar tarafından yapılabilmektedir. Her firmanın standart aksesuarları olmakla birlikte, müşteri ihtiyacı doğrultusunda, projeye özel aksesuar üretimi yapılabilmektedir.

7.2.2 Kullanıldığı yere göre sandviç panel analizi

Sandviç paneller yapıda birçok yerde kullanılabilir. Gözlemlenen fabrikalarda üretilen panel tipleri ise “çatı, cephe ve soğuk oda” paneli olarak üç başlık altında toplamak mümkündür. Soğuk oda panellerinin zaten bir cephe paneli olduğu düşünülebilir, fakat genellikle gıda sektöründe kullanıldığı için, bağlantı noktaları, kullanılan dış yüzey malzemesinin hijyen şartları ve ısı yalıtımı ihtiyacı açısından özellik gösteren panellerdir. Ziyaret edilen fabrikaların hepsinde “çatı, cephe ve soğuk oda” panelleri üretilmektedir.

7.2.3 Üretim yöntemine göre sandviç panel analizi

Sandviç panellerin üretiminde farklı üretim metotları kullanılabilir. Geometrik tasarım, temel cidar ve iç dolgu malzemeleri üretilecek miktar ve ürün çeşitliliği gibi faktörler göz önüne alınarak en ekonomik prosedür oluşturulabilir. Prensip olarak sandviç panellerin üretim yöntemi ikiye ayrılabilir. Bunlar, “dış cidar ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip birleştirilmesi” ve “dış cidar ve iç dolgunun beraber üretilmesi” dir. Gözlemlenen fabrikalarda, kullanılan iç dolgu ve dış cidar malzemesine göre kullanılan üretim yöntemi değişmektedir. İlk fabrikada “dış cidar ve iç dolgunun beraber üretilmesi” yöntemi, ikinci fabrikada “dış cidar ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip birleştirilmesi” yöntemi , üçüncü fabrikada ise her iki yöntem de kullanılmaktadır.

Aşağıdaki çizelgede ziyaret edilen fabrikalarda kullanılan üretim yöntemleri verilmiştir.

Çizelge 7.3 : Kullanılan üretim yöntemleri

Üretim yöntemleri	1. Fabrikada kullanılan yöntem	2. Fabrikada kullanılan yöntem	3. Fabrikada kullanılan yöntem
Dış cidar ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip, birleştirilmesi		✓	✓
Dolgu malzemesi ve dış cidarın beraber üretilmesi	✓		✓

7.2.4 Üretim ile ilgili tespitler

Cephede kullanılan metal cidarlı sandviç panellerin üretim süreci yerinde gözlem, anket ve yüz yüze görüşme yöntemiyle belirlenmiş ve analiz edilmiştir. Gözlemlenen panel üretim fabrikalarında genel olarak şu tespitler yapılmıştır.

Fabrikalarda dış cidar malzemesi olarak, çelik, paslanmaz çelik, alüminyum, kraft kağıdı ve PVC membran, iç dolgu malzemesi olarak ise poliüretani polistren, cam yünü ve taş yünü kullanılmaktadır.

Üretilen sandviç panel tipleri, kullanıldığı yere göre, “çatı, cephe, soğuk oda” panelleri olarak üç başlık altında toplanabilir.

Fabrikalarda gözlemlenen üretim yöntemi ise, kullanılan malzemeye göre farklılık göstermektedir. İç dolgu olarak sadece poliüretan kullanan ilk fabrikada “dış cidar ve iç dolgunun beraber üretilmesi” yöntemini kullanmaktadır. İç dolgu olarak, mineral yün ve polistren malzemeleri kullanan ikinci fabrikada ise, “dış cidar ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip birleştirilmesi” yöntemini kullanmaktadır. İç dolgu olarak poliüretan, cam yünü ve taş yünü kullanan üçüncü fabrika ise her iki yöntemi de kullanmaktadır.

Ayrıca ziyaret edilen fabrikalarda şu tespitler yapılmıştır.

