

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT KALIP MALZEMELERİNİN FİZİKSEL VE
MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif ÇALIŞKAN

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet Celal APAY

Haziran 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT KALIP MALZEMELERİNİN FİZİKSEL VE
MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

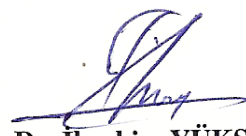
Elif ÇALIŞKAN

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Bu tez 02/ 06 /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Ahmet Celal APAY

Jüri Başkanı


Doç. Dr. İbrahim YÜKSEL

Üye


Yrd. Doç Dr. Mansur
SÜMER

Üye

TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanması sırasında bana her türlü desteği veren danıőman hocam sayın Prof. Dr. Ahmet Celal APAY' a, görüőlerini benimle paylaşan Arő. Gör. Tahir AKGÜL' e ve tüm bölüm hocalarıma teőekkürü bir borç bilirim. Desteklerinden dolayı arkadaşım Nesrin ÇIKRIKÇIOğLU' na, her zaman manevi katkı ve anlayıő gösteren eőim Eyüp ÇALIŞKAN' a ve desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Ayrıca deneysel çalışmalarda yardımlarını esirgemeyen Bayraktar Zemin Etüt çalıőanlarına, tez çalıőmalarımda maddi destek sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Komisyonu Başkanlığına teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xvi
ÖZET.....	xviii
SUMMARY.....	xix
BÖLÜM 1.....	20
GİRİŞ.....	20
1.1. Kalıp.....	21
1.2. Kalıpların Başlıca Görevleri.....	22
1.3. Kalıptan Beklenen Genel Özellikler.....	22
1.4. Kalıba Etkiyen Yükler.....	22
1.4.1. Düşey yükler.....	22
1.4.2. Yanal yükler.....	23
1.4.3. Özel yükler.....	24
1.5. Kalıp Çeşitleri.....	25
BÖLÜM 2. MODERN KALIP SİSTEMLERİ.....	27
2.1. Takılır Sökülür Kalıplar.....	28
2.1.1. Düşey elemanların yapımında kullanılan takılır sökülür Kalıplar.....	28
2.1.1.1.Perde kalıpları.....	29
2.1.1.2.Kolon kalıpları.....	40
2.1.2. Yatay taşıyıcı elemanların yapımında kullanılan kalıplar.....	45

2.1.2.1.Kiriş kalıpları.....	45
2.1.2.2.Döşeme kalıpları.....	47
2.2. Tünel Kalıplar.....	56
2.2.1. Tarihçesi.....	56
2.2.2. Tünel kalıp sisteminin yapım aşamaları.....	57
2.2.3. Tünel kalıp sisteminin kalıp elemanları.....	57
2.2.4. Tünel kalıp sistemlerinin boyutları.....	58
2.2.5. Tünel kalıp sisteminin statik özellikleri.....	59
2.2.6. Tünel kalıpta boyutsal olanaklar ve farklı yapı boyutlarına Uyum.....	60
2.2.7. Tünel kalıp sistemlerin yapım yöntemleri.....	62
2.2.7.1. Tesisat çözümü.....	62
2.2.7.2. Kapı pencere boşluklarının açılması.....	62
2.2.7.3. Tünel kalıplı yapılarda bodrum katın yapımı.....	62
2.2.7.4. Tünel kalıplarda izolasyon.....	63
2.2.8. Tünel kalıbın sağladığı yararlar.....	63
2.2.9. Tünel kalıbın sınıflandırılması.....	65
2.2.9.1. Tam tünel kalıplar.....	65
2.2.9.2. Yarım tünel kalıplar.....	67
2.2.10. Tünel kalıpla tasarım yapılırken dikkat edilecek noktalar....	68
2.2.11. Tünel kalıpları kuruluş şekilleri.....	69
2.2.12. Geleneksel yöntemlerle tünel kalıp sisteminin imalatının karşılaştırılması.....	70
2.2.12.1. İnşaat süresi.....	70
2.2.12.2. İmalat çeşitlerinin azaltılması.....	71
2.2.12.3. Malzeme tasarrufu.....	71
2.2.12.4. Kalite.....	72
2.2.12.5. Maliyet.....	72
2.2.12.6. Faydalı alan.....	73
2.3. Kayar Kalıplar.....	73
2.3.1. Kayar kalıp tanımı	73
2.3.2. Kayar kalıbı oluşturan baslıca elemanlar.....	75
2.3.2.1. Sehpa iskelesi.....	76

2.3.2.2. Kaldırma elemanları.....	76
2.3.2.3. Çalışma platformları.....	76
2.3.2.4. Tesisat şebekeleri.....	77
2.3.3. Kayar kalıplarda dikkat edilecek unsurlar.....	77
2.3.4. Sistemin avantajları.....	77
2.3.5. Sistemin dezavantajları.....	78
2.4. Tırmanır Kalıplar.....	78
2.4.1. Elle tırmanır kalıp sistemleri.....	79
2.4.2. Vinçle tırmanır kalıplar.....	80
2.4.3. Hidrolik tırmanır kalıplar.....	82
2.5. Kayar Kalıplar ve Tırmanır Kalıpların Farkları.....	83
2.6. Kalıbın Sökülmesi.....	83
2.7. Kalıbın Hazırlanmasında ve Kurulmasında Sökülmesinde Dikkat Edilecekler.....	84
2.8. Kalıp Elemanları.....	85
2.8.1. Kalıp yüzeyi.....	85
2.8.1.1. Prese (sunta) plaklar.....	85
2.8.1.2. Çelik kalıp yüzeyleri.....	88
2.8.1.3. Saç kalıp yüzeyleri.....	89
2.8.1.4. Alüminyum kalıp yüzeyleri.....	89
2.8.1.5. Diğer kalıp yüzeyleri (reçine ve plastik esaslı kalıp yüzeyleri).....	89
2.8.2. Kalıp taşıyıcıları.....	91
2.8.2.1. Dikmeler.....	91
2.8.2.2. Payandalar.....	92
2.8.3. Bağlantı elemanları.....	94
2.8.3.1. Kuşaklar.....	94
2.8.3.2. Kelepçeler.....	95
2.8.3.3. Gergi Bulonları.....	95
BÖLÜM 3. POLİMER İNŞAAT KALIP SİSTEMLERİ	96
3.1. Pladeck Nedir?.....	96
3.2. Pladeck Avantajları.....	97

3.3. Pladeck Ana Profiller.....	101
3.4. Pladeck Yardımcı Profiller.....	102
3.5. Üretim Ve Paketleme.....	103
3.6. Malzeme İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	104
3.6.1. Sonuçlar.....	112
BÖLÜM 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	114
4.1. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi.....	114
4.1.1. Çekme deneyi.....	114
4.1.1.1. Çekme deneyinde kullanılan makine ve ekipmanlar....	115
4.1.1.2. Deneyin yapılışı.....	117
4.1.1.3. Çekme deney numunelerinin hazırlanması.....	117
4.1.2. Eğilme deneyi.....	121
4.1.2.1. Eğilme deneyinde kullanılan makine ve ekipmanlar....	121
4.1.2.2. Deneyin yapılışı.....	122
4.1.2.3. Eğilme deneyi numunelerinin hazırlanması.....	122
4.1.3. Deney numunelerinin hazırlanmasında dikkat edilecek Hususlar.....	125
4.2. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi.....	125
4.2.1. Su emme deneyi.....	125
4.2.1.1. Deneyin yapılışı.....	126
4.2.1.2. Su emme deneyi numunelerinin hazırlanması.....	126
4.2.2. Kapilerite (Kılcal Su Emme) Deneyi.....	127
4.2.2.1. Deneyin yapılışı.....	127
4.2.2.2. Kapilerite deneyi numunelerinin hazırlanması	128
4.2.3. Deneylerde kullanılan makine ve ekipmanlar.....	128
BÖLÜM 5. DENEYLERİN YAPILMASI VE SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	131
5.1. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi.....	131
5.1.1. Çekme deneyi.....	131
5.1.1.1. Ahşap kalıp çekme deneyi.....	131
5.1.1.2. Plywood kalıp çekme deneyi.....	134

5.1.1.3. Pladeck kalıp çekme deneyi (2mm).....	138
5.1.1.4. Pladeck kalıp çekme deneyi (4mm).....	142
5.1.2. Eğilme Deneyi.....	146
5.1.2.1. Ahşap kalıp eğilme deneyi.....	146
5.1.2.2. Plywood kalıp eğilme deneyi.....	148
5.1.2.3. Pladeck kalıp eğilme deneyi (2mm).....	151
5.1.2.4. Pladeck kalıp eğilme deneyi (4mm).....	154
5.2. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi.....	158
5.2.1. Su emme deneyi.....	158
5.2.2. Kapilerite deneyi.....	165
BÖLÜM 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	172
6.1. Mekanik Özellikler.....	172
6.2. Fiziksel Özellikler.....	175
KAYNAKLAR.....	181
ÖZGEÇMİŞ	183

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

R	: Yanal basınç
T	: Beton döküm hızı
H	: Kıyas alınan bir noktanın üzerinde kalan yeni betonun yüksekliği
σ	: Gerilme
P	: Yük
A	: Kesit alanı
ϵ	: Birim deformasyon
L	: İlk boy
Sa	: Ağırlık olarak su emme
P2	: Su emdirilmiş ağırlık
P1	: Kuru ağırlık
Sh	: Hacim olarak su emme
Δ	: Birim hacim ağırlık
Mak.	: Maksimum
Min.	: Minimum

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Kaba inşaatta maliyet oranları.....	21
Şekil 2.1.	Çerçeve kalıpları.....	30
Şekil 2.2.	Çelik çerçevesiz çelik yüzeyli kalıplar.....	32
Şekil 2.3.	Çerçeve sistemlere örnek.....	33
Şekil 2.4.	Sık kirişli büyük yüzeyli pano.....	34
Şekil 2.5.	Plywood uyumlu perde kalıbı.....	35
Şekil 2.6.	Büyük yüzeyli sık kirişli perde kalıbı.....	35
Şekil 2.7.	Endüstriyel ahşap kirişlerin birleşim elemanları ile eklenmesi....	36
Şekil 2.8.	Ahşap kirişleri kesitleri, dolu gövdeli, kafes kiriş, delikli.....	37
Şekil 2.9.	Sık kirişli duvar kalıplarının kuruluş şekilleri.....	38
Şekil 2.10.	Eğrisel ve açılı perde kalıbı planı	39
Şekil 2.11.	Ayarlı dairesel perde kalıbı.....	39
Şekil 2.12.	Ayarlı çelik kolon kalıbı.....	41
Şekil 2.13.	Modüler pano kolon kalıpları ve üstünde çalışma platformu	41
Şekil 2.14.	Çelik kolon kalıpları.....	42
Şekil 2.15.	Ayarlanabilir çerçeve kalıp planı.....	43
Şekil 2.16.	Kolon büyüklüğü sabit.....	43
Şekil 2.17.	Kolon büyüklüğü ayarlanabilir.....	44
Şekil 2.18.	Farklı kesitteki kolonların ahşap negatifler yardımıyla kalıplanması.....	44
Şekil 2.19.	Çerçeve kalıplarla kiriş oluşturulması.....	46
Şekil 2.20.	Endüstriyel ahşapla oluşturulmuş kiriş kalıpları	47
Şekil 2.21.	Dolu gövdeli kirişle döşeme sistemi.....	48
Şekil 2.22.	Kafes kirişli döşeme	49
Şekil 2.23.	Masa kalıp ve elemanları.....	51
Şekil 2.24.	Masa kalıbın çıkartılması	53

Şekil 2.25.	Çekmece kalıplarda konsol detayı	55
Şekil 2.26.	Tünel kalıp elemanları.....	58
Şekil 2.27.	Tünel kalıp elemanları.....	58
Şekil 2.28.	Tünel kalıplarda ek elemanların sağladığı olanaklar.....	61
Şekil 2.29.	Tam tünel kalıp elemanlarının oluşturduğu kalıp birimleri.....	66
Şekil 2.30.	Tam tünel kalıp.....	67
Şekil 2.31.	Tünel kalıp sistemi deprem konutları Gölcük.....	67
Şekil 2.32.	Yarım tünel kalıp elemanları	68
Şekil 2.33.	Kayar kalıp sematik çizimi	74
Şekil 2.34.	Tırmanır kalıp çizimler.....	80
Şekil 2.35.	Hidrolik tırmanır kalıpların çalışma şekli.....	82
Şekil 2.36.	Teleskopik dikmeler, düz, düşer, standart U, uzun U, dört yollu .	92
Şekil 2.37.	Üstte dört yollu ile birleştirilmiş I ahşap kirişlerin planı üstte, Aşağıda ayak sehpası aksanometri ve plan yerleşimleri.....	92
Şekil 2.38.	İki profilden oluşturulmuş payanda resmi.....	93
Şekil 2.39.	Boru sistem payanda	93
Şekil 2.40.	Kafes sistemli payanda	94
Şekil 3.1.	Pladeck 'in uygulanaşı	96
Şekil 3.2.	Pladeck 'in plaka görünüşü	96
Şekil 3.3.	Pladeck 'in uygulanaşı	97
Şekil 3.4.	Düzgün yüzey elde edilir.....	97
Şekil 3.5.	Hafifitir	98
Şekil 3.6.	Özel üretim yapılabilir.....	98
Şekil 3.7.	Betondan kolay ayrılır	99
Şekil 3.8.	Çivi, matkap ve kesmeye dayanıklıdır.....	99
Şekil 3.9.	Su emmez	100
Şekil 3.10.	Geri dönüşümü olmayan hurda malzeme	100
Şekil 3.11.	Pladeck Döşeme 18 mm 470mm*2500mm*18mm.....	101
Şekil 3.12.	Pladeck Döşeme 18 mm (47cm) 625mm*2500mm*18mm.....	101
Şekil 3.13.	Pladeck 625mm*2500mm*18mm	101
Şekil 3.14.	Pladeck Döşeme 625mm*2500mm*21mm.....	101
Şekil 3.15.	Pladeck Köşe Profili.....	102
Şekil 3.16.	Pladeck Pahlı Köşe Profili	102

Şekil 3.17.	Pladeck T Profili	102
Şekil 3.18.	Alın Kaplama	102
Şekil 3.19.	Özel 5' lik Pladeck çivisi (geniş başlı).....	103
Şekil 3.20.	Üretim tesisi.....	103
Şekil 3.21.	Üretim ve paketleme	103
Şekil 3.22.	Döşeme betonu.....	109
Şekil 3.23	Mesnet mesafeleri.....	111
Şekil 3.24	Mesnetler.....	111
Şekil 4.1.	Çekme makinesi ve düzeneği.....	115
Şekil 4.2.	Çekme makinesi ve bilgisayar donanımı.....	116
Şekil 4.3.	Dijital kumpas.....	116
Şekil 4.4.	Ahşap kalıp numunesi ebatları.....	118
Şekil 4.5	Ahşap kalıp numunesi.....	118
Şekil 4.6.	Plywood kalıp numunesi ebatları.....	118
Şekil 4.7.	Plywood kalıp numunesi.....	118
Şekil 4.8.	Pladeck kalıp numunesi ebatları (2mm).....	119
Şekil 4.9.	Pladeck kalıp numunesi (2mm).....	119
Şekil 4.10.	Pladeck kalıp numunesi (2mm).....	119
Şekil 4.11.	Pladeck kalıp numunesi ebatları (4mm).....	120
Şekil 4.12.	Pladeck kalıp numunesi (4mm).....	120
Şekil 4.13.	Pladeck kalıp numunesi (4mm).....	120
Şekil 4.14.	Çekme deneyi numuneleri	120
Şekil 4.15.	Eğilme deneyi uygulaması.....	121
Şekil 4.16.	Deney cihazı.....	122
Şekil 4.17.	Ahşap kalıp numunesi ebatları.....	123
Şekil 4.18.	Ahşap kalıp numunesi.....	123
Şekil 4.19.	Plywood kalıp numunesi ebatları.....	123
Şekil 4.20.	Plywood kalıp numunesi ebatları.....	123
Şekil 4.21.	Pladeck kalıp numunesi ebatları (2mm).....	124
Şekil 4.22.	Pladeck kalıp numunesi ebatları (4mm).....	124
Şekil 4.23.	Eğilme deneyi numuneleri.....	124
Şekil 4.24.	Su emme deney numuneleri.....	127
Şekil 4.25.	Kapilerite deney numuneleri.....	128

Şekil 4.26.	Etüv.....	129
Şekil 4.27.	Hassas terazi.....	129
Şekil 5.1.	Ahşap kalıp numunesi ebatları.....	130
Şekil 5.2.	Çekme makinesine yerleştirilmiş ahşap numune.....	131
Şekil 5.3.	Çekme deneyine tabii tutulmuş ahşap deney numunesi.....	131
Şekil 5.4.	Çekme deneyine tabii tutulmuş ahşap deney numunesi.....	131
Şekil 5.5.	Ahşap kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri.....	132
Şekil 5.6.	Tüm ahşap kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri.....	132
Şekil 5.7.	Ahşap kalıp numunelerine ait gerilme birim deformasyon grafikleri.....	133
Şekil 5.8.	Tüm ahşap kalıp numunelerine ait gerilme birim deformasyon grafikleri	134
Şekil 5.9.	Plywood kalıp numunesi ebatları.....	134
Şekil 5.10.	Çekme makinesine yerleştirilmiş plywood numune.....	135
Şekil 5.11.	Plywood kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri.....	135
Şekil 5.12.	Tüm Plywood kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri.....	136
Şekil 5.13.	Çekme deneyine tabii tutulmuş plywood kalıp numunesi.....	136
Şekil 5.14.	Plywood kalıp numunelerine ait gerilme birim deformasyon grafikleri	137
Şekil 5.15.	Tüm plywood kalıp numunelerine ait gerilme deformasyon grafikleri	137
Şekil 5.16.	Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama çekme gerilmesi değerleri	138
Şekil 5.17.	Pladeck kalıp numunesi ebatları.....	138
Şekil 5.18.	Pladeck kalıp numunesi ve çekme makinesine yerleştirilmesi.....	139
Şekil 5.19.	Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri.....	139
Şekil 5.20.	Tüm Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri.....	140
Şekil 5.21.	Çekme deneyine tabii tutulmuş pladeck (2mm) kalıp numunesi...	140
Şekil 5.22.	Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait gerilme birim deformasyon grafikleri	141
Şekil 5.23.	Tüm Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait gerilme birim deformasyon grafikleri.....	141

Şekil 5.24.	Plywood ve pladeck kalıp numunelerinin ortalama çekme gerilmesi değerleri	142
Şekil 5.25.	Pladeck (4mm) kalıp numunesi ebatları.....	142
Şekil 5.26.	Pladeck (4mm) kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri.....	143
Şekil 5.27.	Tüm Pladeck (4mm) kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri.....	143
Şekil 5.28.	Pladeck (4mm) kalıp numunelerine gerilme birim deformasyon grafikleri	144
Şekil 5.29.	Tüm Pladeck (4mm) kalıp numunelerine gerilme birim deformasyon grafikleri.....	144
Şekil 5.30.	Pladeck (2mm) ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama çekme gerilmesi değerleri	145
Şekil 5.31.	Plywood ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama çekme gerilmesi değerleri.....	145
Şekil 5.32.	Ahşap kalıp numunesi ebatları.....	146
Şekil 5.33.	Ahşap kalıp numunesin deney cihazına yerleştirilmesi ve deneyin uygulanışı.....	147
Şekil 5.34.	Eğilme deneyine tabii tutulmuş ahşap kalıp numunesi.....	147
Şekil 5.35.	Ahşap kalıp numunelerine ait yük sehimi grafikleri.....	148
Şekil 5.36.	Tüm Ahşap kalıp numunelerine ait yük sehimi grafikleri.....	148
Şekil 5.37.	Plywood kalıp numunesi ebatları.....	149
Şekil 5.38.	Plywood kalıp numunesin deney cihazına yerleştirilmesi ve deneyin uygulanışı.....	149
Şekil 5.39.	Eğilme deneyine tabii tutulmuş plywood kalıp numunesi.....	150
Şekil 5.40.	Plywood kalıp numunelerine ait yük sehimi grafikleri.....	150
Şekil 5.41.	Tüm plywood kalıp numunelerine ait yük sehimi grafikleri.....	151
Şekil 5.42.	Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama eğilme dayanımları.....	151
Şekil 5.43.	Pladeck (2mm) kalıp numunesi ebatları.....	152
Şekil 5.44.	Pladeck kalıp numunesin deney cihazına yerleştirilmesi ve deneyin uygulanışı.....	152
Şekil 5.45.	Eğilme deneyine tabii tutulmuş pladeck (2mm) kalıp numunesi..	153
Şekil 5.46.	Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait yük sehimi grafikleri.....	153

Şekil 5.47.	Tüm Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri.....	154
Şekil 5.48.	Plywood ve pladeck (2mm) kalıp numunelerinin ortalama eğilme dayanımları	154
Şekil 5.49.	Pladeck (4mm) kalıp numunesi ebatları.....	155
Şekil 5.50.	Pladeck kalıp numunesin deney cihazına yerleştirilmesi ve deneyin uygulanışı.....	155
Şekil 5.51.	Eğilme deneyine tabii tutulmuş pladeck (4mm) kalıp numunesi...	156
Şekil 5.52.	Pladeck (4mm) kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri.....	156
Şekil 5.53.	Tüm pladeck (4mm) kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri	157
Şekil 5.54.	Pladeck (2mm) ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama eğilme dayanımları.....	157
Şekil 5.55.	Plywood ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama eğilme dayanımları.....	158
Şekil 5.56.	Su emme deney numuneleri ebatları.....	158
Şekil 5.57.	Etüvde konulan deney numuneleri.....	159
Şekil 5.58.	Su içerisinde bekletilen deney numuneleri.....	159
Şekil 5.59.	Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama Sa (%) değerleri	161
Şekil 5.60.	Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama Sh (%) değerleri	162
Şekil 5.61.	Plywood ve pladeck (2mm) kalıp numunelerinin ortalama Sa (%) değerleri	162
Şekil 5.62.	Plywood ve pladeck (2mm) kalıp numunelerinin ortalama Sh (%) değerleri	163
Şekil 5.63.	Pladeck (4mm) ve plywood kalıp numunelerinin ortalama Sa (%) değerleri	163
Şekil 5.64.	Pladeck (4mm) ve plywood kalıp numunelerinin ortalama Sh (%) değerleri.....	164
Şekil 5.65.	Tüm kalıp numunelerinin ortalama Sa (%) değerleri.....	164
Şekil 5.66.	Tüm kalıp numunelerinin ortalama Sh (%) değerleri.....	164

Şekil 5.67.	Kapilerite deney numuneleri ebatları.....	165
Şekil 5.68.	Etüvde konulan deney numuneleri	166
Şekil 5.69.	Su içerisinde bekletilen deney numuneleri	167
Şekil 5.70.	Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama k (cm^2/sn) değerleri.....	168
Şekil 5.71.	Plywood ve pladeck (2mm) kalıp numunelerinin ortalama k (cm^2/sn) değerleri	169
Şekil 5.72.	Plywood ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama k (cm^2/sn) değerleri	169
Şekil 5.73.	Tüm kalıp numunelerinin ortalama k (cm^2/sn) değerleri.....	170
Şekil 6.1.	Deneye tabi tutulan kalıp malzemelerinin çekme gerilmeleri karşılaştırılması	171
Şekil 6.2.	Deneye tabi tutulan kalıp malzemelerinin eğilme dayanımları karşılaştırılması.....	173
Şekil 6.3.	Deneye tabi tutulan kalıp malzemelerinin S_a (%) değerlerinin karşılaştırılması	175
Şekil 6.4.	Deneye tabi tutulan kalıp malzemelerinin S_h (%) değerlerinin karşılaştırılması.....	175
Şekil 6.5.	Deneye tabi tutulan kalıp malzemelerinin k (cm^2/sn) değerlerinin karşılaştırılması.....	177

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1.	Rüzgar yükünün yaklaşık hesaplanması	24
Tablo 2.1.	DIN 18218'e göre perde - kolon kalıplarına gelen taze beton basıncı	45
Tablo 2.2.	Döşeme kirişleri kalıp tasarım yöntemi.....	49
Tablo 2.3.	Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin enerji karşılaştırılması.....	63
Tablo 2.4.	Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin inşaat süresi açısından karşılaştırılması.....	70
Tablo 2.5.	Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin imalat çeşitleri açısından karşılaştırılması	71
Tablo 2.6.	Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin malzeme tasarrufu açısından karşılaştırılması.....	71
Tablo 2.7.	Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin kalite açısından karşılaştırılması	72
Tablo 2.8.	Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin maliyet açısından karşılaştırılması	72
Tablo 2.9.	Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin faydalı alan açısından karşılaştırılması	73
Tablo 2.10.	Teknik değerler, verilen değerler % 10 – 12 ahşap nemi ile verilen karakteristik değerlerdir.....	86
Tablo 2.11.	27 mm' lik kontrplağın sehim tablosu	88
Tablo 2.12.	Kalıp yüzeyleri karşılaştırması.....	90
Tablo 3.1.	Pladeck döşeme	106
Tablo 3.2.	Pladeck döşeme	106
Tablo 3.3.	Pladeck döşeme	107
Tablo 3.4.	Pladeck döşeme	107

Tablo 3.5.	Beton döküm hızına ve destek aralığına göre güvenli kullanım tablosu.....	108
Tablo 3.6.	Beton döküm hızına ve destek aralığına göre güvenli kullanım tablosu.....	108
Tablo 3.7.	Hesap tablosu.....	109
Tablo 5.1.	Deney numunelerinin ortalama kuru ağırlıkları.....	159
Tablo 5.2.	Deney numunelerinin ortalama yaş ağırlıkları.....	160
Tablo 5.3.	Ortalama ağırlıkça su emme değerleri Sa (%)......	160
Tablo 5.4.	Ortalama hacimce su emme değerleri Sh (%)......	160
Tablo 5.5.	Deney numunelerinin ortalama kuru ağırlıkları.....	166
Tablo 5.6.	Deney numunelerinin ortalama yaş ağırlıkları.....	167
Tablo 5.7.	Ortalama kapilerite katsayısı değerleri.....	168
Tablo 6.1.	Deneye tabi tutulan tüm numunelerin ortalama çekme gerilmesi değerleri (kN/cm ²)......	171
Tablo 6.2.	Deneye tabi tutulan tüm numunelerin ortalama eğilme dayanımları değerleri (kN)......	173
Tablo 6.3.	Deneye tabi tutulan tüm numunelerin ortalama Sa (%) değerleri.....	175
Tablo 6.4.	Deneye tabi tutulan tüm numunelerin ortalama Sh (%) değerleri.....	176
Tablo 6.5.	Deneye tabi tutulan tüm numunelerin ortalama k (cm ² /sn) değerleri.....	177

ÖZET

Anahtar kelimeler: Modern kalıp sistemleri, pladeck, plywood, çekme dayanımı, eğilme dayanımı, su emme, kapilerite.

Gelişen teknoloji ile birlikte insan ihtiyaçları değişmiş ve yeni yapı türleri ortaya çıkmıştır. Hızlı nüfus artışı ile birlikte, konut açığını ortadan kaldırmak ve yeni yapı türlerini inşa edebilmek için klasik yapım sistemleri yetersiz kaldığından, bu eksiklikleri gidermek amacıyla yeni yapım sistemlerinin üretilmesi ve uygulanması önem kazanmıştır.

Betonarmenin, yapıların taşıyıcı sistemlerinde kullanılmaya başlanması ve büyük çaplı inşaatların ortaya çıkmasıyla zaman, maliyet ve kalite olarak daha iyi inşaatların inşası için kalıp sistemlerinin geliştirilerek uygulanması sonucu“ Modern Kalıp Sistemleri “ ortaya çıkmıştır.

Modern kalıp sistemleri ilk yatırım maliyetleri daha yüksek olmasına rağmen kullanım sayıları geleneksel yöntemlerden 40–50 kat daha fazla kullanılabilirler. Şantiyede kesme biçme gibi ekstra işlemler çıkartmamak için çeşitli kalıp sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler en az kalıp maliyetiyle, en fazla kullanım yerini ve sayısını hedeflemektedir.

Bu çalışmada; Polymer inşaat kalıp sistemlerinin (pladeck), ahşap ve plywood kalıp sistemlerinin mekanik ve fiziksel özelliklerinin belirlenip pladeck kalıp malzemesiyle karşılaştırılması, avantaj ve dezavantajlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Deneysel çalışmalarda bu kalıp malzemelerinin çekme dayanımı, eğilme dayanımı, su emme ve kapilerite gibi bazı mekanik ve fiziksel özellikleri tespit edilmiş ve çeşitli grafiklerle açıklanmıştır.

PATTERNS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CONSTRUCTION MATERIALS TO INVESTIGATE

SUMMARY

Key Words : Pladeck, Plywood, Puling Resistance, Bending Resistance, Water Suction, Kapilerite

Together with developing technology, human needs have changed and new building kinds have appeared. By means of the rapid population increase, because of the fact that the classic construction systems were insufficient to abolish the house need and to be able to build new building kinds, with the aim of removing these deficiencies, the production and the application of the new construction systems have become important.

Due to the fact that reinforced concrete began to be used in the carrier systems of the buildings and the constructions on a large scale came out, as a result of the application of the mould systems being developed day by day, modern mould systems have been revealed for construction of better buildings in the aspect of time, cost and quality.

Although the first investment costs of the modern mould systems are higher, they can be used more 40-50 fold than the traditional methods. Various kinds of mould systems have been developed in order not to bring out extra procedures such as cutting, sawing in the building – site. These systems have aimed for the largest usage place and the number together with the least mould cost.

In this study; the determination of the mechanical and the physical characteristics belonging to polymer construction mould systems (pladeck), wood and plywood mould systems, the comparison with the pladeck mould material, the determination of their advantages and disadvantages have been aimed. In experimental studies, some mechanical and physical characteristics of these mould materials such as piling resistance, bending resistance, water suction and kapilerite have been determined and explained by means of various graphics.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Klasik yada geleneksel kalıp olarak tanımlanan kalıp, ham maddesi tamamen ahşap olan ve her geçen gün zayıyatı artan kalıplardır. Bu kalıplar dikmesinden döşemesine kadar her yerde keresteye dayanan bir sistemdir. Bu kalıp sistemleri daha fazla malzeme ve işçiliğe dayandığından maliyetleri yüksektir.

Kalıplar daha önce birkaç defa yerinde kullanılan daha sonra atılan veya yakacak olarak kullanılan malzemelerdi. Fakat böyle bir yaklaşımla ormanlar hızlı bir şekilde yok edilmiş oluyor. Gelişen teknolojiyle birlikte kalıplarda fabrikasyon arttı, daha büyük paneller halinde üretilmeye başlandı, mekanik olarak kurulmaya başlandı ve kullanım sayısı arttı [1].

2. Dünya savaşı sonrasında Avrupa ülkelerinde yıkılan evlerin yerine yenisi yapılması gerekli olmuştur. Bu dönemde inşaat sektörü hızlı bir gelişme göstermiştir. Teknolojideki gelişmeler sayesinde kalıp ve iskele sistemleri de büyük ilerleme kaydetmiştir. Özellikle 70'li yıllarda büyük firmalar kurulmuş, inşaat malzemeleri ve araç gereçleri üretimi hızla yaygınlaşmıştır. Bu dönem içinde Türkiye'de de artan nüfus ve buna bağlı gerekli olan konut ihtiyacı, modern kalıp teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşmasına sebep olmuştur.

Beton teknolojilerindeki gelişmeler sonucu yapı elemanları daha narin daha detaylı yapılabilmeye başlandı. Bu durumda işlenmiş birim betonda kalıp maliyetlerinin oranı artmış olmaktadır. Kalıp maliyetlerinde kalıp işçiliği payı, malzeme maliyetlerinin üç katıdır. Bu yüzden kalıbın kendi maliyetinin değil, kalıp işçiliğinin maliyetini düşürmek daha kolay olmaktadır. Pratik birleşim detaylarının varlığı ve her seferinde kalıpların yeniden birbirine çakılması gerekmemesi, pek çok kez kullanılabilmesi modern kalıp tekniklerini daha avantajlı hale getirmiştir [25].

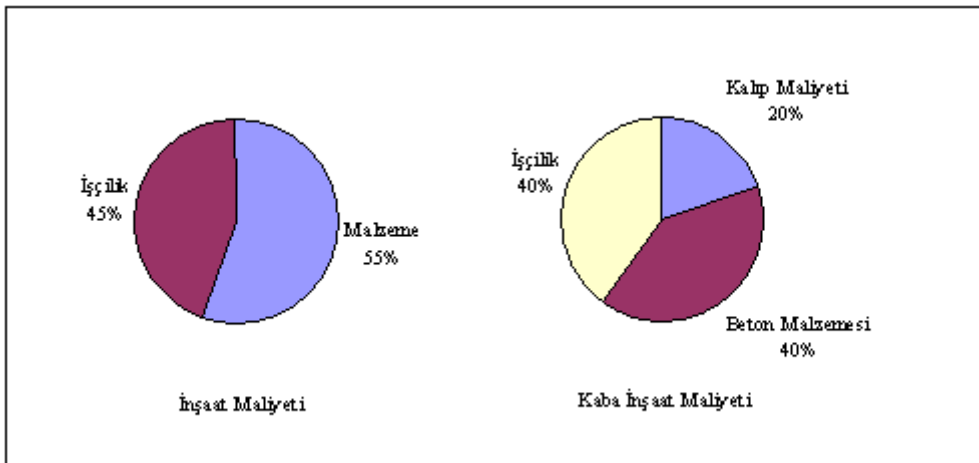
1.1. Kalıp

Taze beton belirli bir şekli alması için bir form içinde bekletilir. Betonun yeterli dayanımı sağlayıncaya kadar bekletildiği bu forma kalıp denir [2].

Betonun görevi, beton ve betonarme kısımlara form verme, ölü yüklere (betonun kendi ağırlığı) ve hareketli yüklere (işçi, rüzgar, titreşim ve darbe) karşı mukavemet sağlamaktır.

İstatistik bilgilerine göre kaba inşaatta toplam maliyetin ortalama %45'i işçilik, %55'i de malzemedir. Betonarme bir yapıda kaba inşaat maliyetinin %60'lık kısmı kalıp maliyetidir. Maliyetin yaklaşık %40'ı işçilik, %20'si kalıp maliyeti, %40'ı da beton malzemesidir (Şekil 1.1.).

Kalıp giderleri, betonarme binada en büyük giderdir. Kalıp, betonarme karkas bir inşaat maliyetinin %40-60'ı arasındadır. Bütün inşaat maliyetinin %10'ununa yakını kalıp maliyetidir. Kalıp işçilik maliyetlerinin düşürülmesi halinde bina inşaat maliyetlerinin düşürüleceği açıktır [3].



Şekil 1.1. Kaba inşaatta maliyet oranları

1.2. Kalıpların Başlıca Görevleri

- Betonarme elemanlara gerekli boyut ve şekli vermek,
- Taze beton ağırlıklarını, taze beton basınçlarını ve beton dökümü sırasında ortaya çıkan ilave yükleri taşımak,
- Beton dökümü sırasında ortaya çıkabilecek darbe ve titreşim etkilerine dayanmak,
- Gerekli durumlarda çalışma ve iletişim döşemesi gibi de kullanılmak.

1.3. Kalıptan Beklenen Genel Özellikler

- Kalıp temiz, ölçülere uygun ve sızdırmaz olmalıdır,
- Az parça ile kurulabilmelidir (hareketli parça sayısı az olmalıdır),
- Kalıp elemanlarını birleştiren bağlantı elemanlarının kullanışı kolay olmalıdır,
- Beton ağırlığından ve beton dökümünden dolayı ortaya çıkan yükleri şartnamelerin öngördüğü güvenlikle taşınmalıdır,
- Büyük yüzeyli kalıp elemanlarının ağırlıkları vinç kapasitesini aşmamalıdır,
- Basit detaylarla çözülebilmelidir,
- Usta gereksinimi az olmalıdır,
- İşçilik maliyetini mümkün olduğunca minimuma indirmelidir,
- Ekonomik olmalıdır,
- Yüksek kullanım sayılı pahalı bir kalıp sistemi, çok az iş masrafı gerektirse bile uygun değer kullanım sayısına erişemiyorsa tercih edilmemelidir.

1.4. Kalıba Etkiyen Yükler

Düşey yükler, yatay yükler ve özel yükler olmak üzere üçe ayrılır.

1.4.1. Düşey yükler

Hareketli ve ölü yüklerden oluşur. Kalıbın ve yeni dökülmüş betonun ağırlıkları toplamı ölü yükü verir. Hareketli yük ise işçilerin, araçların, üzerinde biriken malzemelerin ağırlıkları ve betonun çarpma yüklerinden oluşur. Kalıp ve kalıp

taşıyıcıları, taşıdıkları taze beton ve demirin ağırlığına göre boyutlandırılırlar. Taze beton ve betonarmenin birim ağırlığı $\gamma_c=25 \text{ kN/m}^3$ olarak kabul edilmektedir. Beton basıncı en önemli etkidir, buna karşı önlem alınmalıdır.

Betonun yanal basıncı: Ağırlığı 2400 kg/m^3 olan, pozolan veya kimyasal katkı maddeleri içermeyen ve normal dahili titreşimde 10 cm ' den fazla çökmesi olmayan, 1. Tip çimento'dan binalarda, betonun yanal basıncı için şu hesap yöntemi kullanılır.

$P=$ Yanal basınç, kN/m^2

$R=$ Beton döküm hızı, m/sa

$T=$ Kalıbın içindeki betonun sıcaklığı, C°

$H=$ Kıyas alınan bir noktanın üzerinde kalan yeni betonun yüksekliği,

a) Kolonlar için: $P= 7,2+785 R/(T+17,8)$

b) Duvarlar için beton yerleştirme hızı 2m/sa ile 3m/sa : $P= 23,5 h$

c) Geciktirici katkı maddeleri kullanıldığında formüldeki beton sıcaklığı daha düşük kabul edilmelidir.

d) Pozolan ve kimyasal katkı maddeleri veya 1. tipten farklı çimento veya kalıplara harici titreşim içeren, ağırlığı 2400 kg/m^3 ten farklı betonlar kullanıldığı zaman yanal basınçlarda gerekli uygulamalar yapılmalıdır [3].

1.4.2. Yanal yükler

Payandalar ve destekler, rüzgar, kablo gerilmeleri, eğik destekler, betonun dökülmesi, aletlerin çalışması ve durması gibi bütün önceden görülebilecek yatay yüklere göre tasarlanmalıdır [4].

Tablo1.1. Rüzgar yükünün yaklaşık hesaplanması

Rüzgar Yüğü	DIN 1055' e göre	TS 498'e göre
0–8 metre yükseklik $\omega=$	0,60 kN/m ²	0,50 kN/m ²
8–20 metre yükseklik $\omega=$	0,96 kN/m ²	0,80 kN/m ²

Sık dikmeli kalıplarda, iskelelerde kalıp boşlukları düşmeden tüm yüzey ele alınmalıdır.

Dikmelerin eğik konulabilmiş olacağını da kabul edilerek, düşey yüklerin %1 'inden büyük bir yatay kuvvet olarak, kalıp üst kenarlarına yatay yük olarak eklenmelidir [3].

Kolonların beton dökümünde perdelerden daha hızlı beton seviyesi yükseldiği için kolon kalıplarının daha dayanıklı tasarlanması gerekmektedir. Bunun içinde bazı kabuller yapılabilir. Mesela perde kalıplarda dizayn yüklerini 50 kN/m² olarak kabul edilirken, kolonlarda 90 kN/m² olarak kabul edilebilir [5].

1.4.2. Özel yükler

Düşey ve yatay yükler dışında; betonun simetrik yerleştirilmemesinden dolayı oluşan basınç, kuvvetlendirmenin noktasal yükü, malzemelerin depolanması gibi pek çok farklı yük ortaya çıkabilir. Daha önceden öngörülmemen yüklerle karşı toleranslı hesap yapılmalıdır. [25].

Kalıp malzemelerine göre bu yükler ele alınmalıdır. Fabrikasyonla yapılmış modern kalıp sistemlerinde üretici firmanın ürünüyle ilgili verdiği taşıma kapasitesi raporlarına güvenilebilir, yalnız kalıplar defalarca kullanılmış ise bu değerlerin biraz altını kabul etmekte fayda vardır. Sınırlı sayıda kullanım sayısına sahip kalıp malzemelerindeyse, konuyla ilgili standartlar ve şartnameler göz önüne alınmalıdır. Eğer kontrplak ve biçilmiş kereste kullanılırsa burkulma ve eğilmeye karşı da kalıplar tasarlanmalıdır.

Çok katlı yapılarda payandalar üzerine gelecek yükleri taşıyacak güce gelmeden, destekler kaldırılmamalıdır. Hiçbir zaman erişilen katın betonunun, kalıpların ve yapı yüklerinin toplam ağırlığının 1,5 katından daha aza göre dizayn edilmemelidir.

Döşemelerde erken kalıp sökümü yapılabilmesi için bazı destekler bırakılır. Kaç katın destekleneceğine karar verilirken bazı unsurlar şunlardır:

1. Birbiri ardından gelen katların yerleştirilmesi arasında geçen zaman,
2. Daimi destekler arasındaki döşeme ve yapı elemanlarının açıklığı,
3. Betonun üst katlardan gelen destekleme yüklerine dayanabileceği zamanki mukavemeti [25].

1.5. Kalıp Çeşitleri

Teşkil tarzlarına göre:

1. Geleneksel kalıplar: Beton dökülecek yapı elemanının ölçülerine uygun olarak kalıp yüzeyi ve yardımcı elemanların ahşap kalas ve tahtalardan teşkil edilmesi ile oluşturulan kalıplardır. Bu tür kalıpların yapılması ve sökülmesi şantiyelerde yapılır.
2. Modern kalıp sistemleri: Standart kalıp yüzeyi ve yardımcı elemanlar bir kalıp elemanı şeklinde birleştirilebilecek özellikte önceden fabrikalarda imal edilirler. Bunlar bir araya getirilerek daha geniş yüzeyli kalıplar elde edilebilir. Böyle bir sistem panolar, dikmeler, birleşim elemanları, germe parçaları ve diğer yardımcı elemanlar uygun olarak önceden monte edilebilir [2].

Malzemelerine göre:

1. Ahşap kalıplar: Daha çok geleneksel kalıplarda kullanılsa da modern kalıp sistemlerinde de; plywood ve preslenmiş I kirişler olarak sıkça kullanılmaktadır.
2. Metal kalıplar: Çelik, alüminyum gibi malzemelerden yapılırlar. Modern kalıp sistemlerinde kullanılırlar.

3. Polimer kalıplar: Ham maddesi polimer vinil olan pvc esaslı malzemelerdir. Modern kalıp sistemlerinde kullanılırlar.

Taşıma özelliklerine göre kalıplar:

1. Hafif kalıp sistemleri: Taşınmasında insan gücünün yeterli olduğu, vince gerek duyulmayan kalıplardır.

2. Ağır kalıp sistemleri: Yapımında kullanılan malzemelerin ağırlığı nedeniyle, hafif kalıpların projeye uygun olarak birleştirilmesiyle ya da hücre kalıplardan oluşan kalıplardır. Bu kalıp sistemlerinin kaldırılabilmesi için vinç şarttır.

Boyutlarına göre kalıplar:

1. İki boyutlu kalıplar: Yalnız uzunluk ve genişliğe sahip kalıp sistemleridir. Derinlikleri diğer ölçülerinin yanında hayli küçük olan kalıplardır.

2. Üç boyutlu kalıplar: Hücre şeklinde önceden monte edilmiş kalıplardır.

Yukarıdaki gibi farklı şekillerde kalıplar çeşitli sınıflara ayrılabilirler, fakat bu tez kapsamında geleneksel ve modern kalıp sistemleri olarak ikiye ayrılacaktır. Modern kalıp tekniklerini kullanmak daha avantajlı olduğu için bu konu daha ayrıntılı incelenecektir.

BÖLÜM 2. MODERN KALIP SİSTEMLERİ

Gelişen teknoloji ile birlikte insan ihtiyaçları değişmiş ve yeni yapı türleri ortaya çıkmıştır. Hızlı nüfus artışı ile birlikte, konut açığını ortadan kaldırmak ve yeni yapı türlerini inşa edebilmek için klasik yapım sistemleri yetersiz kaldığından, bu eksiklikleri gidermek amacıyla yeni yapım sistemlerinin üretilmesi ve uygulanması önem kazanmıştır.

Betonarmenin, yapıların taşıyıcı sistemlerinde kullanılmaya başlanması ve büyük çaplı inşaatların ortaya çıkmasıyla zaman, maliyet ve kalite olarak daha iyi inşaatların inşası için kalıp sistemlerinin geliştirilerek uygulanması sonucu“ Modern Kalıp Sistemleri “ ortaya çıkmıştır.

Modern kalıp sistemleri ilk yatırım maliyetleri daha yüksek olmasına rağmen kullanım sayıları geleneksel yöntemlerden 40–50 kat daha fazla kullanılabilirler. Şantiyede kesme biçme gibi ekstra işlemler çıkartmamak için çeşitli kalıp sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler en az kalıp maliyetiyle, en fazla kullanım yerini ve sayısını hedeflemektir.

Modern kalıp sistemleriyle çalışmayı düşünen bir yüklenici şunlara dikkat etmelidir:

1. İşçilik maliyeti,
2. Sistem bileşenlerinin adaptasyonu,
3. İlk yatırım maliyeti,
4. Servis süresi,
5. Tamirat masrafları,
6. Şantiye ortamına nakil,
7. Planlama ve şantiye aşamasındaki organizasyon,
8. Güvenlik ve kaza önleme,

9. Geçmiş deneyimler [25].

Modern kalıp sistemleri dört sınıfa ayrılır:

1. Takılır sökülür kalıplar:
 - a) Düşey yapı elemanları: Perde ve kolon kalıpları
 - b) Yatay yapı elemanları: Kiriş ve döşeme kalıpları
2. Tünel kalıplar
3. Kayar kalıplar
4. Tırmanır kalıplar

2.1.Takılır Sökülür Kalıplar

Bu tür kalıplar geleneksel kalıpların geliştirilmiş halidir. Eleman sayısını azaltmak için tiplendirmeye ve elemanların birbiriyle maksimum uyum sağlanmaya çalışılmıştır. Takılır sökülür kalıplar, yapı bileşenlerinin yapılacağı noktada birleştirilip, beton dökülüp, beton prizini aldıktan sonra sökülüp; yeni elemanlar için başka bir yerde yeniden monte edilen kalıplardır. Takılır sökülür kalıplar, yapı elemanlarının yapımında kullanıldığı yerlere göre ikiye ayrılırlar [7].

1. Düşey yapı elemanlarının yapımında kullanılan kalıp sistemleri
 - a) Perde kalıpları
 - b) Kolon kalıpları
2. Yatay yapı elemanlarının yapımında kullanılan kalıp sistemleri
 - a) Kiriş kalıpları
 - b) Döşeme kalıpları

2.1.1.Düşey elemanların yapımında kullanılan takılır sökülür kalıplar

Bilindiği gibi bir yapının düşey elemanlarını kolon ve perdeler oluşturur. Bu düşey elemanların yapımında kullanılan kalıplarda en önemli ölçüt, kat yüksekliğidir. Bunun arkasından genişlik ve kalınlıklar gelir. Yüksek katlı yapılarda inşaat hızı en çok perde ve kolonların inşaat hızı ve kalitesinden etkilenir [2].

2.1.1.1. Perde kalıpları

Geniřliđi en az 15 cm olan ve uzunluğu genişliğinin 7 katı olan dűsey taşıyıcılara perde denilir. Yapı elemanlarında perde kalıpları yűzeylelerinin geniş olması nedeniyle önemli bir yere sahiptir. İnaatlarında hızlı ve ekonomik zmler arayan yűkleniciler için kalıp firmaları; çeşitli malzeme, boyut ve birleşim detayları ile alternatifler üretmişlerdir.

Perdelerin kalıplanmasında kullanılacak malzeme ve kalıp taşıyıcılarını etkileyen faktörler:

1. Perdenin yűksekliliđi,
2. Perdenin eni,
3. Perdenin uzunluğu,
4. Perdenin kesit sekli,
5. İstinat duvarlarında perde eğimi,
6. Kselerin yapılması,
7. Perdelerin tek taraflı mı çift taraflı mı olacağıdır [3].

Kalıp elemanları iki levhadan ve mesafe ayarlayıcılardan oluřurlar. Dűsey elamanlarda yapılacak olan ekler, dűseyde boydan boya olmalıdır yoksa taze betonun yanlara yaptıđı hidrostatik basınç yűzünden elemanlarda deformasyonlar görülür.

Perde kalıpları 3 grupta incelenebilir:

1. ereve kalıplar
2. Sık kiriřli büyük yűzeyli perde kalıplar
3. Ayarlı perde kalıplar

Bunlardan ereve ve sık kiriřli büyük yűzeyli sistemler vinç gerektirmeyen kalıplarken, sık kiriřli kalıplar genelde vinç gerektirmektedir.

1. Çerçeve kalıplar:

15–20 cm kalınlıkta yüzey olarak, alüminyum veya çelikten yapılmış her iki doğrultuda ızgara şeklinde monte edilmiş veya nervürlere sağlamlaştırılmış taşıyıcı konstrüksiyonlardan oluşan kalıp çeşididir. Kalıp yüzeyi olarak plywood, alüminyum veya çelikten yapılırlar. Her firmaya göre boyutları çeşitlilik göstermektedir. Çerçeve kalıpların yüksekliği kat yüksekliğine göre ayarlanır. Fazla yüksek olan perdeler için iki kalıp üst üste konular ve bağlantıları yapılarak birleştirilir. Kalıplarda yüzeye gelen yatay yöndeki beton basıncını zemine aktarmak üzere bir ucu zemine bir ucu çerçeveye bağlanmış payandalar kullanılmaktadır. Bu kalıplar 3 şekilde oluşturulur:



Şekil 2.1. Çerçeve Kalıpları

- a) Plywood yüzeyli, alüminyum çerçeveli kalıplar: En geniş uygulama alanı bulan çerçeveli kalıp tipidir. En hafif ve ekonomik olanıdır.
- b) Plywood yüzeyli, çelik çerçeveli kalıplar: Taşıyıcıların arası daha fazla açılabilen ve daha fazla yüke karşı dayanabilmektedir.
- c) Çelik yüzeyli, çelik çerçeveli kalıplar: Daha yüksek ve kalın perde dökümlerinde kullanılabilir. İyi kullanıldığında ve depolandığında kullanım sayısı çok fazladır. Ağırlık arttığı için vinç kullanılması zorunludur.

Yan yana getirilen iki pano arasına, görevi duvar kalınlığını ayarlamak ve iki kalıp

yüzeyini bir arada tutmak olan kalıp ankrajları tespit edilir. Bu ankraj elemanları kamalar veya bulonlar yardımı ile panoların çerçevelerine sabitlenir [8].

Yükseklikleri 20 cm' den başlayıp 240 cm' e, genişlikleri 25 cm' den 75 cm' e kadar çıkmaktadır. Ağırlıkları taşıyıcı konstrüksiyonlarının alüminyum, çelik olmasına ve boyutlarına göre 3–70 kg arasında değişmektedir. İnsan kapasitesini aşan ağırlıklardaki kalıplar için vinçler kullanılır. Bu kalıpları vince takmak için kalıbın üstünde kanca olmadır.

Çerçeve kalıplarda kullanılan elemanlar:

Payandalar, ankraj çubukları, iş iskeleleri, dengeleme elemanları, köse birleşim elemanları, perde bitim ekipmanlarıdır.

Ankraj çubuğu kalıplarda yatay basıncı almak için kullanılır. Bir eleman yüksekliğince 2 ya da 3 sıra ankraj çubuğu yerleştirilir. Payandalar sayesinde kalıba istenilen eğim verilir. Payandalar rüzgar, hidrolik basınç gibi farklı kuvvetlere karşı kalıbı sabit tutmaya yardımcı olur. Genelde 45 °C' lik açıda yerleştirilir, alt uçları da betona mesnetlidir. Modern kalıplarda mesnet kısımları küre şeklinde olduğu için payandanın eğimi istenilen ölçüde verilir.

Kalıpların köseleri köse elemanlarıyla birlettirilir. Köse elemanlarının değişen duvar kalınlıklarına ve diğer kalıp elemanlarıyla uyumu önemlidir. Dik açılı köşelerde her sistemde rijit bir iç köse elemanı vardır. Değişik açılı kesişen duvarlarda köseler klasik kalıplama teknikleri yapılabilir, ya da her firma için geliştirilmiş ayrı birleşim çözümleri geliştirilmiştir. Kamalı yada bulonlu olan bu birleşimlerin en iyisi mümkün olduğunca aynı elemanın kullanılması yoluyla standartlaşmış olanıdır.



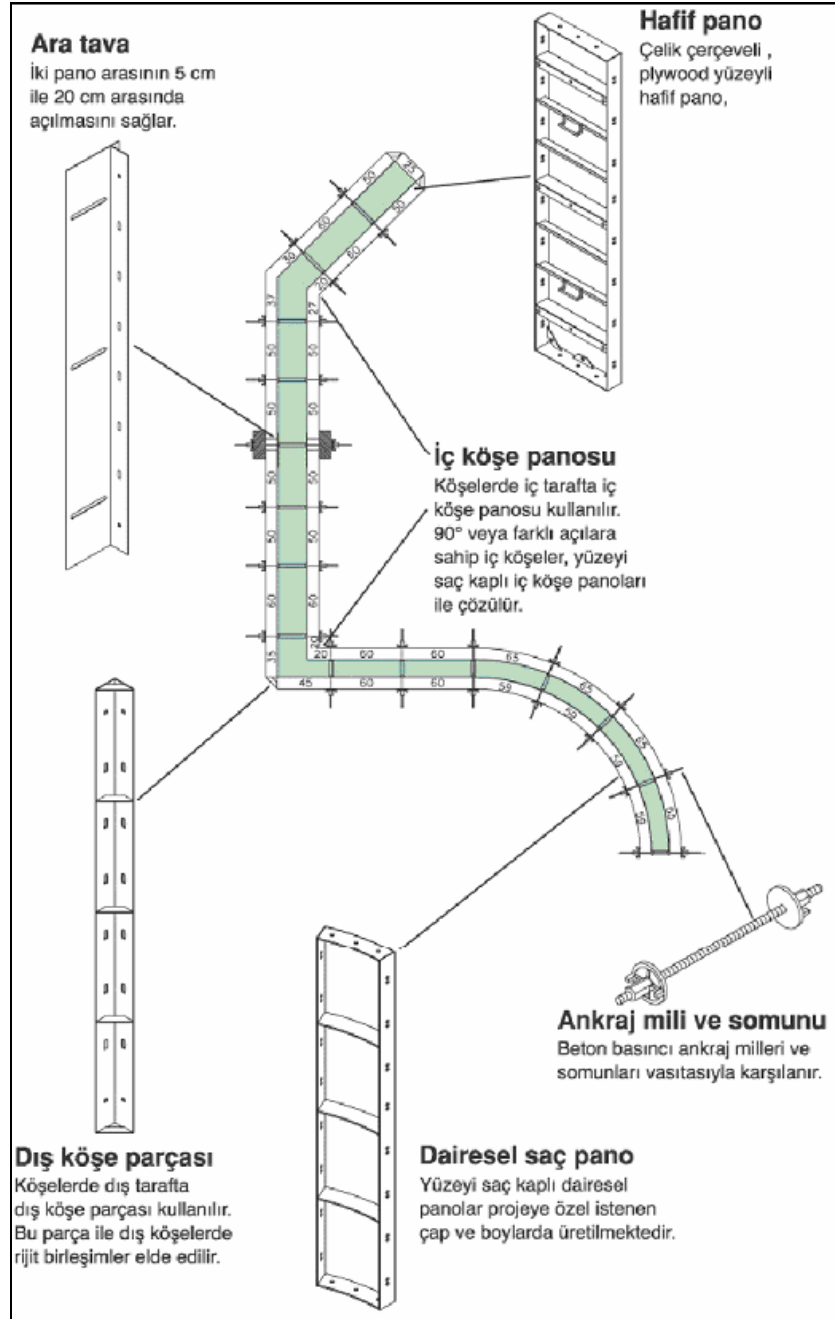
Şekil 2.2. Çelik çerçeveveli çelik yüzeyli kalıplar

Çerçeve sistemlerin avantajları:

1. Temellerden istinat duvarlarına kadar geniş kullanıma alanına sahip olması,
2. Depolanırken az yer kaplaması, (Yaklaşık 200 m²'lik kalıp, 15 m³'lük alana sığar.)
3. Çok amaçlı olarak kullanılması,
4. Dar alanlarda kullanılabilme kolaylığı,
5. Farklı boyuttaki kalıplar kullanılarak her boyutun oluşturulabilmesi ve eğrisel açılı her perde türü yapılabilir olması,
6. Hafif olanların vinç gerektirmemesi,
7. Hafif olanların kolay taşınması,
8. Yüksek kaliteli beton yüzeyi elde etmesi,
9. Çeşitli aksesuarlarla uygulama genişliğidir.

Çerçeve sistemlerin dezavantajları:

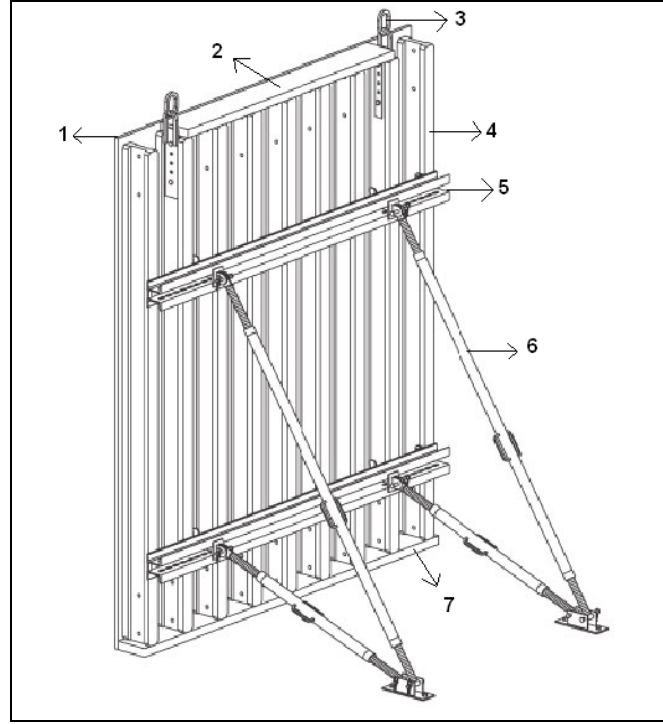
1. Çerçeve kalıbın yana yada üste alınmadan önce çıkarılıp, yağlanması gereklidir. Bu inşaat hızını yavaşlatmaktadır.
2. Büyük boyutta olanları şantiyede vinçle taşınırken, dikkatli olunmalıdır.
3. Küçük duvarlar yada başka elemanlara bölünen duvarlarda kullanılmaya uygun değildir.



Şekil 2.3. Çerçeve sistemlere örnek [5]

2. Sık kirişli büyük yüzeyli perde kalıplar:

Bu kalıplar, geleneksel kalıp yöntemlerinin biraz daha geliştirilmiş ve daha geniş yüzeylidir. Büyük yüzeyli perde kalıpları 1950–1960 senelerinde geliştirilmiştir. Kalıp masraflarını azaltmak ve kalıpların kullanımını arttırmak fikriyle ortaya çıkmışlardır [3].



Şekil 2.4. Sık kirişli büyük yüzeyli pano

1. Plywood
2. Ahşap kiriş 5x20 cm vinçle kaldırılırken ahşap kirişlere gelen yanal yüklere karşı koyar.
3. Vinç kulpu
4. H20 endüstriyel ahşap kiriş
5. Çelik perde kuşağı
6. Payanda: Yanal yüklere karşı destek olur.
7. Ahşap kiriş 5x20 cm: Vinçten bırakılırken ve sökülürken manivela ile kanıtılırken zarar görmemesi için konulur.



Şekil 2.5. Plywood uyumlu perde kalıbı



Şekil 2.6. Büyük yüzeyli sık kirişli perde kalıbı

Kalıp Kirişleri:

Klasik kalıplarda kadronlar 5–10 kez kullanılabilirken, modern kalıp sistemlerinde ahşap taşıyıcılar kuvvetlendirildiği için 150–200 kez kullanılabilir. Kalıp kirişleri, kafes sistemde, dolu gövdeli veya dairesel boşluklu şekillerde üretilir.

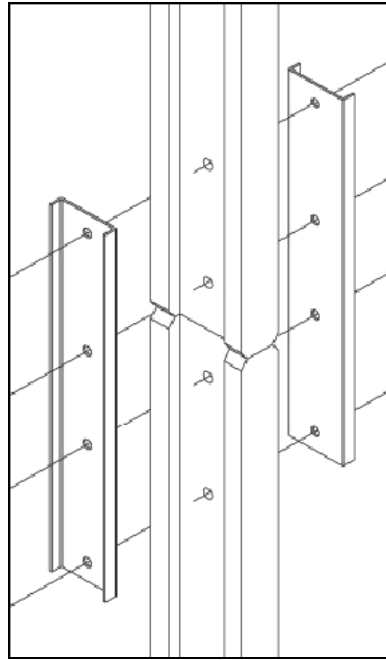
Kalıp firmalarına göre değişmekle birlikte 16, 20 ve 24 cm olan “I” kirişlerdir. Kalıp kirişleri adını, başlıklar dahil cm cinsinden kesit yüksekliğinden alırlar. Boyları ise 60- 600 cm’ e kadar değişmektedir. 600 cm’ den daha uzun isteniyorsa iki kirisin üst

üste konulması ile 12 metre yüksekliğe kadar çıkabilmektedir. Üst üste konulurken 3 farklı yöntem geliştirilmiştir [3].

1. Yöntem: İki kalıp kirişi üst üste bindirilir. (min. 210 cm) Bu yöntemle toplam 990 cm' e kadar yükseltilebilmektedir.

2. Yöntem: İki kiriş uç uca birleştirilir, birleşim yerine 380 cm' lik bir diğer kalıp kirişi kullanılabilir.

3. Yöntem: Kirişler uç uca eklenir, birleşim yerleri 'Ahşap kalıp kirişi birleşim elemanı ile bağlanır. En kullanışlı yöntem budur. Toplam uzunluk yine 1200 cm' e kadar çıkabilir (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Endüstriyel ahşap kirişlerin birleşim elemanları ile eklenmesi

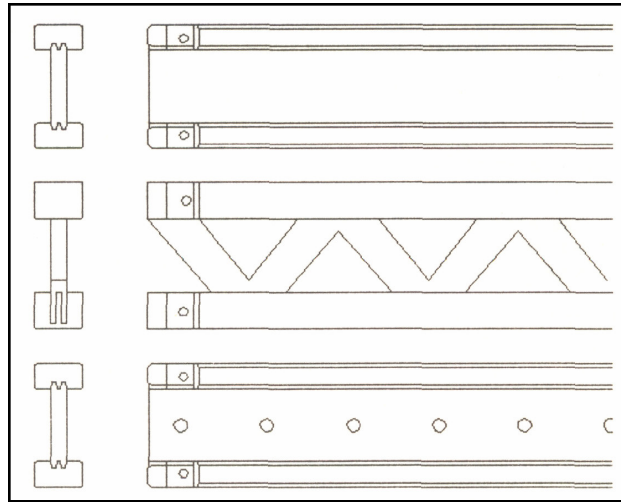
Modern kalıp sistemlerin de ahşap ürünler çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Yalnız firmalar bu ahşapları kullanırken ahşabı bazı işlemlerden geçirerek kullanım sayılarını ve dayanıklılığını arttırmaktadırlar.

Bu tip ahşap kirişler elde etmek için genelde Kuzey Avrupa ülkelerinde yetişen, ince lifli ve dayanımı yüksek huş ağacı gibi özel ağaçlar kullanılır. Bu ağaçların nem

oranlarını çeşitli işlemlerden geçirilerek % 2–2,5'lara kadar düşürülür. Daha sonra neme ve haşereler karşı emprenye edilir. Böylece bu ahşaplar ısı, nem ve haşerelere karşı güçlendirilmiş olurlar. Bu ahşap kirişlerin kullanım sayıları kullanımın titizliğine göre değişir ama normal ahşaplardan 100 kat daha fazla kullanabilirler.

Ahşapların böyle bir ürüne dönüştürülmesiyle daha dayanıklı, daha uzun ömürlü ve standartlaşmış bir ürün elde edilir. Kalıp sistemi kendi bir sistem oluşturduğu için aynı detaylara sahiptir. Bu da işçiliği kolaylaştırır ve inşaatı hızlandırır.

Bu ahşap kirişlerin bir kısmı dolu gövdeli, bir kısmı kafes kirişli ahşap kirişlerdir. Fiyatı daha pahalı olmasına rağmen kafes kirişli kirişler, dolu gövdelilerden daha hafif, 4 kat daha mukavim, daha geniş kullanım alanına sahiptir. Ayrıca tasıma ve tutma kolaylığı sağlarlar.



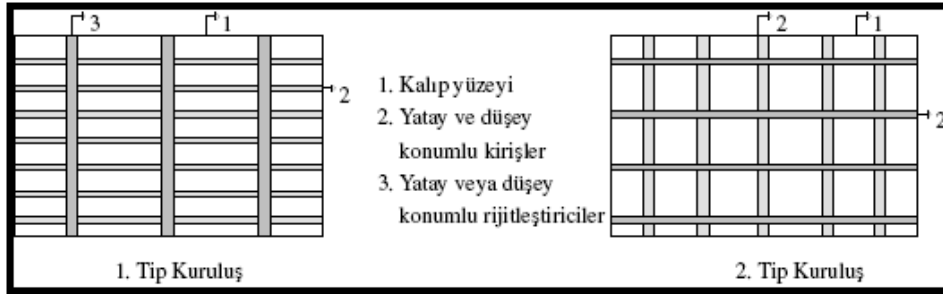
Şekil 2.8. Ahşap kirişleri kesitleri, dolu gövdeli, kafes kiriş, delikli

Bu tür kalıplarda kalıp yüzeyi çelik, ahşap veya prese plaklardan yapılabilirse de en fazla Plywood tercih edilmektedir. Arkada yüzey elemanlarını bir arada tutmak için yerleştirilen kuşaklar çelikten ve taşıyıcı bölümler ahşap veya çelikten yapılmaktadır. Kuşakların taşıyıcılarla bağlantısı vidalar veya bağlantı elemanları vasıtasıyla olur. Bu kalıpların alanları en fazla 30 m²'dir. Kalıp alanı arttıkça tabi ki ağırlıkta artmaktadır. Bu kalıpların ağırlıkları 50 kg' dan 120 kg.' a kadar çıkabilmektedir. Bu ağırlıklar insanın kaldıracabilecekleri ağırlıkların üstünde oldukları için vinç kullanılması gereklidir.

Bu kalıplarda beton basıncına göre desteklerin sayısı ve aralığı ile dayanıklılığı ayarlanabilir. Bu kalıplar 2 şekilde desteklenebilmektedirler:

1. Kalıp yüzeyi yatay yönde daha sık konulan ve genellikle ahşap olan kalıplar ile desteklenmektedir. Bu kirişler ahşap yada],][, □ profilli çelik dikmeler ile düşeyde desteklenmektedir.

2. Sık konulan düşey kirişler yatay kuşaklar ile rijitleştirilmektedirler. Ayrıca yatay yüklere karşı dayanabilmesi için ek payandalar konulur.



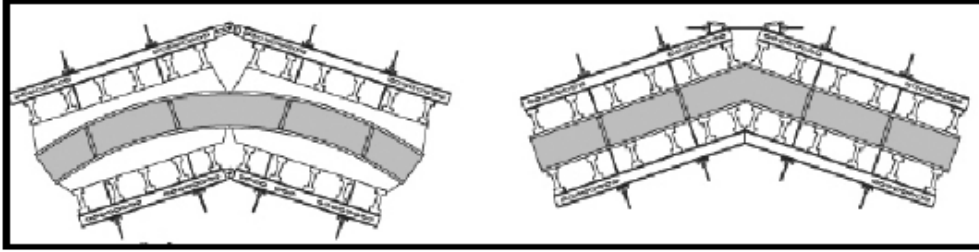
Şekil 2.9. Sık kirişli duvar kalıplarının kuruluş şekilleri

Perde kalıpları vinç yardımıyla taşındığı için üzerine vinç kulpu yerleştirilir. Üzerinde güvenli çalışmak için çalışma platformları yerleştirilir. Hatta yüksek elemanlarda birden fazla çalışma platformu da yerleştirilebilir. Vincin iki kulpunun arasına kalas yerleştirilmesiyle, ahşap kirişlere yanal yük verilmesini ve bozulmasını engeller. Rüzgar ve beton kuvvetlerine karşı payandalarla daha da rijitleştirilir.

Endüstriyel yapılardan, yüksek katlı yapılara, köprü ayaklarına kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Aynı elemanlarla farklı boyutlarda en ve boya sahip kalıplar elde edilebilir. Başka inşaatlarda da kolaylıkla adapte edilebilir. Bir defa birleştirilince gerekli olmadıkça sökülmez, bu da kalıbın ömrünü ve yapım hızını artırır. L şeklinde veya düz olarak hazırlanıp, depolanabilirler. Depolarda üst üste konulduğundan az yer tutar.

İki büyük yüzeyli perde kalıbı kuşaklarla birleştirilir. Bazı sistemlerde birleştirme

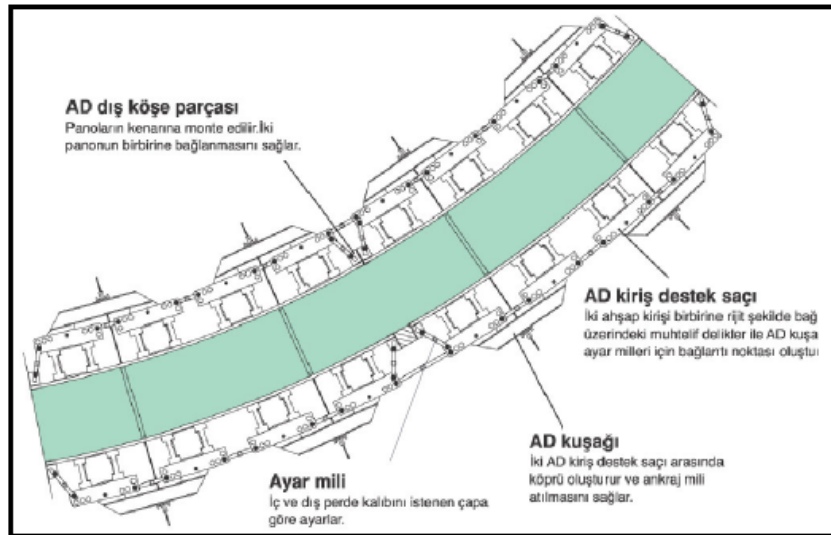
elemanı kullanılır. Bu birleşimler kalıp firmaları göre değişiklik gösterir. Geçirimsizlik için kalıp yüzeyi kenarlarına plastik malzeme yapıştırılır [25].



Şekil 2.10. Eğrisel ve açılı perde kalıbı planı [5]

3. Ayarlı dairesel perde kalıbı:

Eğri perdelerin eğrilik yarıçapı 5 metreyi geçtiği takdirde kullanılabilir. Daha küçük yarıçapları yapmak için bükülebilir saçlar veya ahşap pres kalıp kullanılır. Kalıp yüzeyinin bükülebilmesi için ince olması gereklidir, bu da betondan gelen yanal yükleri karşılamak için taşıyıcıların buna göre ayarlanmasını gerekli kılar [3].



Şekil 2.11. Ayarlı dairesel perde kalıbı [5]

Bazı kalıp firmaları eğrilik yarıçapına uyabilen kalıplar geliştirmişlerdir. Kalıplarda taşıyıcılar arasına yerleştirilen vidalarla, 1 metre çapına kadar olan eğrisellikler verilebilir.

Tam yuvarlak değil de teğet geçen doğrular mantığıyla oluşturulacaksa ne kadar kısa doğrulardan oluşursa, o kadar düzgün bir eğrisellik olur.

Eğer eğrisellik 5 metrenin altındaysa ve ayrıca kalıp alınması istenmiyorsa, normal perde kalıpların içine negatif şekilde ahşaplar konularak da eğrisellik oluşturulabilir.

Endüstriyel ahşap perde kalıpların avantajları:

1. Sistemin gerektirdiği aksesuarlarla kullanıldığında geleneksel kalıba oranla oldukça ekonomiktir.
2. Her türlü betonarme perde kalıbına modifiye edilebilir.
3. Beton yüzeyler son derece düz ve deformatsiyonsuz elde edilir. Sıva işlemine gerek kalmamaktadır.
4. Sistemde kullanılan I kirişlerin dayanımı yüksek olduğundan sehimler geleneksel ahşap kalıba oranla çok azdır.
5. Ayarlı dairesel kalıplar limitler dahilinde her türlü çapa modifiye edilebildiği için oldukça ekonomiktir.

2.1.1.2. Kolon kalıpları

Yapılarda yatayda oluşan yükleri dik olarak taşıyan ve temellere ileten elemanlara kolon adı verilir. Yüksekliği eni ve boyuna oranla daha fazladır. Kolonlar, TS 500 ve deprem yönetmeliğine göre küçük boyutu 25 cm' den veya kat yüksekliğinin 1/20'sinden küçük, dar kenara oranı 3'den büyük olmayan elemanlar olarak tanımlanmaktadır.

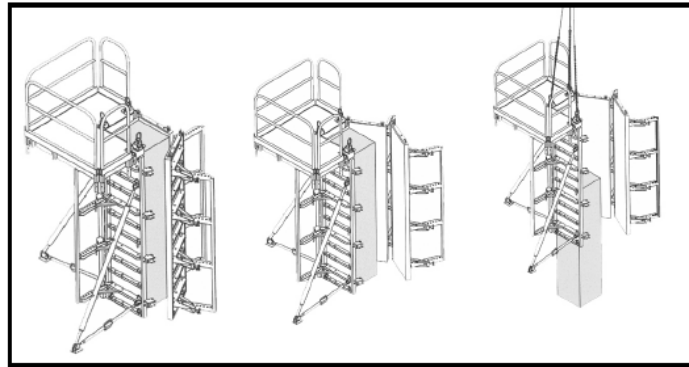
Yapılarda aynı boyutta kolon sayısı fazla ise ve kolon boyutları kattan katta değişmiyorsa klasik kalıplama yerine modern kalıp tekniklerinin kullanılması ekonomik olur. Fakat günümüzde gelişen kalıp teknolojisi sayesinde böyle bir zorunluluk yoktur. Aynı kalıplarla değişik boyutlarda kolon yapmak mümkündür [3].



Şekil 2.12. Ayarlı çelik kolon kalıbı

Modüler pano kalıplarla kolonların kalıplanması:

Modüler pano kalıplarında kolonların boyutuna göre çelikten imal edilmiş olanları vardır. Bu kalıplar diğer inşaatlarda pek avantajlı olmasa da yüksek katlı yapılarda kolon boyutları çok çeşitlilik göstermiyorsa, oldukça avantajlıdır. Vinç yardımıyla bir kattan öteki kata sonra tek parça olarak alınırlar ve inşaata hız kazandırılırlar.



Şekil 2.13. Modüler pano kolon kalıpları ve üstünde çalışma platformu [9]

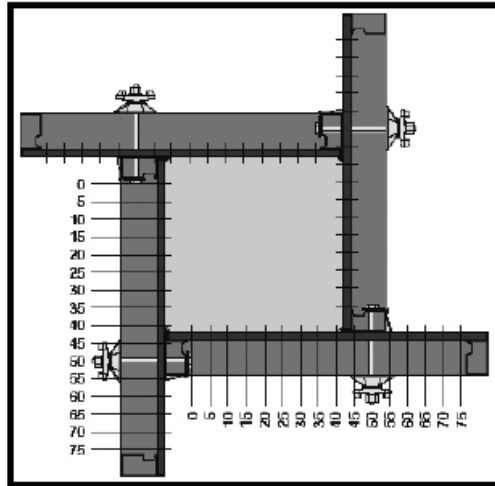
Yuvarlak kolonlarda ise gerekli boyutta hazırlanmış iki yarım daire şeklindeki çelik kalıplar kama veya başka birleştirici elemanlarla birleştirilmesiyle yapılırlar. Boyutları firmadan firmaya değişse de prensipte aynıdır. Çapları ise 25 cm' den 100 cm' e kadar çıkmaktadır. Özel istek üzerine daha geniş boyutta kalıplar da yaptırılabilir.



Şekil 2.14. Çelik kolon kalıpları

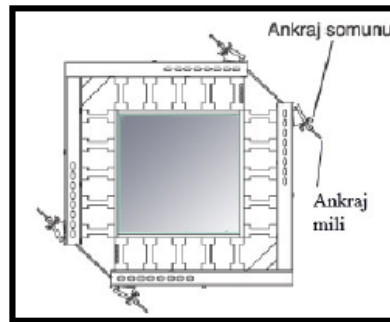
İnşaat sırasında demir donatı yerleştirildikten sonra kalıplar getirilir ve takılır. 6 metre gibi yüksek kolon kalıplarında iki yarım daire yerde birleştirilir, vinçle yerine yerleştirilir. Kolonların tek bir parçada yapılması, diğer projelerde kullanımı kısıtlayacağı için bazı standart boylarda yapılırlar. Üst üste ekleme yöntemiyle kat yükseklikleri ayarlanır. Geleneksel kalıplarla dairesel kalıpların yapımı çok güçtür, istenilen düzgün yüzeyi elde etmek ise olanaksızdır.

Bir diğer yöntem çerçeve şeklindeki kalıp elemanlarıdır. Kalıp yüzeyi çelik veya ashap levha şeklinde olup, taşıyıcı konstrüksiyona sabitlenmiştir. Kolonlar 5'er cm arayla her boyutta oluşturulabilir. Çeşitli kolon boyutlarını sağlamak için dört kalıp birbirine vida, kama veya bulanlarla birbirine bağlanır. Bu bağlantı elemanlarının girmesi için kalıplarda 5 cm aralıklarla delikler bırakılmıştır. Kullanılmayan deliklerin kolon içinde kalan bölümleri plastik tıparlarla kapanması gereklidir [2].

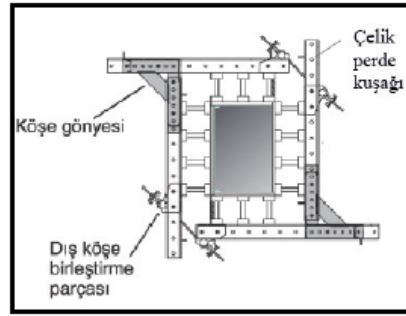


Şekil 2.15. Ayarlanabilir çerçeve kalıp planı [9]

Sık kirişli endüstriyel ahşap kalıp elemanları ile kolonların kalıplanması: Bu sistem perde kalıplarda anlatılan sık kirişli geniş yüzeyli kalıplar benzemektedir. Kolon kalıbı dik açı ile birbirine birleştirilmiş, karşılıklı iki korniyer şeklindeki elemanlardan oluşur. Çelik kuşak, ankraj mili ve somunu ile sağlamlaştırılır. Bu bağlantılar kalıp atmayacak kadar sıkı olmalı ama sökümü zorlaştırmamalıdır. Bu metotta kalıp yüzeyi her kolon büyüklüğü için tespit edilmiş ve ona göre imal edilmiş olmalıdır. Buna karşılık taşıyıcılar ve kuşaklar çeşitli boyutlara uydurulabilmeleri amacıyla belli boyda yapılırlar. [25].

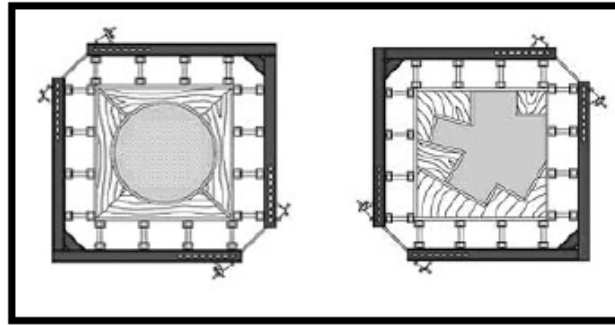


Şekil 2.16. Kolon büyüklüğü sabit



Şekil 2.17. Kolon büyüklüğü ayarlanabilir

Çelik perde kuşağı ve köşe gönyesi sayesinde kolon ölçülerinde geniş ayar aralığı elde edilebilir. Kolon boyutları 20x20 cm' den 70 x 70 cm boyutlarına kadar aynı elemanlarla oluşturulabilir [9].

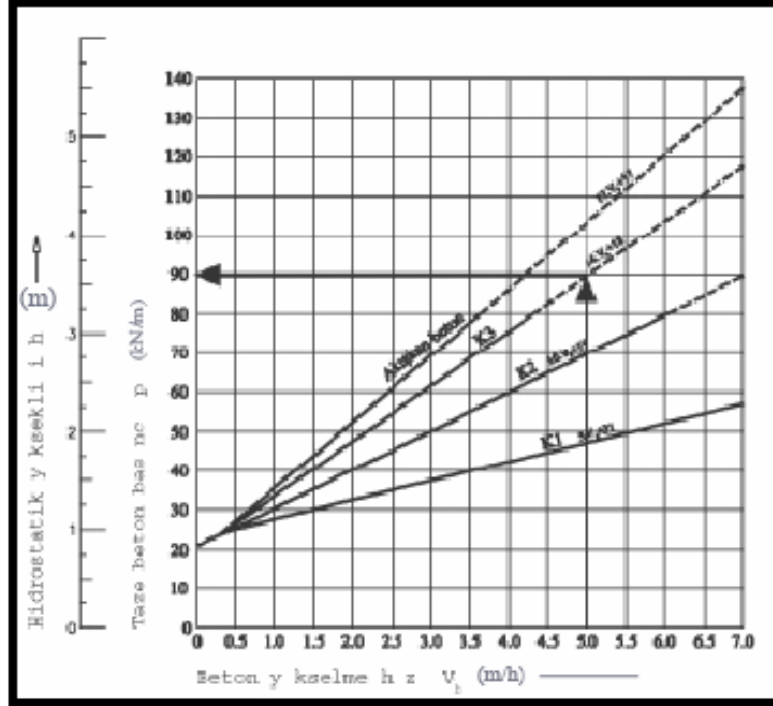


Şekil 2.18. Farklı kesitteki kolonların ahşap negatifler yardımıyla kalıplanması

Farklı kesitteki kolonları kalıplamak için negatif kalıplar da kullanılabilir. Bu şekilde daire kolon ve poligon şeklindeki kolon kesitleri kolaylıkla kalıplanır.

Kullanılan elemanlar: Yüzey olarak plywood, taşıyıcı olarak ahşap yada çelik kirişler, kuşaklamalar, bağlantı ve destek elemanlarıdır.

Tablo 2.1. DIN 18218'e göre perde - kolon kalıplarına gelen taze beton basıncı



Kolonların kalıplanması perdelerle göre beton düzeyinin daha hızlı yükseldiği için daha tehlikelidir. Bu yüzden; perde kalıplarında standart dizayn yüklerinde 50 kN/m² kabul edilirken, kolon kalıplarında 90 kN/m² olarak kabul edilir [5].

2.1.2. Yatay taşıyıcı elemanların yapımında kullanılan kalıplar

Yapılarda kullanılan kalıplar yatay taşıyıcı elemanlar kirişler ve döşemelerdir. Kirişler doğrusal taşıyıcı elemanlar olarak döşemelere gelen yükleri kolonlara aktarırlar. Böylece yükler zemine kadar aktarılır. Bina inşaatında yatayda kullanılan kalıplar 2'ye ayrılır.

- 1 Kiriş kalıpları
- 2 Döşeme kalıpları

2.1.2.1. Kiriş kalıpları

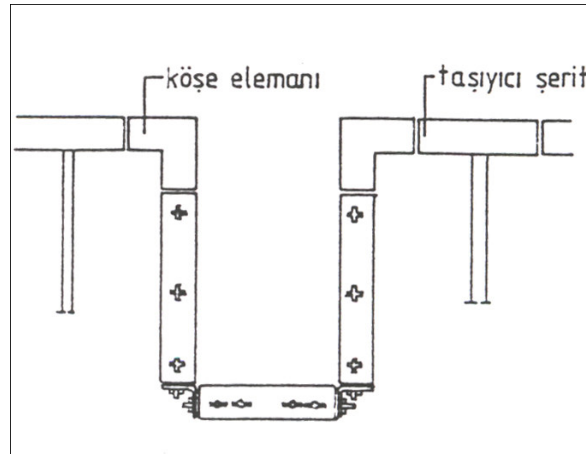
Yatayda oluşan yükleri döşemeden alıp kolonlara ileten taşıyıcı elemanlara kiriş adı verilir. Binaya etkiyen ölü yükleri, yapı elemanları, beton dökümü sırasında taze

beton yüklerini taşır ve zemine kolonlara aktarır. Takılır sökülür kiriş kalıpları da iki ana başlıkta incelenir:

1. Çerçeve kalıplar (Modüler panolar)
2. Sık kirişli endüstriyel ahşap kalıplar

Çerçeve kalıplar (modüler panolar) :

Metal panolar geleneksel yöntemde ahşap yerine çelik kullanılan kalıp sistemlerdir. Elle taşınan boyutları hafif seri kalıpların olduğu gibi vinçle taşınan ağır seri tipleri de vardır.



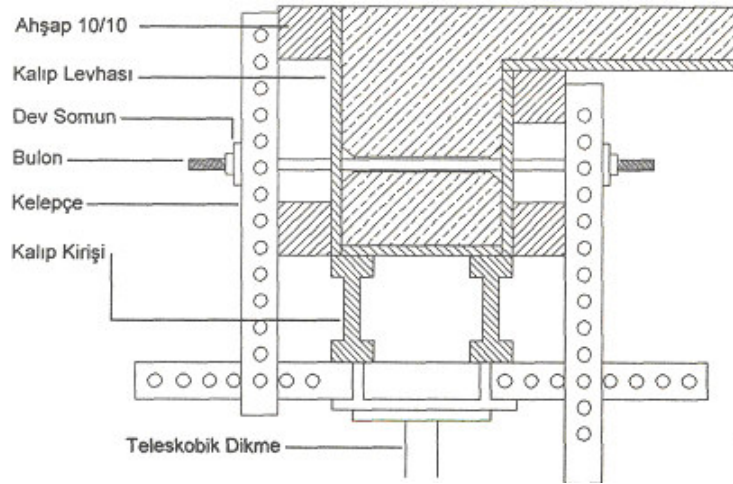
Şekil 2.19. Çerçeve kalıplarla kiriş oluşturulması

Sık kirişli endüstriyel ahşap kalıplar:

Kiriş kalıplarında perde kalıplarından farklı bir malzeme kullanılmamaktadır. Sadece kiriş kalıplarının formu farklıdır. Yapım prensipleri ise aynıdır. Döşemeler gibi alttan ayarlı desteklerle takviye edilmesi gereklidir.

Yüksek katlı yapılarda imalat kolaylığı ve yapım hızı açısından katlar arasında kiriş boyutlarında değişiklik olmaması faydalıdır. Kurulan kalıplar bozulmadan veya ek bir malzeme gerekmeden bir üst kata alınabilir. Ama bu mümkün değilse; basit değişikliklerle diğer kirişe uygun hale getirilebilir.

Kiriş kalıplarında, bina içinde kalan kirişlerin her iki yanı aynıken, bina dışına gelen kirişlerde döşeme kalınlığı kadar bir yükseklik farkı vardır. Kalıp yüzeylerindeki plywoodlar kesilirken bu noktaya dikkat edilmelidir



Şekil 2.20. Endüstriyel ahşapla oluşturulmuş kiriş kalıpları

2.1.2.2. Döşeme kalıpları

Döşeme kalıpları üç başlık altında incelenecektir.

1. Sık kirişli endüstriyel ahşapla oluşturulan döşeme kalıbı
2. Masa kalıpları
3. Çekmece kalıplar

1. Sık kirişli endüstriyel ahşapla oluşturulan döşeme kalıbı:

Geleneksel döşeme kalıbının endüstriyel ahşap ve plywoodla daha dayanıklı malzemelerle yapılmış hali denilebilir.

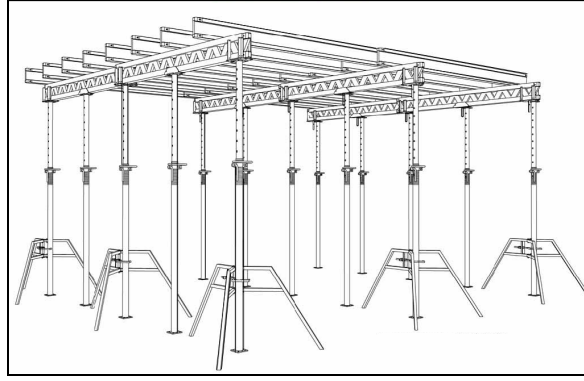
Kalıbı oluşturan ahşap kirişler iki tiptir. Birincisi dolu gövdeli, yüksekliklerine göre adlandırılır, genelde 160 mm ve 200 mm yüksekliğindedir. Maksimum taşıma kuvveti 0,50 t.m' dir. Standartlaşmış boyların dışında da üretilebilirler. İkincisi ise, kafes kirişlerdir. Boyutları genelde 240 mm kalınlığındadır [10].



Şekil 2.21. Dolu gövdeli kirişle döşeme sistemi

Döşeme kalıp sistemi; dolu gövdeli veya kafes gövdeli ahşap kirişlerin ana (mahya) ve tali (ızgara) oluşturduğu karkasın teleskopik dikmelerle desteklenmesi ile oluşturulur. Bu döşeme kalıplarının üstüne genelde 21 mm yada 18 mm kalınlığındaki plywoodlarla kaplanır. Birbirinden bağımsız çalışmakla birlikte bu sistemin bütün elemanları elle taşınabilecek ağırlıktadır. Bu nedenle; bu sistemin kurulması, sökülmesi ve taşınması sırasında vince ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu yüzden, kullanımı daha geniş bir alana sahiptir. Ayrıca geleneksel kalıp sistemine mantık olarak çok yakın olduğu için işçiler de kolay anlayabilmekte ve hızlı adapte olmaktadır. Bu sistemde kurma, sökme, temizleme işçilik değeri 0.70-0.90 adam saat/m²'dir [25].

Döşeme kalıbına gelen yük sırası ile plywooda daha sonra tali ve ana taşıyıcı kirişlere ve son olarak da dikmelere gelir. Sistemin tümü dikmeler üzerine kurulmuştur. Dikmeler hem taşıma güçlerine göre, hem de açılma boyuna göre boyutlandırılır. Ayrıca dikmelerin yerleştirildiği mesafeler taşıyıcıların mesnetleşme mesafeleridir. Bu yüzden, ana taşıyıcı hesapları için önemli bir bilgidir. Yüksek kodlarda dikmeler flanbaj dolayısı ile taşıma güçlerini kaybederler. Bunu engellemek için taşıyıcılar çapraz olarak bağlanır ve sistemin başlık hareketi engellenir.



Şekil 2.22. Kafes kirişli döşeme

Ülkemizde konut projelerinde en çok karşılaşılan kalıp planı kirişli döşeme sistemidir. Bunu asmolen döşeme ve plak (düz-mantar) döşemeler takip eder. Kirişli döşemenin yapılması ise bu sistemde çok kolaydır. Kirişlerin yapımını hiçbir şekilde sınırlamamaktadır.

Döşeme yükü tespit edilir. (Örnek: 24 cm mantar döşeme yükü 8,04 kN/m²). Seçilen plywood' a göre (18 mm veya 21 mm) plywood grafiğinden tali taşıyıcı aralarının ne kadar açılacağı belirlenir. (Tali taşıyıcı aralarının 50 cm açılması halinde 21 mm plywood 0,7 mm sehim verecektir.)

Tablo 2.2. Döşeme kirişleri kalıp tasarım yöntemi [5]

döşeme kalınlığı (cm)	döşeme yükü (kN/m ²)	izin verilen ana taşıyıcı arası (m)			izin verilen maksimum dikme arası(m)						
		tali taşıyıcı arası (m)			ana taşıyıcı arası (m)						
		0.5	0.625	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.25	2.50	
10	4.40	3.63	3.37	3.17	2.88	2.67	2.46	2.13	2.01	1.82	
12	4.92	3.43	3.19	3.00	2.72	2.53	2.33	2.02	1.81	1.63	
14	5.44	3.27	3.04	2.86	2.60	2.41	2.21	1.84	1.63	1.47	
16	5.96	3.14	2.92	2.74	2.49	2.31	2.12	1.68	1.49	1.34	
18	6.48	3.03	2.81	2.65	2.40	2.22	2.03	1.54	1.37	1.23	
20	7.00	2.93	2.72	2.56	2.32	2.14	1.90	1.43	1.27	1.14	
22	7.52	2.84	2.64	2.48	2.26	2.06	1.77	1.33	1.18	1.06	
24	8.04	2.76	2.57	2.42	2.19	1.99	1.66	1.24	1.11	1.00	
26	8.56	2.70	2.50	2.35	2.14	1.87	1.56	1.17	1.04	0.93	
28	9.08	2.63	2.44	2.30	2.09	1.76	1.47	1.10	0.98	0.88	
30	9.66	2.57	2.39	2.25	2.03	1.66	1.38	1.04	0.92	0.83	
35	11.22	2.45	2.27	2.14	1.78	1.43	1.19	0.89	0.79	0.71	
40	12.78	2.35	2.18	2.04	1.56	1.25	1.04	0.78	0.70	0.63	

Tali taşıyıcı ara mesafelerine göre yukarıdaki tablodan ana taşıyıcıların maksimum ne kadar açılacağı bulunur. (Tali taşıyıcı araları 50 cm açıldığında ana taşıyıcı maksimum 276 cm açılabilir)

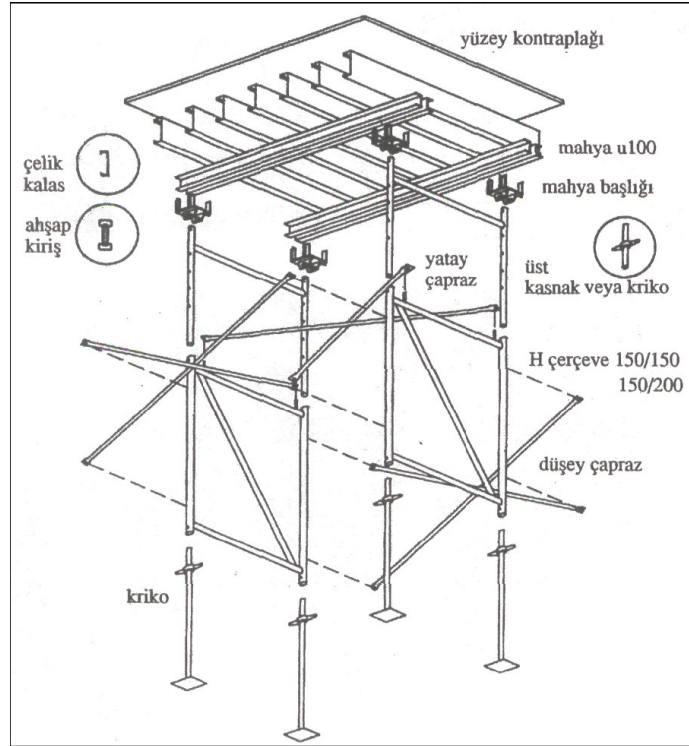
Döşemenin geometrisine ve ölçülerine göre optimum ana taşıyıcı açıklıkları ve buna bağlı olarak, yine yukarıdaki tablodan dikme araları tespit edilir. (Döşeme ölçülerine göre ana taşıyıcının 225 cm açılması daha uygun olduğu için bu ölçü tercih edilmiştir. Buna göre de ana taşıyıcıların altına konulacak olan dikme ara mesafesi maksimum 111 cm olmalıdır [5].