- Hammaddeden kaynaklanan sorunların çıkabilmesi
- Sacın dalgalı gelmesi
- Sacın istenilen ölçüde çıkmaması
- İç dolgu yoğunluklarının istenilen ölçüde çıkamaması
- Boya kalınlığının istenilen ölçüde olmaması
- Ankara’da şehir dışında bulunan fabrikanın kalifiye eleman sıkıntısı çekmesi, istanbul’da bulunan fabrikaların böyle bir probleminin olmaması

Çalışmada Türkiye’de sandviç panel üretimi yapan üç firma yerinde ziyaret edilmiştir. Fabrikalar, piyasa araştırmasında elde edilen verilere göre, Türkiye’de en çok kullanılan “metal cidarlı ve poliüretan, polistren, cam yünü ve taş yünü iç dolgulu” panellerin üretim sürecini gözlemleyebilmeyi amaçlayarak seçilmiştir. Yapılan tespitlerde, hammaddeden kaynaklanan problemlerin sık kontrollerle, kalifiye eleman sıkıntılarının ise eğitim ve uygun ücret politikalarıyla çözülebileceği

görülür. Sonuç olarak sandviç panellerin, yerinde yapım bir çatı ya da dış duvara göre, bir mimari öge haline gelene kadarki kalite kontrolünün daha ayrıntılı olduğu görülmüştür. İleriye yönelik olarak, sandviç panellerin üretim süreçlerinin ayrıntılı tespit ve analizlerinin yapılabilmesi için daha büyük sayıda örneğin gözlem çalışması yapılması gerektiği söylenebilir.

7.3 Montaj İle İlgili Değerlendirme

Yapım sistemleri, endüstrileşmede aşama sırası açısından “İlkel, Geleneksel ve Endüstrileşmiş yapım sistemleri” olarak üç ana sistemde sınıflandırılabilir. Ön üretimli yapı elemanları olarak sandviç panellere bakıldığında, bir endüstrileşmiş yapım sistemi elemanı olduğu görülür. Endüstrileşmiş yapım sistemlerini ise “Geliştirilmiş geleneksel, Monolitik ve hazır bileşenlerle dayanan yapım sistemleri” olarak sınıflandırabiliriz. Alanları iki metrekareden daha büyük olan, yapı yerine bitmiş, kaplanmış olarak gönderilen, üretiminde ve yerine yerleştirilmesinde karmaşık ve ağır mekanik donatım gerektiren hazır bileşenlerin çoğunlukla kullanıldığı yapım sistemleri “hazır bileşenlere dayanan endüstrileşmiş yapım sistemi” olarak tanımlanmaktadır. Fabrikada üretilmesi, yapı yerine montaja hazır şekilde gelmesi, yerine yerleştirmek için kalifiye elemanlar gerektirmesi açısından sandviç panelleri “hazır bileşenlere dayanan endüstrileşmiş yapım sistemi” olarak tanımlama yapabiliriz. (Eser, 1977)

Ön üretimli bileşenlerin üretiminde açık sistem ve kapalı sistem olmak üzere iki farklı sistem kullanılmaktadır

Yapım sisteminin kapalı veya açık olması açısından sınıflandırdığımızda sandviç panellerin “açık sistemler” olduğu görülür. “Açık sistem” her tasarımda bileşenlerin bağımsız olarak kullanılmasını amaçlar. Açık sistemleri “teknik açık” ve “ekonomik açık” olarak ikiye ayrılabilir. Sandviç paneller geometrik biçim boyutsal ilişkileri kurularak düzenlenmiş bir dizi bileşenlerden oluşur ve bu bileşenlerin kullanılışı tek bir sistemle sınırlanmazlar. Bu açıdan sandviç panelleri “teknik açık” sistemler olarak sınıflandırabiliriz.

Bu çalışmada ülkemizde en çok kullanılan metal cidarlı sandviç panellerden cephede kullanılanlar ele alınmıştır. Üretimleri yerinde ziyaret edilmiş ve son olarak

montajları da şantiyede gözlenmiş, fotoğraflanmış, yüz yüze yapılan görüşme ve anket sonuçları değerlendirilmiştir.