Büyük yüzeyli döşeme kalıplarında ortalama 50 m²'ye kadar yüzey alanına sahip kalıplardır. Eğer büyük yüzeyli döşeme kalıbının taşıyıcısı tabana mesnetli ve yükünü taban veriyorsa, şeklindeki benzerlikten “masa kalıplar” denilir. Eğer taşıyıcı duvardaki konsollara oturuyorsa bu tip kalıplara da “çekmece kalıplar” denilir.

2. Masa kalıpları:

Masa kalıpların kalıp yüzeyini, ahşap esaslı ve metal bir çerçeve ile rijitleştirilmiş kontrplak – omega profili sac levhalardan oluşan büyük yüzeyli panolardan oluşturmaktadır. Masa yüzeyinin genişliğinde aldığı yük ve sahip olduğu mesnet sayısı etkili olup, 2,15 -5 metre, boyu ise 2–8 metre arasındadır.

Gerekli sayıda kalıp yan yana getirilir ve beton ondan sonra dökülür. Kalıp yüzeyi çerçeveli bir pano ise yalnız enlemler, ahşap esaslı bir levha ise, boyu değişebilen teleskopik çelik veya 16–20 cm yüksekliğinde ahşap “I” kirişler veya kafes kirişlerden oluşan enlemler ve boylamlar üzerine oturmaktadır. Masa kalıbının yüksekliği 2,35–5,92 metre arasında değişmektedir [2].



Şekil 2.23. Masa kalıp ve elemanları

Kalıplanacak alana kenardan yaklaşık 3 cm kalıp alma boşluğu kalacak şekilde masa kalıbı yerleştirilir. Duvar ile birleşimine asbestli çimento veya suni malzeme koyulur ve bu kısım betonun içinde kalır.

Kalıp sökülmesinde masa ayaktaki vida yardımıyla betondan ayrılır. Bu masa kalıbı orta ayaklarda bulunan tekerlekler yardımıyla dışarıya doğru itilir. Önce kenardaki bir noktadan vince asılır, sonra daha iç bir noktadan vince asılarak bulunduğu kattan çıkarılıp, bir üst kata alınabilir.

Böyle büyük yüzeyli kalıplarda dikkat edilecek en önemli unsur, kalıpların sökülme kolaylığı ve süresidir. Özellikle çok katlı yüksek yapılarda bu süre ve kolaylık sağlanamazsa, ekonomik olmaktan uzaklaşmaktadır.

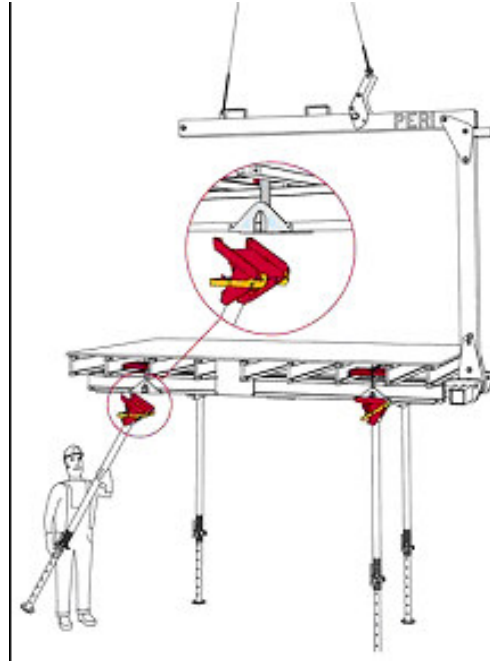
Masa kalıpların bir üst kata çıkarılması için iki yöntem vardır. Birincisi vince asılarak, ikincisi kaz gagası ile taşınmasıdır.

Vince asılarak masa kalıp çıkartılma yöntemi:

1. Çerçevesi sistemlerde başlangıç olarak teleskopik vidalar sökülerek ana çerçeve indirilir.
2. Hidrolik yürütücü bağlanılır ve ayaklar içeri itilir.
3. Her iki ayak en alt enleme borusunda askı kancaları bağlanır.
4. Diyagonaller önden başlayarak sökülür ve aynı anda çerçevelerin üst konstrüksiyonuna monte edilir ve masa kalıp adım, adım dışarı çıkarılır.
5. Son diyagonalin alınmasından önce masa önden biraz aşağıya indirilir ve ikinci kanca çifti takılır. Daha sonra vincin bağlantıları gerilir, diyagonal ve hidroliğin çıkartılmasından sonra masa kalıbı dışarı alınır.

Masa kalıbın bir üst kata çıkarılacağı yer bakımından iki alternatif vardır. Birincisi binanın döşeme boşluklarından kalıbın yukarıya alınmasıdır. Yalnız masa kalıbın sökülmeden geçebileceği bir döşeme boşluğu olması gereklidir ki; bu oldukça küçük bir ihtimaldir. İkincisi ise masa kalıpların binanın cephesinden vince asılmak suretiyle bir üst kata almaktır.

Masa kalıplar cepheden çıkarılacağı zaman, o yüzeyde parapet ve kiriş gibi yapı elemanları olduğunda sistem zorlanmaktadır. Masa kalıbın dikmelerindeki yükseklik ayarının esnek olmaması yüzünden fazla alçalamamaktadır, bu da yüksek kirişli döşemelerde sorun olmaktadır. Bu durumlar için geliştirilmiş olan katlanır ayaklı sistemler mevcuttur; ya da parapetler sonradan yapılması yolu ile bir kolaylık sağlanmış olur. Masa kalıpların en rahat kullanıldığı yapılar hücre sistemle yapılan binalardır.



Şekil 2.24. Masa kalıbın çıkartılması [9]

Bina cephesinde parapetin olduğu durumlarda ise kaz gagası denilen bir yöntem kullanılır. Bu yöntemde masa yaklaşık olarak 2 cm indirilir, hidrolik tekerlekler bağlanır ve yük tekerleklere verilerek masa bina dış sınırına kadar götürülür. Masa indirilir ve hidrolik tekerlekler kaldırılır. Kaz gagası vinç ile kalıp üst kısmını altına getirilir, masa yüklenir ve bağlanır. İkinci bölgedeki enleme çifti alınır çerçeve düzlemleri geriye alınır çerçeve düzlemleri geriye çekilir ve üst kalıba bağlanır. Masa böylece parapet üstünden bir üst kata alınır [2].

Masa kalıpların avantajları:

1. Masa kalıplarda yük teleskopik ayarlı dikmelerle zemine aktarılır. Bu dikmelerin yük taşıma kapasitesi yüksek olduğu için çok sık konulmasına gerek yoktur. Böylece altında rahatça çalışılacak bir alan oluşturur.
2. 10 seferden fazla kullanılacak ise masa kalıp kullanımı geleneksel yöntemden daha avantajlı olur. 10'dan fazla olan kullanımlar ise maliyeti daha da düşürür.
3. Alüminyum çerçeve ve birleşim malzemesi kullanıldığında, vincin taşıma kapasitesini hiç zorlamaz. Hatta birleşim elemanları 1 işçiyle de taşınabilir.
4. Alınan kalıp ve olan inç sayısı da etkili olmak üzere masa kalıpları kat çıkma

süresini azaltan bir sistemdir.

5. Geniş yüzeyli masa kalıpların kullanılmasıyla birleşimlerin azalması ile çıkan beton yüzeyin kalitesi artmaktadır. Ayrıca daha az taşıma ve birleştirme işi çıkacağı için işçilik ve zamandan kazanç sağlar.

6. Fiberglas yada çelik kaset döşemeler masa kalıpların üst yüzeylerine monte edilerek, diğer katlara da sökülmeden taşınabilir.

Masa kalıpların sınırları:

Vinçle kullanılan tipleri kötü hava koşullarında olumsuz etkilenmektedir. Mantar döşemelerde kullanılamaz, bunlar daha çok geleneksel kalıp sistemiyle yapılırlar. Masa kalıpların çıkarılacağı binanın cephesinde bulunan derin kirişler çıkartılmasını zorlaştırır.

Masa kalıpla modüler tasarım:

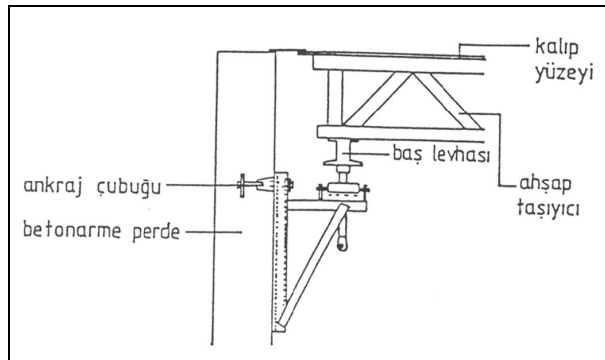
Masa kalıp seçimini, etkileyen pek çok faktör vardır. Bunların içinde hava koşulları, mimari, şantiye olanakları ve maliyet olarak sayılabilir. Aşağıda özellikle mimarların bilmesine fayda olan modüler bilgiler verilmiştir.

1. Alınacak yada kiralanacak kalıp sistemleri belli bir modüler sisteme dahildir. Masa kalıpların genişliği 4,6–9,1 metre arasında değişse de en ekonomik boyut 6,7 metre civarındadır. Yükseklik olarak ise 6,10 metreye kadardır.
2. Uzunlukları 36,6 metreye ve genişlikleri 15,2 metreye kadar çıkabilmektedir. Daha büyük açıklıklarda iki yada üç masa kalıp birleştirilerek kullanılabilir. Ama iki tanesinin birleştirilmesi taşıma kapasitesi olarak sorun çıkarmazken, daha büyük kalıplar taşınamayabilir. Zaten fazla küçük masa kalıpların kullanılması ekonomik değildir.
3. Kirişlerin yeri ve boyutları kattan katta değişmeyen bir gride oturtulur ise, kalıpların üzerinde değişiklik yapılması gerekmediği için avantajlıdır [1].

3. Çekmece kalıplar:

Çekmece kalıplar da büyük yüzeyli döşeme kalıplarıdır. Bu kalıplarda üst yapı masa kalıplarının olduğu gibi mesnetlere değil, perde ve duvarlarda oluşturulan konsollara oturur.

Konsolların mesnetleri daha önce betonlanmış perde duvara bulanlarla ankre edilir. Bu konsollarda bas levhası bulunan bir dişey eleman vardır. Bu kalıbın istenilen yükseklikte düzenlenmesini sağlar. Konsolların altında tekerlekler bulunur. Böylece kalıp indirildiğinde çekmece gibi tekerleklerin üzerinde hareket eder. Açıklık arttığı zaman orta kısımlardaki yük de arttığından buralara ara direklerle ya da üst yapı bir ön gerilme teli ile kuvvetlendirilir. Krikolu konsol ile mesnetleşen, vinç yardımı ile taşınabilen bu kalıp sisteminde, döşeme için sökülme zorunluluğu yoktur [25].



Şekil 2.25. Çekmece kalıplarda konsol detayı

Döşeme yüksekliği, konsollun yüksekliğinin istenilen yükseklikte yapılmasıyla kolayca ayarlanabilmektedir. Çekmece kalıbın beton dökümünden sonra kolayca dışarı alınabilmesi için dışarı çekileceği cephede kiriş olmaması gereklidir. Ama bunun yanında üst katta olan bir parapet ise çekmece kalıbın çıkarılışını etkilememektedir.

Masa ve Çekmece Kalıpların Karşılaştırılması:

1. Kuruluş açısından bir fark yoktur.
2. Masa kalıplar farklı boyutlardaki ihtiyaçlara daha rahat cevap verebilmektedir. Döşemenin dörtgen şeklinde yapılması masa kalıplarda ek kalıplar kullanmak

suretiyle mümkün olmakta ama çekmece kalıpların dışarı çıkarılma şekli yüzünden mümkün olamamaktadır.

3. Tesisat elemanları ikisinde de önceden yerleştirilebilir. (Hem düşeyde hem de yatayda rezervasyon elemanları ile boşluklar sağlanabilir.)

4. Çekmece kalıpların dışarı çıkartılması için giriş olmaması gerektiğinden döşeme tek taraflı çalışmak zorundadır. Bu yüzden yapılacak olan konsollarda kısıtlamalar getirmektedir. Masa kalıplarda da çok derin girişler yapılamamaktadır.

5. Döşemede kot farkı masa kalıplarda yapılabilen ama çekmece kalıplarda yapılamamaktadır [8].

2.2. Tünel Kalıplar

Tünel kalıp sistemi, yapının duvar ve döşemelerinin hassas boyutlu ve düzgün yüzeyli çelik kalıplar yardımıyla tek bir seferde dökülebildiği kalıp sistemidir. Bu sistemde kalıpların enine veya boyuna doğrultuda hareket ettirerek çıkarılır ve gerek düşey gerekse yatay yapı elemanları aynı anda dökülür [12].

2.2.1. Tarihçesi

İkinci dünya savaşı sırasında ortaya çıkan konut açığının hızla giderilmesi için yapılan araştırmaların sonucunda bulunmuş bir yöntemdir. Tünel kalıp teknolojisi ilk kez Fransa'da bir uygulamada ahşap kalıplar ile denenmiştir. Başarılı olan örneğin ardından çelikten yeniden üretilmiştir. Dünyada "Outinord" isimli bir inşaat firması tarafından tanıtılan bu sistem konut, otel bloklarında kullanılmıştır. Özellikle toplu konut üretiminde kullanılan bu sistem önceleri Avrupa'dan getirilirken, şimdi Türk firmaları her türlü elemanını üreterek, yurt içi ve dışındaki şantiyelerde kullanılmaktadırlar [13].

Tünel kalıplar hücre kalıplar grubuna girerler. Önceden monte edilmiş üç boyutlu kalıplardır. Bu kalıp sistemleri kalıp yüzeyi, dijitalik, germe, mesnet ve balgama elemanlarından oluşur. Tünel kalıplarda hacmin en fazla üç duvarı dökülebilir. Dökülen duvarlarla düşey taşıyıcı perdeler ve döşeme aynı anda dökülür.

Tünel kalıp sistemleri, tam ve yarım tünel kalıplar olmak üzere ikiye ayrılır. Tam

tünel kalıplarda, karşılıklı iki perdenin birer yüzünün ve tabliye kalınlığının tek parça oluşturduğu kalıp şekilleridir. Yarım tünel kalıpları: perdenin bir yüzü ve döşemenin yarı kalıbından oluşur. Fonksiyon olarak iki yarım tünel kalıp bir tam tünel kalıba karşılık gelmektedir. Her ikisi de mekanik ya da hidrolik olabilmektedir [14].

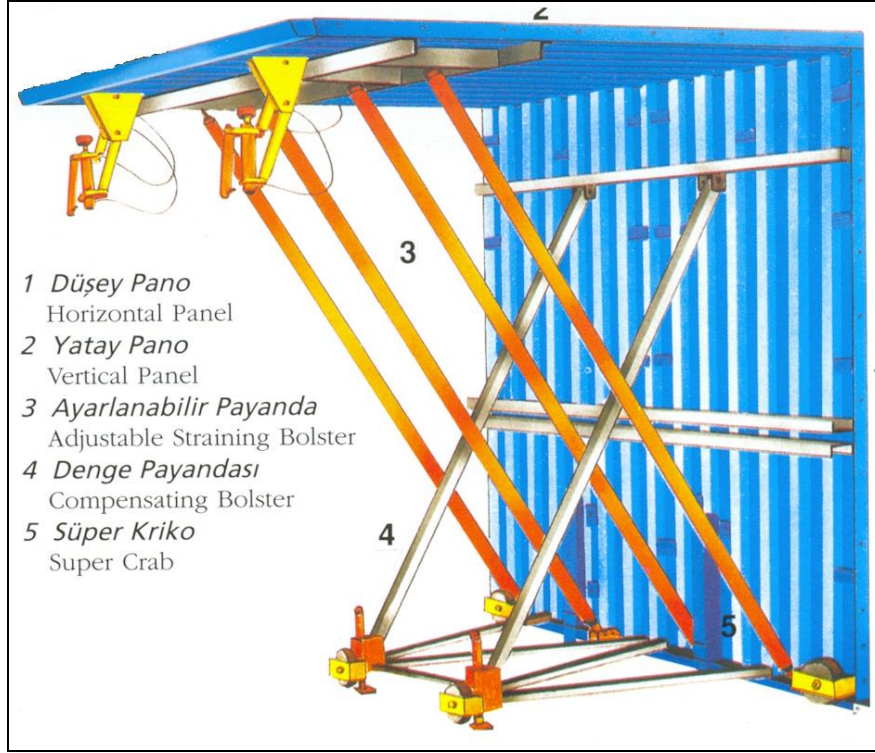
Tünel kalıp sistemi yerinde döküm olduğu için çok endüstrileşmiş bir yapım sistemi gibi gözükmesine de kalıp iskelede iyileştirme sağladığı, bilimsel organizasyon ve planlama gerektirdiği, gelişmiş teknoloji ve araç kullanımına yer verdiği için endüstrileşmiş şantiye teknolojileri içine sokmak mümkündür [25].

2.2.2. Tünel kalıp sisteminin yapım aşamaları

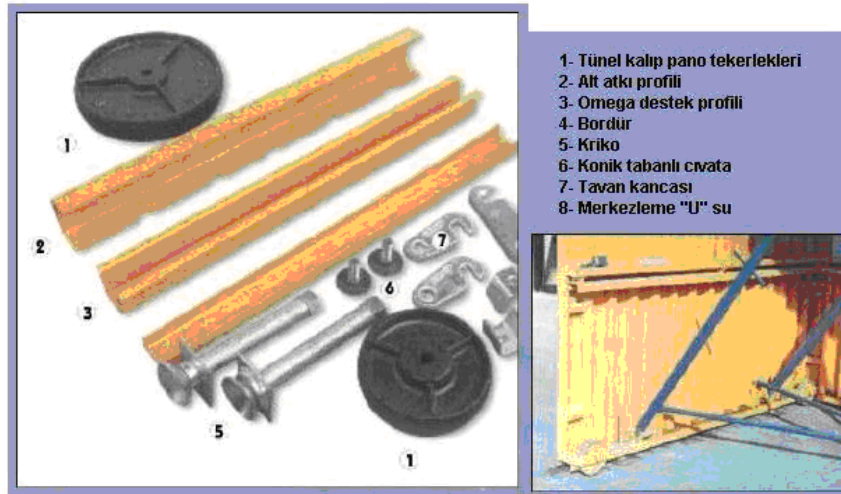
1. Projeye uygun boyutlarda kalıp seçimi
2. Vinçler (kule veya gezer vinçler) yardımıyla kalıpların yerleştirilmesi
3. Çok hassas ölçülerde kalıpların nokta kaynağı ve kelepçeleme yöntemiyle montajı
4. Demir donatıların yerleştirilmesi
5. Betonun dökümü
6. Betonun kür edilmesi
7. Kalıpların sökümü ve bir sonraki iş için aktarılması
8. Bölücü hazır bileşenlerin yapımı ve yerine yerleştirilmesi

2.2.3. Tünel kalıp sisteminin kalıp elemanları

Tünel kalıplarda kullanılan elemanlar: Yatay pano, dikey pano, çapraz destek, tekerlekli dikme, tekerlek, krik, arka pano, döşeme ve duvar kapatma elemanı, aks betonu kalıbı, boşluklar için rezervasyon kalıplarından oluşmaktadır [12].



Şekil 2.26. Tünel kalıp elemanları



Şekil 2.27. Tünel kalıp elemanları

2.2.4. Tünel kalıp sistemlerinin boyutları

Yükseklik: 2.30 metreden 3.00 metreye kadar değişmektedir.

Uzunluk: 0.625 - 1.25 - 2.50 metre katlarından oluşur. Vincin kapasitesine göre birleştirilerek, 12.50 - 15.00 metre elde edilebilir.

Genişlik: 1.05 - 1.025 - 1.35 - 1.65 - 1.85 - 2.05 - 2.25 - 2.55 - 2.85 metre genişliklerde 9 çeşit genişlikte bulunmaktadır. Bunlarla 2.10 - 5.70 metre arasındaki açıklıklar için standart tünel kalıplar elde edilebilmektedirler [15].

Bu kalıp ölçüleri dışında özel isteğe göre de üretilebilmektedir, yalnız standartların kullanılması tabi ki daha ucuzdur.

Tünel kalıplar genellikle çelikten imal edilirler ve nokta kaynaklarıyla hassas bir şekilde birleştirilirler. Takviye atıkları genellikle mega veya mega U profillerindedir. Duvar panelleri yatay rijitliği sağlamak amacıyla ikiz kanal elemanlarla kuvvetlendirilir. Yüksek beton dökme hızına ulaşmak için düşey kalıpların 5 ton/m² basınca dayanabilmelidir. Tünel kalıplar bütün elemanlarıyla birlikte metrekare için 70 kg kadardır [16].

2.2.5. Tünel kalıp sistemin statik özellikleri

Bilindiği gibi Türkiye'nin %90'ı deprem kuşağı üzerindedir. Taşıyıcı perde duvarlı sistemler rijitliklerinin çok büyük olması nedeniyle depreme karşı oldukça dayanıklıdır. Düktil davranışta iskelet sistemler kadar sünek olmadığı ve yatay yüklerden kaynaklanan enerji tüketiminde eksikleri vardır. Fakat; bu eksik yanını gidermek için, deprem kuvveti hesaplanırken gerekli yapı tipi kat sayısı 1.5 seçilmek suretiyle bu değer 0.60 ve 0.80 olan çelik ve betonarme karkas yapılar durumunda özdeş hale getirilir. Böylece, rijitliğin faydaları son sınırına kadar kullanılmış olur [16].

Deprem yönetmeliği taşıyıcı perde duvarların en az 15 cm. olması gerektiğini belirtir. Mimari tasarım sürecinde tünel kalıpla ilgili ölçüler ve bilgiler, mimari projeye yansıtılmalıdır. Bu konuda dikkat edilecek bazı noktalar şunlardır:

1. Mekan organizasyonu kalıp boyutlarına uygun olarak tasarlanmalıdır.
2. Yapıda ana taşıyıcı duvarları oluşturan tünel duvarlarının eşit açıklıklarla yerleştirilmesi sağlanmalıdır.
3. Bu duvarların arasının kalıbın çıkacağı yönde açık bırakılması gereklidir.

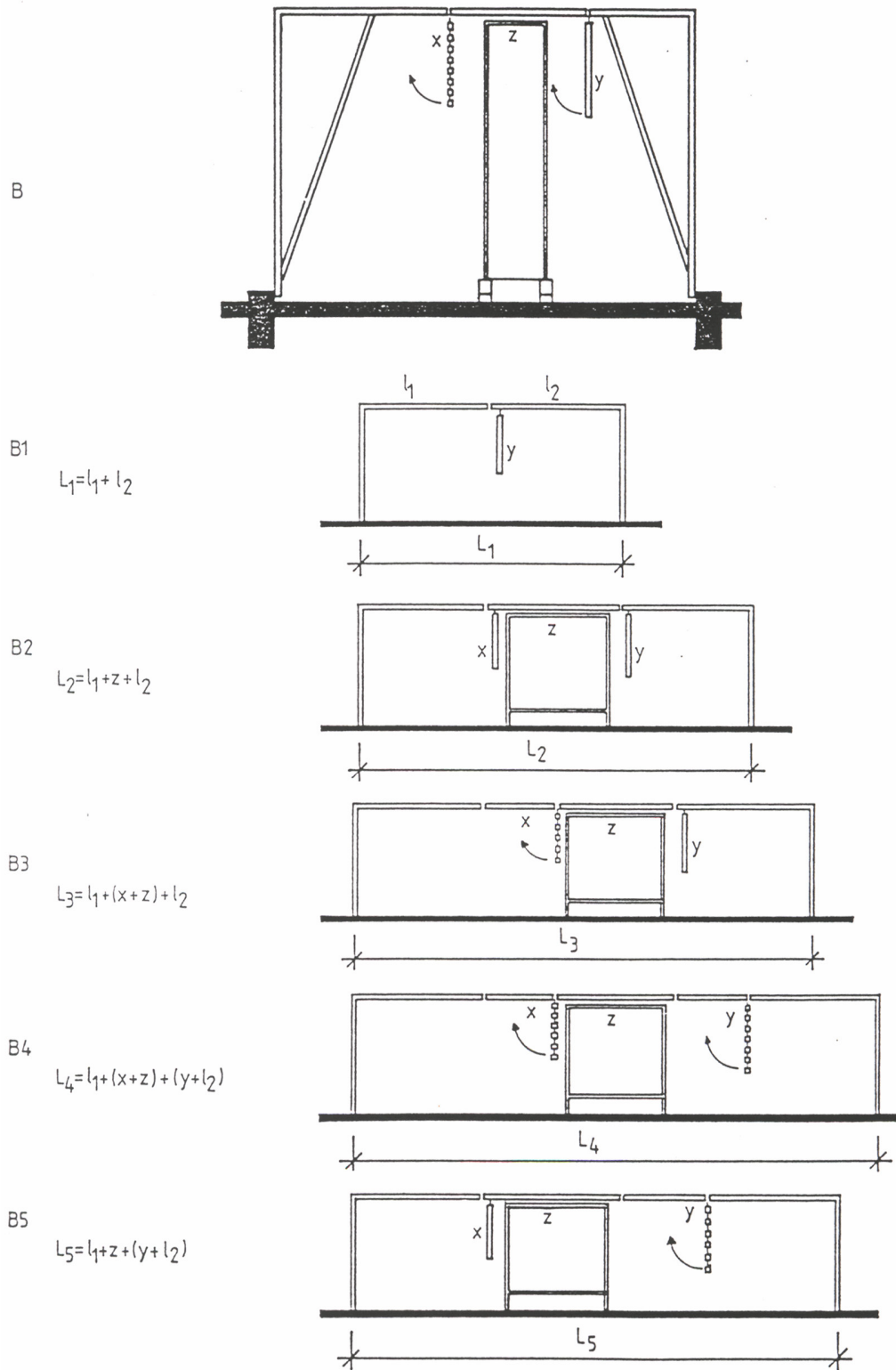
4. Mekanların dik açılı seçilmesi sağlanmalıdır, mümkün olduğunca girinti ve çıkıntıdan kaçınılmalıdır.
5. Mekan yükseklikleri eşit tutulduğu sürece aynı kalıp daha fazla kullanılabilir. İç taşıyıcı duvarların binanın dar kenarına paralel olması ve açıklıklarının birbirine eşit olması gereklidir.
6. Tünel kalıpla yapılan inşaatlarda cepheler boş bırakılmakta, daha sonradan genelde prekast elemanların döşemeye asılmasıyla daha hızlı bir şekilde yapılmaktadır.
7. Dik açılı planlarda rüzgar ve deprem yükleri açısından en ideal yükseklik 15–20 kat iken, daha yuvarlak ya da eğrisel hatlara sahip planlarda bu yükseklik 25–30 katta kadar çıkabilmektedir.
8. Toplu konut projelerinde mutfak, oda gibi hücrelerin en az bir boyutları eşit olursa kalıp kullanım sayısı çok artmaktadır.
9. Sisteme uygun planlama yapma gereği ayrı bir planlama disiplini getirirken, bu zamanla bir alışkanlık haline geldiğinde oldukça farklı planlar oluşturulabilmektedir [17].

2.2.6. Tünel kalıpta boyutsal olanaklar ve farklı yapı boyutlarına uyum

Tünel kalıp sistemlerinde sadece mevcut kalıplar kullanılırsa, tasarımda oldukça kısıtlı kalınır. Farklı tasarımlar yapabilmek için özel kalıplar yapılması da hiç ekonomik olmaz. Böyle durumlar için kalıp firmaları çeşitli ara boyutta ek kalıp elemanları üretmişlerdir.

Örneğin $(L_1 + L_2)$ gibi boyutları olan bir mahal için bir (A) kalıbına ihtiyaç vardır. Bu açıklığın $(L_1 + x) + L_2$ veya $L_1 + (y + L_2)$ gibi boyutlardaki varyasyonları kullanılırsa ve bu x ve y parçaları başka yerlerde de kullanılabilirse, daha ekonomik çözümler üretilmiş olur. Tünel kalıp genişlikleri küçük açıklıklar için minimum 75 cm' e kadar inebilmekte iken, büyük açıklıklarda maksimum 6.50 metre olabilmektedir. Bu ek parçaları düşeyde de kullanılabilir.

Özellikle yarım tünel kalıplarla tasarlanan mimari projeler daha esnek olabilmektedir [18].



Şekil 2.28. Tünel kalıplarda ek elemanların sağladığı olanaklar

2.2.7. Tünel kalıp sistemlerin yapım yöntemleri

2.2.7.1. Tesisat çözümü

Tünellerin sökülebilmesi için bütün döşemenin aynı koddan olması gerekmektedir. Bu yüzden banyo, tuvalet gibi ıslak mekanlarda düşük döşeme yapılamamaktadır. Zaten düşük döşeme uygulaması bulunduğumuz yıllarda, sorun çıktığında müdahale zorluğu yüzünden tercih edilmemektedir. Tünel kalıp sistemiyle yapılan yapılarda banyolarda asma tavan çözümüne gidilmektedir. Böylece tesisatta ileride oluşabilecek bir arıza kolayca müdahale edilebilmektedir.

Ankastre elektrik ve su borularının perde duvarlarına gelen yerlerde, kanalları ve bütün tesisat delikleri kalıplar kurulurken kalıp yüzeyi üzerine rezervasyon boşlukları için hazırlanmış kalıplar vidalarla tünel kalıba sabitlenir. Böylelikle tesisat boruları için milimetrik hassaslıkta boşlukları bırakılmış olur [3].

2.2.7.2. Kapı pencere boşluklarının açılması

Dikey perdelerden gelen kapı ve pencere boşlukları, özel rezervasyon boşlukları ile yerinde milimetrik olarak bırakılmış olur. Donatı yerleştirilirken bu yardımcı kalıp elemanlarının içine yerleştirilmez.

2.2.7.3. Tünel kalıplı yapılarda bodrum katın yapımı

Bodrum katında normal katlarla aynı yükseklikte olması, hem kalıp ekonomisi hem de binanın hassas bir şekilde yerine oturtulması için avantajlı olacaktır. Ama eğer bodrum kat daha yüksek olursa normal katta kullanılacak kalıplar aynı şekilde kurulup ve aradaki fark kadar uzunlukta beton kalıba dökülebilir. Kalıpları taşıyabilecek boyutta ve sıklıkta çelik sehpa üzerinde kalıplar kurulup ve kalan perde kalıpları ve döşeme kısmının kalıpları dökülebilir, fakat böyle bir uygulamada iki beton arasında soğuk derz oluşur. Bu da tüm yapının sağlamlığını olumsuz yönde etkiler.

Ayrıca bodrum kat da tünel kalıpla yapılacak ise kalıpların çıkarılabilmesi için temel kazının konveksiyonel sisteme göre daha geniş yapılması gerekmektedir, fakat bu fark elde edilecek yararlar düşünülürse, önemli değildir.

2.2.7.4. Tünel kalıplarda izolasyon

Cephe panelleri “sandwich panel” olarak şantiye de üretilebileceği gibi, tek kat beton (8-10 cm) olarak yapıldığı zamanda içten yalıtım malzemesiyle kaplanabilmektedir.

Dış duvar izolasyonu yapılmak istenildiğinde kalıbın içine izolasyon levhaları konarak yapılabilir.

Tablo 2.3. Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin enerji karşılaştırılması [17]

	Geleneksel Sistem	Tünel Kalıp Sistemi
Isıtma Ortalama	8860 k/cal	7040 k/cal
Yıllık Sıvı Yakıt Tasarrufu	450 kg/yıl	350 kg/yıl

Tablo 2.3.’ de de gözüktüğü gibi ısı kaybı oldukça azalmaktadır. Bu uzun vadede içinde yaşayan insanların ısınma ve soğuma masraflarında düşüş olarak yansımaktadır. Bunların dışında ısı yalıtımından dolayı ısıtma kazanını boyutlarında, kalorifer peteklerinin metrekaresinde ve boru çaplarında azalma olacaktır.

2.2.8. Tünel kalıbın sağladığı yararlar

1. Konveksiyonel yöntemle göre ağaç sarfiyatını çok azaltmaktadır. Tünel kalıplar çelikten yapıldığı için 1000 kereye kadar kullanılabilir. Kalıplar hurdaya bile dönse, eritilerek yine çelik hammaddesi olarak kullanılabilirler. Ama ahşap şantiyeden yakılacak odundan başka bir şekilde çıkamamaktadır.
2. Çok hızlı bir üretim sistemi olduğu için zamandan çok kazandırmaktadır.
3. İşçilik maliyetlerinde büyük düşüşler görülür.
4. İnşaat süresince işçilerin işleri sistematik ve düzenli olduğu için işçilerin, işi boş yere beklemesi gibi bir durum söz konusu olmaz. İşçilere şantiye süresince düzenli iş sağlanmış olur.

5. Tünel kalıp sistemiyle ne kadar çok imalat yapılırsa, daire başına düşen maliyet o kadar azalmaktadır.
6. Tünel kalıpla yapılan inşaatlarda, yüzeyler sıva gerektirmemektedir. Binanın sıva yüzünden toplam ağırlığı artmamakta, toplam kullanım alanından ise alan kazanılmaktadır.
7. Yurt dışında da yapılan inşaat tekliflerinde ne kadar hızlı bitirilirse, o kadar çok kazanç sağlanacağı açıktır.

Taşıyıcı perdelerin ve döşemenin betonarme olarak elde edildikten sonra, bölücü alt sistemler için alçı, pano bileşenler, hafif konstrüksiyonlar seçilebildiği gibi geleneksel sistemlerde olduğu gibi tuğla duvar da örülebilir. Cephe elemanları ise hazır prefabrik elemanlarla yapılabileceği gibi tuğla da örülebilir [19].

Tünel kalıpla yapılacak olan inşaatlarda proje yönetimi çok önemlidir. Her işlem belli bir sürede ve sırayla yapılmak zorundadır. Örneğin 8 saatlik çalışma ve 24 saatlik rotasyonla bir is programı uygulanabilmesidir. 100 m²'lik bir konut inşaatı için; 8–10 kişilik tünel kişilik tünel kalıp ekibi, 1 elektrik tesisatçısı, 2 soğuk demirci ile sabahtan öğleye kadar 4 saatlik bir çalışmayla tünel kalıp sökülüp yeniden kurulmakta ve öğleden sonra da betonu dökülebilmektedir. Kış aylarında ısıtma yaparak, yaz aylarında ise ısıtmadan, kalıp ertesi sabah yeniden kurulmak için sökülebilmektedir [17].

Tünel kalıpla yapılan yapılarda betonarme betonu olarak C25 betonu kullanılmaktadır. Metrekareye 0.31–0.32 m³ beton dökülmektedir. Donatı olarak ise işçilik süresini kısaltan hasır çelik kullanılmaktadır. Tünel kalıplarda yüzeylerin temiz çıktığı için, ayrıca bir kaplama ve sıvama gerektirmemektedir. Kalıptan çıkan yüzeylerde, eğer segregasyon veya vibrasyon hatası gibi bir kusur varsa spatulayla alçı yoklamayla düzeltilir. Bunun üzerine duvar kağıdı ve boya gibi “bitirme” malzemeleri kullanılabilir. Dış perde kalıp yüzeylerine istenen hazır doku elemanları (fiberglas-neoplast) konularak dekoratif dokular elde edilebilir.

Tünel kalıp ile yapılan yapılarda ekonomik açıklık 3 m–6 m arasındadır. Günlük rotasyon için en uygun kat alanları 70–150 m² arasındadır. Tünel kalıp sisteminin

ekonomik olabilmesi için tekrar sayısı 100'den az olmamalıdır. Kalıp sistemleri nasıl kullanıldığı ile alakalı olarak, iyi kullanıldığında 1000 sefer kullanılabilir. Tabii ki, 100 kullanımın üzerindeki her kullanım sayısı yüklenici firma için kardır [20].

2.2.9. Tünel kalıbın sınıflandırılması

Tünel kalıplar iki gruba ayrılır. Bunlar:

1. Üç ve dört yüzeyli tam tünel kalıplar
2. İki ve üç yüzeyli yarım tünel kalıplar

2.2.9.1. Tam tünel kalıplar

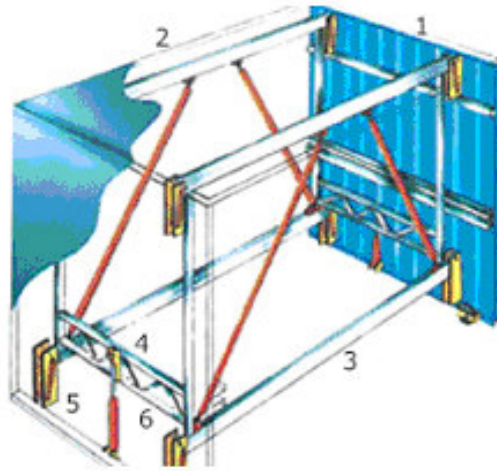
Tam tünel kalıp ekipmanı döşemelerle birlikte, binanın, iç bölme perdelerinin, konvertman perdelerinin betonlaşmasına izin veren ekipmandır. Tam tünel kalıplarda en çok boyutları etkileyen özellik kalıpların ağırlıkları ve vincin kaldırma kapasitesidir. Tünel kalıplarda boyutlar üretici firmalara göre değişmekle birlikte açıklıklar 5.70–6.30 metre arasında değişmektedir. Yükseklik ise 2–3 metre arasında değişmektedir. Bundan daha fazla olan açıklıklarda döşeme kalınlığı artacak, kalıp konstrüksiyonu zorlanacak ve sistem ekonomik olmamaya başlayacaktır. Tam tünel kalıplar alındıktan sonra döşemeler dikme desteğine alınabilir [25].



Şekil 2.29. Tam tünel kalıp elemanlarının oluşturduğu kalıp birimleri

Tam tünel kalıp elemanları:

1. Yatay panolar
2. Düşey panolar
3. Üst kiriş: kalıbın germe ve boşaltma işlemleri için yatay yüzey kalıbını taşıyan profillerle oluşur.
4. Payandalar: Yan kirişlerle yatay kirişi çapraz şekilde birleştirir.
5. Flans ayakları: Kalıbı teraziye almada kullanılır.
6. Rulmanlı tekerlek: kalıbı sürmeye yarar
7. Çubuklar: perde ara mesafelerini ayarlar
8. Somunlar: Kelebekleri sıkmakta kullanılır.
9. Muhafazalar: Kalıpları korurlar



Şekil 2.30. Tam tünel kalıp

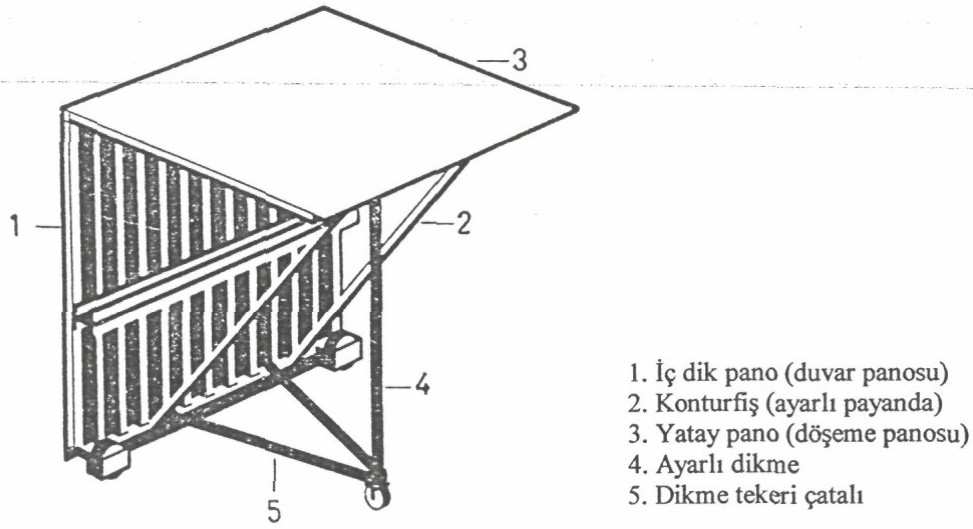


Şekil 2.31. Tünel kalıp sistemi deprem konutları Gölcük

2.2.9.2. Yarım tünel kalıplar

Döşemelerle birlikte, binanın yan dış duvarlarının, iç bölme perdelerinin, konvertman perdelerinin betonlaşmasına izin veren kalıp ekipmanına verilen isimdir. Yarım tünel kalıp ekipmanında, kalıp söküldükten sonra, döşemeleri dikme desteğinde bırakılmalıdır.

Yarım tünel kalıplar, iki yarım kalıbın birleşim detayları dışında fazla bir farklılık göstermezler.



Şekil 2.32. Yarım tünel kalıp elemanları

2.2.10. Tünel kalıpla tasarım yapılırken dikkat edilecek noktalar

1. Mekanlar tasarlanırken tünel kalıbın standart boyutları göz önüne alınmalıdır. En büyük ve ekonomik açıklıklar 5.70–6.30 metre arasındadır. Daha fazla olan açıklıklarda döşeme kalınlığı artmakta ve sistem zorlanmaktadır.
2. Ana taşıyıcı duvarları oluşturan tünel kalıplarının eşit aralıklarda olmasına dikkat edilmelidir.
3. Bu duvarlar en az bir taraftan açık olmalıdır.
4. Mekanlar dik açılı olursa daha kolaylık sağlar.
5. Mümkün olduğunca az girinti ve çıkıntı olmalıdır.
6. Mekan yükseklikleri kat fark etmeden aynı yükseklikte yapılırsa, daha ekonomik olmaktadır. Düşük döşeme yapılamamaktadır. En fazla profillerle 4 cm düşürülebilmektedir.
7. Taşıyıcı duvarların binanın dar kenarına paralel doğrultuda yerleştirilmesi uygun olur. (Cross-wall sistemi)
8. Bina gruplarının yerleştirilmesinde özellikle çok katlı binalarda kreyn kapasiteleri dikkate alınmalı ve rasyonel çalışma düzeni kurulmasına önem verilmelidir. Genel yerleşme planında aynı kreyn ile en az iki yapının üretilmesi sağlanmaya çalışılmalıdır. Sabit kule vinçler kullanıldığında, tek yapının dış boyutlarını vincin

kol uzunluğu belirlemektedir.

9. Tasarım sırasınca kalıpların ankraj aralıkları göz önüne alınmalıdır.
10. Konutlarda ekonomik boyutlar 70–150 m² arasındadır.
11. Kapı ve pencere boşluklarının ölçülerinde ne kadar aynısı kullanılabilirse, o kadar ekonomikleşir.
12. Kat adedi olarak kesin bir sınır yoktur. Türkiye’de yapılan uygulamalar 18 kata kadar rasyonel olduğunu göstermektedir.
13. Betonarme perde kalıpların genişlikleri 15 cm’ in altına düşmez [25].

2.2.11. Tünel kalıpları kuruluş şekilleri

1. Kalıp panoları, şantiyede kurulan düzgün montaj platformu üzerinde yarım tüneller haline getirilip aks betonları dökülür.
2. Kalıp yüzeyi temizlenir ve yağlanır.
3. İki yarım tünel kalıp bir önceki döşeme üzerinde oluşturulan aks betonunu göz önüne alınarak olması gereken yere yerleştirilir.
4. Duvarlar ve döşemelerdeki su tesisatı, ısıtma, havalandırma gibi unsurların pencere ve kapı boşluklar tünel kalıp içine yerleştirilen rezervasyon kalıpları ile boşluğu sağlanır.
5. Demir donatı (hasır çelik levhalar) ve elektrik tesisatı tünel kalıba önceden projelendirildiği şekilde yerine yerleştirilir.
6. Tamamlanınca dış kalıp yerleştirilir ve tünel kalıp ile birleştirilir.
7. Tünelin gerekli kot ve şakul ayarları yapılır.
8. Duvar ve döşemelerin betonu bütün halinde ve tek seferde dökülür.
9. Oluşturulan hacim koruyucu perdelerle kapatılır ve kürlüme işlemi yapılır.
10. Beton yeterli prizi aldıktan sonra, koruyucu perdeler açılır.
11. Tünel kalıbın dış perdelerle olan bağlantıları çözülür.
12. Dış perde panoları alınır ve beton prizi kontrol edilir. Yeterli prizi almışsa;
13. Tünel kalıbın içte kalan ters sehim verilmiş olan döşeme kalıplı kısımda çıkartılır, betonun zamanla çökmesi ve istenilen düzeye gelmesi sağlanır.
14. Tünel kalıp tekerlekleri üzerinde dışarıya itilir.
15. Vinçle kaldırılarak yeni yerine yerleştirilir. Kapı pencere boşlukları için bırakılan rezervasyon kalıpları yerinden çıkartılır.

16. Sökülen tünelin yerine beton ayarlı dikmelerle takviye yapılır.
17. Kalıplardaki beton artıkları temizlenir ve yeniden kullanılacak hale getirilir.
18. Kalıbı sökülmesinden sonra, yapıyı tamamlayıcı ön dökümlü (prefabrik) elemanlar ile ara duvarlar, pencere ve kapı doğramaları, düz veya çiçeklik biçimindeki balkon ve cephe parapetleri ve merdiven gibi elemanlar, yerlerine takılır [17].

2.2.12. Geleneksel yöntemlerle tünel kalıp sisteminin imalatının karşılaştırılması

2.2.12.1. İnşaat süresi

Tünel sistemde ekip sayısının azaltılması ve işlerin devamlılığı zaman tasarrufunu en üst seviyeye çıkarmaktadır. Mesela 100 m² lik bir mesken imalatında geleneksel sistem ile Tünel Kalıp Sistemi süre bakımından kıyaslanırsa şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır [26].

Tablo 2.4. Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin inşaat süresi açısından karşılaştırılması [26]

İş	Süre - Gün	
	Geleneksel	Tünel
Ahşap kalıp hazırlanması	5 gün	--
Tünel kalıp kasa montajı	--	1/2 gün
Çelik hasır, kiriş ve kolon döşeme	1 gün	--
Prefabrik olarak hasır döşeme ve elektrik tesisatının yerleştirilmesi		
Elektrik tesisatının yerleştirilmesi	1/2 gün	--
Kalıp takviyesi	1/2 gün	--
Beton dökümü	1/2 gün	1/2 gün
Beton bakımı ve sulanması	8 gün	--
Beton bakımı ve ısıtılması	--	1 gün
Kalıp sökülmesi	1/2 gün	1/4 gün
Ara duvar örülmesi (kasalar hariç)	1 gün	--
Prefabrik bölme pano montajı (kasalar dahil)	--	1 gün
Kapı kasaları montajı	1 gün	--
Kaba ve ince sıva (iç dış)	2 gün	--
Prefabrik cephe panosu ve merdiven montajı	--	1/2 gün

Tablo 2.4. Devam

TOPLAM	20 gün	4 gün
---------------	---------------	--------------

2.2.12.2. İmalat çeşitlerinin azaltılması

Tablo 2.5. Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin imalat çeşitleri açısından karşılaştırılması [26]

Malzeme	Geleneksel	Tünel
Tuğla	X	--
Sıva malzemesi (Kum+Kireç+Çimento)	X	--
Kalıplık kereste	X	--
Prefabrik bölme elemanı (Beton ve Alçı)	--	X
Prefabrik cephe elemanı (Beton ve ısı yalıtım malzemesi)	--	X

Geleneksel sistemde kullanılan tuğla, sıva, kalıplık kereste ve benzeri malzemeler tünel kalıp sistemde kullanılmamaktadır.

2.2.12.3. Malzeme tasarrufu

Tablo 2.6. Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin malzeme tasarrufu açısından karşılaştırılması [26]

Malzeme	Geleneksel	Tünel
İnşaat demiri	3000 kg	2500 kg
Çimento (300 doz beton sıva)	12650 kg	12800 kg
Kereste kalıplık (zayıf)	3m ³	--
Tuğla	5200 adet	--
Beton ve harç agregası (kum çakıl, mıcır, mil)	63100 m ³	50450 m ³
Alçı	--	6750 kg

2.2.12.4. Kalite

Tablo 2.7. Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin kalite açısından karşılaştırılması [26]

GELENEKSEL SİSTEM	TÜNEL KALIP SİSTEMİ
Ahşap kalıplarla betonda düzgün satıh elde edilmesi zordur.	Kalıpların çelik oluşu sebebiyle düzgün satıh elde edilebilir.
Beton dökümünde ahşap kalıpların kısmen şişmesi ve bu suretle betonun deforme olmasını düzeltmek için kalıp sıva kullanılmasını gerektirir.	Betonda deformasyon olmaz.
Tuğlaların önemli bir yüzdesi kırık olur.	Bölmelerin prefabrik olmasından dolayı tuğla ihtiyacı yoktur.
Sıva işçiliği çoğu zaman istenilen seviyede yapılmaz.	Sıva işçiliği tamamen ortadan kalkmış durumdadır.

2.2.12.5. Maliyet

Tablo 2.8. Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin maliyet açısından karşılaştırılması [26]

GELENEKSEL SİSTEM	TÜNEL KALIP SİSTEMİ
Ağaç kalıpların hazırlanması	Tünel kalıp ve kasaların montajı
Demir işleri	
Elektrik tesisatı döşenmesi	Prefabrike olarak hazırlanan çelik hasır ve elektrik tesisatının yerleştirilmesi
Kalıpların takviyesi	
Beton dökülmesi	
Beton bakım devresi	Beton dökümü
Kalıp sökülmesi	Beton bakımı
Ara duvar örülmesi	Prefabrike bölme pano montajı
Kapı kasaları takılması	
Kaba ve ince sıva işçiliği	
Boya ve badana	Boya ve badana

2.2.12.6. Faydalı alan

Tablo 2.9. Geleneksel sistem ile tünel kalıp sisteminin faydalı alan açısından karşılaştırılması [26]

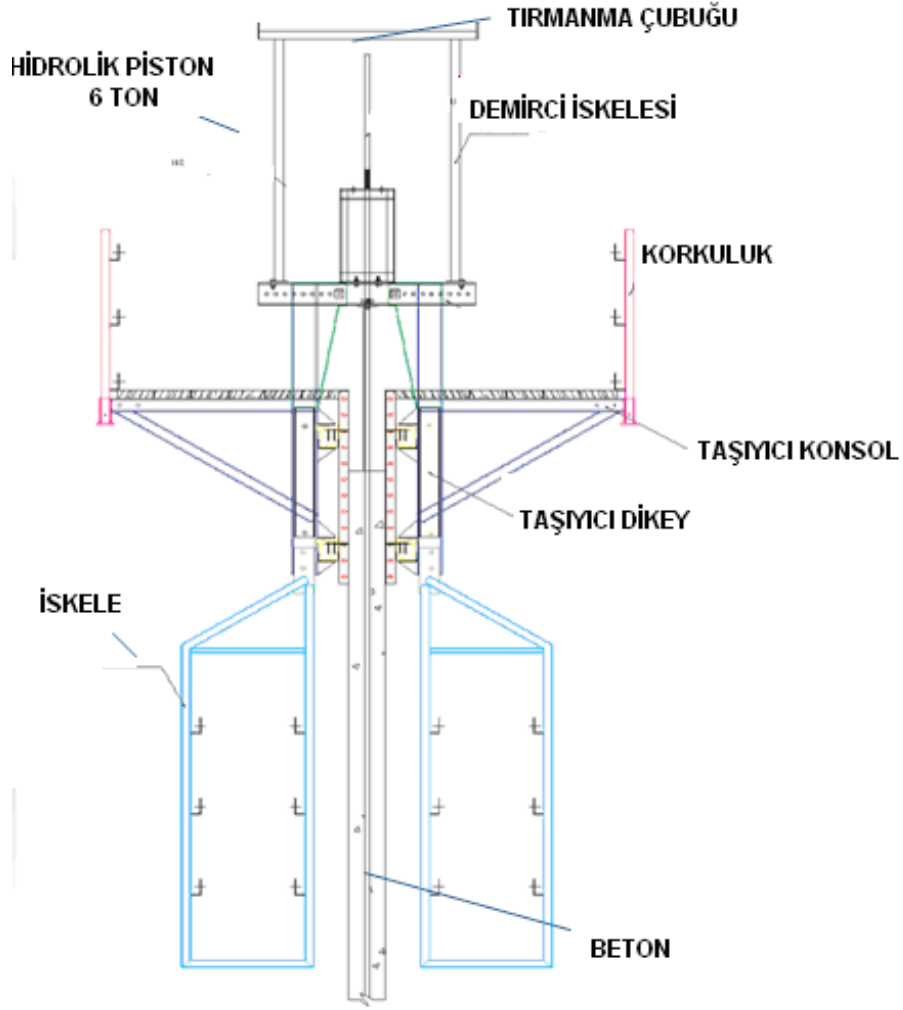
	GELENEKSEL SİSTEM	TÜNEL KALIP SİSTEMİ
Brüt alan	100 m ³	100 m ³
Duvar ve sıva kaybı	14.12 m ²	11.88 m ²
Kalan net kullanım alanı	85.88 m ²	88.12 m ²
Fark (%)	0	2.6 m ²
Artan kullanma sahası	0	2.24 m ²

2.3. Kayar Kalıplar

2.3.1. Kayar kalıp tanımı

Betonarme inşaatlarının düşey elemanlarının yerinde döküm metodu ile yapıldığı, soğuk derzi olmayan, betonun içinde bırakılan özel çelik çubuklara tutunarak kalıbı taşıyan kalıp sistemidir [25].

Beton dökülürken devamlı olarak hareket eden kalıplar için kullanılır. Kayar kalıpların yükseklikleri sınırlı, kısa boyutunda çift cidarlı, rijit konstrüksiyonlu, zemine bağlantısız asma sistemlerdir. Kayar kalıplarda inşaata 24 saat devam eder. Bu sürede 2,6 metreye kadar yükselebilmektedir [25].



Şekil 2.33. Kayar kalıp sematik çizimi

Teknolojik olarak kayar kalıp, beton döküm işlemini prensipte çekim metodu kullanılmak suretiyle yürütmektedir. Sürekli yürütülen beton dökümü sırasında hidrolik krikolara bağlı çeneler yardımıyla kalıp yatay bir düzlem üzerinde yükselerek istenilen geometride yapının tamamlanmasını sağlar.

Kayar kalıplarda betonun hızlı priz alması çok önemli olduğu için özellikle priz hızlandırıcı beton katkı maddeleri kullanılması çok yaygındır. Kış aylarında ise kür yöntemi uygulamak zorunda kalınabilir.

Özel çift taraflı duvar kalıpları, beton duvarın merkezinde çubuk veya tüpleri kavrayan vidalar veya hidrolik krikolar ile desteklenir. Krikolar kuvvet aldığı 32 mm çelik dolu gövde üzerinde kayar, kayarken sistemi de kaldırır [25].

Beton dökümü bitirildiği zaman betonarme yapı monolitik bir bütünlük içerisinde, derzsiz olarak tamamlanmış olmaktadır. Saate 25–30 cm yükselebilen kayar kalıpların hepsi bir arada hareket ederler. Bu yüzden işçilerin sisteme adapte olması çok kolay değildir. Ayrıca kalıplar beton prizini tam olarak almadıkları ve temizlenmeden kaydırıldıkları için çok temiz bir beton yüzeyi elde edilemez.

Kayar kalıpların kullanım alanları:

Silolar, tanklar, su kuleleri, yüksek fabrika bacaları, hava meydanı kontrol kuleleri, televizyon anteni taşıyıcı kuleleri, kesonlar bina çekirdeklerinde kullanılır. Otel, konut, is hanı gibi yapılarında inşaatında kullanılan sistem 12 kat ve daha fazlasında maliyet daha avantajlı bir hale gelmektedir.

Malzeme azlığı, işçiliğin kötü olmasından dolayı isin yürümesini engellemek için detaylı ön planlama gereklidir. Bu sebeple kayar kalıp tekniği konu hakkında tecrübe sahibi firmalar tarafından kullanılmalıdır. Kayar kalıplar ikiye ayrılır:

1. Vidalı mekanik kaldırma tertibatı
2. Hidrolik kaldırma tertibatı

2.3.2. Kayar kalıbı oluşturan başlıca elemanlar

Kayar kalıp elemanları aşağıdaki sıralanabilir:

1. Sehpa iskelesi
2. Kaldırma elemanları
3. Çalışma platformları
 - Üst çalışma platformları
 - Alt çalışma platformları
4. Tesisat şebekeleri

2.3.2.1. Sehpa iskelesi

Kalıp panolarının projedeki yerlerine sabitleştiren, taze beton basıncı nedeniyle kalıbın yatay hareketine engel olan, kayar kalıbın düşey yönde kaymasına yardımcı olan elemanlardır.

2.3.2.2. Kaldırma elemanları

Daha önceleri elle döndürülerek kullanılan kaldırma aletleri artık, pnömatik, hidrolik ve elektromekanik aletlere bırakmıştır. Ama daha çok hidrolik kayar kalıplar tercih edilmektedir.

2.3.2.3. Çalışma platformları

Beton dökülürken kolaylık olması için farklı düzeylerde çalışma platformları oluşturulur. Alt ve üst çalışma platformu olarak ikiye ayrılır.

Üst çalışma platformu:

Çalışan işçilerin dolaşımını sağlar, aletlerin taşınmasını sağlar. Donatı yerleştirme gibi işlemler için yer sağlar, çerçeve ve boşluk kalıplarının konulabilmesini sağlar.

Alt çalışma platformu:

Üst çalışma platformlarından yaklaşık 3,5–4 m altında düzenlenir ve üst çalışma platformlarına asılırlar. Alt çalışma platformları işçilerin kalıptan çıkan yüzeyleri kontrol etmesi, düzeltmesi ve boşluk kalıplarını sökülmesi sırasında kullanılır. Alt ve üst çalışma platformları sayesinde iskele, montaj, demontaj gibi pahalı işlemlerin yapılmasına gerek olmamaktadır.

2.3.2.4. Tesisat şebekeleri

Yapının bitiş kotuna ulaşabilmek için gerekli uzunlukta olan ve sürekli yapıma elverişli bir tesisat şebekesi gereklidir. Elektrik, su ve telefon tesisatlarında kullanılan borular yapı üst kotuna ulaşacak uzunlukta olmalıdır. Su tesisatı kayar kalıpta betonun beslenmesi, sulanması ve sıva için gerekli harçta kullanılacaktır.

2.3.3. Kayar kalıplarda dikkat edilecek unsurlar

1. Kesintisiz bir çalışma sekli olduğu için malzeme stokunun sürekli kontrol altında tutulması gereklidir. Düzgün bir proje kontrol sistemi gereklidir.
2. Kalıp önceden prefabrik olarak hazırlanmış olmalıdır. Demirler ise önceden bağlanmış olmalıdır. Sistemin çalışmasında çok az sapmaya izin verir.
3. Kalıplar yükseltilirken düzenli ve bir arada olmasına dikkat edilmelidir.
4. Kalıp yüzeyine çok kuru ne de çok ıslak olmalıdır.
5. Kalıp sistemi kurulup başladıktan sonra fikir değişikliği yapılmamalıdır. Kalıp sistemi cephede çıkma varsa uygulanamaz.
6. Pencere ve kapı lentolarının olmaması sistemi hızlandırır.
7. Duvar kalınlığı 15 cm ile 100 cm arasında olabilir.
8. Beton kalitesi yüksek olmalı, is programı hızlıysa priz hızlandırıcı kullanılması gereklidir.
9. Kayar kalıp çelik elemanlarının montajında, kalıbın kendisinin yerleştirilmesinde ve platformların teşkili ile yürüyüş yollarını yerleştirmesi için mobil veya kule vinç kullanılmalıdır.
10. Az katlı yapılarda ekonomik değildir.
11. Konusunda uzmanlaşmış olmak gereklidir.
12. 30 metreye kadar işçilerin sirkülasyonu için merdiven yeterliyken, üstünde işçiler için asansör şarttır [25].

2.3.4. Sistemin avantajları

1. Yapım süresi kısadır.
2. İşçilik maliyeti azdır.

3. Yapı iskelesine gerek kalmaz.
4. Monolitik, dersiz bir yapı elde edilir [25].

2.3.5. Sistemin dezavantajları

1. Az katlı yapılarda ekonomik değildir.
2. İlk yatırım maliyeti yüksektir.
3. Çok hassas çalışılmalıdır, hata kabul etmez.
4. Su izolasyonu beton içine katkı maddesi konularak çözülürse bina hava almaz.
5. Çok düzgün bir beton yüzeyi elde edilmez [25].

2.4. Tırmanır Kalıplar

Tırmanır kalıplar düşey betonarme elemanların yapımında kullanılan ve yapımın kesintisiz olarak devam etmesini sağlayan kalıp sistemleridir. Çok katlı konut ve işyeri inşaatlarının taşıyıcı perde duvarı, çekirdekler ve dış duvarları; yüksek istinat perdeleri, köprü inşaatları, kule-baca benzeri yüksek yapılar, asansör boşlukları, baraj inşaatları, enerji santralleri ve benzeri endüstriyel yapılar, tırmanır kalıp sistemlerinin kullanım alanlarıdır.

Tırmanır kalıplarda taşıyıcı iskele kullanmaya ihtiyaç kalmamaktadır. Bu kalıplar yapıya istenilen yükseklikte antre edilebilir, düşeyde gerekirse yatayda her bir betonlama birimi için hareket edebilir. Tırmanır kalıp boyutu kat yüksekliği kadar olmalıdır, yoksa ekonomik ve pratik olmaktan çıkmaktadır. Çok kalifiye işçi gerektirmez, basit mekanizması kısa sürede öğretilir. Tırmanır kalıplar yukarı koda alınma şekillerine göre 3 gruba ayrılırlar.

1. Elle tırmanır kalıplar
2. Vinçle tırmanır kalıplar
3. Otomatik tırmanır kalıplar
 - Mekanik Mekanizmalı
 - Hidrolik Mekanizmalı [18].

2.4.1. Elle tırmanır kalıp sistemleri

Elle tırmanır kalıp (askerli) sistemleri vinç yardımı olmaksızın elle tırmandırılabilirdiği gibi vinç imkanı olan şantiyelerde büyük paneller halinde monte ve demonte edilebilmektedir. Bir alt seviyede dökülmüş betona bağlı kalarak kalıba mesnet teşkil eden kalıp, iskele görevi görerek çalışma platformu oluşturur [22].

Elle tırmanır kalıbın kullanım aşamaları:

1. Her pano için 1 sıra U profilden yatay destek kullanılır.
2. Yatay destekler, destek kelepçesi ile kalıba bağlanır.
3. Kılavuzlar ve pano birbirlerini deveboyunlu kanca ile sıkıca bağlanır.

Her kılavuz için 4 adet bulon deliği vardır. Her kılavuz kriko ile ayarlanabilir.

Beton dökümü yapıldıktan ve beton prizini aldıktan sonra tırmanır kalıp elemanları sökülür ve işçilerle taşınabilecek boyutta olan tırmanır kalıp elemanları bir üst katta taşınır. Üst katta bir daha monte edilmeleri gerektiği, yüksek yapılarda zaman kaybına sebep oldukları ve işçi güvenliğini sağlamak zorlaştığı için tercih edilmezler. Bu sebeplerden elle tırmanır kalıplar genelde az katlı yapılarda temel, perde, istinat duvarı, köprü gibi yapılarda kullanılırlar [25].

Uygulama hızı 15 m²/adam gündür. Kullanımı kolaydır ve kalifiye işçi gerektirmez. Yalnız işçilerin güvenliği için payanda çalışma konsolu, ankraj gerekmektedir.

Tırmanır kalıplar 3 birimden oluşurlar:

1. Betonlama iskelesi ile birlikte perde kalıp elemanları
2. Kalıp içinde tutma mekanizması ile birlikte tırmanma iskelesi
3. Bir veya birkaç çalışma platformu

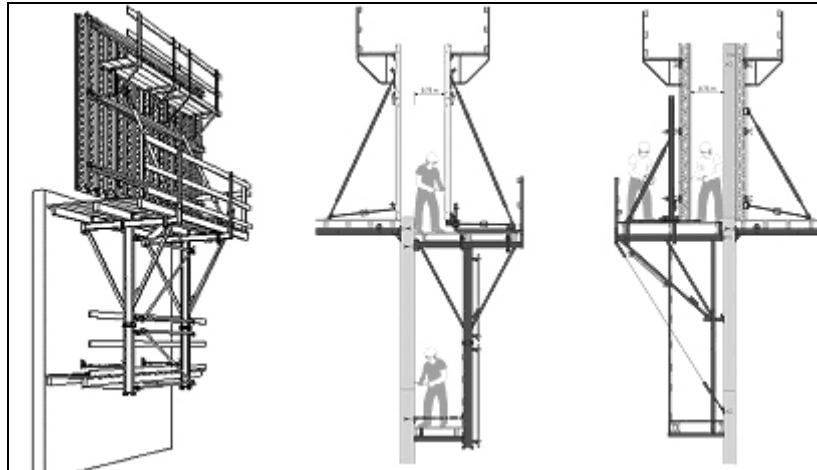
İş akışı sırasında dikkat edilecek noktalar:

1. Tırmanır kalıplar aynı betonlama bölümlerinin çok sık tekrarlandığı işler için uygundur.
2. Kalıplara ankraj yapılabilmesi için en az beton basınç mukavemetinin 6 N/mm² olmasına dikkat edilmelidir. İş programı buna göre ayarlanmalıdır. Bu basıncı sağlamak için iki tırmanır kalıp da kullanılabilir. Bunlar birbiri üzerine değiştirilerek üsteki alttaki tarafından taşınabilir.

2.4.2. Vinçle tırmanır kalıplar

Yüksek yapılar için uygun sistemlerdir. Kalıp sistemi bir vinç yardımıyla bir üst kat seviyesine çekilir. Böylece kalıp tasıma işlemi daha kısa bir sürede yapılabilir. Kalıp uzunluğu arttıkça alta başka bir platform daha eklenebilir.

Tüm tırmanma konsolları daha ağır hizmet tipi kalıp panelleriyle kullanılır, fakat çelik ya da plywood yüzeyli modüler perde kalıplarıyla veya levha plywood malzemelerin ahşap kirişlere monte edilmesiyle oluşturulan perde kalıplarında da kullanılabilir.



Şekil 2.34. Tırmanır Kalıp Çizimler

Vinçle tırmanır kalıplar 3 bölümden oluşurlar:

1. Betonlama iskelesi ile birlikte perde kalıp elemanı
2. Kalıp için tutma ile birlikte tırmanma iskelesi
3. Bir veya birkaç çalışma platformu

Vinçle tırmanma işlemi şu şekilde yapılır:

1. Kalıp ankrajları alınır.
2. Kalıp yüzeyi geri alınır.
3. Asılma mekanizması bir üst kata yerleştirilir.
4. Tırmanma grubu vince asılır. Grubun basındaki emniyet tertibatı açılır.
5. Tırmanır kalıp bir üst kata kaldırılır ve emniyet alınır [2].

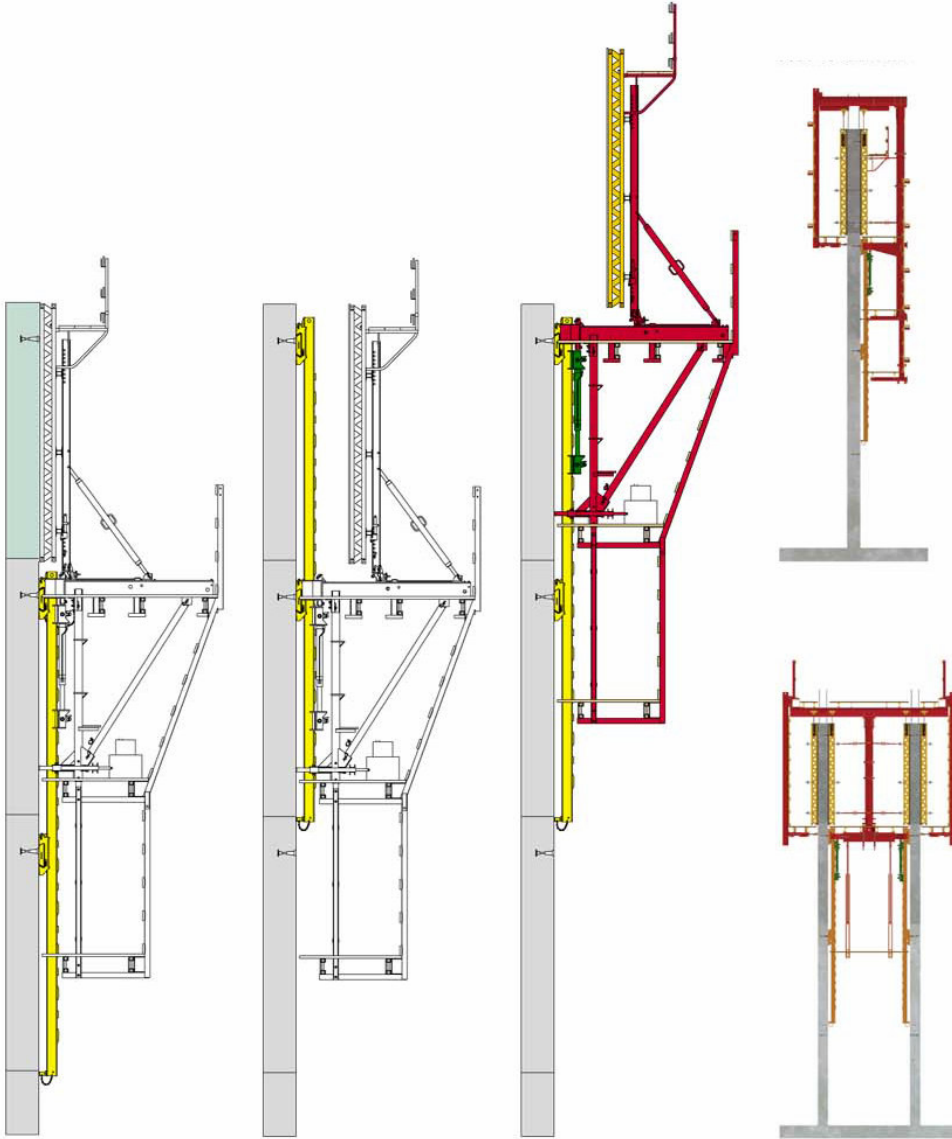
Kalıp yüzeyi tırmanan iskeleye vidalı çubuklar ve ileri geri hareket ettirilebilen bir araba ile bağlanır. Arabalı durumda kalıp yüzeyi duvardan 75 cm geriye çekilebilmesiyle elde edilen avantajlar:

1. Kalıp yerleştirilmeden önce kalıp yüzeyinin kontrolü ve kalıp temizleme maddeleri ile kalıp yüzeyinin temizlenmesi
2. Perde ve bir sonraki yükseklikte oluşturulacak tırmanan iskele için askı elemanının yerine konulması
3. Betonun düzeltilmesi, ankraj deliklerinin kapatılması
4. Donatının yerleştirilmesi; burada geri çekilmiş kalıp yüzeyi yüksekte çalışan işçileri rüzgara ve diğer etkilere karşı korur.

Yapı yükseldikçe tırmanır kalıbın vinç ile kaldırılma süresi artar. Böyle bir vakit kaybını azaltmak için daha büyük yüzeyli kalıplar kullanılması faydalıdır. Böylece hem bir seferde daha fazla hacmin betonu dökülmüş olur, hem de toplam montaj sayısı azaltılmış olur. Yalnız bu konuda vincin kaldırma ve ankrajları taşıma kapasitesi dikkate alınmalıdır. Genelde 25 m²'den fazla kalıp yüzeyi tercih edilmez.

2.4.3. Hidrolik tırmanır kalıplar

Vinç yardımı olmadan hidrolik kaldırma sistemleriyle kaldırılan tırmanır kalıplardır. Bir çerçeve sistemin iç kenarına hem düşey hem de birbirine göre kayabilen çerçevelere bağlanır. Bunlar itme silindirleri ve yürüme rayları yardımıyla daha önceki bölümlerdeki betonlara sağlam bir şekilde bağlanmıştır. Tırmanma işi iç ve dış çerçevenin birbirini değiştirerek ankre edilmesi ve yukarı kaldırılması ile yapılır. Bu kalıp sistemi rüzgar ve vinçten bağımsız oldukları için oldukça avantajlıdır [18].



Şekil 2.35. Hidrolik tırmanır kalıpların çalışma şekli [9]

2.5. Kayar Kalıplar ve Tırmanır Kalıpların Farkları

1. Tırmanır kalıpta ilerleme hızı, kayar kalıba göre daha düşüktür. Ancak betonarme demir montajı hızının, kayar kalıp ilerleme hızına (10-12 inç/saat) ayak uyduramaması gibi durumlarda tırmanır kalıp ile çalışmak zorunlu olabilir. Genel olarak söylemek gerekirse tırmanır kalıpta, kayar kalıba göre daha kontrollü ve sonuçta da daha kaliteli bir imalat yapmak mümkün olur.
2. Tırmanır kalıp iki günde bir ano kadar yükselebilir. (Genellikle yaklaşık 3 m)
3. Tırmanır kalıbın diğer bir üstünlüğü, sistemin kayar kalıp kadar karmaşık olmamasıdır. Daha kısa zamanda eleman yetiştirilebilir.
4. Kayar kalıpta yatay derz görünmez iken tırmanır kalıpta yatay derz izleri görülür.
5. Bu bakımdan derz yerlerine özel itina gösterilmelidir. Kayar kalıp ve tırmanır kalıp arasında seçim; teknik, ekonomik ve eleman kalitesine göre yapılır.
6. Kayır kalıplarda beton prizini almadan hareket ettirildiği için genelde kalıba yapışır ve taşındığı yerde beton yüzeyi kalitesini bozarlar. Ama tırmanır kalıplarda beton 6 N/m² olan taşıma gücüne ulaşmadan kalıp kaldırılmadığı için yüzeyi daha temiz çıkmaktadır [23].

2.6. Kalıbın Sökülmesi

Kalıp ne kadar çabuk sökülürse, o kadar çabuk bir üst katta kurulmaya baslar. Fakat dökülen betonu gerekli mukavemeti kazana kadar bu söküm gerçekleştirilmemelidir.

Genel olarak ince kesitleri yanak kalıpları gibi yerler, 12 ile 24 saat içinde sökülebilir. Düşey yüklerin etkin olduğu diğer kalıplarda bu süre daha fazladır. Daha hızlı priz alınması istendiğinde farklı ısılarda küre tabi tutulabilir.

Kalıpta erken söküm (back-proping) için tedbirler alınabilir. Betonun altındaki kalıp sökülürken belli aralıklarla dikmeler bırakılır. Aralıkları 1.5 metreyi geçmiyorsa dikme bırakmaya gerek yoktur. Ama geçiyorsa 2.5 metrede bir dikme koymak gereklidir. (DIN EN 13225)

2.7. Kalıbın Hazırlanmasında ve Kurulmasında Sökülmesinde Dikkat Edilecekler

Kalıp maliyetini 3 unsur etkilememektedir. Bunlar malzeme, işçilik ve kalıpların kullanımında gerekli olan ekipmanlardır. Kalıp maliyetlerini düşürmenin en iyi yolu kalıp işçiliğinin azaltılmasıdır.

1. En küçük parçasına kadar kalıp gerekli yükü taşıyabilecek şekilde dizayn edilmelidir.
2. Kalıp tasarlanırken kalıp sökümü de düşünülmelidir.
3. Daha önce alınmış panolar var ise onların kullanılmasına çalışılmalıdır.
4. Vinç varsa vinç kapasitesi, yoksa insan taşıma gücü elverdiği kadar büyük paneller tercih edilmelidir. Böylece kurulmada ve sökümde zaman kazanılır.
5. Vinç kurulurken yeri çok iyi karar verilmelidir. Gerekli her yere vinç ulaşabilmelidir.
6. Kalıp tahtası yerine plywood tercih edilmelidir. Ters çevirmek suretiyle 100–120 kez kullanabilen plywoodlar düzgün yüzeyler sağladığı için oldukça avantajlıdır.
7. Gerekli yükü alabilecek yeterli sayıda çivi ve vida kullanılmalıdır. Daha fazlası kalıp yüzeyine zarar verir.
8. Geçici bağlantılar için, sökümü de düşünülerek çift baslı vidalar kullanılabilir.
9. Bir sonraki kullanıma kadar, eğer gerekiyorsa paneller sökülmeli, temizlenmeli ve yağlanmalıdır. Diğer etkenlerden korunması için yerden yüksekte düzenli bir şekilde istiflenmelidir.
10. Kalıp mümkün olan en kısa zamanda sökülmelidir. Yalnız bunun için betonun gerekli prizi alması gereklidir. Priz süresini hızlandırmak için priz hızlandırıcı beton katkı maddeleri kullanılmalıdır. Güvenlik için bazı taşıyıcı dikmeleri bırakmak suretiyle de kalıplar sökülebilir.
11. Kalıpların kurulması, betonun dökümü konusunda deneyimli bir mimar yada mühendis tarafından kontrol edilmesi faydalı olacaktır [25].

2.8. Kalıp Elemanları

Kalıp elemanları kalıp yüzeyi, kalıp yüzeyini taşıyan konstrüksiyon elemanları ve kalıp iskelelerinden oluşur.

2.8.1. Kalıp yüzeyi

Kalıp yüzeyi beton ile doğrudan temasta olan kısmıdır. Kalıp yüzeyi taze betonu istenilen özellikte ve yüzeyde tutmak için kullanılır.

Kalıp yüzeylerinden, basınca karşı toleransları dışında şekil değiştirmemesi, betonla kimyasal reaksiyona girmemesi, betona fazla yapışmaması, kolayca bir araya getirilip, projedeki ölçülerin zorluk çekmeden oluşturulabilmesi beklenir.

2.8.1.1. Prese (sunta) plaklar

Prese kalıplar küçük ahşap artıkların suni kökenli çeşitli bağlayıcı maddelerle birleştirilerek prese edilmesinden elde edilir. Plywood olarak da piyasada bilinen kontrplakların yapımı tomrukların soyularak tabakalara çekilmesi ile baslar. Daha sonra tabakalar ağaç damarlarının doğal dayanıklılığı kullanılarak tek tek yapıştırılır. Daha dayanıklı kontrplak isteniyorsa yapıştırılırken fenolatik formaldehit reçine kullanılır. Kontrplakların kenarları akrilik latex boya ile kaplanırlar [17].

Kalıp yüzeyi koruyucu bir katmanla kaplanmadığında 15, film tabakasıyla kaplandığında da ise 50 kullanıma kadar çıkmaktadır. Yapıldığı ahşaba göre de kullanım yeri değişmektedir. Kalınlıkları genelde 9 mm' le 21 mm arasında olanlar tercih edilmekle birlikte; 4 mm ile 50 mm arasında üretim yapılmaktadır.

Plywood, Kuzey Avrupa kökenli ve bükülebilme özelliğine sahip üzeri filmle kaplı (melamin reçine, fenolik reçine gibi) bir kontrplaktır.

Plywood hafif bir malzeme olduğu için daha büyük panolarla çalışılabilir. Bu ise vinç kullanılmayan şantiyeler için avantaj sağlar. Plywood yüzey betonun priz alma

sırasında yaydığı ısı enerjisinin yalıtıcı özelliği ile soğuk havalarda da kullanışlıdır. Modüler kalıp panolarında plywood levhalar çelik karkas içine yerleştirildiğinden yıpranmaya dayanıklı ve uzun ömürlüdür. 30–75 kez kullanılabilir. Kullanım sayısı kullanım biçimine bağlıdır. Bu kullanım sayısından sonra plywood ters düz edilerek bir bu kadar daha kullanılabilmesi için oldukça ekonomiktir. Yapıldığı ahşap, sıkıştırılma biçimi gibi farklılıklardan dolayı farklı amaçlarla kullanılır [21].

Plywoodların Kullanım alanı:

Kolon, perde, kiriş ve döşeme kalıplarında kullanılabilir.

Tablo 2.10. Teknik değerler, verilen değerler % 10 – 12 ahşap nemi ile verilen karakteristik değerlerdir [9]

Ürün	Kalınlık/ Ply	E-Modülü II	E- Modülü -/-	Eğilme Dayanımı N/mm ² II	Eğilme Dayanımı N/mm ² -/-
PERI Beton	21 mm 11-Ply	7621	7338	30,5	25,3

Plywoodlar kullanılırken dikkat edilecekler:

1. Ayırıcılar: Kalıp firmaları genelde kalıplarıyla birlikte kullanılmasını tavsiye ettikleri kalıp ayırıcıları vardır. Başka ayırıcılar kullanılması halinde, kullanıcı istenilen sonuca ulaşım ulaşamayacağını test etmelidir. Ayırıcılar her zaman çok ince bir şekilde uygulanmalıdır ve gerekli olduğunda kauçuk bir silgi veya bez ile tekrar düzeltilmelidir. Kalıplar söküldükten hemen sonra tekrar temizlenmelidir. Zaman zaman kalıp elemanları ve plywood çok yağlanmaması için bir deterjanla temizlenmelidir. Aynı zamanda her beton dökümünden önce beton dökümü sonucunu etkilememesi için plywood oluşmuş olabilecek kirlere karşı temizlenmelidir (örneğin çiçek tozu, toz vs.)
2. Depolama: Şantiyede malzemeleri depolarken hepsinin düzenli olarak iyi korunması veya aynı derecede açıkta tutulmasına dikkat edilmelidir. Birbirine yakın sonuçlar elde edilmesi her bir elemanın aynı sıcaklık ve nem koşullarında saklanması

ile mümkündür.

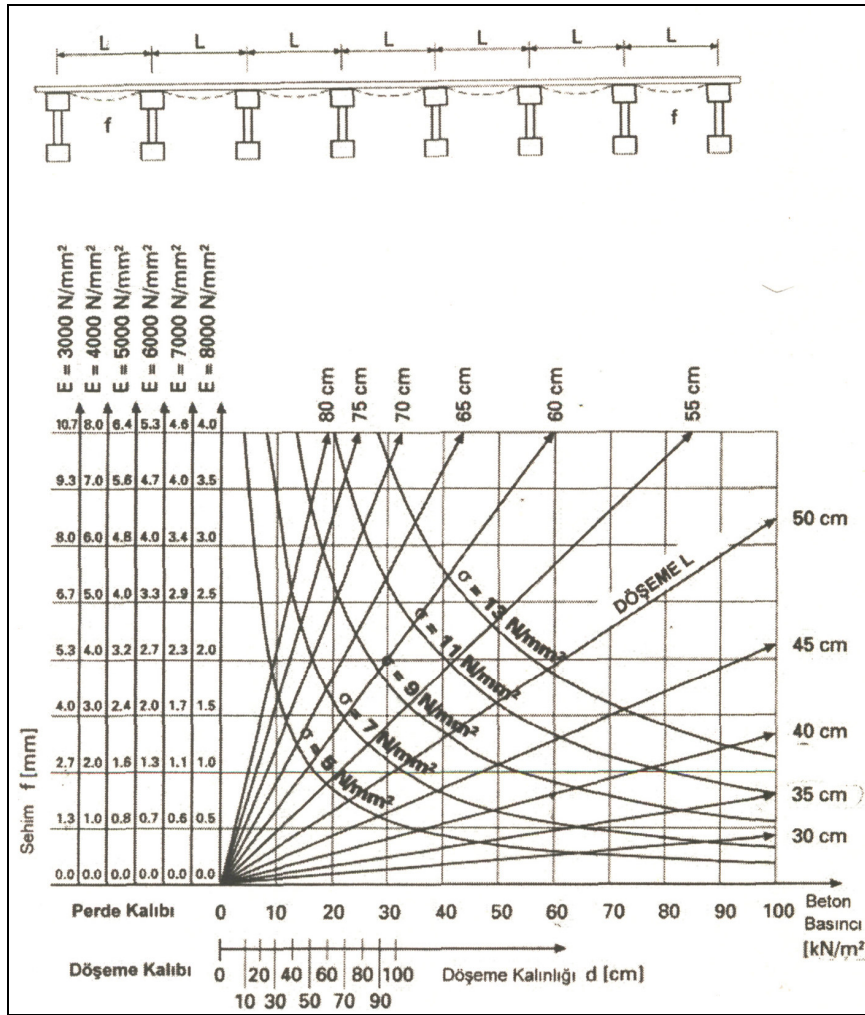
3. Kenar bakımı: Plywood kesilir kesilmez, kesilen kenarların hemen yalıtılmasına dikkat edilmelidir.

4. Şişme ve büzülme davranışı: Plywood panelleri uygun iklim koşullarında nem emilimi ve kaybına bağlı olarak doğal ahşap elemanları ile aynı şişme ve büzülme özelliklerini gösterir. Şişmeye bağlı olarak özellikle kenarlarda panel hareketi veya düzensizliklerini engellemek için plywoodun meydana geldiği ahşabın nem oranının mevcut iklime uygun olup olmadığı gözlemlenmelidir. Değişik iklim koşullarında malzemelerin örneğin kullanımdan önce sulanması ve gölgede depolanması gerekli olabilir.

5. Plywoodlarla ilgili dikkat edilmesi gereken bir konu da plywood yüzey liflerine göre altındaki taşıyıcısı dik konulursa daha sağlıklı bir taşıma gerçekleştirilmiş olur [9].

Plywood üzerine izin verilen beton basıncını hesaplanırken, plywood altındaki mesnet mesafesi kullanılır. Bu hesap yapılırken plywoodun maksimum sehim miktarı göz önüne alınır.

Tablo 2.11. 27 mm' lik kontrplağın sehim tablosu



Plywoodun, cinsine, kalitesine, yatay da mı, düşeyde mi kullanıldığına göre bu bağıntıyı veren çeşitli tabaklar vardır. Üretici firmalardan temin edilebilir.

2.8.1.2. Çelik kalıp yüzeyleri

Kalıp yüzeyi olarak 2 mm–5 mm kalınlıklarında çelik levhalar kullanılır. Bu levhaların kenarları rijitleştirilir ve arka kısımlarında L veya [profillerle burkulmaya karşı kuvvetlendirilir. Korozyona karşı dikkat edilmesi gerekmektedir. Kullanım sayısı asgari 200'dür. İyi ve dikkatli bir kullanımla, bu sayı 1000'e kadar çıkmaktadır. Büyük yüzeyler tercih edildiğinde vinçle kaldırılabilir, küçük yüzeyler tercih edildiye insan gücüyle de kaldırılabilir. Ahşaba göre 14 kat daha mukavemetlidir. Ağırlık olarak da 12 katıdır. Çelik su emmez ve nem etkisinden dolayı şekil

değiştirmez; ama nemde korozyona uğrar. Çelik ve ahşap kalıp yüzeyleri kullanılırken, ısıya karşı çeliğin ahşaba göre 40 kez daha dayanıksız olduğu göz önüne alınmalıdır.

2.8.1.3. Saç kalıp yüzeyleri

Önceleri ahşap kalıpların daha düzgün bir yüzey vermesi için yapılan saç kalıplar, daha sonraları tek başına kullanılmaya başlandı. Genelde 1.2 mm kalınlığındadırlar.

2.8.1.4. Alüminyum kalıp yüzeyleri

Alüminyum saf haldeyken betonla kimyasal reaksiyona girer. Alüminyum; silisyum, magnezyum ve çinko ile alaşım haline getirildiğinde ise korozyona karşı dayanıklılık kazanır. Fiziksel özellikleri açısından çelik ile ahşap arasındadır. Hafif olmaları nedeniyle, dar çalışma alanlarında ve vinçsiz şantiyelerde daha çok tercih edilmektedirler.

2.8.1.5. Diğer kalıp yüzeyleri (reçine ve plastik esaslı kalıp yüzeyleri)

Reçine ve plastik asıllı malzemelerden üretilen bu kalıp yüzeyleri, ahşap yada çelik kalıp yüzeylerinin üzerine kaplanarak uygulanır. Değişik brüt beton uygulamaları yapılabilir.

Ahşap, çelik yada plastikten ilk kalıp yapılır. Bu kalıp cilalanır, parlatılır ve reçine üzerine spreyle püskürtülür. Cam elyaf üzerine oturtulur. Polyester reçine üzerine yedirilir. Belli bir soğukluğa kavuşunca üzerine bir kat daha polyester reçine yedirilir. Bu işlem gerekli kalınlık elde edilene kadar devam eder.

Başka bir yöntem ise takviye için kullanılan fiberglas elyafların üzerine reçinenin sprey tabancasıyla uygulanmasıdır [1].

Elastik dokulu poliüretan kalıpların kullanılmasıyla betona dokulu bir yüzey de kazandırılabilir. Üretim sırasında, tasın kaba yapısından, ahşabın damarlı ince

dokusuna kadar tüm detaylar kalıbın aslına uygun olarak yansıtılabilmektedir. Esnek ve sert poliüretanlar, küçük çaplı içbükey veya dış bükey yüzeylerde de kullanılabilir. Oluşturulabilen desenlere örnekler; ahşap, tuğla, tas, sıva, çekiçlenmiş, sanatsal, düz ve grafik desenleridir.

Poliüretanın içine katkı maddeleri katılmazsa daha dayanıklı olmaktadır. Yırtılmaya karşı 10 N/mm' dir. Isı direnci ise +80 0C'ye kadardır. Bu ısının üstünde şekil değişikliğine uğrayabilir. Boyutsal toleransı \pm %1, örgü kalınlığına göre boyutsal direnci \pm 2.0 mm' dir.

Kalıbın betondan kolayca ayrılması için özel ayırıcılar sürülür. Ayırıcının kalıbın bütün yüzeyine, girinti, çıkıntı, derin ve girift noktalarına kadar iyice sürülmesi gereklidir. Ayırıcının kalıp strüktürünün derinliklerinde kalmış kalıntıların mutlaka fırçayla temizlenmesi ve ayırıcı içindeki çözücülerin buharlaşması temin edilmelidir. Püskürterek uygulandığında malzeme sarfiyatı azalmaktadır. Kalıplar beton dökümünden 24 saat içinde ayrılması tavsiye edilmektedir. Özel ayırıcılar kullanılarak, düzgün bir şekilde kullanılırsa kullanım sayısı 300-500'e kadar çıkabilmektedir.

Tablo 2.12. Kalıp yüzeyleri karşılaştırması[25]

	Kullanım Alanları	Dikkat Edilecekler	Kullanım Sayıları
Ahşap Kalıp Levhaları	Geleneksel kalıp sistemleri, standart dışı üretim	Aralarında boşluk kalmaması, yağlanması	6
Prese (Sunta)Plaklar	Hem geleneksel hemde modern kalıp sistemlerinde	Filmle kaplanmış olması kenarlarının da korunması	15, filmle kaplanırsa 60
Çelik Kalıp Yüzeyleri	Modern kalıp sistemleri	Korozyon	200-1000
Alüminyum Kalıp Yüzeyleri	Modern kalıp sistemleri	Saf halde betonla reaksiyona giriyor	
Reçine ve plastik asıllı	Modern kalıp sistemleri	Güneş ve betonla reaksiyona girer	300-500

Kalıpların üretimi sırasında bitim kenarları ile diğer kalıbın başlangıç kenarı uyum ve devamlılık sağlayacak şekilde imal edilmelidir. Bu kalıpları alırken yatayda mı, yoksa dikeyde mi desenin tekrarlayacağını belirlemeniz gereklidir. Elinizdeki kalıptan daha küçüğünü elde etmek isterseniz, kalıplar maket bıçağıyla kesilebilmektedir [25].

2.8.2. Kalıp taşıyıcıları

Geleneksel kalıplarda taşıyıcı olarak kalaslar kullanılır. Çeşitli güçlendirici aşamalardan geçmedikleri için sık aralıklarla kullanılırlar. Bundan dolayı malzeme çabuk eskir ve kullanılamaz hale gelir.

Modern kalıp sistemlerinde kullanılan kalıp yüzey malzemesi ile uyumlu taşıyıcılar kullanılması gereklidir. Üretici firmalar sistemi bir bütün halinde kurup kalıp yüzeyleriyle birlikte taşıyıcı elemanlarını da birlikte satmaktadırlar.

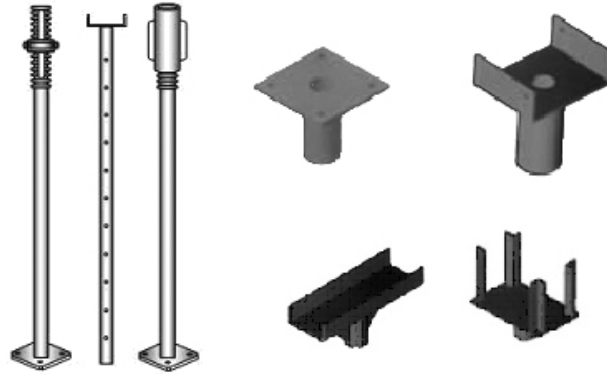
Kalıp malzemesi çelik olduğunda taşıyıcı olarak da çelik kullanılması zorunlu olduğu için bu sistemler kapalı sistemler denir. Ahşap kalıp yüzeyi ahşap ise taşıyıcı olarak ahşap, çelik veya her ikisi birden kullanılabilir.

2.8.2.1. Dikmeler

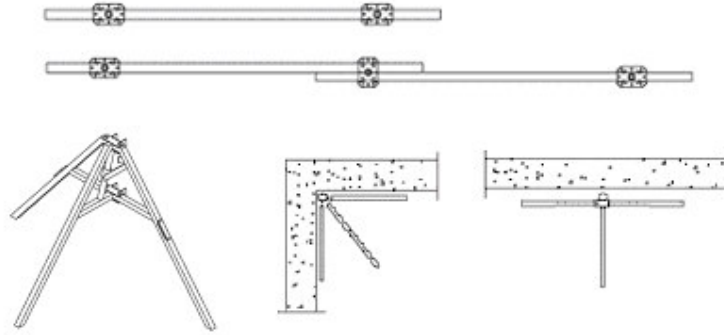
Modern kalıp dikmeleri, fabrikalarda üretilip, şantiyelere taşınırlar. Genellikle dairesel ve teleskopik olarak ayarlanabilen iki borudan teşkil edilirler. Alt uçlarında basınç dağılımı için bir plak bulunur. Çeşitli uygulamalar için değişik (düz düşer, standart U, uzun U, dört yollu) başlık tipleri vardır. Değişik kotlarda çalışmak üzere ayarlanabilir. Dikmeler; kanal ve perde payandası olarak da kullanılabilir. Yüksek irtifalı kalıp kurulumunda 3 ayaklı sehpa yardımı ile dikmelerin dik durması sağlanır [24].

İstenilen yüksekliğe göre ayarlanabilen teleskopik dikmeler iki şekilde ayarlanır:

- a) Kaba ayar: Teleskopik iç kısım mevcut deliklerin birine kamanın sokulmasıyla;
- b) İnce ayar: Bir vida yada rondela ile istenilen yüksekliğe getirilir.



Şekil 2.36. Teleskopik dikmeler, düz, düşer, standart U, uzun U, dört yollu



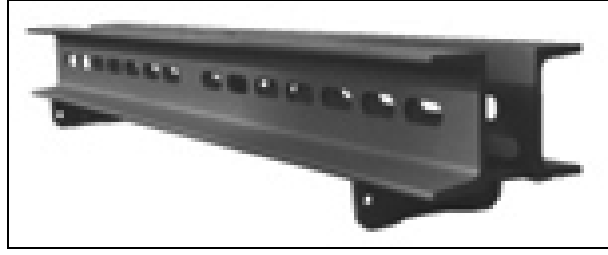
Şekil 2.37. Üstte dört yollu ile birleştirilmiş I ahşap kirişlerin planı üstte, Aşağıda ayak sehpa aksanometri ve plan yerleşimleri

Kalıp yüksekliği 5 metreyi geçen yüksekliklerde kule şeklinde dikmeler oluşturulmaya başlar. Genişlikleri 1–2,5 metre arasında değişen bu elemanların birleşimleri kolay ve sağlam olmalıdır. Yük kaldırma kapasiteleri daha fazladır. Bir üst kata bütün elemanlar bir seferde taşınabilmelidir. Tasıma kolaylığı için firmalar bu elemanlara düşer kafalı tekerlekler monte etmişlerdir.