Sandviç panellerin montajı incelenirken; kullanılan panelin dış cidar ve iç dolgu malzemeleri, montajda kullanılan araç-malzeme ve işçilik, montaj aşamaları ve montaj süresi gibi kriterler belirlenmiştir.

7.3.1 Malzemelerine göre sandviç panel analizi

Dış cidar malzemesi olarak, tüm montajlarda boyalı galvenize sac kullanılmıştır. İç dolgu malzemesi olarak, taşıyıcı ve poliüretan kullanılmıştır.

7.3.2 Montajda kullanılan malzeme araç ve işçiliğe göre analiz

Sandviç panel, 12 mm delme kapasiteli panel vidası, silikon, betofaz vida, çekirme vida ve bant montajlarda kullanılan malzemelerdir.

Tilki kuyruğu, spiral motor, matkap, iskele, terazi, keser, metre, tekerlekli vinç, calaskar, fırça, eldiven, güvenlik kemeri, baret, çelik burunlu ayakkabı, sepetli vinç, silikon tabancası, asansör motoru, halat, merdiven, balyoz, çelik cetvel, platform vinç montajlarda kullanılan araçlardandır.

Montajlarda en az 5, en fazla 8 kişilik ekipler çalışmaktadır.

7.3.3 Montaj süresi ve montaj aşamalarına göre analiz

Montaj süresi 0,50 m²/dakika ile 1,25 m²/dakika arasında değişmektedir. Montaj hızı, panel üzerinde kesim yapılması, vinç kullanımı, cephe uzunluğu, ekip sayısı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Sandviç panel montajı cepheye yatay ya da dikey olarak yapılmaktadır. İncelenen montajlarda çoğunlukla yatay montaj yapıldığı görülmektedir.

Sandviç panel montaj aşamaları, panellerin montaj alanına getirilmesi ile başlamaktadır. Koruyucu folyoları sökülen paneller (duruma göre kesilip), düşey taşıma araçları ile cepheye götürülmektedir. Paneller ustalar tarafından taşıyıcıya matkap ile sabitlenmektedir. Tüm cephe panellerinin montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır.

7.3.4 Montaj ile ilgili tespitler

Cephelerde kullanılan metal cidarlı panellerin montaj süreçleri yerinde gözlem, anket, fotoğraflama ve yüz yüze görüşme yöntemleriyle belirlenmiş ve analiz edilmiştir. Gözlemlenen montaj süreçlerinden genel olarak şu tespitler yapılmıştır.

Montajda “boyalı galvanize sac dış cidarlı ve poliüretan veya taş yünü dolgulu” sandviç paneller kullanılmıştır. Cephede, montaj için kullanılan malzeme ve araçlar benzerdir.

Sandviç panel montajı için çalışan ekip, kalifiye elemanlardan oluşmaktadır.

Montaj süreci için ise sandviç panellerin rasyonel kullanılmadığı söylenebilir. Çatı ve cephede kullanılan panellerin bir kısmının kesilmek zorunda olması, montaj süresini ve işçiliği arttırmakta, ön üretimli yapım sisteminin ekonomik ve hızlı olma özelliğini azaltmaktadır.

Sonuç olarak montaj süresini ve işçiliği azaltmak için bina tasarımının en başta panel boyutları göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir. Montaj süreci, yerinde yapım bir dış cephe ya da çatıya kıyasla, daha hızlıdır. Ayrıca, montajda kullanılan ekip yerinde yapıma göre daha kalifiye elemanlardan oluşmaktadır. İleriye yönelik olarak sandviç panellerin montaj süreçlerinin ayrıntılı tespitlerinin ve analizlerin yapılabilmesi için daha büyük sayıda montaj örneğinin gözlem çalışması yapılması gerekmektedir.