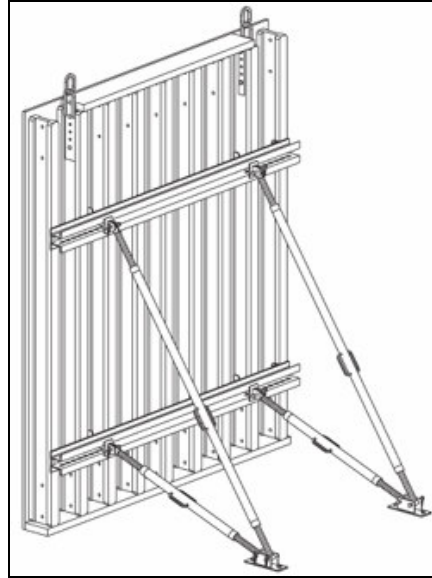
2.8.2.2. Payandalar

İki tarafı kalıp yüzeyli perdelerde sadece montaj yüklerini taşır ve sistemin düşeyliğini sağlar. Çelikten imal edilen bu elemanlar ayarlı boru seklindedir. Perde kalıpları dikeylik ayarlarında da bu elemanlar kullanılır. Perde ve yüksek kolon kalıplarında kullanılır. Boru sistem payanda denilen bu yöntemde payandalar tekil olarak yükleri karşılarlar.

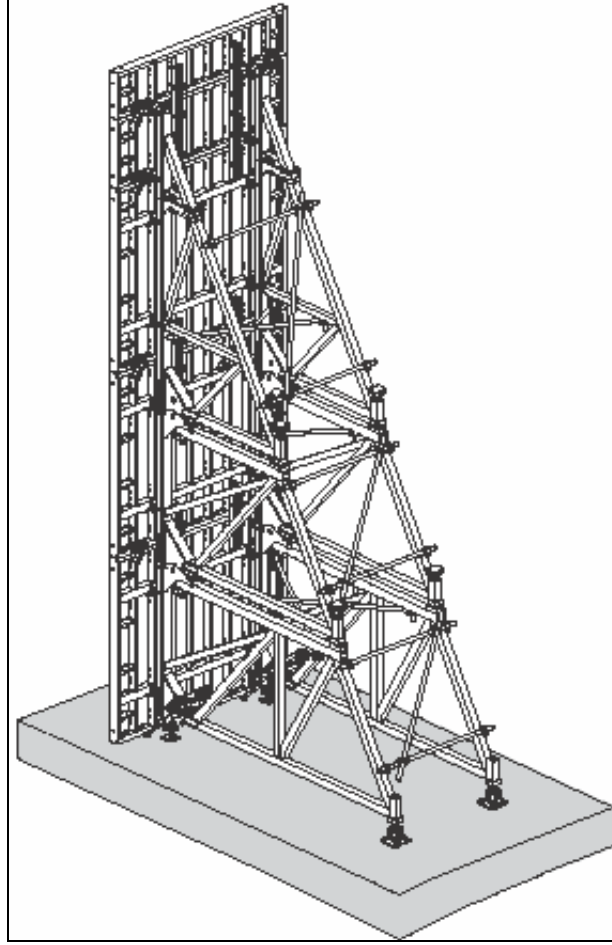
Tek kalıp yüzeyi varsa genelde kafes sistem seklinde payandaları kullanılır. Kafes sistemler kalıp yüzeyinden aldıkları yükleri yere basan ayakları yardımıyla zemine iletir. Kafes payandalar ince borular yardımıyla birbirine bağlanarak rijitleştirilip bir bütün halinde yükleri karşılarlar. Bu payandaların kalıpla birleştiği alt kösesine iki tane tij demiri ankraj edilir. Bu tij demirleri borulu sistemde de kullanılabilir ve her biri 150 kN yük taşıyabilirler.



Şekil 2.38. İki profilden oluşturulmuş payanda resmi



Şekil 2.39. Boru sistem payanda



Şekil 2.40. Kafes sistemli payanda

2.8.3. Bağlantı elemanları

Modern kalıp elemanlarında bağlantıyı sağlayan elemanlar; kuşaklar, çerçeve ve ankraj bulaqlarıdır.

2.8.3.1. Kuşaklar

İki adet U profilin bir parça yardımıyla sırt sırtına birleştirilmesi ile elde edilen çelik bağlama elemanlarıdır. U profiller 100–120–140'lık olabilmektedir. Uzunlukları ise 72 cm' den başlayıp 600 cm' e kadar çıkabilmektedir. Büyük kalıp yüzeyleri üzerine monte edilen I ahşap kirişlerinin üzerine bağlanır. Ankrajlama bu elemanlar üzerine yapılır.

2.8.3.2. Kelepçeler

Bu elemanlar kolon, temel ve kiriş kalıplarının rijitleştirilmesi ve yüklerin alınması için kullanılır. Bunlar noktasal değil çizgisel olarak kalıp kısımlarına etki ederler.

2.8.3.3. Gergi bulonları

Tij olarak da piyasada bilinen gergi bulonları, gergi çubuğu, gergi kilidi (dev somun) mesafe ayarlayıcılardan oluşmaktadır.

Tijler tek parçalı gergi çubukları eğer plastik bir kılıf içinde betona yerleştirilir ise, kalıp sökülürken onlar da sökülebilir. Plastik kılıflar ise betonun içinde kalmış olurlar. Oluşan boşluklar ise sıva ya da beton tamir harçlarıyla kapatılabilirler.

Ama eğer geçirimsiz beton içinde kullanılacaklar ise, tijlerin de içinde kalmaları gerektiği için çok parçalı kaybolan gergi çubukları kullanılır. Bunlar bir orta kısım ile her iki taraftan vidalardan oluşur. Beton yüzeyinden 2 cm kadar içerde kalabilmesi için gerekli uzunluktan 4–5 cm daha kısa yapılırlar. İki ucuna vida başları vidalanır. Bu başlar yardımıyla mesafe ayarlanır. Tijlerin orta kısmı beton içinde kalır. Diğer aletler çıkartılır ve yine boşluklar tamir edilir.

BÖLÜM 3. POLİMER İNŞAAT KALIP SİSTEMLERİ

3.1. Pladeck Nedir?

Pladeck, inşaat sektöründe öncelikle döşeme ve kolon, kiriş her türlü beton dökümü için tasarlanmış uygun maliyetle ahşap ve beton kontrplağına alternatif ideal bir beton kalıbıdır [27].



Şekil 3.1. Pladeck 'in uygulaması



Şekil 3.2. Pladeck 'in plaka görünüşü

Pladeck' in mekanik özellikleri yüklemenin süresine bağlı değildir. Değişken yükler pladeck 'in yorulmasına yol açmaz. Su, nem ve hava şartlarından etkilenmez, yangına karşı dayanıklıdır. Alev almaz [27].



Şekil 3.3. Pladeck 'in uygulanişı

3.2. Pladeck Avantajları

1. Brüt beton elde edilir. Sıva gerektirmez. Direkt alçı sıva ve boya uygulamasına zemin hazırlar.



Şekil 3.4. Düzgün yüzey elde edilir

2. Hafiftir. Söküm ve kurumda kolay taşınır.



Şekil 3.5. Hafiftir.

3. Projeye göre özel boy üretim yapılabilir.



Şekil 3.6. Özel üretim yapılabilir

4. Kalıp yağı kullanılmasına gerek yoktur. Betona yapışmaz ve betondan çok kolay ayrılır. Bu durum yağlanma ile ilgili maliyet ve işçiliği ortadan kaldırdığı gibi yağın donatıya bulaşarak aderansı olumsuz etkilemesi ihtimalini de ortadan kaldırır.



Şekil 3.7. Betondan kolay ayrılır

5. Çivi, matkap ve kesmeye dayanıklıdır. (İdeal uygulama için, geniş başlıklı, 5'lik özel Pladeck çivisi kullanılması tavsiye edilir.)



Şekil 3.8. Çivi, matkap ve kesmeye dayanıklıdır

6. Ahşap kontrplaklarda olduğu gibi su emmemesi için epoxy boya ile boyanmasına gerek yoktur.



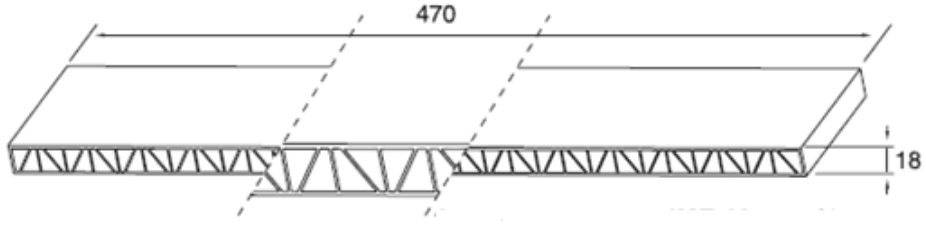
Şekil 3.9. Su emmez

7. Uzun ömürlüdür. Devir sayısı ahşap kontrplaklardan oldukça fazladır.
8. Geri dönüşümlü malzemedir. Kullanılan ve hurda olmuş küçük parçalar dahi geri alınabilir.
9. Geri alma garantisi sayesinde kullanıldıktan sonra isteğe göre tamamı veya bir kısmı iade edilebilir.
10. Çevre dostudur. Geri dönüşümlü malzeme olduğundan tekrar tekrar kullanılabilir. Ormanlarımız bize kalır [27].

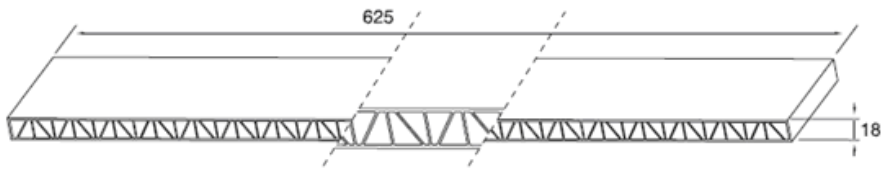


Şekil 3.10. Geri dönüşümü olmayan hurda malzeme

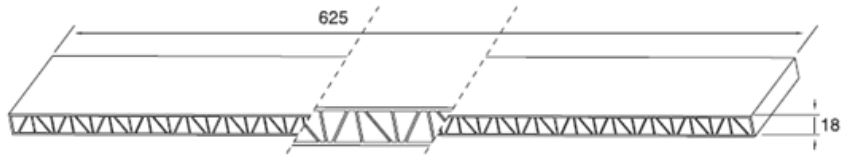
3.3. Pladeck Ana Profiller



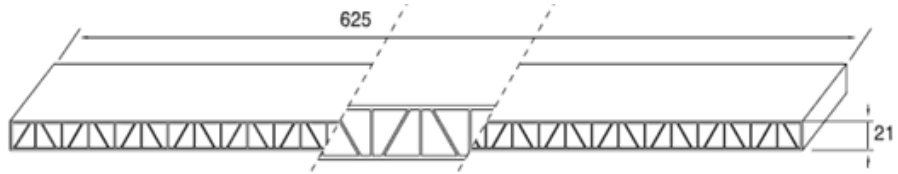
Şekil 3.11. Pladeck döşeme 18 mm 470mm*2500mm*18mm



Şekil 3.12. Pladeck döşeme 18 mm (47cm) 625mm*2500mm*18mm

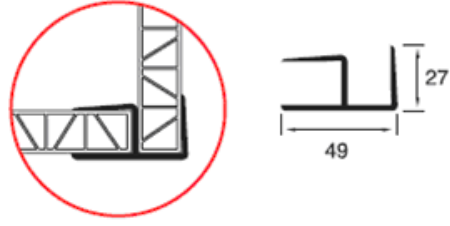


Şekil 3.13. Pladeck 625mm*2500mm*18mm

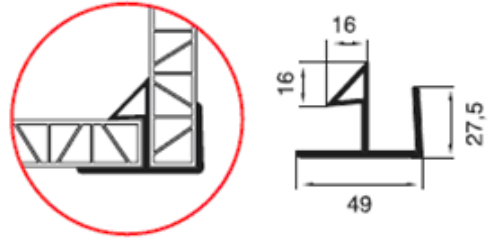


Şekil 3.14. Pladeck döşeme 625mm*2500mm*21mm

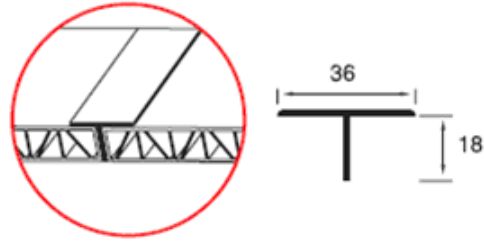
3.4. Pladeck Yardımcı Profiller



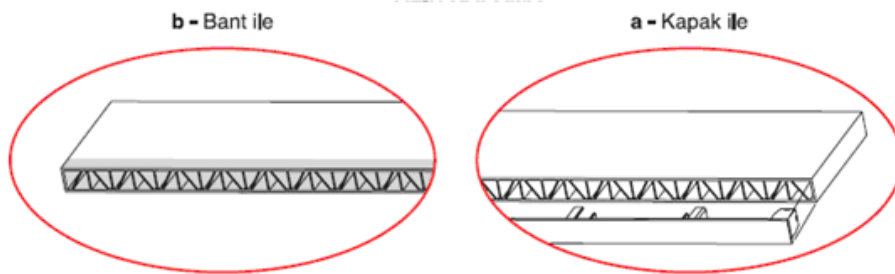
Şekil 3.15. Pladeck köşe profili



Şekil 3.16. Pladeck pahlı köşe profili



Şekil 3.17. Pladeck T profili



Şekil 3.18. Alın kaplama



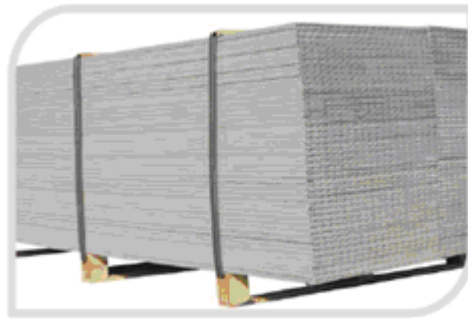
Şekil 3.19 Özel 5' lik pladeck çivisi (geniş başlı)

3.5. Üretim Ve Paketleme



Şekil 3.20. Üretim tesisi

Üretim modern tesislerde, uluslar arası kalite standartlarına uygun ISO 9001 ve ISO 14001 güvencesiyle yapılmaktadır.



Yükleme



Paketleme

Şekil 3.21. Üretim ve paketleme

3.6. Malzeme İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Patent No : 2006 - 01395

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
İNŞAAT FAKÜLTESİ**

**PLADECK POLYMER İNŞAAT KALIP ELEMANLARININ
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
VE UYGULAMAYA YÖNELİK BAZI TABLOLARIN
HAZIRLANMASI**

HAKKINDA TEKNİK RAPOR

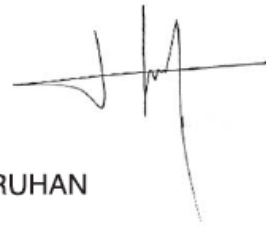
(Bu çalışma İTÜ Döner Sermaye İşletmesi Yönetmelikleri Çerçevesinde
Hazırlanmıştır.)

Hazırlayan

Yar.Doç.Dr. Ercan YÜKSEL



Yar.Doç.Dr. Hasan YILDIRIM



Uzman Yük.Müh. Hakan SARUHAN



Haziran 2006

<p>İ.T.Ü YAPI VE DEĞERLENDİRME UYGULAMA ARAŞTIRMA MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ</p>
<p>Tarih : 12.07.2006</p>
<p>Kayıt No: 783</p>

Konu: Pladeck polymer inşaat kalıp sistemlerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve uygulamaya yönelik hesap tablolarının hazırlanması.

Amaç: Pladeck polymer inşaat kalıp elemanlarının mekanik özelliklerinin belirlenmesi için, İTÜ İnşaat Fakültesi malzeme laboratuvarında deneysel çalışmalar yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar iki gruptan oluşmaktadır. Birinci grup deneylerde söz konusu ürüne ait elastisite modülü, akma ve kopma dayanımı gibi karakteristik büyüklükler belirlenmiştir. İkinci grup deneylerde ise farklı açıklıklı kiriş numuneleri üzerinde yükleme deneyleri yapılarak taşıma kapasitesi ve sehim değerlerine ulaşılmıştır. Deneysel çalışmalardan elde edilen karakteristik büyüklükler kurumsal hesaplarda kullanılarak ilgili hesap tabloları oluşturulmuştur.

Yükleme Deneyleri: Kalınlığı 18 mm, genişliği 62,5 cm olan pladeck elemanlar üzerinde yükleme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Enine ve boyuna doğrultuda eğilme davranışı belirlemeye yönelik eğilme deneyleri yapılmıştır. Her iki durumda, değişik açıklık değerleri için üçer adet numune ile çalışılmıştır.

Etkin Kullanım Biçimi: Elemanların boyuna dik doğrultudaki eğilme davranışı belirlemeye yönelik olarak, farklı açıklık halleri için eğilme deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler ile söz konusu elemanların yük yer değiştirme ilişkileri, taşınabilen en büyük düşey yük değerleri, sehim değerleri, göçme içimleri gibi önemli yapısal özellikleri belirlenmiştir.

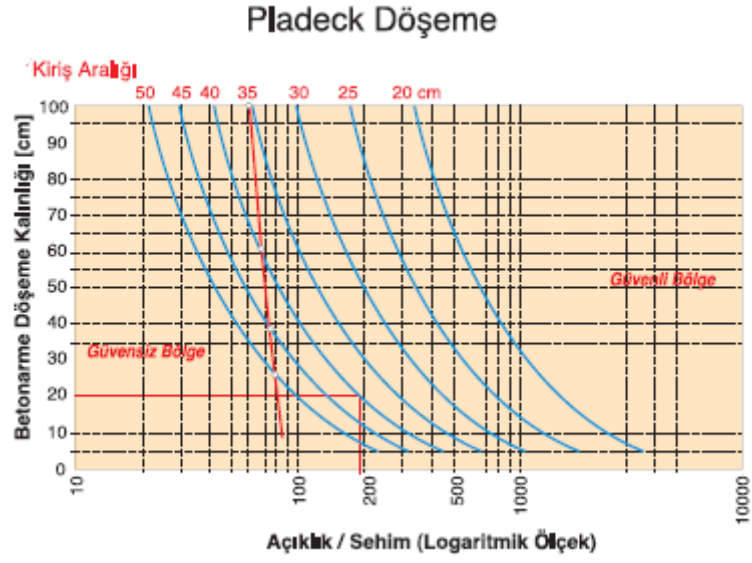
Bu durumda malzemenin daha etkin kullanılması için mesnetlemenin elemanın boyuna dik doğrultuda yapıldığı kabul edilmiştir.

Döşeme Kalıbı Olarak Güvenli Kullanım Tabloları

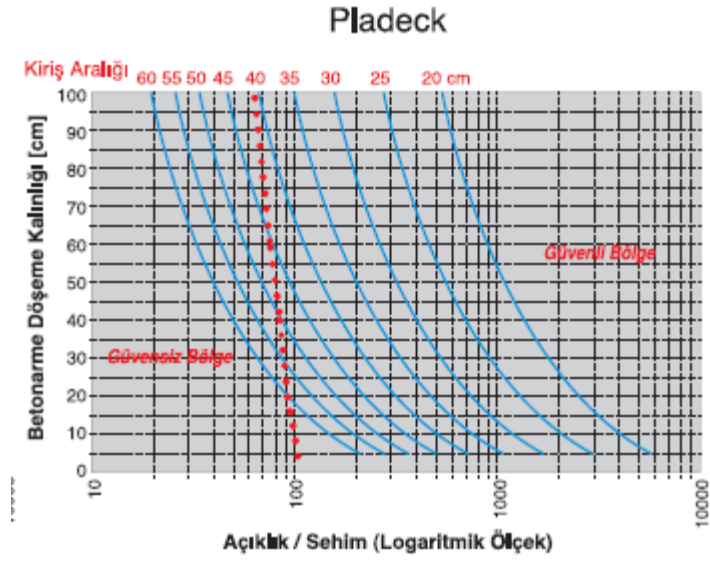
Döşeme Sınıfı 1

Mastar çekilen döşemeler, endüstriyel zeminler:

Tablo 3.1. Pladeck döşeme



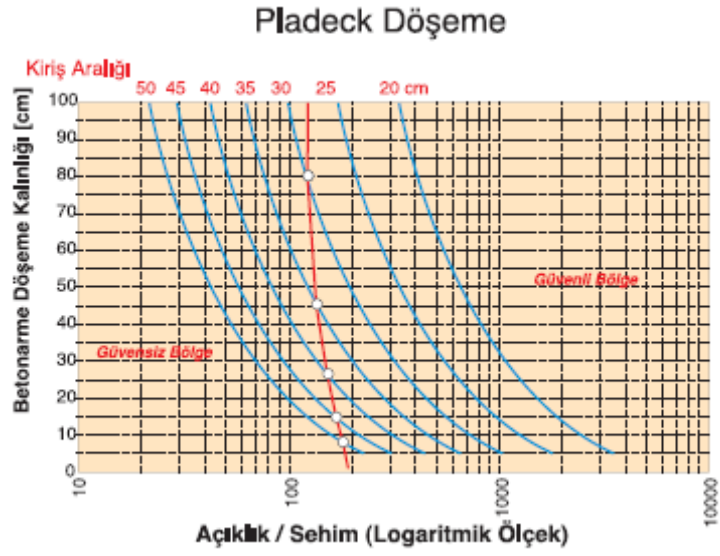
Tablo 3.2. Pladeck döşeme



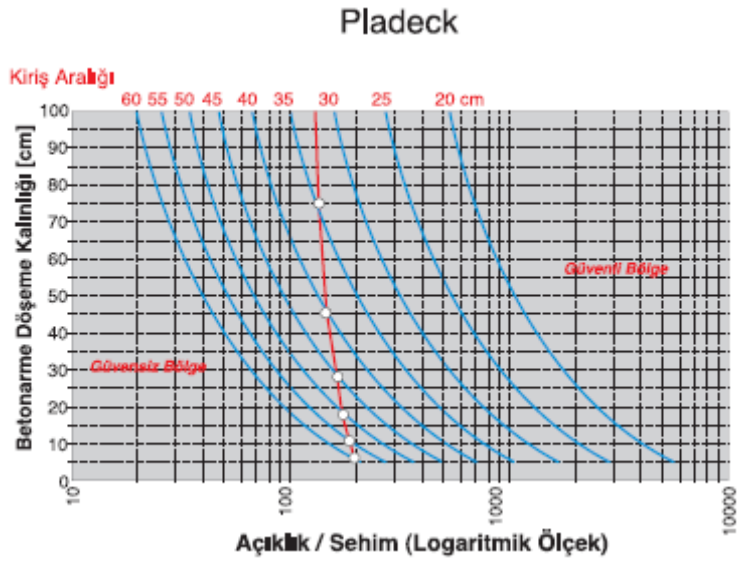
Döşeme Sınıfı 2

Kapalı döşemeler, giydirme yüzeyler, seramik kaplanan döşemeler, yapıştırma yüzeyler:

Tablo 3.3. Pladeck döşeme

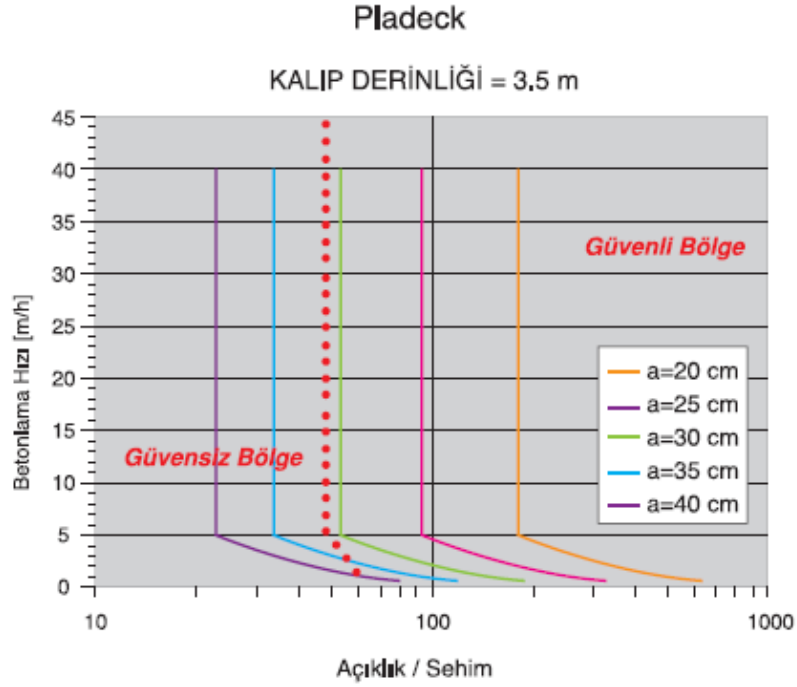


Tablo 3.4. Pladeck döşeme

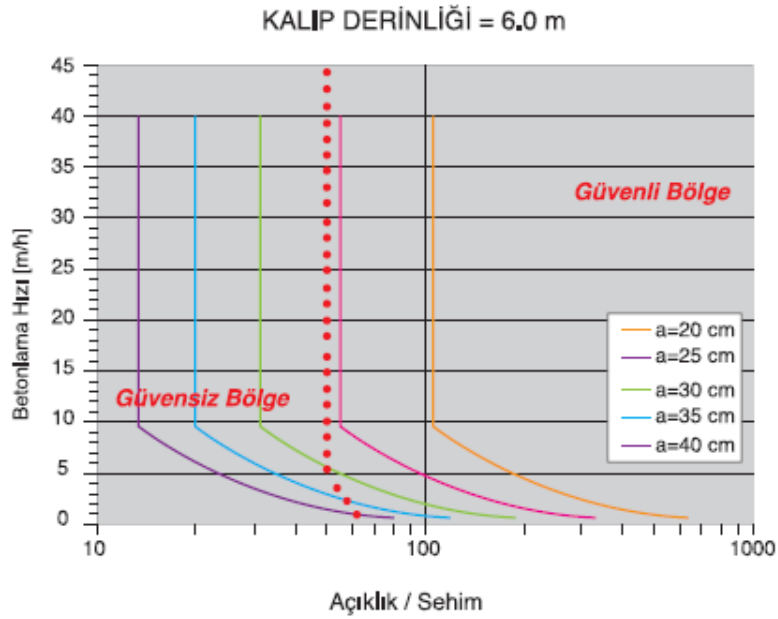


Düşey Betonarme Elemanlarında Döküm Hızına ve Destek Aralığına Göre Güvenli Kullanım Tabloları

Tablo 3.5. Beton döküm hızına ve destek aralığına göre güvenli kullanım tablosu



Tablo 3.6. Beton döküm hızına ve destek aralığına göre güvenli kullanım tablosu



Döşeme Kalıbı Olarak Kullanım Biçimi

DIN 1055 göre:

Betonarmenin ağırlığı: 25 kN/m^3

Taze beton için ilave : 1 kN/m^3

İlave yük : Taze beton ağırlığının % 20 si /En az 1.50 kN/m^2 , en fazla 5.00 kN/m^2 olarak alınacaktır (DIN 4421).

Kalıp öz ağırlığı : 10 kN/m^2



Şekil 3.22. Döşeme betonu

Tablo 3.7. Hesap tablosu

Beton Yüğü (kN/m^2) DIN 4421	
Taze Beton Ağırlığı	$g \quad 26 \text{ kN/m}^3 * d \text{ (m)}$
Hareketli Yüğü	$q \quad 1.5 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 1.5 < g < 5 \text{ kN/m}^2 \text{)}$
Pladeck Öz Ağırlığı	$p \quad 0.1 \text{ kN/m}^2$
Toplam Beton Yüğü	$Q \quad g+q+p$

Döşeme Kalıbı Olarak Kullanıma Uygun Örnek

Pladeck' in döşeme kalıbı olarak kullanılması durumu için hazırlanmış bir adet örnek aşağıda verilmiştir. Örnekte de kullanılacak olan 20 cm kalınlıklı betonarme döşemeye ait yük analizi aşağıda verilmiştir.

Taze Beton Ağırlığı	:	$26\text{kN/m}^3 * 0.20 \text{ m} = 5.2 \text{ kN/m}^2$
İlave Yük	:	$= 1.5 \text{ kN/m}^2$
Pladeck öz ağırlığı	:	$= 0.1\text{kN/m}^2$
—————		
Toplam	:	$6.8 \text{ kN/m}^2 = 680 \text{ kg/m}^2$
0.625 m şerit genişliği için	:	$680\text{kg/m} * 0.625 \text{ m} = 425 \text{ kg/m}$

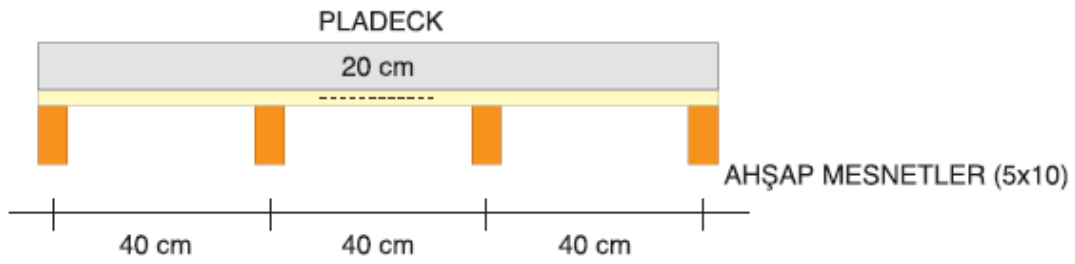
Boyuna dik doğrultuda mesnetleşme durumu için, yapılan deneylerde elde edilen eğilme rijitliklerinin alt sınırı olarak belirlenen ve hesaplarda kullanılacak olan değer $EI = 353410 \text{ kgcm}^2$ dir.

Yapılacak hesaplarda pladeck kalıp sisteminin en az iki açıklıklı sürekli kiriş olduğu dikkate alınacaktır. Dolayısı ile düzgün yayılı yük etkisindeki sürekli kirişlere ait en büyük eğilme momenti ve sehim değerleri kullanılacaktır. Şerit yük şiddetini göstermek üzere;

En büyük eğilme momenti : $M = -0.125 qL^2$ (iki açıklıklı sürekli kiriş ara mesnet)

En büyük sehim : $\delta = 0.667 (qL^4 / EI) 10^{-2}$ (üç açık, sürekli kiriş, kenar açık)

İfadeleri hesaplarda kullanılacaktır.



Şekil 3.23. Mesnet mesafeleri

Üretilecek betonarme döşemenin kalınlığı 20 cm dir. Pladeck kalıp elemanlarının altına yerleştirilen ahşap kirişlerin aralığı 40 cm olarak seçilecektir. İstenilen sehimsınırı DIN18202 de “ Yapı Mühendisliği Toleransları “ başlığı altında verilen tablonun 2. satırında yer alan “ Mastar çekilen döşemeler, endüstriyel zeminler, seramik ve mozaik kaplanan döşemeler” olarak seçilmiştir. Seçilen mesnet aralığı irdelenecektir.

En büyük eğilme momenti: $M = -0.125 * 425 * 0.40^2 = 10.125 \text{ kgm}$

En büyük sehimsınırı : $\delta = \frac{0.667 * 425 * 0.40^4}{35.341} * 10^{-2} = 0.00208 \text{ m} = 2.08 \text{ mm}$

Açıklık / Sehimsınırı değeri : $L/\delta = 400 / 2.08 = 192$



Şekil 3.24. Mesnetler

Döşeme kalınlığına göre sehimsınırı değeri tablosuna gidilerek 20 cm döşeme kalınlığı için; oluşacak en büyük sehimsınırı değeri 2.08 mm, açıklık/sehimsınırı oranı ise 192 olarak belirlenir.

Öngörülen sehim sınırı ise 67 dir. $192 > 67$ olduğundan seçilen mesnet aralığı bu sehim sınırı için yeterlidir.

Benzer sonuçlara döşeme sınıfı 1 için verilen grafikten de ulaşılmaktadır. 40 cm mesnet aralığı eğrisinin düşey akstan seçilen 20 cm döşeme kalınlığı çizgisi ile kesişim noktası kırmızı sınır çizgisinin üzerinde veya sağında ise seçim yeterli olmaktadır.

3.6.1. Sonuçlar

Pladeck polimer inşaat kalıp elemanlarının mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bir deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışma sonuçlarına dayalı olarak söz konusu ürünün pratikte kullanımına yönelik hesap tabloları ve grafikler oluşturulmuştur. Bu çalışma kapsamında ulaşılan başlıca sonuçlar aşağıda özetlenmektedir.

1. Yükleme biçimi 1 de, pladeck elemanlar büyük yer değiştirme seviyelerine kadar lineer elastik olarak davranmıştır. Yeni uygulanan yük ile gerçekleşen yer değiştirme arasında doğrusal bir ilişki bulunmakta, yük kaldırıldıktan sonra eleman ilk konumuna geri dönmektedir.

Pladeck elemanlarının etkin kullanım biçimi, kesitindeki boyuna dik doğrultuda mesnetleşmesi halidir (Yükleme biçimi 1). Her iki yükleme biçimi için, hesapla bulunan teorik eğilme rijitliklerinin, deneysel çalışma ile belirlenen değerlere bir alt sınır oluşturmakta olduğu ve teorik eğilme rijitliklerinin genel sehim hesaplarında emniyetle kullanılabileceği görülmüştür.

2. 20 cm betonarme döşeme kalınlığı ve 40 cm kiriş aralığı durumunda, (Yükleme biçimi 1) için, pladeck kalıp sisteminde oluşan sehimler, DIN 18202 de “Yapı Mühendisliği Toleransları” başlığı altında verilen tablonun 2. satırında yer alan “Mastar çekilen döşemeler, endüstriyel zeminler, seramik ve mozaik kaplanan döşemeler” durumları için tanımlanan sınır değerinin altında kalmaktadır.

3. Pladeck kalıp elemanlarının düşeyde yani kolonda ve perde kalıbı olarak kullanılması durumunda, 3.0 m'lik kalıp derinliği ve 30 m/h lik betonlama hızı esas alındığında kalıp yüzeyinde oluşacak taze beton basıncı 75 kN/m² olmaktadır. Bu durum için 30 cm aralıklı kirişleme yapılması halinde oluşan sehimler DIN 18202' de "Yapı Mühendisliği Toleransları" başlığı altında verilen tablonun 5. satırında "Perde duvar yüzeyleri, brüt saçak betonları" yer alan sınır değerden küçük olmalıdır.

4. Pladeck 'in su emme özelliği olmadığından, betonarme kalıbı olarak pladeck'in kullanılması durumunda, ahşap esaslı kalıplara göre rölatif olarak daha fazla miktarda su betonun hidrotasyonunda kullanılabilir. Bu durum beton dayanımına olumlu yönde etkileyecektir.

5. 18 mm kalınlıklı pladeck kalıp elemanlar üzerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmalar ile DIN 18218, ACI 347 yönetmeliklerinde tariflenen yanıl beton basınç değeri ve DIN 18202 de tanımlanan sehım sınırları esas alınarak yapılan teorik hesaplar neticesinde hazırlanan tablo ve grafikler kullanılarak, pladeck kalıp sistemlerinin güvenli olarak kullanımı mümkündür.

BÖLÜM 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Bu bölümde yapılan deneysel çalışmaların amacı ahşap, plywood ve pladeck kalıp malzemesinin mekanik özelliklerinin belirlenip pladeck kalıp malzemesiyle karşılaştırılmasıdır. Kullanılan kalıp malzemeleri:

1. Ahşap kalıp malzemesi
2. Plywood kalıp malzemesi
3. Pladeck kalıp malzemesi (et kalınlığı 2mm)
4. Pladeck kalıp malzemesi (et kalınlığı 4mm)

Malzemelerin dıştan etkiyen kuvvetlere karşı gösterdiği dirence mekanik davranış denir. Bu tepki türleri de malzemenin mekanik özelliklerini oluşturur. Bu özellikler de çeşitli deneysel yöntemlerle belirlenir. Malzemeler dış kuvvetler karşısında önce şekil değiştirir ve daha sonra malzeme dayanımını yitirerek akar ve kırılır [27].

Şekil değiştirmeler elastik veya plastik şekil değiştirme halindedir. Elastik bölgede malzemenin yük altındaki şekil değişimi kalıcı değildir, malzeme plastik bölge sınırına geldiğinde ise deformasyon kalıcı hale gelir ve yük kaldırıldığında malzeme eski haline geri dönmez üzerinde gözle görülebilecek düzeyde deformasyon vardır [27].

4.1.1. Çekme Deneyi

Çekme deneyi, malzemelerin statik yük altındaki mekanik özelliklerini belirlemek ve malzemelerin özelliklerine göre sınıflandırılmasını sağlamak amacıyla uygulanan, mühendislik açısından çok önemli bir mekanik deneydir. Deney, mekanik özellikleri

belirlemek amacıyla bir deney parçasının, genellikle kopuncaya kadar, gerilmesini kapsar.

4.1.1.1. Çekme deneyinde kullanılan makine ve ekipmanlar

Çekme makinesi

Çekme deneyi için 40 ton çekme kapasitesine sahip, hidrolik yüklemeli ve bilgisayar donanımlı çekme makinesi kullanılmıştır. Hem manüel hem de otomatik yükleme yapabilme, deney grafiklerini çizibilme ve deney sonuçlarını rapor şeklinde sunabilme düzeneğine sahiptir. Makinenin deney parçasını tutucu çeneleri deney parçalarının eksenine, istenildiği anda kuvvet yönünde ayarlamaya uygun şekilde tasarlanmıştır. Çene yüzeyleri deney parçalarının kaymayacak şekilde pürüzlü olarak üretilmiş ve çeneler ve kendiliğinden sıkışma özelliğine sahiptir. Ayrıca makine çeneleri deney parçalarının kalınlığına ve malzemenin yapısına göre değiştirilebilmektedir [27]. Çekme makinesi çene düzeneği ve tipleri Şekil 4.1.' de görülmektedir.



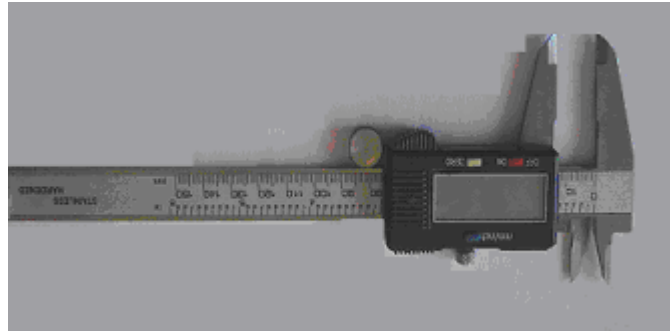
Şekil 4.1. Çekme makinesi ve düzeneği



Şekil 4.2. Çekme makinesi ve bilgisayar donanımı

Kumpas

Deney sonuçlarının doğru olabilmesi için öncelikle gerekli ölçümlerin doğru olması gerekmektedir. Bunun için deneylerimizde dijital kumpas kullanılmıştır. Dijital kumpas deneyde kullanılan kalınlık ve genişliği hassas olarak ölçülmesini sağlamıştır. 0,01 mm ölçüm hassasiyetine sahiptir. Elde edilen değerler kullanıldıktan sonra tekrar sıfırlanarak ölçüm yapılabilmektedir. Çalışmamızda ki deneylerde kullanılan dijital kumpas Şekil 4.3.'de görülmektedir.



Şekil 4.3. Dijital kumpas

4.1.1.2. Deneyin yapılışı

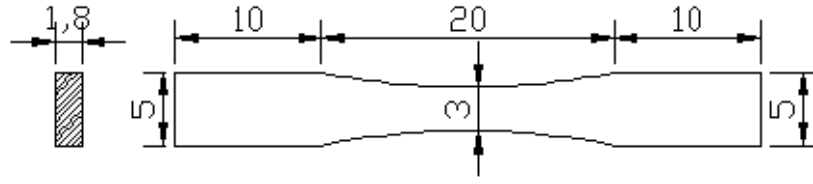
Aksi belirtilmedikçe deney 10 °C ile 35 °C arasındaki bir sıcaklıkta yapılır. Kontrollü şartlarda yürütülen deneyler 23 °C ± 5 °C sıcaklıkta yapılabilir [27]. Cihaz yazılımı çalıştırılır ve aşağıdaki işlemler uygulanır:

1. Deney, Cihaz'ın hidrolik basınç kademelerinin çalıştırılması ile başlar.
2. Numune, düzenekteki çenelere iki ucundaki genişleyen bölümlerinden sıkıştırılarak yerleştirilir. Dikkat edilecek husus, sıkıştırma için kullanılan basıncın uygun olması ve çenelerin, numune başlarını ezip, bu kısımlardan kopmaya yol açmamasıdır.
3. Daha sonra, cihazın yazılımının içinde bulunan prosedür editörü kullanılarak programlama yapılır.
4. Otomatik ofset işlemi yapılarak, sinyal yoluyla gelen kuvvet ve uzama değerleri sıfırlanır.
5. Deneye başlanır. Yazılım yardımıyla bilgisayardan uzama ve kuvvet değişimleri izlenir. Çıplak gözle de numune izlenebilir.
6. Numune kopana kadar deney devam eder.
7. Kopmanın ardından deney dataları incelenir ve kuvvet-uzama ve gerilme-birim deformasyon diyagramları çizilir. Mekanik özellikler hesaplanır [27].

4.1.1.3. Çekme deney numunelerinin hazırlanması

Ahşap kalıp numunesinin hazırlanması

Çekme deneyinde kullanılacak ahşap kalıp numunesi 1,8 x 5 cm ebatlarında 40 cm uzunluğundadır. Kurutulmuş, çatlaksız ve budaksız çam ağacından lif yönlerine paralel olacak şekilde hazırlanmıştır.



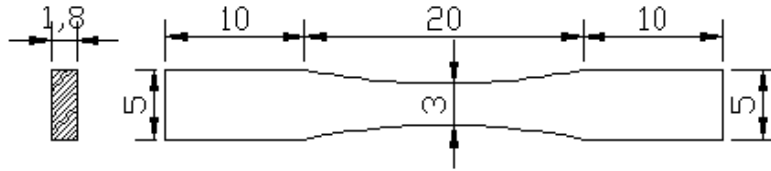
Şekil 4.4. Ahşap kalıp numunesi ebatları



Şekil 4.5. Ahşap kalıp numunesi

Plywood kalıp numunesinin hazırlanması

Çekme deneyinde kullanılacak plywood kalıp numunesi 1,8 x 5 cm ebatlarında 40 cm uzunluğundadır. 1. sınıf plywood kalıp numunesi kullanılmıştır.



Şekil 4.6. Plywood kalıp numunesi ebatları

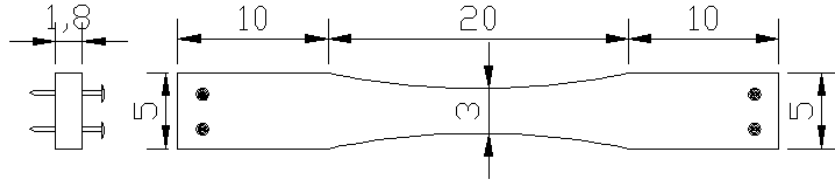


Şekil 4.7. Plywood kalıp numunesi

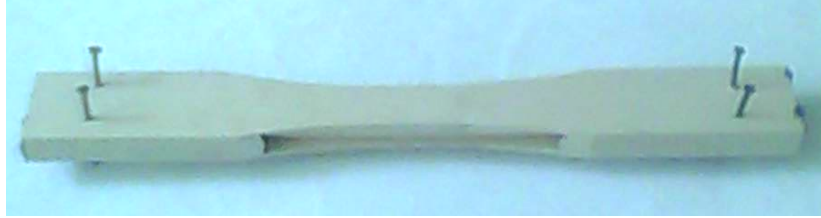
Pladeck kalıp numunesinin hazırlanması (2mm)

Çekme deneyinde kullanılacak pladeck kalıp numunesi 1,8 x 5 cm ebatlarında 40 cm uzunluğundadır. Firma bu malzemeyi et kalınlığı 2mm ve 4 mm olarak iki çeşitte üretmiştir. Biz bu iki malzemeyi de deneylere tabi tutacağız. Bu malzemenin et kalınlığı 2 mm dir. Pladeck kalıp malzemesinin içi boşluklu olduğu için çekme

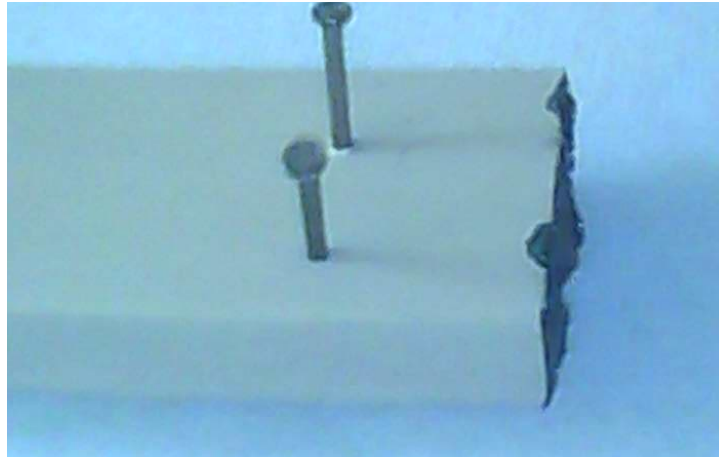
makinesinin çene bölümlerinde sıyrılma ve ezilmeler ortaya çıkmış ve sonuç alınmamıştır. (Şekil 4.11). Bu ezilme ve sıyrılmaları önlemek için malzemenin 10 cm lik kısmına epoksi sıkılarak malzemenin deney esnasında ezilmesi önlenmiştir. Sıyrılmayı engellemek için de numunenin uç kısımlarına çivi monte edilmiştir. (Şekil 4.10.).



Şekil 4.8. Pladeck kalıp numunesi ebatları (2mm)



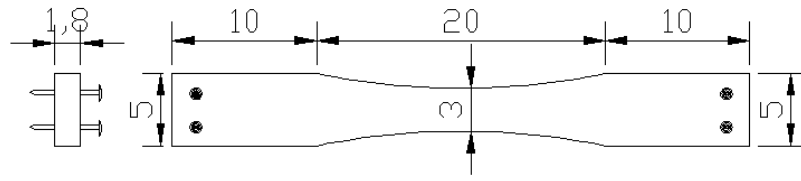
Şekil 4.9. Pladeck kalıp numunesi (2mm)



Şekil 4.10. Pladeck kalıp numunesi (2mm)

Pladeck kalıp numunesinin hazırlanması (4mm)

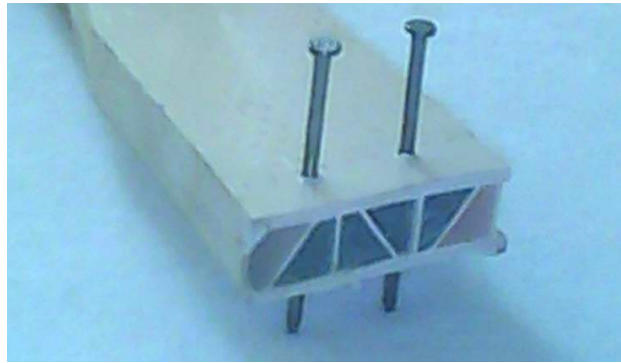
Çekme deneyinde kullanılacak pladeck kalıp numunesi 1,8 x 5 cm ebatlarında 40 cm uzunluğundadır. Bu malzemenin et kalınlığı 4 mm dir.



Şekil 4.11. Pladeck kalıp numunesi ebatları (4mm)



Şekil 4.12. Pladeck kalıp numunesi (4mm)



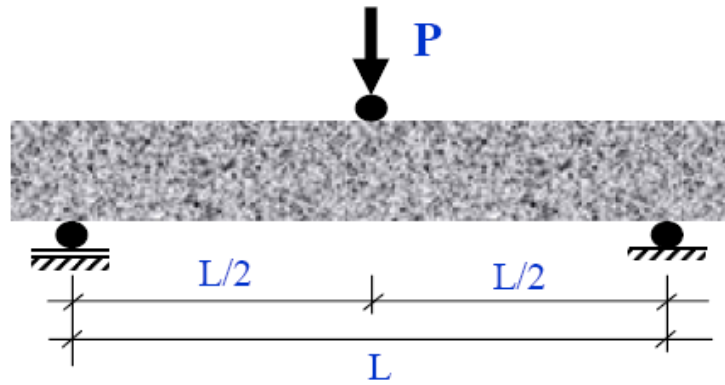
Şekil 4.13. Pladeck kalıp numunesi (4mm)



Şekil 4.14. Çekme deneyi numuneleri

4.1.2. Eğilme Deneyi

Eğilme deneyi malzemenin eğme dayanımlarının hesaplanması ve şekil değiştirme özelliklerini belirlenmesi için yapılır. İki desteğe serbest olarak oturtulan, dikdörtgen kesitli düz bir deney parçasının yön değiştirmeksizin ortasına bir eğme kuvveti uygulandığında oluşan biçim değişmesidir. Eğilme deneyinin uygulanışı basit haliyle şekil 4.15. da verilmiştir.