8. SONUÇ

Dünyada giderek yükselen insan nüfusu, barınma ve yapı ihtiyacını arttırmaktadır. Kaynakların sınırlı oluşu, yapı üretiminin daha etkin hale getirilmesini zorunlu kılar. Çoğunlukla kullanılan yerel ve geleneksel sistemler, yapı maliyetini arttırmakta ve üretim süresini uzatmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, endüstrileşmiş yapım sistemi elemanı olan sandviç panellerin üretimi ve montajı ile ilgili durum tespitinin yapılmasıdır. Bir mimari öge olan sandviç panellerden ülkemizde sıkça kullanılan “metal cidarlı” olanların, üretimi ve montajı incelenmiştir.

Ülkemizde üretilen ve kullanılan “metal cidarlı” sandviç panelleri araştırırken izlenen yöntem iki aşamalıdır. İlk aşamada sandviç paneller ile ilgili literatür araştırması yapılmış, üretici firmalara ait internet verileri ve üretici firmalardan elde edilen bilgiler ile, ülkemizde üretilen panel tipleri, belirlenen ölçütler göre incelenmiştir. Araştırmada belirlenen ölçütler; panel üretiminde kullanılan malzemeler (Alt ve üst cidar malzemeleri, panel uzunlukları, hadve sayısı, iç dolgu malzemeleri ve kalınlıkları) panellerin kullanıldıkları yerler, üretim yöntemleri, taşıyıcılık (standart ve özel üretim için hadve yüksekliği alt/üst sınırları, sandviç panel boyu), ısı direnç (standart ve özel üretim için, iç dolgu malzeme cinsi ve kalınlığı), ve görsel etki için kullanılabilen renk seçenekleridir. İncelenen firmaların ürettiği paneller, yukarıda belirlenen özelliklere göre araştırılmış ve elde edilen veriler çizelgelere aktarılmıştır. Çizelgelerden elde edilen bilgilerle de grafikler oluşturulmuştur. İkinci aşamada ise; piyasa araştırmasının sonucunda belirlenen metal cidarlı sandviç cephe panellerin fabrikada üretimi ve şantiyede montajı yerinde gözlem, kontrol listesi ve yüz yüze görüşmelerle analiz edilip, bunlar ile ilgili tespitler yapılmıştır. Sandviç panel üretimini gözlemlemek için ziyaret edilen firmalarda üretim ile ilgilenen mühendislerle kontrol listeleri doldurulmuş ve yüz yüze görüşülmüştür. Sandviç panel üretim yerleri gözlemlenirken; üretimde kullanılan cidar ve iç dolgu malzemeleri özellikleri, üretimde kullanılan araç ve makineler, üretim yöntemi, aksesuar üretimi, depolama, üretim süreci gibi kriterler

belirlenmiştir. Gözlenmelenen sandviç panel üretim fabrikaları bu özellikler doğrultusunda analiz edilmiştir. Elde edilen bilgiler sonucunda çeşitli tespitler yapılmıştır. Sandviç panellerin montajını gözlemlemek için, şantiyeler yerinde ziyaret edilmiş, montaj süreçleri fotoğraflanmış, montajı kontrol eden mühendisler ve montajı yapan ustalar ile görüşülmüştür. Sandviç panel montajları gözlemlenirken, kullanılan panelin cidar ve iç dolgu malzeme özellikleri, montaj şekli, montajda kullanılan araç-malzeme ve işçilik, montaj aşamaları ve montaj süresi incelenmiştir. Montaj sürecinden toplanan bilgiler sonucunda analiz ve tespitler yapılmıştır.

Türkiye de üretilen sandviç panellerin araştırması ile ilgili tespitler

Türkiye’de, sandviç panel üretimi yapan firmaların panelleri, belirlenen sınıflandırma ölçütleri ve performans özelliklerine göre incelenmiştir. Çizelge 4.1 ve 4.2’de sunulan bilgiler ışığında yapılan tespitler şunlardır:

- Alt ve üst dış cidar malzemesi olarak en çok boyalı galvanize sac kullanılmaktadır.
- İç dolgu malzemesi olarak çoğunlukla poliüretan ve taşıyünü kullanılmaktadır.
- İncelenen sandviç panellerde en çok kullanılan panel en değeri 1 m’dir.
- Kullanıldığı yere göre paneller incelendiğinde, üreticilerin çoğunlukla çatı ve cephe panelleri ürettiği görülmektedir.
- İncelenen üretici firmalar, üretim yöntemi olarak dış cidar ve iç dolgunun beraber üretimi” yöntemini kullanmaktadır.
- Hadve yüksekliği alt sınırı 0,032 m ile 0,042 m, üst sınırı ise 0,032 m ile 0,055 m arasındadır.
- Sandviç panel boyu için alt sınır 1 m ile 3 m, üst sınır 14 m ile 20 m arasındadır.
- İç dolgu kalınlığı için alt sınır 0,026 m ile 0,050 m, üst sınır ise 0,10 m ile 0,20 m arasındadır.
- Aksesuar üretiminde firmalar hem standart aksesuarlar yapmakta hem de istek üzerine üretim yapmaktadırlar.

Sandviç panellerin üretimi ile ilgili tespitler:

Sandviç panel üretimi için; İstanbul, Ankara ve Kocaeli’ de olmak üzere üç adet üretim tesisi gözlemlenmiştir. Sandviç panel üretim yerleri gözlenirken üretimde kullanılan dış cidar ve iç dolgu malzemeleri, üretilen panel tipleri, aksesuar üretimi, üretim yöntemleri gibi ölçütler belirlenmiştir. Sandviç panel üretim fabrikaları bu özellikler doğrultusunda analiz edilmiştir. Elde edilen bilgiler sonucunda yapılan tespitler şunlardır:

- Panel montajı için gereken tüm aksesuarlar, üreticiler tarafından yapılabilmektedir.
- İncelenen fabrikalarda üretilen panel tipleri “çatı, cephe ve soğuk hava deposu” panelleridir.
- Üretim yöntemi olarak firmalar, kullanılan iç dolgu malzemesine bağlı olarak “dış cidar ve iç dolgunun ayrı ayrı üretilip birleştirilmesi / dış cidar ve iç dolgunun beraber üretilmesi” yöntemlerinden her ikisini de kullanmaktadırlar.

Sandviç panellerin montajı ile ilgili tespitler:

Sandviç panel montajı için; İstanbul, Tekirdağ, Adapazarı, Kocaeli ve Ankara’ da olmak üzere on adet cephe montajı gözlemlenmiştir. Sandviç panellerin montajı incelenirken; kullanılan panelin dış cidar ve iç dolgu malzemeleri, montajda kullanılan araç-malzeme ve işçilik, montaj aşamaları ve montaj süresi gibi kriterler belirlenmiştir. Bu özellikler doğrultusunda analiz edilen “montaj süreci” nde yapılan tespitler şunlardır:

- Sandviç panel, 12 mm delme kapasiteli panel vidası, silikon, betofaz vida, çekirme vida ve bant montajlarda kullanılan malzemelerdir.
- Tilki kuyruğu, spiral motor, matkap, iskele, terazı, keser, metre, tekerlekli vinç, calaskar, fırça, eldiven, güvenlik kemeri, baret, çelik burunlu ayakkabı, sepetli vinç, silikon tabancası, asansör motoru, halat, merdiven, balyoz, çelik cetvel, platform vinç montajlarda kullanılan araçlardandır.
- Montajlarda en az 5, en fazla 8 kişilik ekipler çalışmaktadır.