Şekil 4.15. Eğilme deneyi uygulanışı

4.1.2.1. Eğilme deneyinde kullanılan makine ve ekipmanlar

Deney cihazı

Eğme deneyi için tekil yüklemeye sahip, bilgisayar donanımlı deney cihazı kullanılmıştır. Deney cihazının maksimum yükleme değerini 200 kN dur. Deney cihazı bilgisayar düzeneği ile beraber çalışmaktadır. Deney iki mesnet üzerine yerleştirilen numuneye orta noktadan kuvvet uygulayarak, numune kırılıncaya kadar devam eder.



Şekil 4.16. Deney cihazı

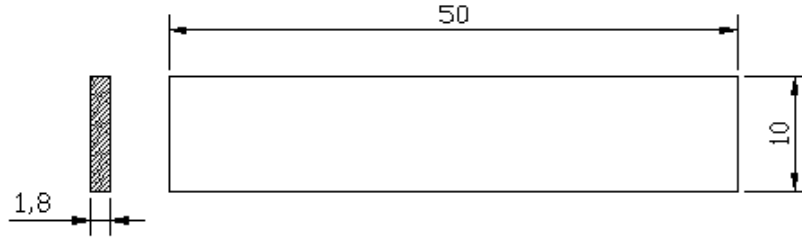
4.1.2.2. Deneyin yapılışı

1. Eğme düzeneği olarak kullanılan iki mesnet tabla üzerine, yükleme bloğu denilen mandrel ise cihazın üst kısmına yerleştirilir.
2. Mesnetler arası açıklık ayarlanır ve numunenin kesit ölçüleri ile birlikte mesnetler arası mesafe de kumpasla ölçülerek kaydedilir.
3. Düzenek ayarlandıktan sonra mesnetler üzerine numune yerleştirilir ve numune, yükün uygulandığı mandrel yardımı ile eğilir.
4. Deney sonucunda, numunenin kırıldığı andaki maksimum yükünü ve eğilme miktarı değerleri kaydedilir.

4.1.2.3. Eğilme deneyi numunelerinin hazırlanması

Ahşap kalıp numunesinin hazırlanması

Eğilme deneyinde kullanılacak ahşap kalıp numunesi 1,8 x 10 cm ebatlarında 50 cm uzunluğundadır. Kurutulmuş, çatlaksız ve budaksız çam ağacından lif yönlerine paralel olacak şekilde hazırlanmıştır.



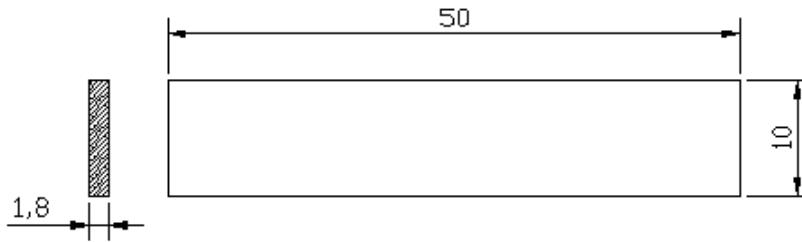
Şekil 4.17. Ahşap kalıp numunesi ebatları



Şekil 4.18. Ahşap kalıp numunesi

Plywood kalıp numunesinin hazırlanması

Eğilme deneyinde kullanılacak plywood kalıp numunesi 1,8 x 10 cm ebatlarında 50 cm uzunluğundadır. 1. sınıf plywood kalıp numunesi kullanılmıştır.



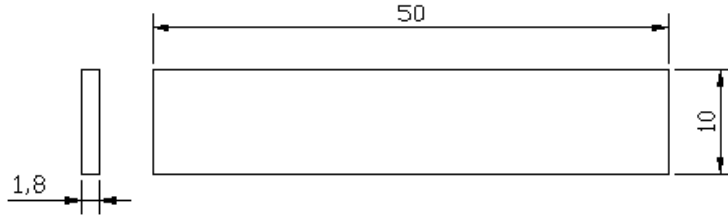
Şekil 4.19. Plywood kalıp numunesi ebatları



Şekil 4.20. Plywood kalıp numunesi ebatları

Pladeck kalıp numunesinin hazırlanması (2mm)

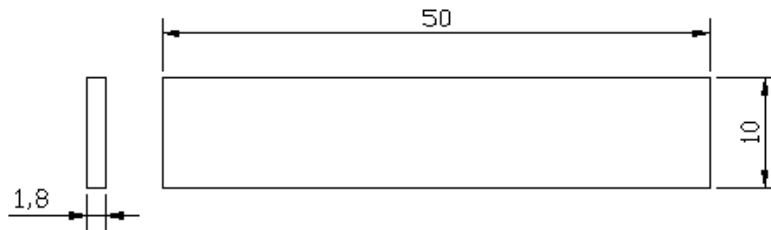
Eğilme deneyinde kullanılacak pladeck kalıp numunesi 1,8 x 10 cm ebatlarında 50 cm uzunluğundadır. Firma bu malzemeyi et kalınlığı 2mm ve 4 mm olarak iki çeşitte üretmiştir. Biz bu iki malzemeyi de deneylere tabi tutacağız. Bu malzemenin et kalınlığı 2 mm dir.



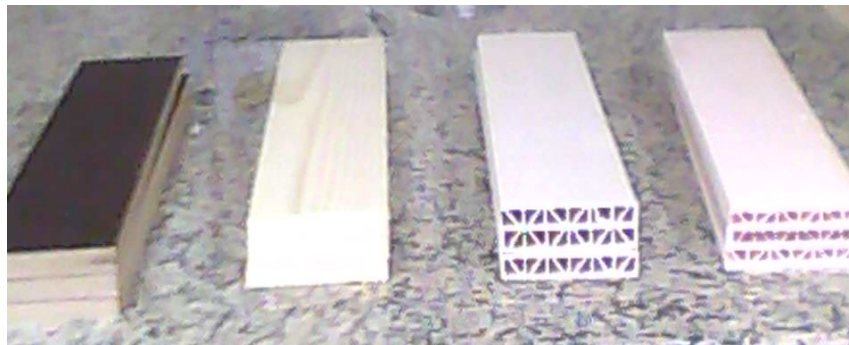
Şekil 4.21. Pladeck kalıp numunesi ebatları (2mm)

Pladeck kalıp numunesinin hazırlanması (4mm)

Eğilme deneyinde kullanılacak pladeck kalıp numunesi 1,8 x 10 cm ebatlarında 50 cm uzunluğundadır. Bu malzemenin et kalınlığı 4 mm dir.



Şekil 4.22. Pladeck kalıp numunesi ebatları (4mm)



Şekil 4.23. Eğilme deneyi numuneleri

4.1.3. Deney numunelerinin hazırlanmasında dikkat edilecek hususlar

1. Ahşap numuneler çatlaksız, budaksız ve kuru olmalıdır.
2. Ahşap numuneler aynı cins ahşaptan hazırlanmalıdır.
3. Kesim lif doğrultusuna paralel olmalıdır.
4. Numune boyutları tüm numuneler için aynı olmalıdır.
5. Her malzemededen en az 3 numune hazırlanmalıdır.
6. Tüm numuneler aynı şartlar altında deneye tabii tutulmalıdır.

4.2. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

Bu bölümde yapılan deneysel çalışmaların amacı ahşap, plywood ve pladeck kalıp malzemesinin su emme ve kapilerite gibi fiziksel özelliklerinin belirlenip pladeck kalıp malzemesiyle karşılaştırılmasıdır. Bu özellikler kalıp malzemesinin ömrü ve beton kalitesi açısından önemlidir. Kullanılan kalıp malzemeleri:

1. Ahşap kalıp malzemesi
2. Plywood kalıp malzemesi
3. Pladeck kalıp malzemesi (et kalınlığı 2mm)
4. Pladeck kalıp malzemesi (et kalınlığı 4mm)

4.2.1. Su Emme Deneyi

Malzemenin birim ağırlık veya hacminin emmiş olduğu su yüzdesi olarak belirtilir. Priz alma sürecinde kalıbın beton suyunu emmemesi, kaliteli beton elde edilmesi açısından önemlidir. Ayrıca kalıp malzemesi birçok kez kullanıldığı için malzemenin deformasyonu ve kullanım sayısı açısından da önemlidir.

Su emme değerlerini, ağırlıkça su emme ve hacimce su emme olarak aşağıdaki formülleri kullanarak bulacağız.

$$S_a = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 \quad (4.1.)$$

$$S_h = S_a \times \Delta \quad (4.2.)$$

Burada; S_a = Ağırlık olarak su emme, S_h = Hacim olarak su emme, P_2 = Su emdirilmiş ağırlık, P_1 = Kuru ağırlık, Δ = Birim ağırlık.

4.2.1.1. Deneyin Yapılışı

1. Deney numuneleri hazırlandıktan sonra etüv 'e konulur ve etüvde 24 saat kuru hale gelmeleri için bekletilir.
2. Etüv 'den çıkarılan numuneler hassas terazide tartılır ve değerleri kaydedilir.
3. Tartılan numuneler içi su dolu kabın içerisine yerleştirilir ve 24 saat su içerisinde bekletilir.
4. Su dolu kabın içerisinden çıkarılan numuneler tekrar hassas terazi ile tartılır ve değerleri kaydedilir.
5. Deney sonucu alınan değerler formül (4.1.) ve (4.2.) de yerlerine konularak su emme değerleri hesaplanır.

4.2.1.2. Su emme deneyi numunelerinin hazırlanması

Su emme deneyi için her kalıp numunesinden 3 er adet 1,8*10 cm ebatlarında 10 cm uzunluğunda numune parçaları hazırlanmıştır.



Şekil 4.24. Su emme deney numuneleri

4.2.2. Kapilerite (Kılcal Su Emme) Deneyi

Kılcal su emme malzemenin suya değen yüzünden zamanla emilen su miktarı ile belirlenir. Çok küçük çaplı boşluklar içinde kılcallık etkisi ile su yükselir.

$$\frac{Q^2}{A^2} = k t \quad (4.3.)$$

Burada; Q = Emilen su miktarı (cm³), A = Su ile temas eden kesit alanı (cm²), t = Geçen zaman (sn), k = Kapilerite katsayısı (cm²/sn).

4.2.2.1. Deneyin yapılışı

1. Deney numuneleri hazırlandıktan sonra etüv 'e konulur ve etüvde 24 saat kuru hale gelmeleri için bekletilir.
2. Etüv 'den çıkarılan numuneler hassas terazide tartılır ve değerleri kaydedilir.
3. Tartılan numuneler içi su dolu kabın içerisine numunenin alt kısmı su içerisinde kalacak şekilde yerleştirilir ve 24 saat su içerisinde bekletilir.
4. Su içerisinden çıkarılan numuneler tekrar hassas terazi ile tartılır ve değerleri kaydedilir.

5. Deney sonucu alınan değerler formül (4.3.) de yerlerine konularak kapilerite değerleri hesaplanır.

4.2.2.2. Kapilerite deneyi numunelerinin hazırlanması

Kapilerite deneyi için her kalıp numunesinden 3 er adet 1,8*1,8 cm ebatlarında 20 cm uzunluğunda numune parçaları hazırlanmıştır.

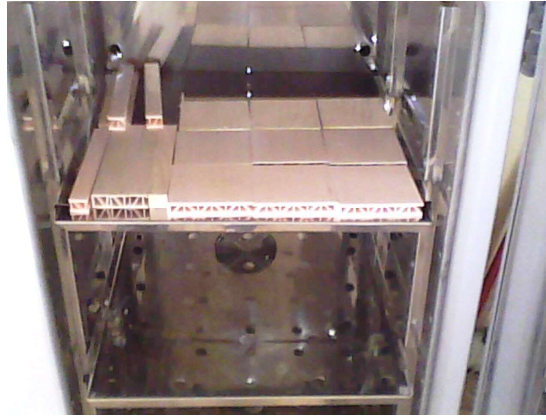


Şekil 4.25. Kapilerite deney numuneleri

4.2.3. Deneylerde kullanılan makine ve ekipmanlar

Etüv

Değişik hacimlerde olup, sıcaklık 60°C ile 250° C arasında analog veya dijital termostat ile ayarlanabilen, ısıtma, pişirme veya kurutma amaçlı laboratuvar fırınlarıdır.



Şekil 4.26. Etüv

Hassas terazi

Üzerine konan cisimlerin ağırlığının en ufak değerlerini bile gösteren tartı türü.



Şekil 4.27. Hassas terazi

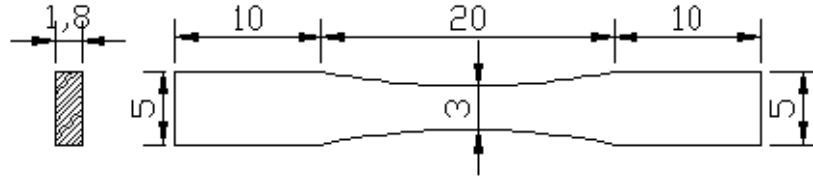
BÖLÜM 5. DENEYLERİN YAPILMASI VE SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

5.1.1. Çekme deneyi

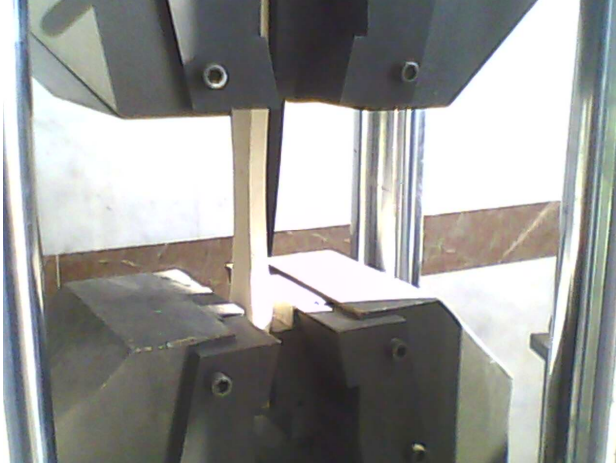
5.1.1.1. Ahşap kalıp çekme deneyi

Çekme deneyinde kullanılacak ahşap kalıp numunesi 1,8 x 5 cm ebatlarında 40 cm uzunluğundadır. Kurutulmuş, çatlaksız ve budaksız çam ağacından lif yönlerine paralel olacak şekilde hazırlanmıştır.



Şekil 5.1. Ahşap kalıp numunesi ebatları

Deney numuneleri hazırlandıktan sonra çekme deneyi uygulanmak üzere numuneler çekme makinesine yerleştirilmiştir (Şekil 5.2). Numunelerin çenelere sıkışması ve çene dişlerinin ahşap yüzeylere oturmasını sağlamak amacıyla ön yükleme kuvveti uygulanıp, daha sonra bu değer göstergede deney başlamadan önce sıfırlanmıştır. Numune boyutları ve çeneler arası mesafe değerleri bilgisayara kaydedilerek deney yükleme aşamasına hazır hale getirilmiştir.



Şekil 5.2. Çekme makinesine yerleştirilmiş ahşap numune

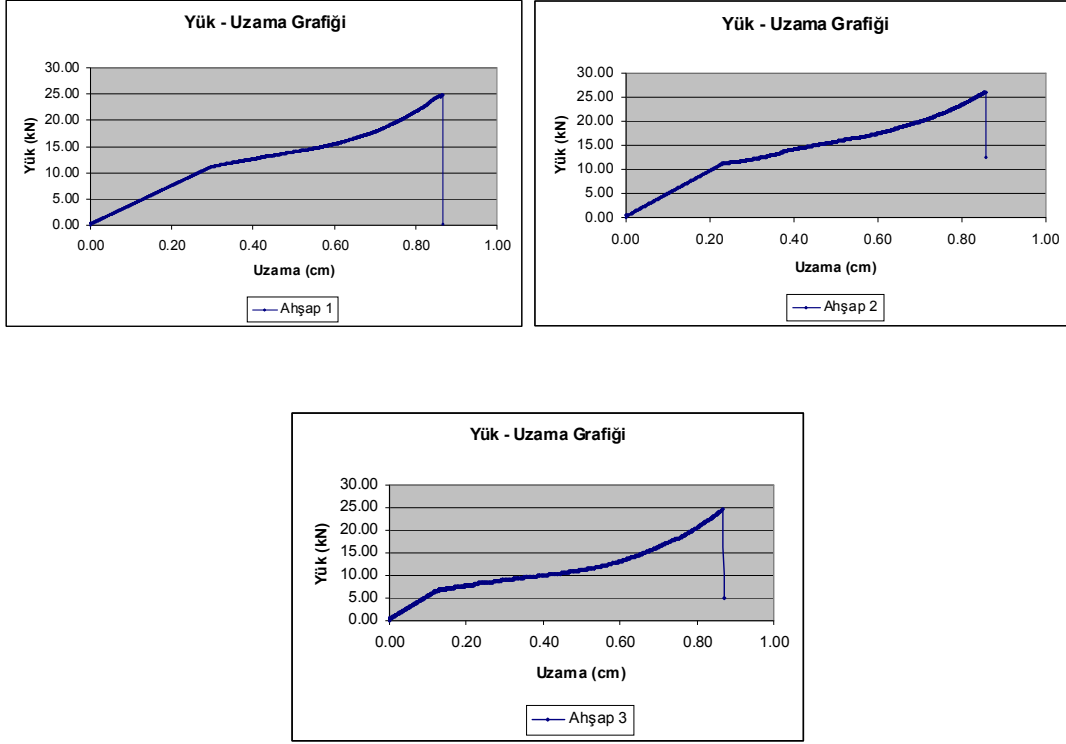


Şekil 5.3. Çekme deneyine tabii tutulmuş ahşap deney numunesi

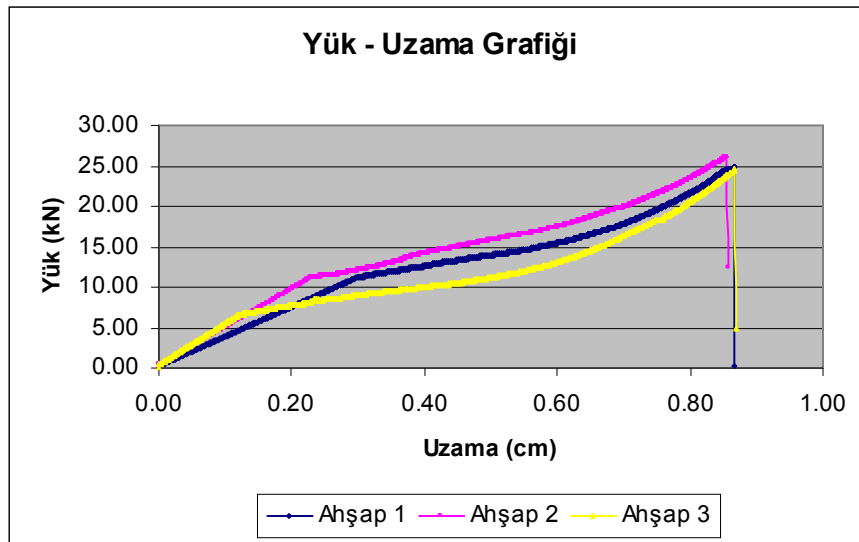


Şekil 5.4. Çekme deneyine tabii tutulmuş ahşap deney numunesi

Yükleme esnasında deney numunesi koparılmaya kadar uygulanan çekme kuvveti devam etmiş ve yük uzama değerleri bilgisayar programı tarafından kaydedilmiştir.



Şekil 5.5. Ahşap kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri



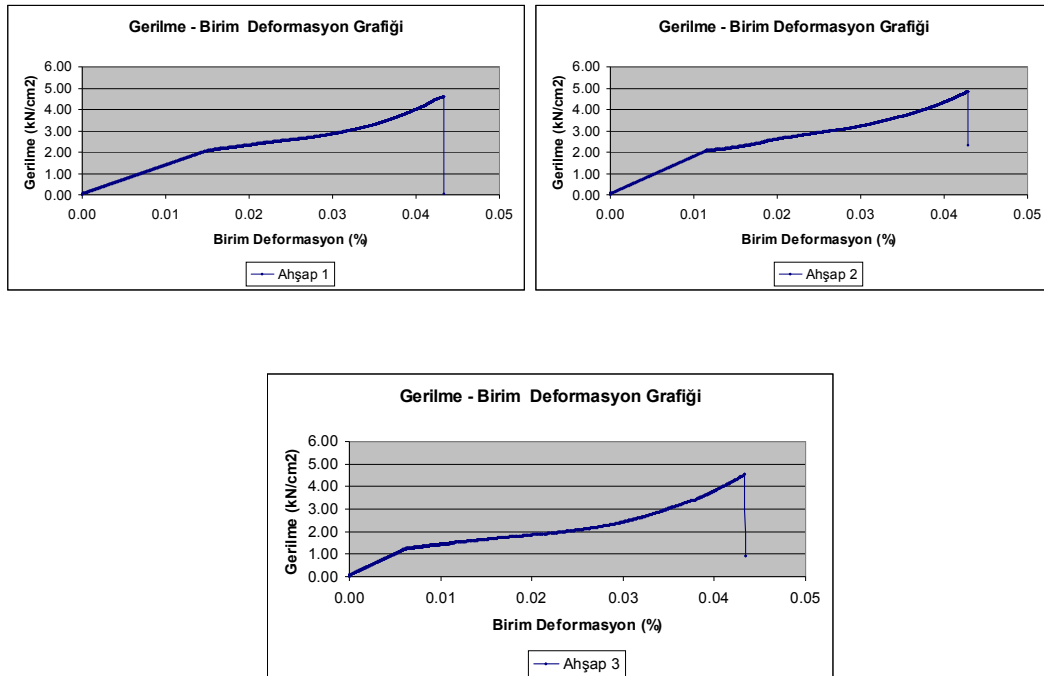
Şekil 5.6. Tüm ahşap kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri

Kaydedilen bu veriler kullanılarak gerilme birim deformasyon grafikleri elde edilmiştir. Çekme gerilmeleri formül 5.1 kullanılarak, birim deformasyonu formül 5.2 kullanılarak hesaplanmış ve gerilme deformasyon grafikleri elde edilmiştir. Her bir numune için gerilme birim deformasyon grafikleri elde edilmiştir.

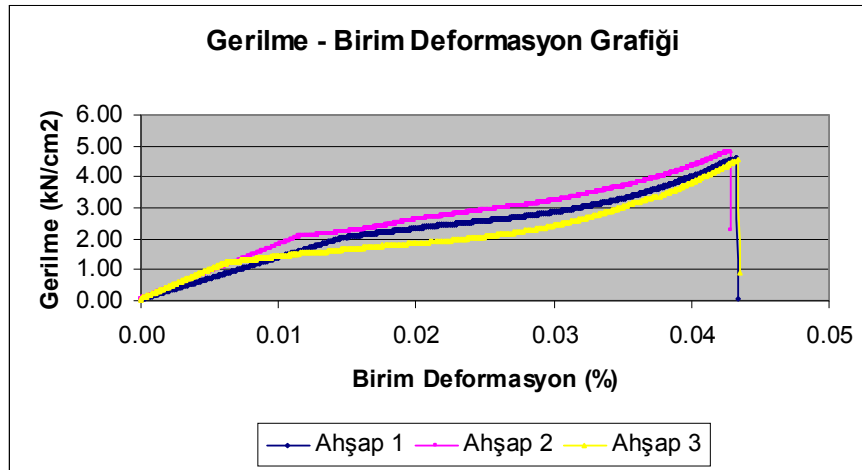
$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (5.1)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L} \quad (5.2)$$

Burada; σ = gerilme (kN/cm²), ε = birim deformasyon (cm), P = yük (kN), A = kesit alanı (cm²), Δl = boy değişimi (cm), L= ilk boy (cm)



Şekil 5.7. Ahşap kalıp numunelerine ait gerilme birim deformasyon grafikleri

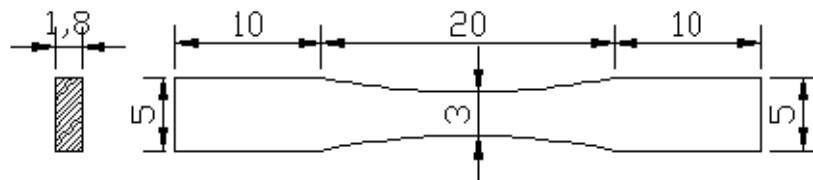


Şekil 5.8. Tüm ahşap kalıp numunelerine ait gerilme birim deformasyon grafikleri

Yapılan deneyler sonucunda ahşap kalıp numunesinin ortalama çekme gerilmesi değeri 4.66 kN/cm^2 , birim deformasyon değeri ise 0.04 (\%) olarak hesaplanmıştır.

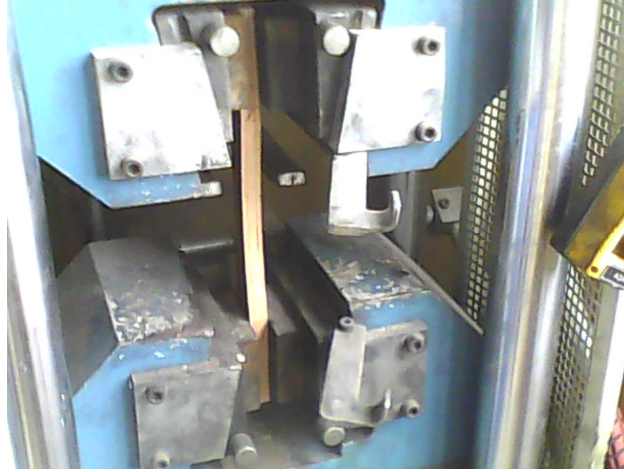
6.1.2. Plywood kalıp çekme deneyi

Çekme deneyinde kullanılacak plywood kalıp numunesi $1,8 \times 5 \text{ cm}$ ebatlarında 40 cm uzunluğundadır.



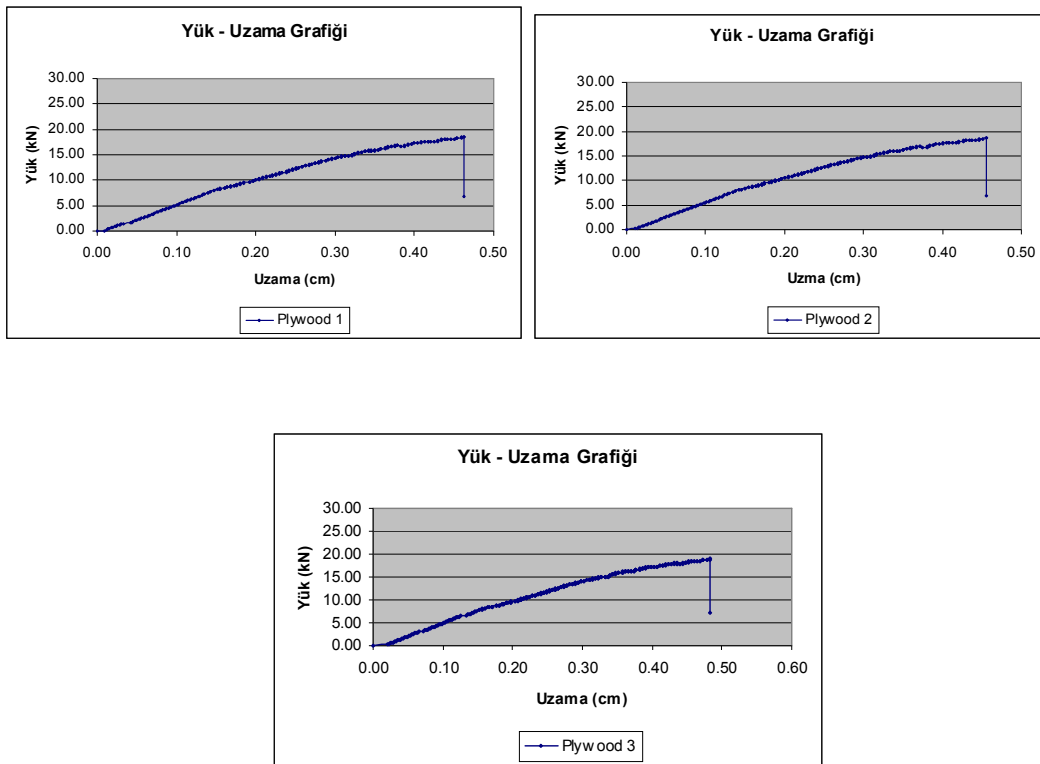
Şekil 5.9. Plywood kalıp numunesi ebatları

Deney numuneleri hazırlandıktan sonra çekme deneyi uygulanmak üzere numuneler çekme makinesine yerleştirilmiştir (Şekil 5.10). Numune boyutları ve çeneler arası mesafe değerleri bilgisayara kaydedilerek deney yükleme aşamasına hazır hale getirilmiştir. Yükleme esnasında deney numunesi koparıncaya kadar uygulanan çekme kuvveti devam etmiş ve yük uzama değerleri bilgisayar programı tarafından kaydedilmiştir.

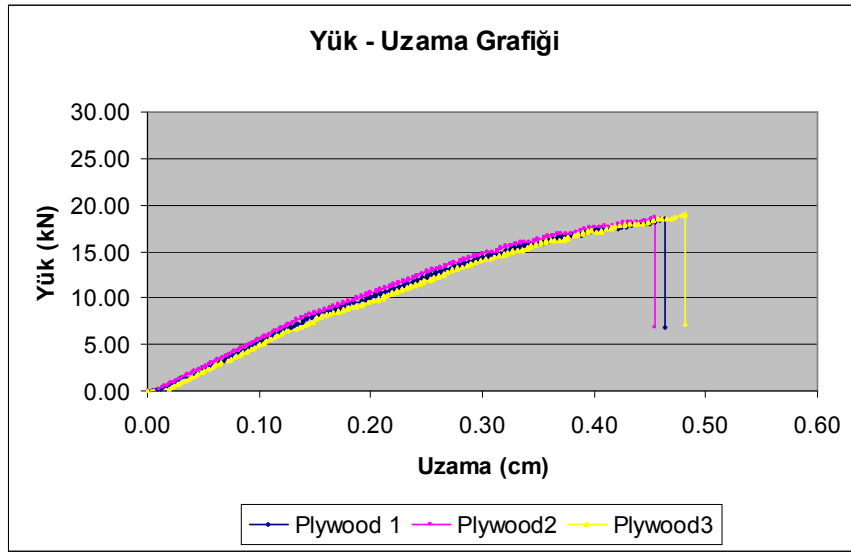


Şekil 5.10. Çekme makinesine yerleştirilmiş plywood numune

Bu şekilde 3 adet numuneye çekme deneyi uygulanmış ve yük uzama grafikleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.11. Plywood kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri



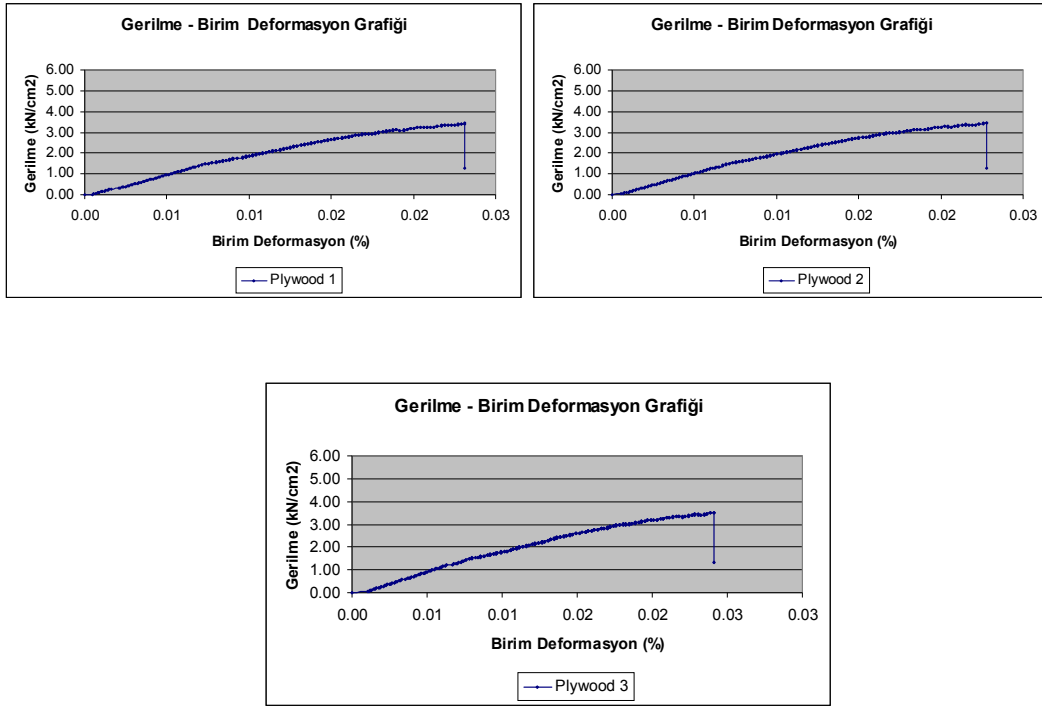
Şekil 5.12. Tüm. plywood kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri

Tüm numunelere ait sonuçların birbiriyle daha rahat karşılaştırılması için yük uzama değerleri aynı grafik üzerinde verilmiştir (Şekil 5.12).



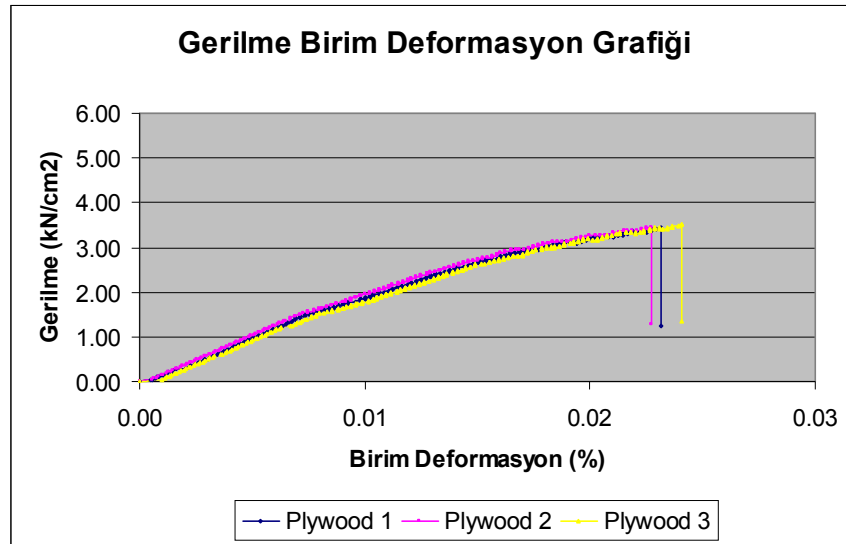
Şekil 5.13. Çekme deneyine tabii tutulmuş plywood kalıp numunesi

Yük uzama değerleri kullanılarak malzemenin gerilme birim deformasyon grafikleri aşağıda verilmiştir.



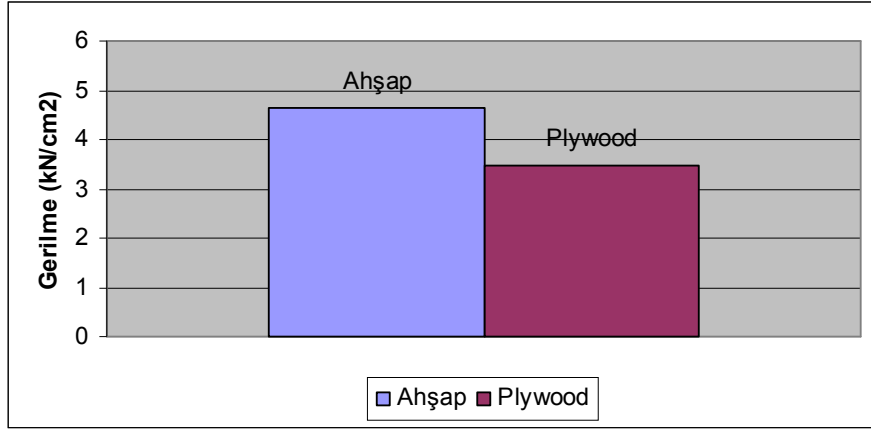
Şekil 5.14. Plywood kalıp numunelerine ait gerilme birim deformasyon grafikleri

Yapılan deneyler sonucunda plywood kalıp malzemesinin ortalama çekme gerilmesi değeri 3.47 kN/cm^2 , birim deformasyon değeri ise 0.02 (\%) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.15. Tüm plywood kalıp numunelerine ait gerilme deformasyon grafikleri

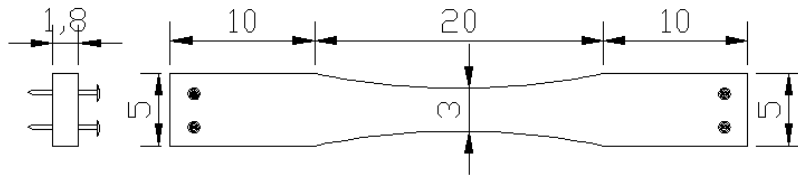
Elde edilen ahşap kalıp çekme gerilmesi değerleri plywood çekme gerilmesiyle karşılaştırılmıştır. Ahşap' ın plywood' a göre 1.34 kat daha yüksek çekme dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir



Şekil 5.16. Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama çekme gerilmesi değerleri

6.1.3. Pladeck kalıp çekme deneyi (2mm)

Çekme deneyinde kullanılacak pladeck kalıp numunesi 1,8 x 5 cm ebatlarında 40 cm uzunluğundadır. Firma bu malzemeyi et kalınlığı 2mm ve 4 mm olarak iki çeşitte üretmiştir. Biz bu iki malzemeyi de deneylere tabi tutacağız. Bu malzemenin et kalınlığı 2 mm dir.

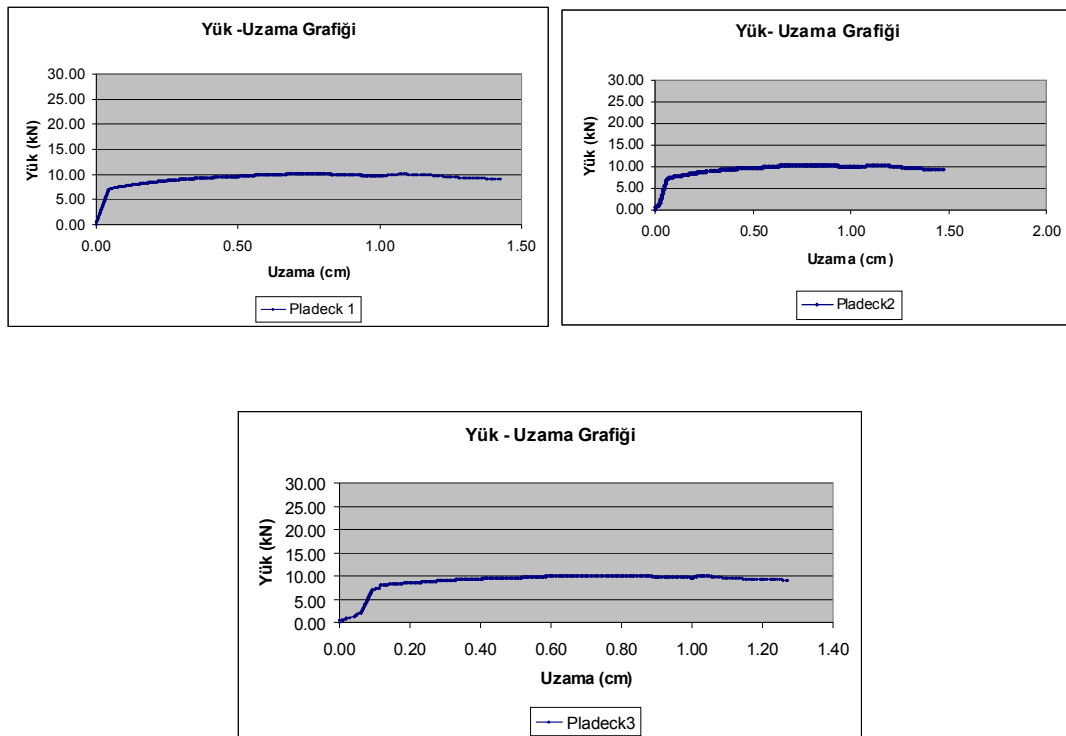


Şekil 5.17. Pladeck kalıp numunesi ebatları



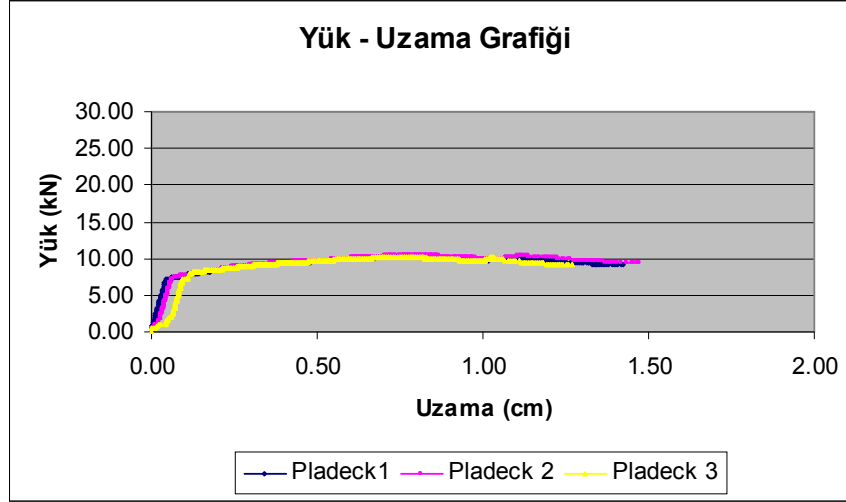
Şekil 5.18. Pladeck kalıp numunesi ve çekme makinesine yerleştirilmesi

Pladeck kalıp malzemesinin içi boşluklu olduğu için çekme makinesinin çene bölümlerinde sıyrılma ve ezilmeler ortaya çıktı ve sonuç alınmadı. Bu ezilme ve sıyrılmaları önlemek için malzemenin 10 cm' lik kısmına epoksi sıkılarak malzemenin deney esnasında ezilmesi önlenmiştir. Sıyrılmayı engellemek için de numunenin uç kısımlarına çivi monte edilmiştir. Malzemenin bu haliyle yaptığımız deneylerde kopma meydana gelmeden deney sonlanmıştır. Malzemenin orta kısmında sadece akmlar meydana gelmiştir. Bu malzemeyle ilgili yük uzama ve gerilme deformasyon grafikleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.19. Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri

Tüm numunelere ait sonuçların birbiriyle daha rahat karşılaştırılması için yük uzama değerleri aynı grafik üzerinde verilmiştir (Şekil 5.20).



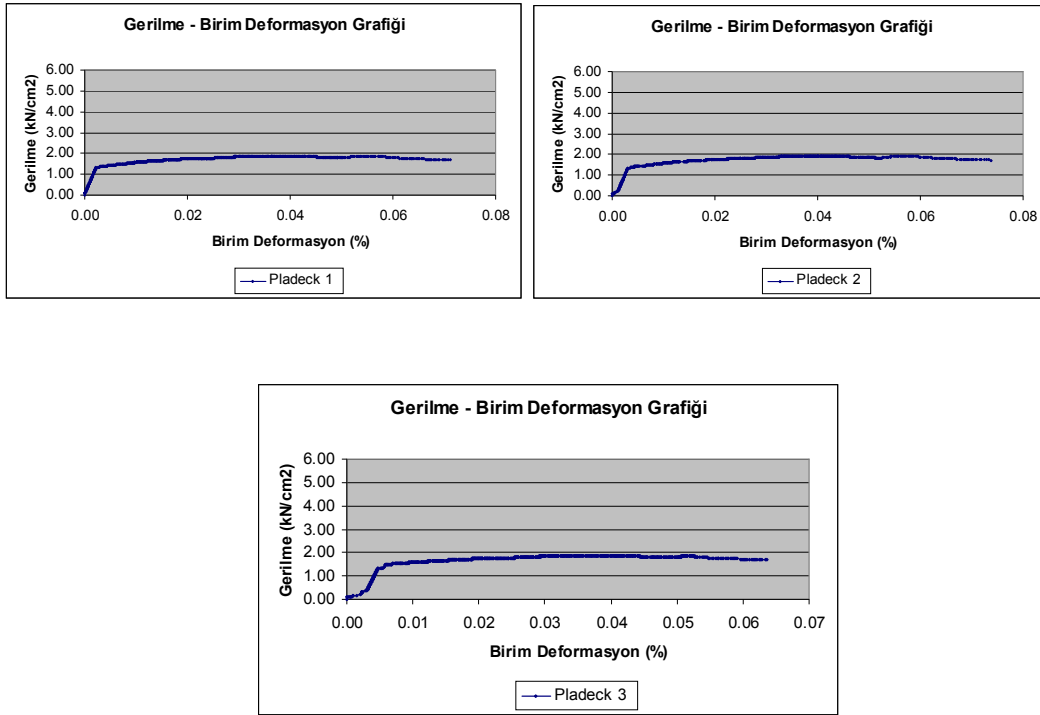
Şekil 5.20. Tüm Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri

Pladeck kalıp numunesiyle yapılan deneylerde malzemede kopma meydana gelmemiş, malzemenin orta noktasında gözle görülebilen şekil değiştirmeler oluşmuştur.

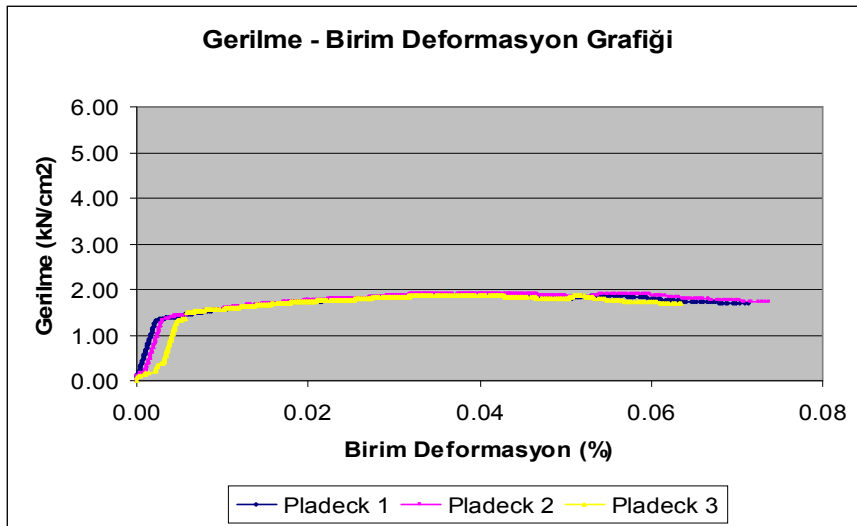


Şekil 5.21. Çekme deneyine tabii tutulmuş pladeck (2mm) kalıp numunesi

Deney sonucu alınan yük uzama değerleri kullanılarak malzemenin gerilme birim deformasyon grafikleri de hazırlanmıştır.