- Montaj süresi 0,50 m2/dakika ile 1,25 m2/dakika arasında değişmektedir. Montaj hızı, panel üzerinde kesim yapılması, vinç kullanımı, cephe uzunluğu, ekip sayısı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.
- Sandviç panel montajı cepheye yatay ya da dikey olarak yapılmaktadır. İncelenen montajlarda çoğunlukla yatay montaj yapıldığı görülmektedir.
- Sandviç panel montaj aşamaları, panellerin montaj alanına getirilmesi ile başlamaktadır. Koruyucu folyoları sökülen paneller (duruma göre kesilip), düşey taşıma araçları ile cepheye götürülmektedir. Paneller ustalar tarafından taşıyıcıya matkap ile sabitlenmektedir. Tüm cephe panellerinin montajı bittikten sonra aksesuarlar takılmaktadır.

Sonuç olarak, sandviç paneller ile ilgili yapılan ulusal araştırmada, büyük ölçekli üretim yapan firmaların en çok “metal cidarlı”, “poliüretan ve taşıyıcı” iç dolgu paneller ürettiği tespit edilmiştir. Gözlemlenen fabrikalarda sandviç panellerin yerinde yapım, çatı ya da dış duvara göre, bir mimari öge haline gelene kadar ki kalite kontrolünün daha ayrıntılı olduğu görülmüştür. İncelenen montajlarda, dış cidar malzemesi olarak boyalı galvenize sac, iç dolgu malzemesi olarak taşıyıcı ve poliüretan kullanılmaktadır. Sandviç panel montajını yapan ekipler kalifiye elemanlardan oluşmaktadır. Montajların çoğunda panel kesimi yapılmaktadır. Montaj hızını önemli ölçüde etkileyen bu uygulama yüzünden, işçilik ve maliyet artmaktadır. Montaj hızını, şantiyede kullanılan düşey taşıma aracı, cephe uzunluğu ve ekip sayısı da etkilemektedir. Ancak, sandviç panellerden en iyi verimi almak için, mimari projenin sandviç panel boyutları göz önüne alınarak tasarlanması, üretici firmaya panel siparişi verilmeden panel boyutlarının kontrol edilmesi, projeye uygun düşey taşıma aracı seçilmesi, projeye uygun dış cidar ve iç dolgu malzemesi seçilmesi gerekmektedir. Endüstrileşmiş yapım sistemi elemanı olarak sandviç panellerin etkin kullanımı için bu faktörler göz önüne alınmalı, ön üretimli yapı elemanı olan sandviç panellerin “montaj hızı, yapı kalitesini arttırması, malzeme kaybını azaltması” gibi avantajları korunmalıdır.

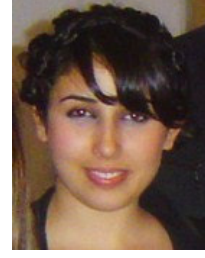
KAYNAKLAR

- Akman, S.**, 1987: Yapı Malzemeleri, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul
- Blachere, G.**, 1973: A reasoned introduction to the work of standardization for the development of the use of components and for the open system.
- Buffo, E., S.**, 1971: Basic Production Management, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Davies J.M.**, 2001: Lightweight Sandwich Construction: Blackwell Science, Londra.
- Davidson, C.H.**, 1990: Open Industrialization: Technical and Organizational Prerequisites. Stuttgart
- De Troyer, F.**, 1981: How to overcome the information gap between the producers of concrete elements and the designers of housing: In proceeding of the international Symposium on Organisation, Dublin.
- De Troyer, F.**, 1995: Open Industrialization in building, definition of objectives, concepts and the role of dimensional co-ordination. CIB W24 Meeting, Helsinki
- De Troyer, F.**, 1995: Principles of modular co-ordination in building. Draft for revision by IMG/CIB W24. Belgium.
- Diamant, R.M.E.**, 1964: Industrialised Building (50 International Methods): Iliffe Books Ltd., London.
- Ekinci, C.E.**, 2003: Bordo Kitap:Yapı ve Tasarımcının İnşaat El Kitabı, Nobel Basımevi, Ankara
- Eser, L.**, 1977: Geleneksel ve Gelişmiş Geleneksel Yapı İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- Eser, L.**, 1981: Yerinde Yapım, Endüstrileşmiş Yapı, İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- Eser, L.**, 1982: Ön Yapım, Endüstrileşmiş Yapı, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- Eriç, M.**, 1978: Yapı malzemeleri, Kazmaz Matbaası Cağaloğlu-İstanbul
- Ersoy, H. Y.**, 2001: Kompozit Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul
- Grenstedt J.L.**, 2005: New Concepts for Sandwich Structures: Springer, Netherlands.
- Güney, F.**, 2009. Kişisel Görüşme (Nuh panel üretim müdürü)
- Kaya, İ.**, 2009. Kişisel Görüşme (Panelsan fabrika müdürü)
- Lyons, A.**, 2004: Materials for Architects and Builders, Elsevier Butterworth Heinemann, Oxford UK.