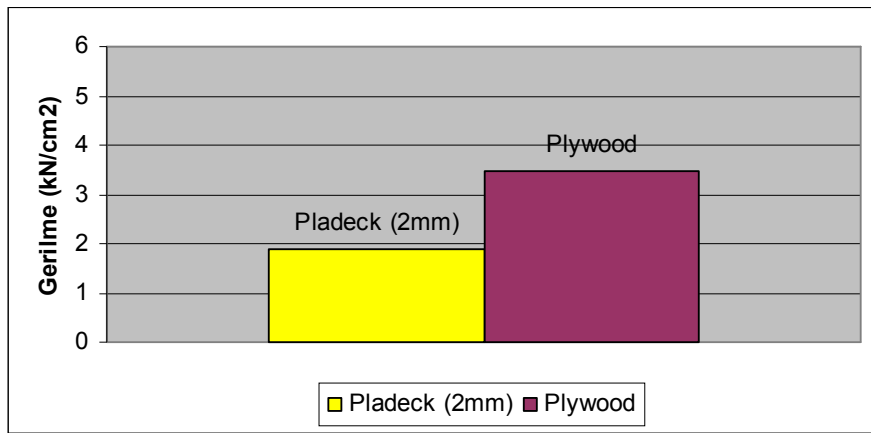


Yapılan deneyler sonucunda pladeck (2mm) kalıp malzemesinin ortalama çekme gerilmesi değeri 1.88 kN/cm^2 , birim deformasyon değeri ise $0.07 (\%)$ olarak hesaplanmıştır.



Pladeck kalıp malzemesine ait grafik incelendiğinde malzeme belirli bir değere kadar doğrusal hareket etmiş daha sonra gerilme değeri belirli bir sınırdan kalmasına rağmen birim deformasyon değeri artış göstermiştir. Bunu da malzemenin plastik esaslı bir malzeme olmasıyla açıklayabiliriz.

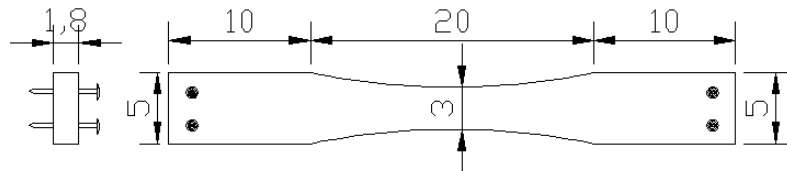
Elde edilen plywood çekme gerilmesi değerleri pladeck (2mm) çekme gerilmesiyle karşılaştırılmıştır. Plywood' un pladeck' e (2mm) göre 1.84 kat daha yüksek çekme dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.24. Plywood ve pladeck kalıp numunelerinin ortalama çekme gerilmesi değerleri

6.1.4. Pladeck kalıp çekme deneyi (4mm)

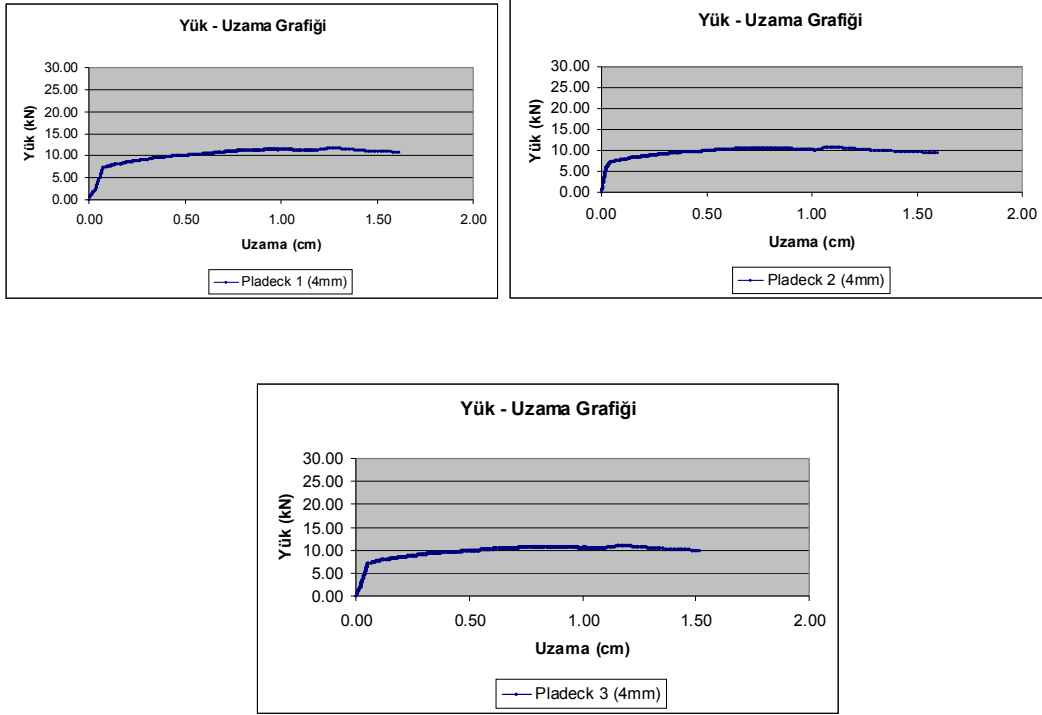
Çekme deneyinde kullanılacak pladeck kalıp numunesi 1,8 x 5 cm ebatlarında 40 cm uzunluğundadır. Bu malzemenin et kalınlığı 4 mm dir



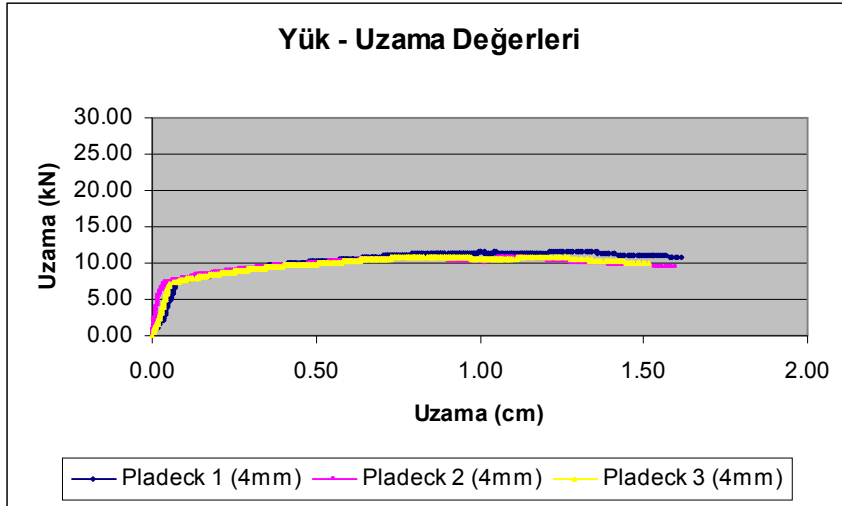
Şekil 5.25. Pladeck (4mm) kalıp numunesi ebatları

Pladeck kalıp numunelerine ezilme ve sıyrılmayı önlemek için yapılan çalışmalar sonuç vermiş ve en sağlıklı sonuçlar elde edilmiştir. De ney numuneleri çekme deney makinesine yerleştirip, gerekli verilerde bilgisayar programına girildikten sonra

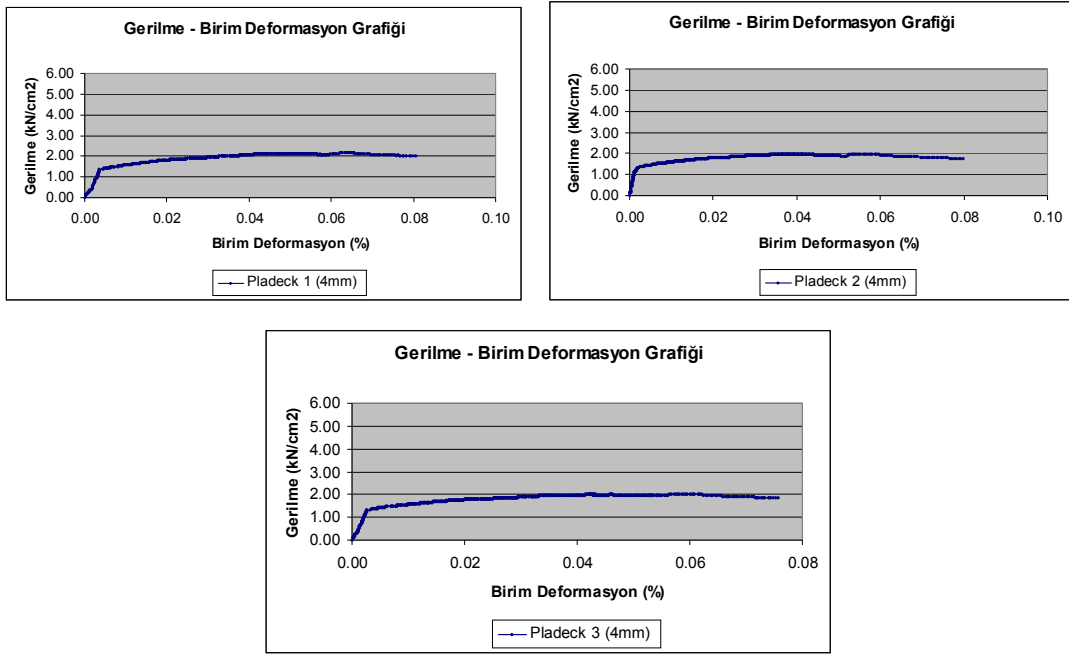
deneye başlandı. Alınan sonuçlar yük uzama ve gerilme deformasyon grafikleri olarak aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.



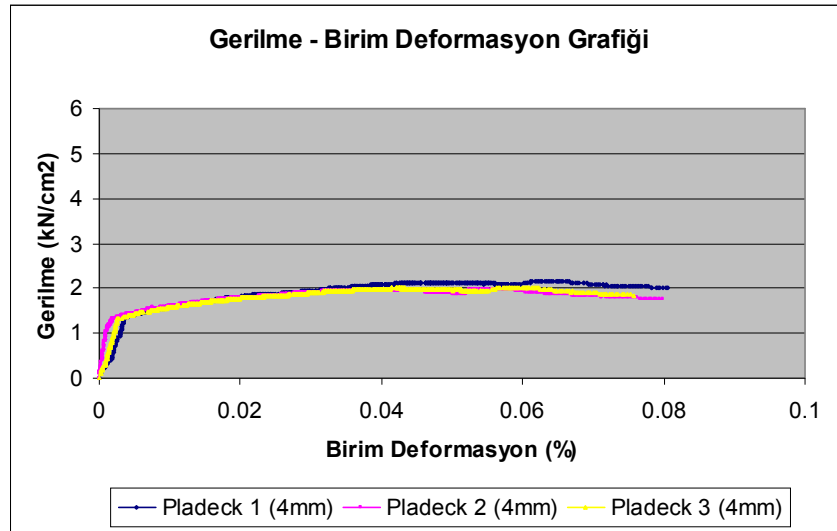
Şekil 5.26. Pladeck (4mm) kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri



Şekil 5.27. Tüm Pladeck (4mm) kalıp numunelerine ait yük uzama grafikleri



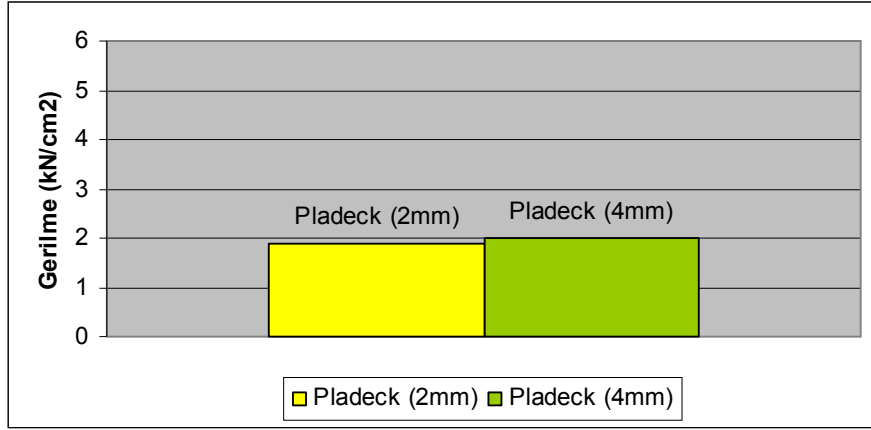
Şekil 5.28. Pladeck (4mm) kalıp numunelerine gerilme birim deformasyon grafikleri



Şekil 5.29. Tüm Pladeck (4mm) kalıp numunelerine gerilme birim deformasyon grafikleri

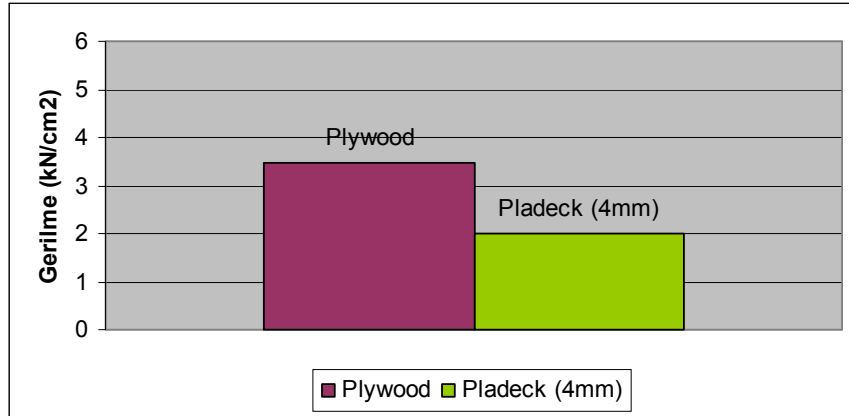
Yapılan deneyler sonucunda pladeck (4mm) kalıp malzemesinin ortalama çekme gerilmesi değeri 2.00 kN/cm², birim deformasyon değeri ise 0.07 (%) olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen pladeck (2mm) çekme gerilmesi değerleri pladeck (4mm) çekme gerilmesiyle karşılaştırılmıştır. Pladeck' in (4mm) pladeck' e (2mm) göre 1.06 kat daha yüksek çekme dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.30. Pladeck (2mm) ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama çekme gerilmesi değerleri

Elde edilen plywood çekme gerilmesi değerleri pladeck (4mm) çekme gerilmesiyle karşılaştırılmıştır. Plywood' un pladeck' e (4mm) göre 1.73 kat daha yüksek çekme dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir.

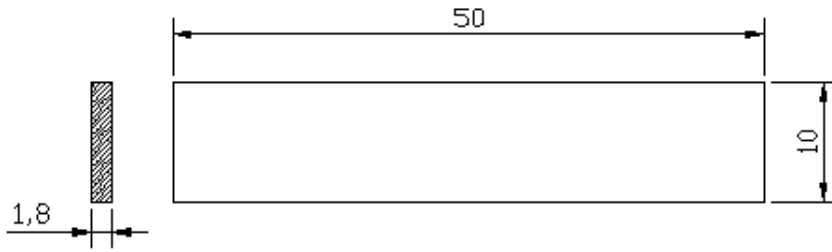


Şekil 5.31. Plywood ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama çekme gerilmesi değerleri

5.1.2. Eğilme deneyi

5.1.2.1. Ahşap kalıp eğilme deneyi

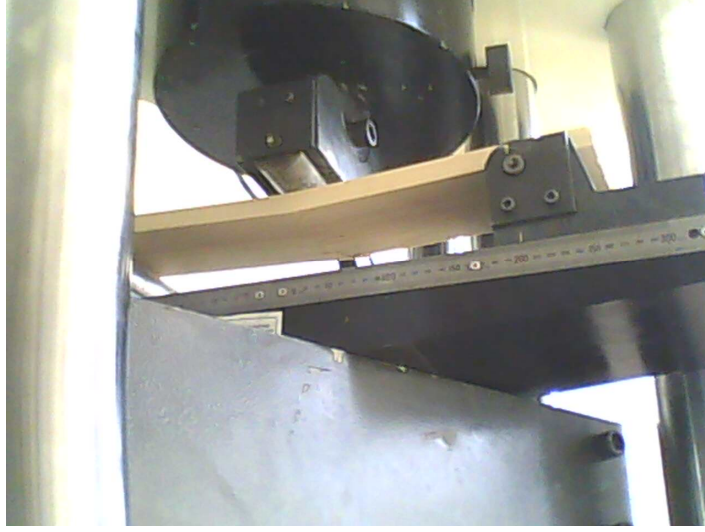
Eğilme deneyinde kullanılacak ahşap kalıp numunesi 1,8 x 10 cm ebatlarında 50 cm uzunluğundadır. Kurutulmuş, çatlaksız ve budaksız çam ağacından lif yönlerine paralel olacak şekilde hazırlanmıştır.



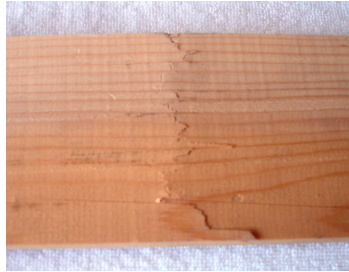
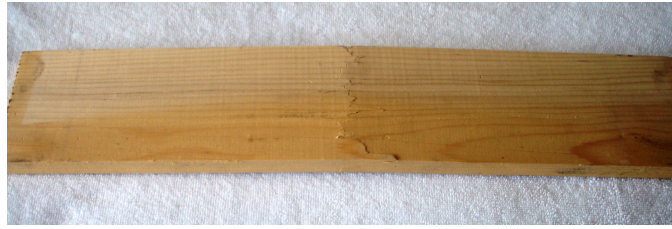
Şekil 5.32. Ahşap kalıp numunesi ebatları

Eğilme deneyine hazırlanan numunelerimizi eğilme deneyi cihazına yerleştirip, numuneye ait kalınlık, genişlik ve uzunluk değerlerini girdikten sonra deney cihazı çalıştırılmıştır. Yükleme esnasında deney numunesi kırılıncaya kadar uygulanan eğilme kuvveti devam etmiş ve yük sehim değerleri bilgisayar programı tarafından kaydedilmiştir.

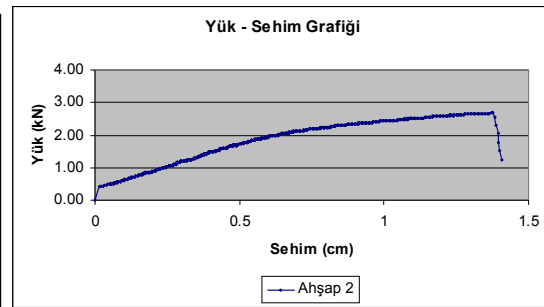
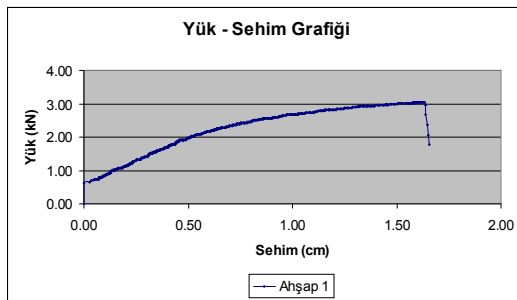


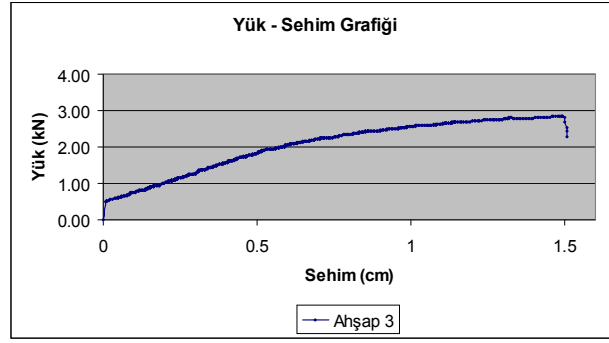


Şekil 5.33. Ahşap kalıp numunesin deney cihazına yerleştirilmesi ve deneyin uygulanışı



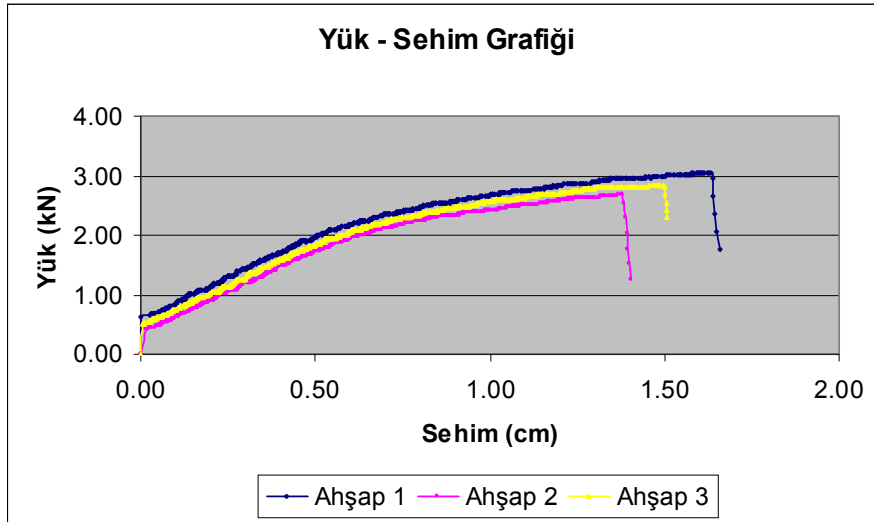
Şekil 5.34. Eğilme deneyine tabii tutulmuş ahşap kalıp numunesi





Şekil 5.35. Ahşap kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri

Tüm numunelere ait sonuçların birbiriyle daha rahat karşılaştırılması için yük sehim değerleri aynı grafik üzerinde verilmiştir.

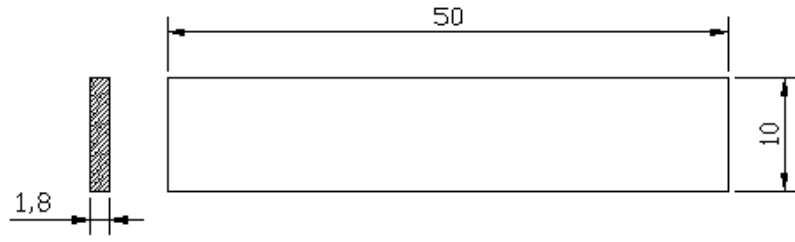


Şekil 5.36. Tüm Ahşap kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri

Yapılan deneyler sonucunda ortalama yük değeri 2.85 kN, sehim ise 1.52 cm olarak hesaplanmıştır.

5.1.2.2. Plywood kalıp eğilme deneyi

Eğilme deneyinde kullanılacak plywood kalıp numunesi 1,8 x 10 cm ebatlarında 50 cm uzunluğundadır. 1. sınıf plywood kalıp numunesi kullanılmıştır.



Şekil 5.37. Plywood kalıp numunesi ebatları

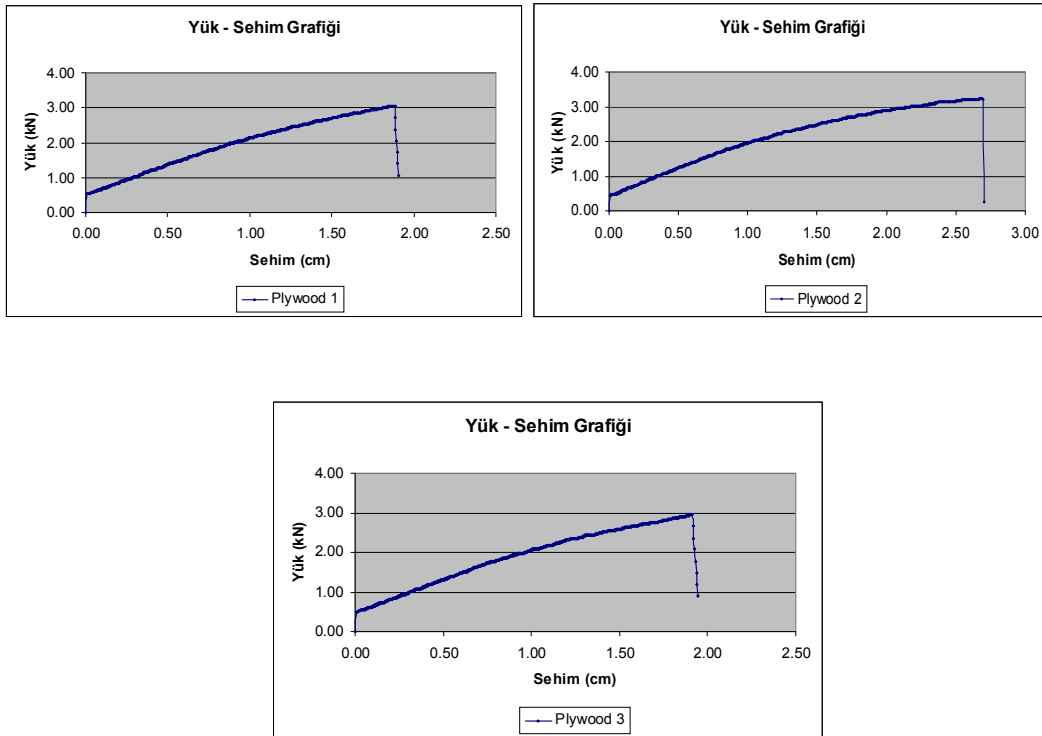
Deney numuneleri hazırlandıktan sonra eğilme deneyi uygulanmak üzere numuneler eğilme makinesine yerleştirilmiştir (Şekil 5.38). Numune boyutları değerleri bilgisayara kaydedilerek deney yükleme aşamasına hazır hale getirilmiştir. Yükleme esnasında deney numunesi kırılıncaya kadar uygulanan eğilme kuvveti devam etmiş ve yük sehim değerleri bilgisayar programı tarafından kaydedilmiştir.



Şekil 5.38. Plywood kalıp numunesin deney cihazına yerleştirilmesi ve deneyin uygulanışı

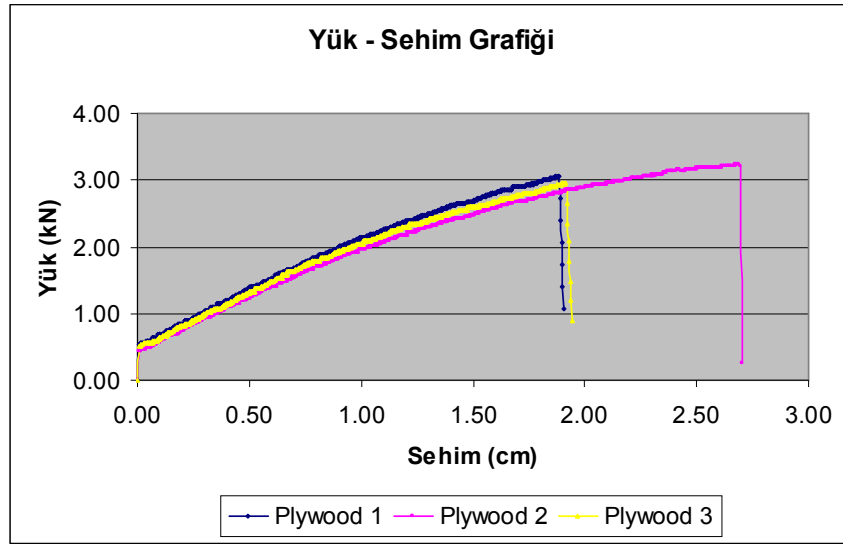


Şekil 5.39. Eğilme deneyine tabii tutulmuş plywood kalıp numunesi



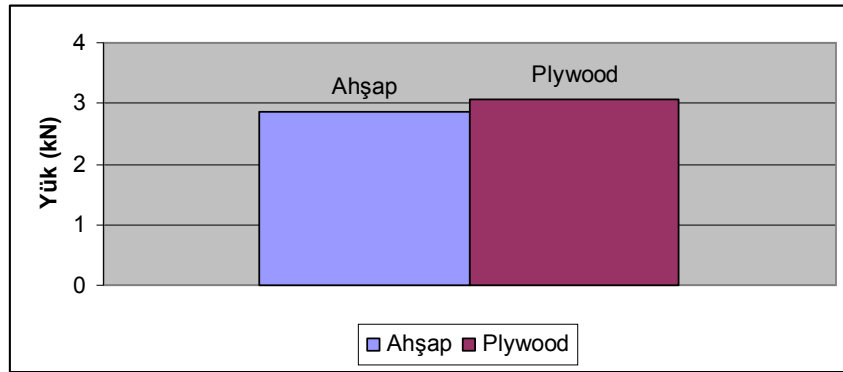
Şekil 5.40. Plywood kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri

Yapılan deneyler sonucunda ortalama yük değeri 3.08 kN, sehim ise 2.18 cm olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.41. Tüm plywood kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri

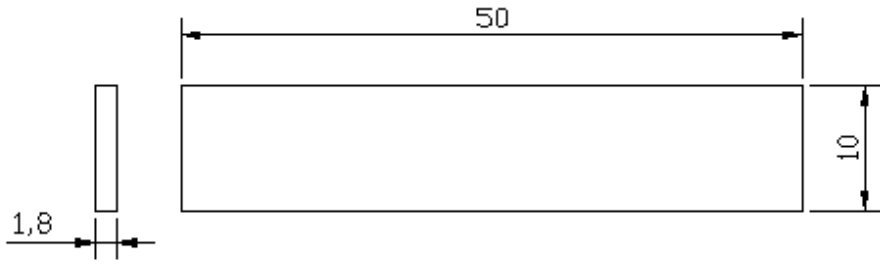
Elde edilen plywood kalıp eğilme değeri ahşap eğilme değeri ile karşılaştırılmıştır. Plywood' un ahşap' a göre 1.08 kat daha yüksek eğilme değerine sahip olduğu tespit edilmiştir



Şekil 5.42. Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama eğilme değerleri

5.1.2.3. Pladeck kalıp eğilme deneyi (2mm)

Eğilme deneyinde kullanılacak pladeck kalıp numunesi 1,8 x 10 cm ebatlarında 50 cm uzunluğundadır. Bu malzemenin et kalınlığı 2 mm dir.



Şekil 5.43. Pladeck (2mm) kalıp numunesi ebatları

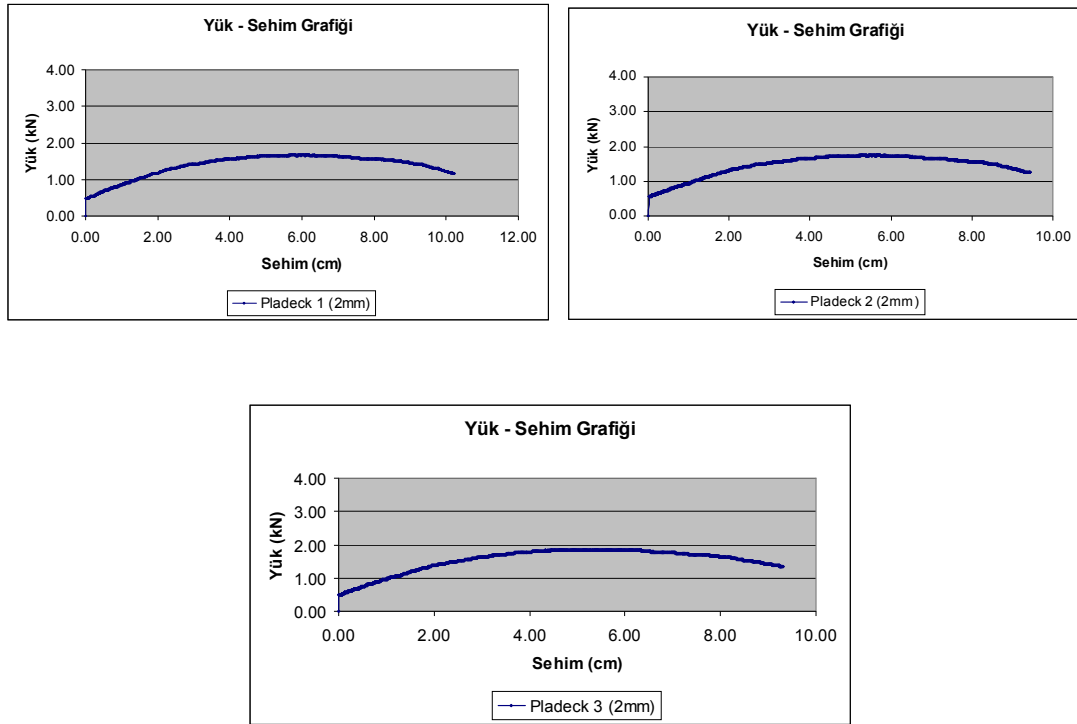
Pladeck kalıp numunesiyle yapılan deneylerde malzemede kırılma meydana gelmemiş, malzemenin orta noktasında gözle görülebilen ezilme ve şekil değiştirmeler oluşmuştur.



Şekil 5.44. Pladeck kalıp numunesin deney cihazına yerleştirilmesi ve deneyin uygulanışı

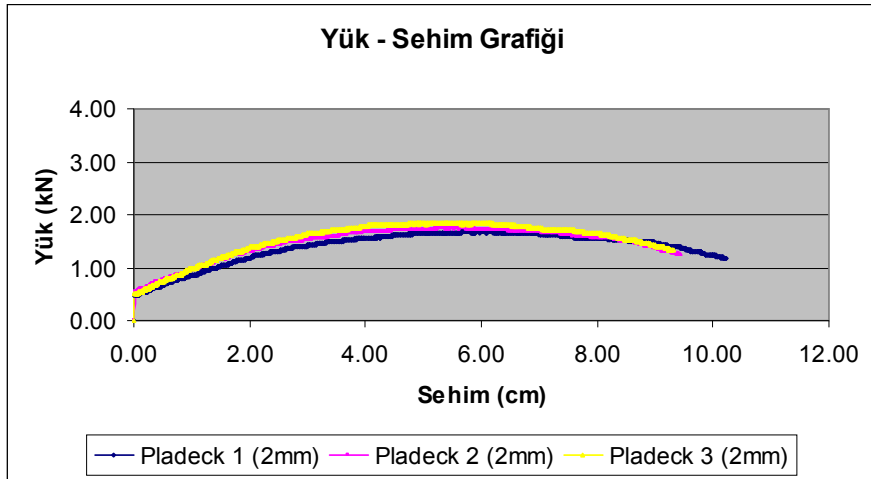


Şekil 5.45. Eğilme deneyine tabii tutulmuş pladeck (2mm) kalıp numunesi



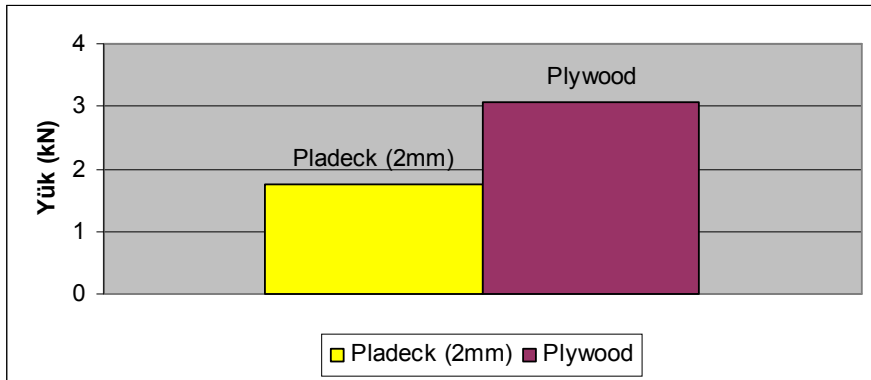
Şekil 5.46. Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri

Yapılan deneyler sonucunda ortalama Yük değeri 1.75 kN, sehim ise 9.65 cm olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.47. Tüm Pladeck (2mm) kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri

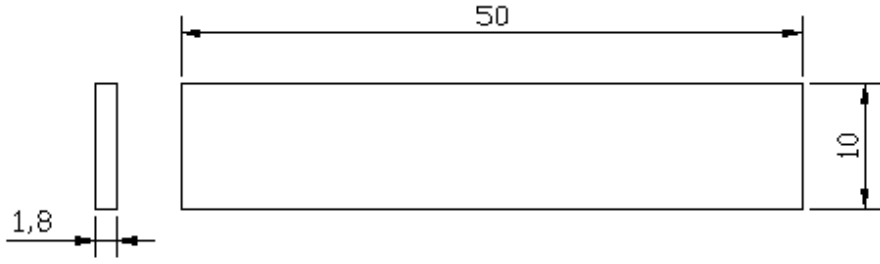
Elde edilen plywood eğilme değeri pladeck (2mm) eğilme değeri ile karşılaştırılmıştır. Plywood' un pladeck' e (2mm) göre 1.76 kat daha yüksek eğilme değerine sahip olduğu tespit edilmiştir



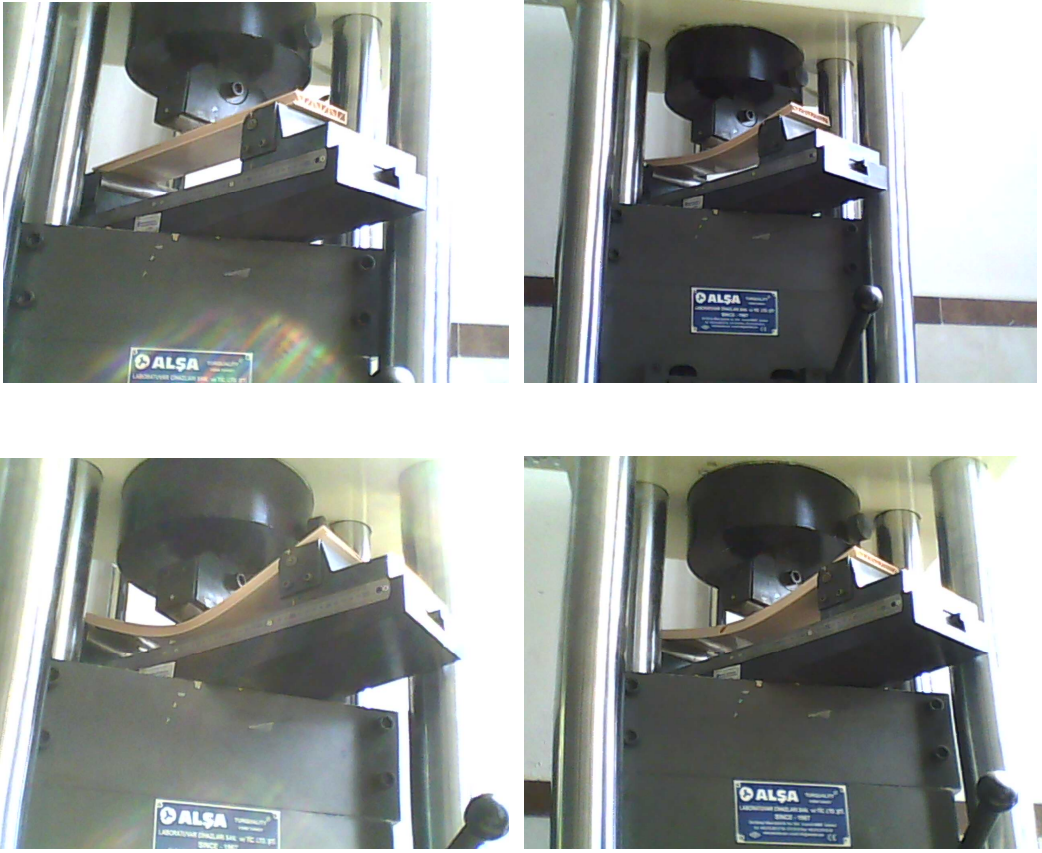
Şekil 5.48. Plywood ve pladeck (2mm) kalıp numunelerinin ortalama eğilme değerleri

5.1.2.4. Pladeck kalıp eğilme deneyi (4mm)

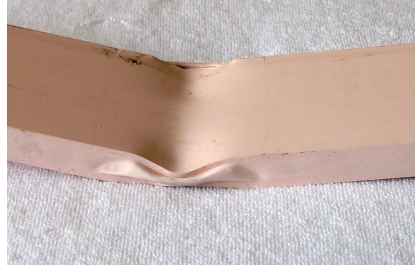
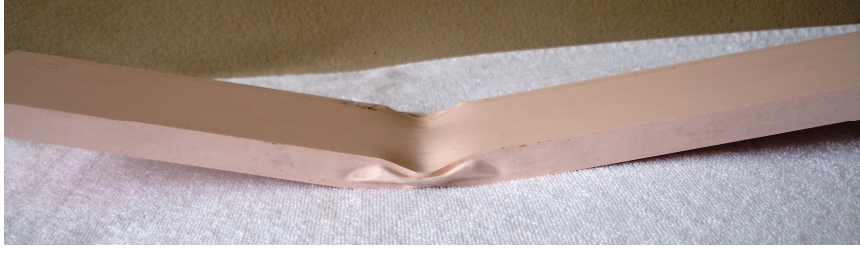
Eğilme deneyinde kullanılacak pladeck kalıp numunesi 1,8 x 10 cm ebatlarında 50 cm uzunluğundadır. Bu malzemenin et kalınlığı 2 mm dir.



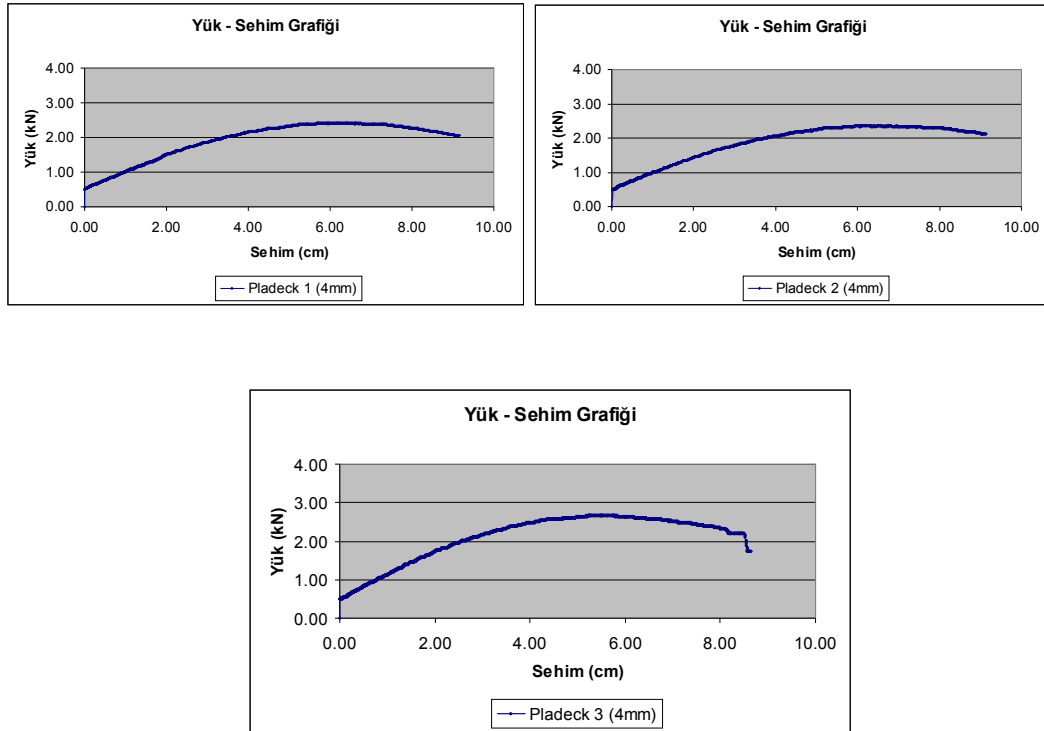
Şekil 5.49. Pladeck (4mm) kalıp numunesi ebatları



Şekil 5.50. Pladeck kalıp numunesin deney cihazına yerleştirilmesi ve deneyin uygulanışı

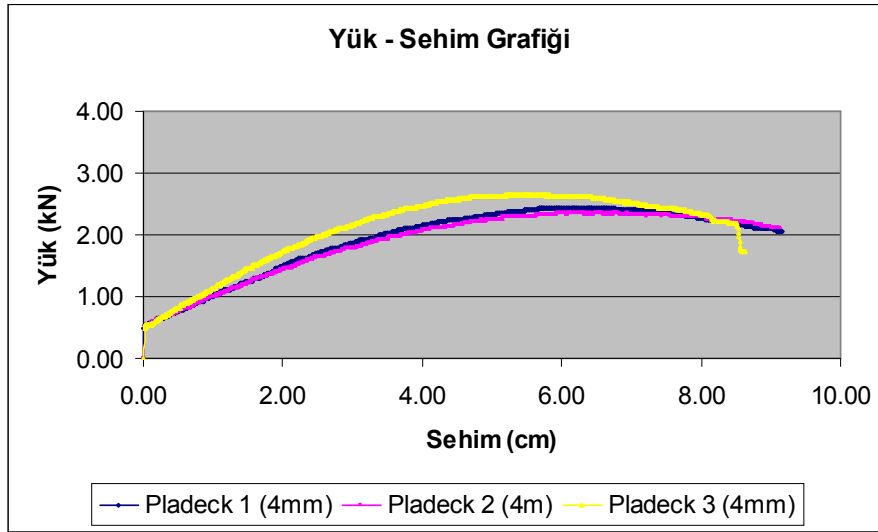


Şekil 5.51. Eğilme deneyine tabii tutulmuş pladeck (4mm) kalıp numunesi



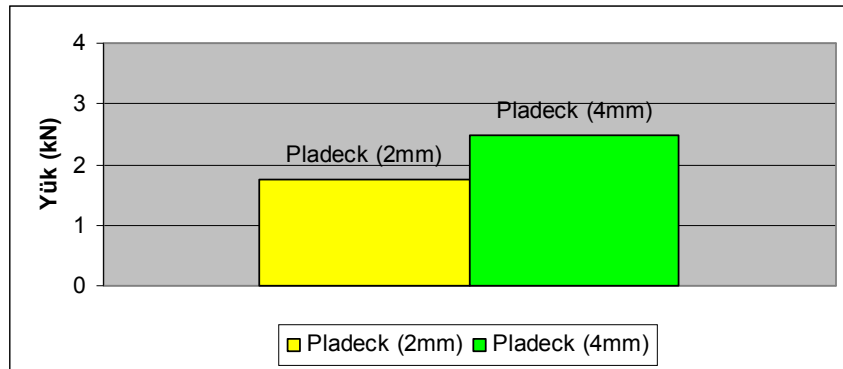
Şekil 5.52. Pladeck (4mm) kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri

Yapılan deneyler sonucunda ortalama yük değeri 2.48 kN, sehim ise 8.98 cm olarak hesaplanmıştır.



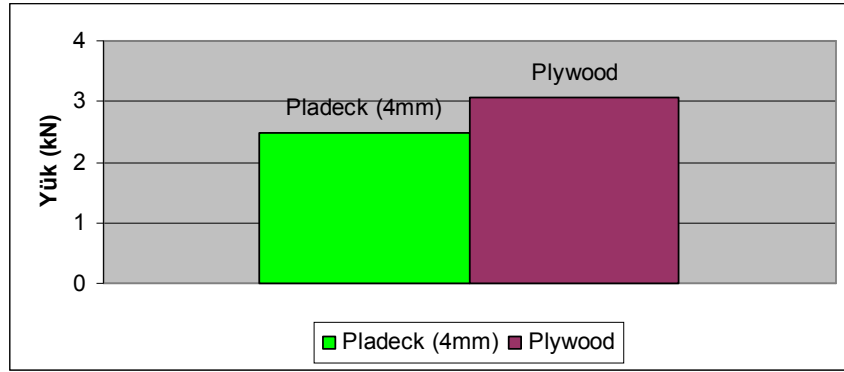
Şekil 5.53. Tüm pladeck (4mm) kalıp numunelerine ait yük sehim grafikleri

Elde edilen pladeck (2mm) eğilme değeri pladeck (4mm) eğilme değeri ile karşılaştırılmıştır. Pladeck' in (4mm) pladeck' e (2mm) göre 1.42 kat daha yüksek eğilme değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.54. Pladeck (2mm) ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama eğilme değerleri

Elde edilen plywood eğilme değeri pladeck (4mm) eğilme değeri ile karşılaştırılmıştır. Plywood' un pladeck' e (4mm) göre 1.24 kat daha yüksek eğilme değerine sahip olduğu tespit edilmiştir

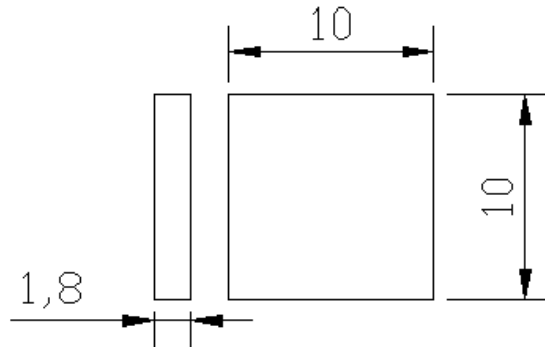


Şekil 5.55. Plywood ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama eğilme değerleri

5.2. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

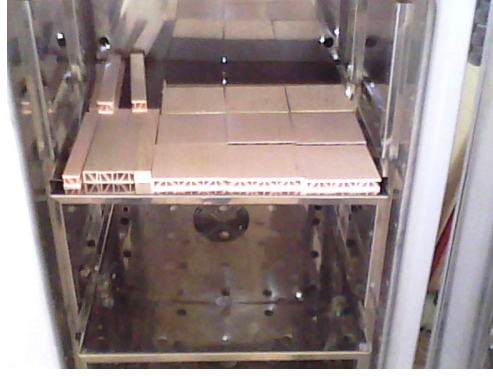
5.2.1. Su emme deneyi

Su emme deneyi için her kalıp numunesinden 3'er adet 1,8*10 cm ebatlarında 10 cm uzunluğunda numune parçaları hazırlanmıştır.