- Mercan, E.**, 2009. Kişisel Görüşme (Assan panel üretim mühendisi)
- Morley, M.**, 2000: Structural Insulated Panels, The taunton Press, Newtown, USA
- Onaran, K.**, 1997: Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Oral, G., Altun, C., Manioğlu, G.**, 2005: Binalarda Isı Yalıtımı ve Nem Kontrolü - TMMOB Makina mühendisleri odası-Yalıtım, Ezgi Matbaacılık, İstanbul
- Özer, M.**, 1982: Yapılarda Isı-Su Yalıtımları, Özer Yayınları, İstanbul.
- Özkan, E.**, 1976: Yapım Sistemleri'nin Seçimi İçin Bir Yöntem, K.T.Ü. Rektörlüğü Baskı Atölyesi, Trabzon.
- Russell, B.**, 1981: Building systems, industrialization, and architecture. Norwich, England.
- Sarja, A.**, 2001: Open and Industrialised Building: E&FN Spon, London and New York.
- Sarja, A., Hannus, M.**, 1995: Modular systematics for the industrialized building. VVT Publications. Finland.
- Schmid, Thomas, Testa, Carlo.**, 1969: System Building-Bauen mit Systemen- Constructions modularizes Zürich, Artemis.
- Tekin, Ç. C., Bulut, Ü.**, 2008: Durability of Sandwich Panels,-Durability of Building Materials and Components Conference-, Cenkler Matbaacılık, İstanbul
- Thomsen O.T., Bozhevolnaya E., Lyckegaard A.**, 2005: Sandwich Structures 7 – Advancing with Sandwich Structures and Materials', Springer, Aalborg.
- Toydemir N., Gürdal E., Tanaçan L.**, 2000: Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul
- Türkçü, Ç.**, 2004: Yapım, Birsen Yayınları, İstanbul.
- Url-1** <<http://www.aluform.com.tr>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-2** <<http://www.assanpanel.com.tr>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-3** <<http://www.izocam.com.tr>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-4** <<http://www.izopoli.com.tr>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-5** <<http://www.nuhpanel.com.tr>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-6** <<http://www.panelsan.com.tr>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-6** <<http://www.atermit.com>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-7** <<http://www.teknopanel.com.tr>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-8** <<http://www.gcsmetal.com>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-9** <<http://www.thermapan.com>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-10** <<http://www.pasificpanels.com>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-11** <<http://www.hunterdouglascontract.com>>, alındığı tarih 05.05.2010.
- Url-12** <<http://www.yapikatalogu.com>>, alındığı tarih 05.05.2010.

- Vinson J.R.**, 2005: Sandwich Structures: Past, Present, and Future: Springer, Netherlands.
- Wachsmann, K.** 1961 "The Turning Point of Building Structure and Design: Reinhold Pub. Co., New York.
- Warzawski, A.**, 1990: Industrialization and Robotics in Building. A Managerial Approach. National Building Research Institute Technion-Israel Institute of Technology. New York

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Nurşah Serter

Doğum Yeri ve Tarihi: Erzincan 10/07/1984

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi

Yayın Listesi:

- Altun C., Serter N., 2010: Çatılarda ve Cephelerde Kullanılan Sandviç Paneller İle İlgili Üretim ve Montaj Aşamaları. *5. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu* – 15-16 Nisan, 2010 İzmir, Türkiye.