Şekil 5.56. Su emme deney numuneleri ebatları

Su emme deneyi için numunelerimizi hazırladıktan sonra tamamen kuru hale gelmeleri için 24 saat süre ile etüvde beklettik. Pladeck kalıp malzemeleri etüv'e konulduktan bir süre sonra aldığı ısı sonucunda şekilde değişimler meydana geldi ve pladeck kalıp malzemelerini etüv'e koymadan deneye tabii tuttuk.



Şekil 5.57. Etüvde konulan deney numuneleri

24 saat sonra numunelerimizi etüvden çıkardık ve hassas terazide kuru ağırlıklarını belirledik. Malzemelerin kuru ağırlıkları Tablo 5.1. de verilmiştir.

Tablo 5.1. Deney numunelerinin ortalama kuru ağırlıkları

Numune No	Kuru Ağırlık (gr)
Ahşap	62.24
Plywood	125.02
Pladeck (2mm)	90.51
Pladeck (4mm)	119.18

Kuru ağırlıkları belirledikten sonra deney numunelerini içi su dolu kabın içerisinde 24 saat süre ile beklettik. Burada dikkat edilmesi gereken durum numunelerin tamamen su içerisinde batırılmış olmaları.



Şekil 5.58. Su içerisinde bekletilen deney numuneleri

24 saat sonra numuneleri su dolu kabın içerisinde çıkardık ve hassas terazide tekrar tarttık.

Tablo 5.2. Deney numunelerinin ortalama yaş ağırlıkları

Numune No	Yaş Ağırlık (gr)
Ahşap	93.33
Plywood	176.07
Pladeck (2mm)	91.52
Pladeck (4mm)	120.67

Numunelerinin kuru ve yaş ağırlıklarını tespit ettikten sonra aşağıdaki formülleri kullanarak malzemelerin su emme değerlerini hesapladık.

$$Sa = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 \quad (5.3)$$

$$Sh = Sa \times \Delta \quad (5.4)$$

Burada; Sa = Ağırlık olarak su emme, Sh= Hacim olarak su emme, P₂ = Su emdirilmiş ağırlık, P₁ = Kuru ağırlık, Δ = Birim ağırlık.

Tablo 5.3. Ortalama ağırlıkça su emme değerleri Sa (%)

Ağırlıkça Su Emme Değerleri Sa (%)	
Ahşap	49.96
Plywood	40.84
Pladeck (2mm)	1.11
Pladeck (4mm)	1.25

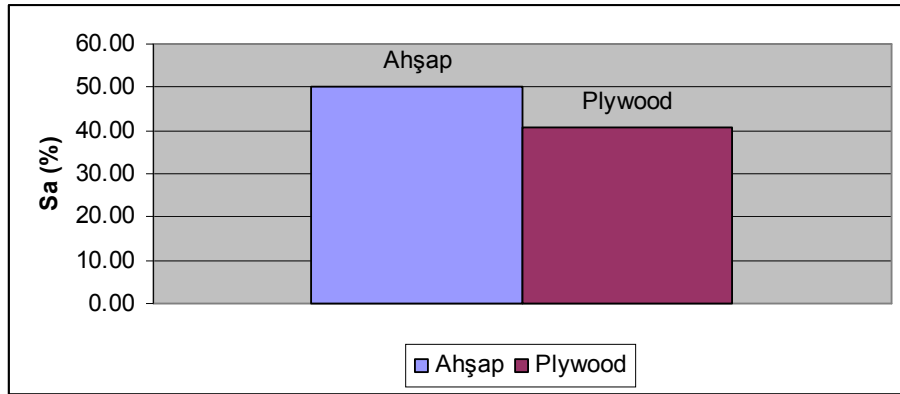
Tablo 5.4. Ortalama hacimce su emme değerleri Sh (%)

Hacimce Su Emme Değerleri Sh (%)	
Ahşap	19.74

Tablo 5.4. Devam

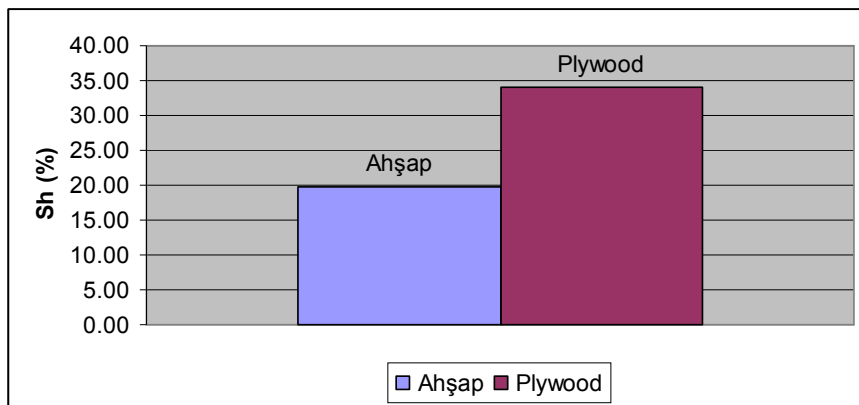
Plywood	34.11
Pladeck (2mm)	0.56
Pladeck (4mm)	0.83

Yapılan deneyler sonucunda ahşap kalıbın ortalama Sa değeri % 49.96, plywood kalıbın ortalama Sa değeri % 40.84 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ahşap kalıp Sa değerleri plywood kalıp Sa değerleriyle karşılaştırılmıştır. Ahşap'ın plywood' dan % 9.12 daha fazla ağırlıkça su emme (Sa) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



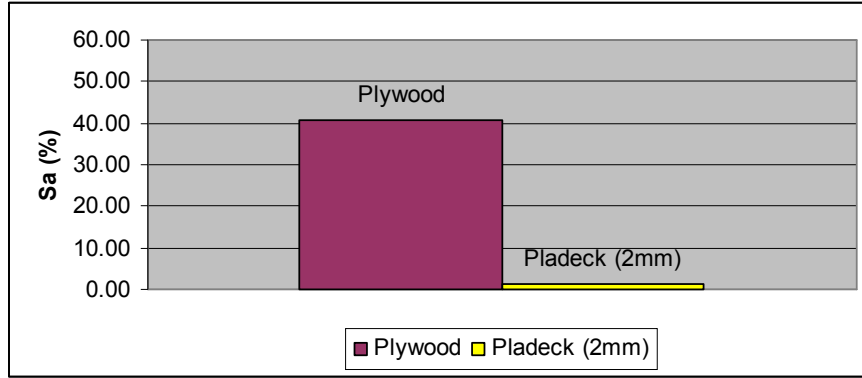
Şekil 5.59. Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama Sa (%) değerleri

Yapılan deneyler sonucunda ahşap kalıbın ortalama Sh değeri % 19.74, plywood kalıbın ortalama Sh değeri % 34.11 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ahşap kalıp Sh değerleri plywood kalıp Sh değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un ahşap' dan % 14.36 daha fazla hacimce su emme (Sh) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



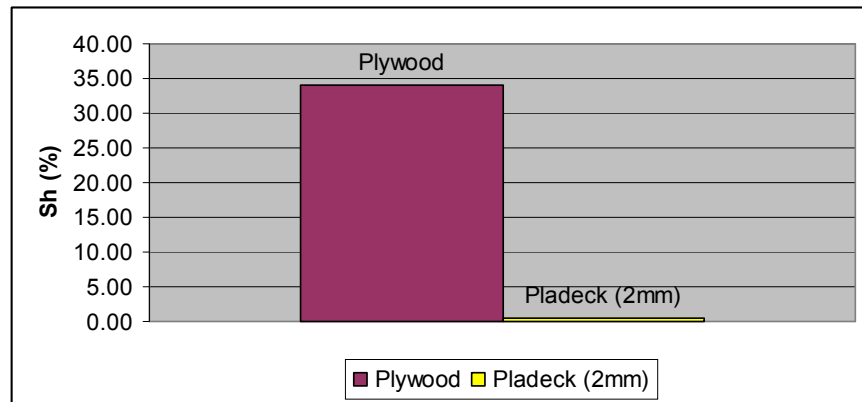
Şekil 5.60. Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama Sh (%) değerleri

Deneyler sonucunda pladeck (2mm) kalıbın ortalama Sa değeri % 1.11 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp Sa değerleri Pladeck (2mm) kalıp Sa değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un pladeck 'ten % 39.73 daha fazla ağırlıkça su emme (Sa) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



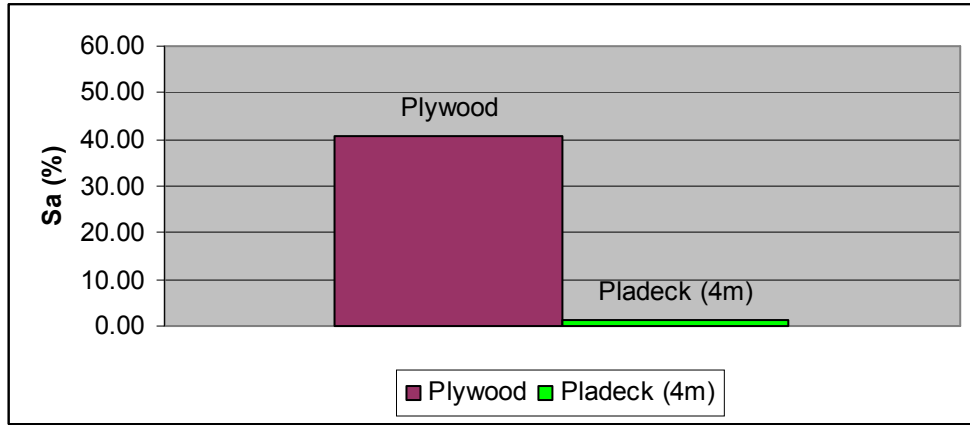
Şekil 5.61. Plywood ve pladeck (2mm) kalıp numunelerinin ortalama Sa (%) değerleri

Deneyler sonucunda pladeck (2mm) kalıbın ortalama Sh değeri % 0.56 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp Sh değerleri Pladeck (2mm) kalıp Sh değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un pladeck 'ten % 33.55 daha fazla hacimce su emme (Sh) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



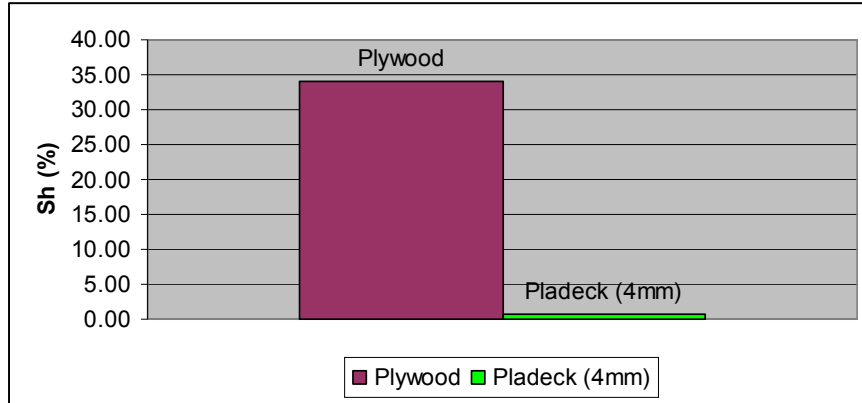
Şekil 5.62. Plywood ve pladeck (2mm) kalıp numunelerinin ortalama Sh (%) değerleri

Yapılan deneyler sonucunda pladeck (4mm) kalıbın ortalama Sa değeri % 1.25 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp Sa değerleri Pladeck (4mm) kalıp Sa değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un pladeck 'ten % 39.58 daha fazla ağırlıkça su emme (Sa) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



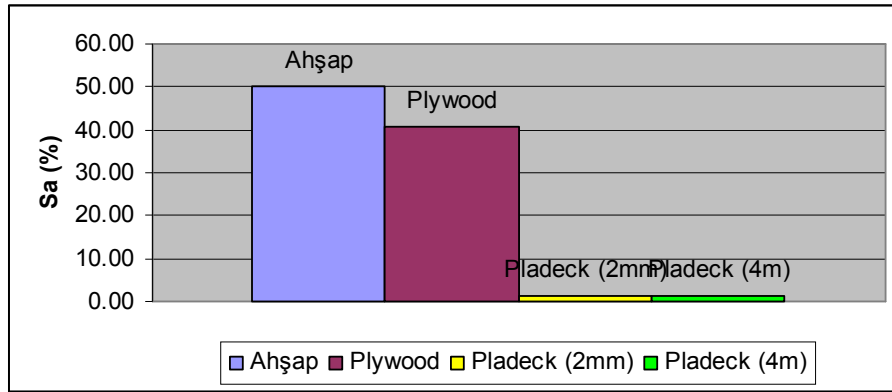
Şekil 5.63. Pladeck (4mm) ve plywood kalıp numunelerinin ortalama Sa (%) değerleri

Yapılan deneyler sonucunda pladeck (4mm) kalıbın ortalama Sh değeri % 0.83 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp Sh değerleri Pladeck (4mm) kalıp Sh değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un pladeck 'ten % 34.11 daha fazla hacimce su emme (Sh) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

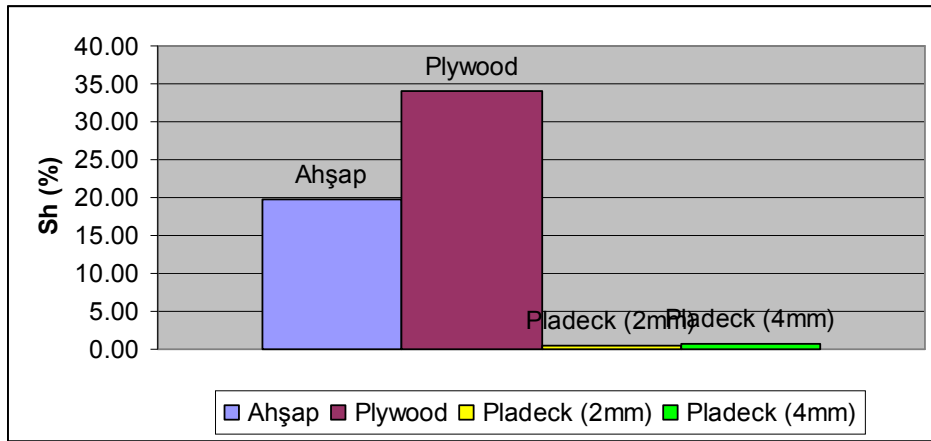


Şekil 5.64. Pladeck (4mm) ve plywood kalıp numunelerinin ortalama Sh (%) değerleri

Malzemeleri birbirleriyle daha iyi karşılaştırmak için deneyimizde kullanılan tüm malzeme örneklerinin ortalama su emme değerlerini aşağıdaki gösterdik.



Şekil 5.65. Tüm kalıp numunelerinin ortalama Sa (%) değerleri

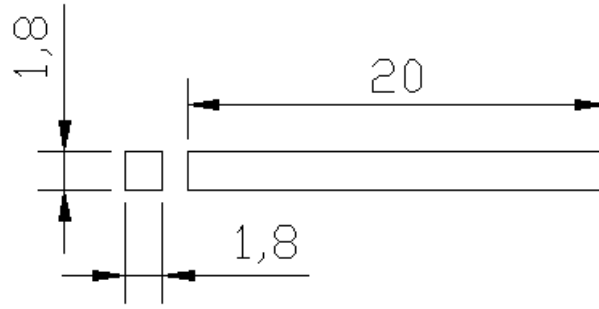


Şekil 5.66. Tüm kalıp numunelerinin ortalama Sh (%) değerleri

Pladeck kalıp malzemesinin içi boşluklu bir malzeme olduğu için ağırlığında ve hacminde artan ağırlık miktarını aslında malzemenin su emmediğini içindeki boşluklarda kalan su damlalarından dolayı olduğunu gözlemledik. Pladeck kalıp malzemesinin Sa ve Sh değerlerini % 0 olarak kabul ettik. Bu nedenle pladeck kalıp malzemelerini (2mm ve 4mm) kendi aralarında karşılaştırmadık.

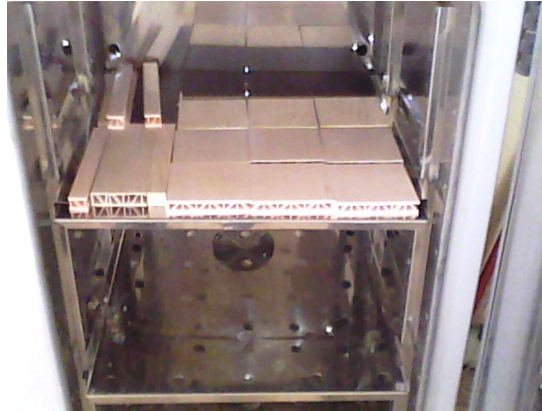
5.2.2. Kapilerite deneyi

Kılcal su emme malzemenin suya değen yüzünden zamanla emilen su miktarı ile belirlenir. Çok küçük çaplı boşluklar içinde kılcallık etkisi ile su yükselir.



Şekil 5.67. Kapilerite deney numuneleri ebatları

Kapilerite deneyi için numunelerimizi hazırladıktan sonra tamamen kuru hale gelmeleri için 24 saat süre ile etüvde beklettik. Pladeck kalıp malzemeleri etüv' e konulduktan bir süre sonra aldığı ısı sonucunda şeklinde değişimler meydana geldi ve pladeck kalıp malzemelerini etüv 'e koymadan deneye tabii tuttuk



Şekil 5.68. Etüvde konulan deney numuneleri

24 saat sonra numunelerimizi etüvden çıkardık ve hassas terazide kuru ağırlıklarını belirledik. Malzemelerin kuru ağırlıkları Tablo 5.5. de verilmiştir.

Tablo 5.5. Deney numunelerinin ortalama kuru ağırlıkları

Numune No	Kuru Ağırlık (gr)
Ahşap	44.84
Plywood	53.99
Pladeck (2mm)	27.57
Pladeck (4mm)	40.43

Tartılan numuneler içi su dolu kabın içerisine numunenin alt kısmı su içerisinde kalacak şekilde yerleştirdik ve 24 saat süreyle su içerisinde beklettik.



Şekil 5.69. Su içerisinde bekletilen deney numuneleri

24 saat sonra numuneleri kabın içerisinden çıkardık ve hassas terazide tekrar tarttık.

Tablo 5.6. Deney numunelerinin ortalama yaş ağırlıkları

Numune No	Yaş Ağırlık (gr)
Ahşap 1	49.20
Plywood 1	69.26
Pladeck 1 (2mm)	28.10
Pladeck 1 (4mm)	42.17

Numunelerinin kuru ve yaş ağırlıklarını tespit ettikten sonra aşağıdaki formülleri kullanarak malzemelerin kapilerite katsayısı değerlerini hesapladık.

$$\frac{Q^2}{A^2} = k t \quad (5.5.)$$

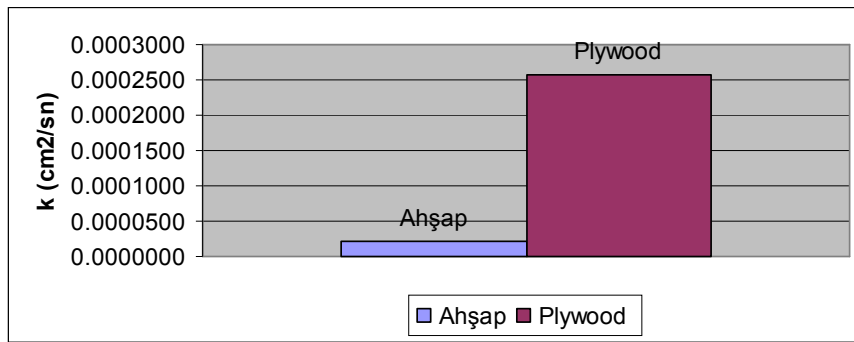
Burada; Q = Emilen su miktarı (cm^3), A = Su ile temas eden kesit alanı (cm^2), t = Geçen zaman (sn), k = Kapilerite katsayısı (cm^2/sn).

Tablo 5.7. Deney numunelerinin ortalama kapilerite katsayısı değerleri

Kapilerite Katsayısı k (cm^2/sn)	
Ahşap	0.0000210
Plywood	0.0002571
Pladeck (2mm)	0.0000003
Pladeck (4mm)	0.0000034

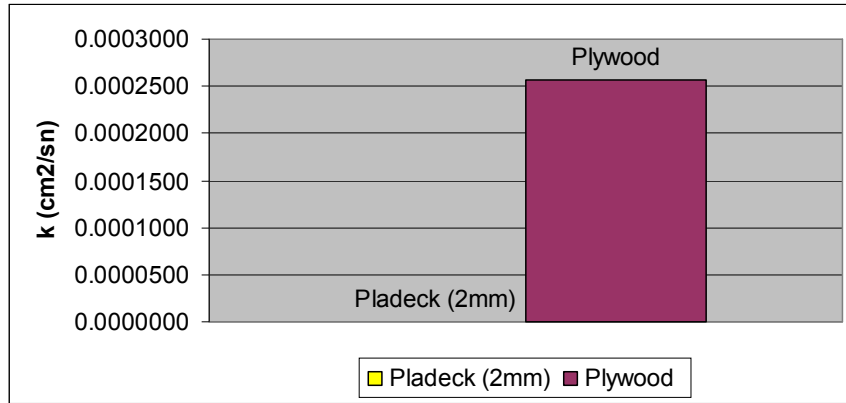
Malzemelerin kapilerite değerlerini daha iyi karşılaştırabilmek için aşağıdaki grafikler hazırlanmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda ahşap kalıbın ortalama k değeri $0,0000210 \text{ cm}^2/\text{sn}$, plywood kalıbın ortalama k değeri $0,0002571 \text{ cm}^2/\text{sn}$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp k değeri ahşap kalıp k değeriyle karşılaştırılmıştır. Plywood ‘un ahşap’ tan $0,0002361 \text{ cm}^2/\text{sn}$ daha fazla kapilerite katsayısı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



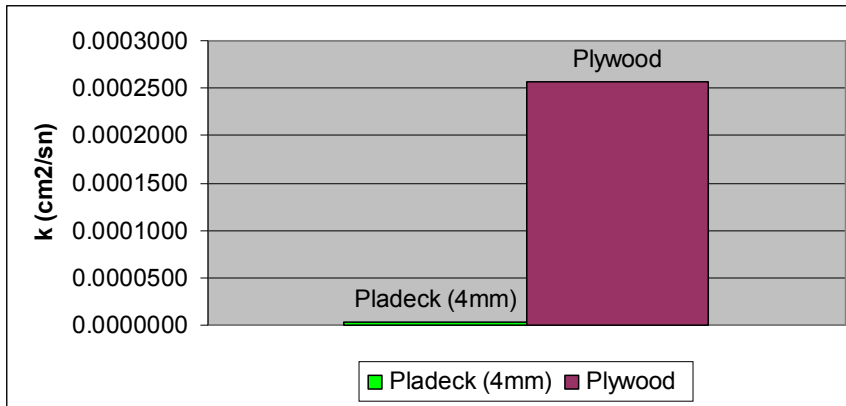
Şekil 5.70. Ahşap ve plywood kalıp numunelerinin ortalama k (cm^2/sn) değerleri

Yapılan deneyler sonucunda pladeck (2mm) kalıbın ortalama k değeri $0,0000003 \text{ cm}^2/\text{sn}$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp k değeri pladeck (2mm) kalıp k değeriyle karşılaştırılmıştır. Plywood ‘un pladeck’ten $0,0002571 \text{ cm}^2/\text{sn}$ daha fazla kapilerite katsayısı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



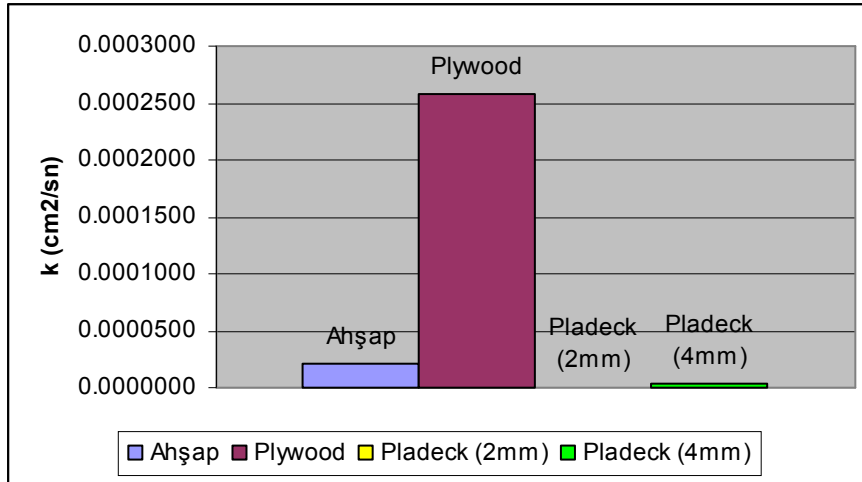
Şekil 5.71. Plywood ve pladeck (2mm) kalıp numunelerinin ortalama k (cm^2/sn) değerleri

Yapılan deneyler sonucunda pladeck (4mm) kalıbın ortalama k değeri $0,0000034 \text{ cm}^2/\text{sn}$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp k değeri pladeck (4mm) kalıp k değeriyle karşılaştırılmıştır. Plywood ‘un pladeck’ ten $0,0002537 \text{ cm}^2/\text{sn}$ daha fazla kapilerite katsayısı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.72. Plywood ve pladeck (4mm) kalıp numunelerinin ortalama k (cm^2/sn) değerleri

Malzemeleri birbirleriyle daha iyi karşılaştırmak için deneyimizde kullanılan tüm malzeme örneklerinin ortalama kapilerite katsayısı değerlerini aşağıdaki Şekil 5.72.’de gösterdik



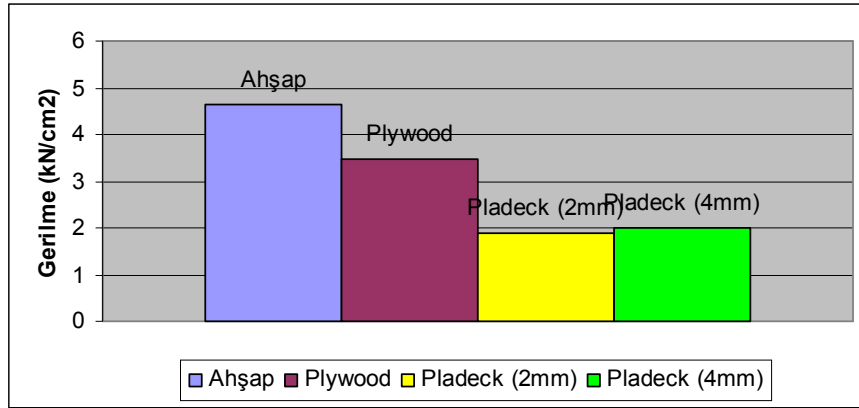
Şekil 5.73. Tüm kalıp numunelerinin ortalama k (cm²/sn) değerleri

Pladeck kalıp malzemesinin içi boşluklu bir malzeme olduğu için artan ağırlık miktarını, aslında malzemenin su emmediği içindeki boşluklarda kalan su damlalarından dolayı olduğunu gözlemledik. Pladeck kalıp malzemesinin kapilete katsayısı (k) değerlerini 0 olarak kabul ettik.

BÖLÜM 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

6.1. Mekanik Özellikler

Yapılan her grup için numunelerin ortalama çekme gerilmesi değerleri alınarak tüm numunelerin birbiriyle karşılaştırılabilmesi amacıyla ortak bir çekme gerilme grafiği oluşturulmuştur. (Şekil 6.1). Ayrıca tüm numunelere ait ortalama gerilme değerleri tablosu verilmiştir. (Tablo 6.1.).



Şekil 6.1. Deneye tabi tutulan kalıp malzemelerinin çekme gerilmeleri karşılaştırılması

Tablo 6.1. Deneye tabi tutulan tüm numunelerin ortalama çekme gerilmesi değerleri (kN/cm²)

Ahşap	4.66 kN/cm ²
Plywood	3.47 kN/cm ²
Pladeck (2mm)	1.88 kN/cm ²
Pladeck (4mm)	2.00 kN/cm ²

Yapılan çalışmada ilk olarak ahşap kalıp numunesi değerleri tespit edilmiştir. Yapılan farklı deney tipi sonuçları diğer numunelerle karşılaştırılmış ve her kalıp malzemesi için ortalama gerilme değerleri tespit edilmiştir.

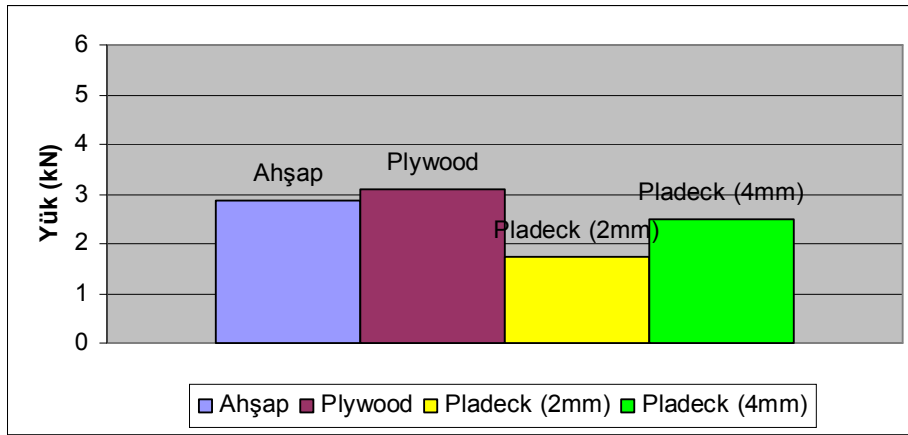
- Yapılan deneyler sonucunda ahşap kalıbın ortalama çekme gerilmesi değeri 4.66 kN/cm², birim deformasyon değeri ise 0.04 (%) olarak hesaplanmıştır. Plywood kalıp malzemesinin ortalama çekme gerilme değeri 3.47 kN/cm², birim deformasyon ise 0.02 (%) olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ahşap kalıp çekme gerilmesi değerleri plywood çekme gerilmesiyle karşılaştırılmıştır. Ahşap 'ın plywood' a göre 1.34 kat daha yüksek çekme dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Pladeck kalıp numunesiyle yapılan deneylerde malzemede kopma meydana gelmemiş, malzemenin orta noktasında gözle görülebilen şekil değiştirmeler oluşmuştur. Yapılan deneyler sonucunda pladeck (2mm) kalıp malzemesinin ortalama çekme gerilmesi değeri 1.88 kN/cm², birim deformasyon ise 0.07 (%) olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood çekme gerilmesi değerleri pladeck (2mm) çekme gerilmesiyle karşılaştırılmıştır. Plywood' un pladeck' e (2mm) göre 1.84 kat daha yüksek çekme dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Pladeck (4mm) kalıp malzemesinin ortalama çekme gerilmesi değeri 2.00 kN/cm², birim deformasyon ise 0.07 (%) olarak hesaplanmıştır. Elde edilen pladeck (2mm) çekme gerilmesi değerleri pladeck (4mm) çekme gerilmesiyle karşılaştırılmıştır. Pladeck' in (4mm) pladeck' e (2mm) göre 1.06 kat daha yüksek çekme dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Plywood çekme gerilmesi değerleri Pladeck (4mm) çekme gerilmesiyle karşılaştırılmıştır. Plywood' un pladeck' e (4mm) göre 1.73 kat daha yüksek çekme dayanımına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan her gurup için numunelerin ortalama eğilme dayanımı değerleri alınarak tüm numunelerin birbiriyle karşılaştırılabilmesi amacıyla ortak bir eğilme dayanımı grafiği oluşturulmuştur. (Şekil 6.2). Ayrıca tüm numunelere ait ortalama eğilme değerleri tablosu verilmiştir. (Tablo 6.2.).



Şekil 6.2. Deneye tabi tutulan kalıp malzemelerinin eğilme değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 6.2. Deneye tabi tutulan tüm numunelerin ortalama eğilme değerleri (kN)

Ahşap	2.85 kN
Plywood	3.08 kN
Pladeck (2mm)	1.75 kN
Pladeck (4mm)	2.48 kN

- Yapılan deneyler sonucunda ahşap kalıbın ortalama yük değeri 2.85 kN, sehim ise 1.52 cm olarak hesaplanmıştır. Plywood kalıp malzemesinin ortalama yük değeri 3.08 kN, sehim ise 2.18 cm olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp eğilme değerleri ahşap eğilme değerleri ile karşılaştırılmıştır. Plywood 'un ahşap 'a göre 1.08 kat daha yüksek eğilme değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Pladeck kalıp numunesiyle yapılan deneylerde malzemede kırılma meydana gelmemiş, malzemenin orta noktasında gözle görülebilen ezilme ve şekil değiştirmeler oluşmuştur. Yapılan deneyler sonucunda pladeck (2mm) kalıp malzemesinin ortalama Yük değeri 1.75 kN, sehim ise 9.65 cm olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood eğilme değerleri pladeck (2mm) eğilme değerleri ile karşılaştırılmıştır. Plywood' un pladeck' e (2mm) göre 1.76 kat daha yüksek eğilme değerine sahip olduğu tespit edilmiştir

- Pladeck (4mm) kalıp malzemesinin ortalama yük değeri 2.48 kN, sehim ise 8.98 cm olarak hesaplanmıştır. Elde edilen pladeck (2mm) eğilme değerleri pladeck

(4mm) eğilme değerleri ile karşılaştırılmıştır. Pladeck' in (4mm) pladeck' e (2mm) göre 1.42 kat daha yüksek eğilme değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Elde edilen plywood eğilme değerleri pladeck (4mm) eğilme değerleri ile karşılaştırılmıştır. Plywood' un pladeck' e (4mm) göre 1.24 kat daha yüksek eğilme değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıdaki kıyaslamalarla;

- Deneyler sonucunda en yüksek çekme gerilmesine sahip kalıp malzemesi ahşap çıkmıştır. Bunun sebebi olarak da ahşap yapısı itibariyle doğal liflere sahip bir yapı malzemesidir. Ahşap deney numunelerine çekme deneyi uygularken lif yönlerine paralel olarak çekme deneyinin uygulanması çekme dayanımının yüksek çıkmasına sebep olmuştur. Bu sonuç bizim beklediğimiz bir durumdur.

- Pladeck kalıp malzemesi (2mm-4mm) en düşük çekme gerilmesi değerine, en yüksek birim deformasyon değerine sahip olan kalıp malzemesidir.

- Yapılan mekanik deneyler sonucunda pladeck kalıp malzemesinde kırılma meydana gelmemiş, ezilme ve şekil değiştirmeler oluşmuştur.

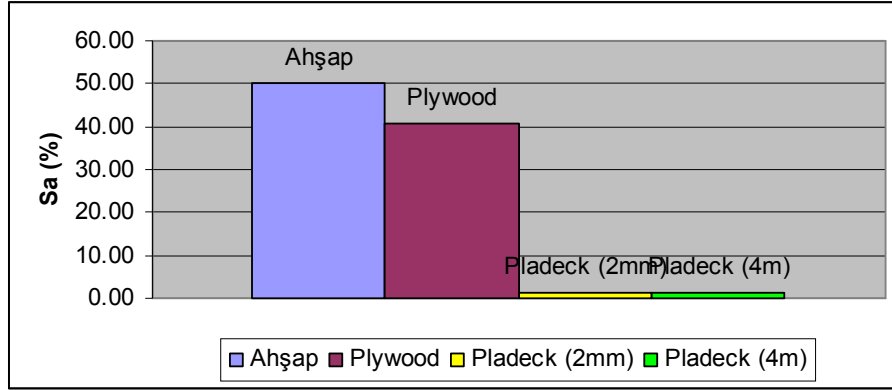
- Yapılan eğilme deneyi sonucunda en yüksek eğilme değerine sahip kalıp malzemesi plywood' dur. Plywood yapay bir malzeme olduğu için enine ve boyuna yönde liflere sahiptir. Lifler her yönde malzemeyi sarmış durumdadır. Buda kalıp malzemesinin mekanik özelliklerinin yüksek çıkmasını sağlamıştır.

- Pladeck kalıp malzemesinin et kalınlığının 4mm olarak üretilmesi, Pladeck kalıp malzemesinin eğilme değerlerinin artmasını sağlamıştır.

6.2. Fiziksel Özellikler

Her kalıp numunesi için ortalama su emme değerleri (S_a , S_h) alınarak tüm numunelerin birbiriyle karşılaştırılabilmesi amacıyla ortak bir su emme grafiği

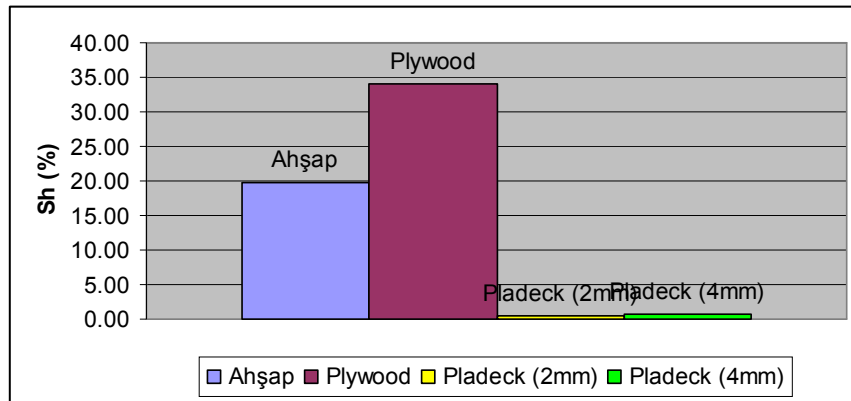
oluşturulmuştur. Ayrıca tüm numunelere ait su emme değerleri (S_a , S_h) tablosu verilmiştir.



Şekil 6.3. Deneğe tabi tutulan kalıp malzemelerinin S_a (%) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 6.3. Deneğe tabi tutulan tüm numunelerin ortalama S_a (%) değerleri

Ağırlıkça Su Emme Değerleri S_a (%)	
Ahşap	49.96
Plywood	40.84
Pladeck (2mm)	1.11
Pladeck (4mm)	1.25



Şekil 6.4. Deneğe tabi tutulan kalıp malzemelerinin S_h (%) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 6.4. Deneğe tabi tutulan tüm numunelerin ortalama S_h (%) değerleri

Hacimce Su Emme Değerleri S_h (%)	
Ahşap	19.74
Plywood	34.11

Tablo 6.4. Devamı

Pladeck (2mm)	0.56
Pladeck (4mm)	0.83

- Yapılan deneyler sonucunda ahşap kalıbın ortalama Sa değeri % 49.96, plywood kalıbın ortalama Sa değeri % 40.84 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ahşap kalıp Sa değerleri plywood kalıp Sa değerleriyle karşılaştırılmıştır. Ahşap'ın plywood'dan % 9.12 daha fazla ağırlıkça su emme (Sa) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Yapılan deneyler sonucunda ahşap kalıbın ortalama Sh değeri % 19.74, plywood kalıbın ortalama Sh değeri % 34.11 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ahşap kalıp Sh değerleri plywood kalıp Sh değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un ahşap' dan % 14.36 daha fazla hacimce su emme (Sh) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Deneyler sonucunda pladeck (2mm) kalıbın ortalama Sa değeri % 1.11 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp Sa değerleri Pladeck (2mm) kalıp Sa değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un pladeck 'ten % 39.73 daha fazla ağırlıkça su emme (Sa) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

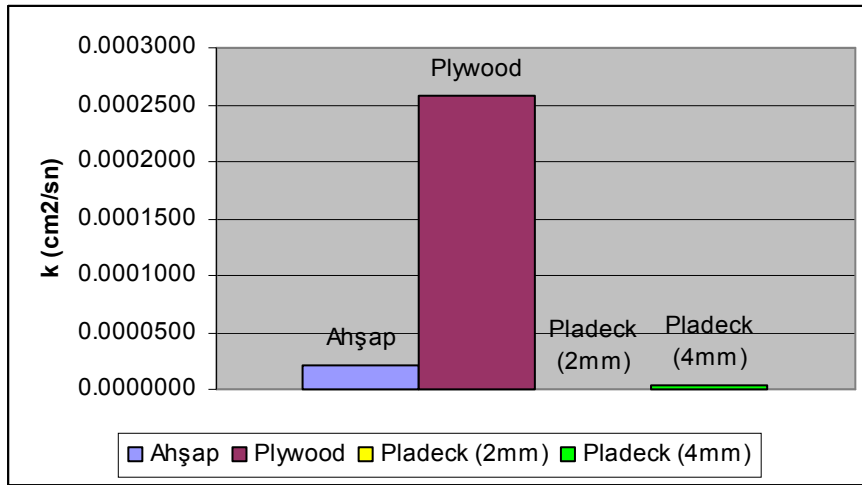
- Deneyler sonucunda pladeck (2mm) kalıbın ortalama Sh değeri % 0.56 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp Sh değerleri Pladeck (2mm) kalıp Sh değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un pladeck 'ten % 33.55 daha fazla hacimce su emme (Sh) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Yapılan deneyler sonucunda pladeck (4mm) kalıbın ortalama Sa değeri % 1.25 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp Sa değerleri Pladeck (4mm) kalıp Sa değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un pladeck 'ten % 39.58 daha fazla ağırlıkça su emme (Sa) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Yapılan deneyler sonucunda pladeck (4mm) kalıbın ortalama Sh değeri % 0.83 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp Sh değerleri Pladeck (4mm) kalıp

Sh değerleriyle karşılaştırılmıştır. Plywood ‘un pladeck ‘ten % 34.11 daha fazla hacimce su emme (Sh) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir

Her kalıp numunesi için ortalama kapilerite katsayısı değerleri alınarak tüm numunelerin birbiriyle karşılaştırılabilmesi amacıyla ortak bir grafik oluşturulmuştur. Ayrıca tüm numunelere ait kapilerite katsayısı değerleri tablosu verilmiştir.



Şekil 6.5. Deneye tabi tutulan kalıp malzemelerinin k (cm²/sn) değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 6.5. Deneye tabi tutulan tüm numunelerin ortalama k (cm²/sn) değerleri

Kapilerite Katsayısı k (cm²/sn)	
Ahşap	0.0000210
Plywood	0.0002571
Pladeck (2mm)	0.0000003
Pladeck (4mm)	0.0000034

- Yapılan deneyler sonucunda ahşap kalıbın ortalama k değeri 0,0000210 cm²/sn, plywood kalıbın ortalama k değeri 0,0002571 cm²/sn olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp k değeri ahşap kalıp k değeriyle karşılaştırılmıştır. Plywood ‘un ahşap‘ tan 0,0002361 cm²/sn daha fazla kapilerite katsayısı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Yapılan deneyler sonucunda pladeck (2mm) kalıbın ortalama k değeri 0,0000003 cm²/sn olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp k değeri pladeck (2mm)

kalıp k değeriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un pladeck' ten 0,0002571 cm²/sn daha fazla kapilerite katsayısı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Yapılan deneyler sonucunda pladeck (4mm) kalıbın ortalama k değeri 0,0000034 cm²/sn olarak hesaplanmıştır. Elde edilen plywood kalıp k değeri pladeck (4mm) kalıp k değeriyle karşılaştırılmıştır. Plywood 'un pladeck' ten 0,0002537 cm²/sn daha fazla kapilerite katsayısı değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıdaki kıyaslamalarla;

- Ağırlıkça su emme deneyinde ahşap kalıp malzemesi, hacimce su emme deneyinde ise plywood kalıp malzemesi en yüksek değerlerde çıkmıştır. Plywood kalıp malzemesinin hacimce su emme değerinin yüksek çıkması birim hacim ağırlığının ahşap kalıp malzemesine göre daha yüksek olmasıdır.

- Deneyler sonucunda en yüksek ağırlıkça ve hacimce su emme değerlerine sahip kalıp malzemeleri ahşap ve plywood çıkmıştır. Kalıp malzemelerinin su emme özelliğinin minimum değerlerde olmasını isteriz. Su emme özelliği betonun mukavemeti açısından önemlidir. Betonun piriz alma sürecinde kalıbın beton suyunu emmemesi beton kalitesi açısından önemlidir. Kalıp malzemelerinin su emme değerlerinin yüksek olması, mevsimsel şartlar dolayısıyla donma çözülme olaylarına maruz kalmasına, deformasyona uğramasına ve ömrünün azalmasına neden olur. Su emme değerlerinin diğer kalıp malzemelerine göre fazla çıkması ahşap ve plywood kalıp malzemesinin dezavantajı olmuştur.

- Yaptığımız deneyler sonucunda su emme değerleri pladeck (2mm- 4mm) kalıp malzemesinde çok düşük çıkmıştır. Pladeck kalıp malzemesinin içi boşluklu bir malzeme olduğu için ağırlığında ve hacminde artan ağırlık miktarını aslında malzemenin su emmediğini içindeki boşluklarda kalan su damlalarından dolayı olduğunu gözlemledik. Pladeck kalıp malzemesinin Sa ve Sh değerlerini % 0 olarak kabul ettik. Pladeck kalıp malzemesi pvc esaslı malzeme olduğu ve su emme özelliği olmadığı için betonarme kalıbı olarak kullanıldığında ahşap esaslı kalıplara göre

daha fazla su betonun hidrotasyonunda kullanılabilir. Bu durum ise beton mukavemetini çok olumlu etkilemektedir.

- Pladeck (2mm-4mm) kalıp malzemesinin su emme özelliği olmadığı için, kalıp malzemesi mevsimsel şartlara bağlı donma, çözülme gibi olaylardan etkilenmiyor ve deformasyona uğramıyor.

- Deneysel sonuçta kapilerite katsayısı en yüksek kalıp malzemesi plywood çıkmıştır. Kalıp malzemelerinin kapilerite katsayısının yani kılcal su emme değerinin minimum değerlerde olmasını isteriz. Su emme özelliği gibi kapilerite de beton dayanımı ve kalıp malzemesinin dayanımı için önemlidir. Yapılan deneyler ve araştırmalar sonucunda plywood kalıp malzemesinin en zayıf bölgesinin kesit alanı olduğu ve bu bölgenin kalıbın kullanımı sırasında yalıtım uygulandığı tespit edilmiştir. Kapilerite katsayısının diğer malzemelere oranla çok fazla çıkmasının nedeni olarak deneyin malzemenin zayıf bölgesine uygulanması olarak açıklayabiliriz.

- Yapılan deneyler sonucunda kapilerite katsayısı değerleri pladeck (2mm- 4mm) kalıp malzemesinde çok düşük çıkmıştır. Pladeck kalıp malzemesinin içi boşluklu bir malzeme olduğu için ağırlığında artış miktarının aslında malzemenin su emmediğini içindeki boşluklarda kalan su damlalarından dolayı olduğunu gözlemledik. Pladeck kalıp malzemesinin kapilerite katsayısı değerlerini % 0 olarak kabul ettik.

Sonuç olarak pladeck kalıp malzemesi;

- Mekanik özellikleri yükleme süresine bağlı değil. Değişken yüklemeler kalıpların yorulmasına yol açmıyor [27].

- Su, nem ve hava şartlarından etkilenmiyor.

- Su emme özelliği olmadığından betonarme kalıbı olarak kullanıldığında ahşap esaslı kalıplara göre daha fazla su betonun hidrotasyonunda kullanılabilir. Bu durum ise beton mukavemetini çok olumlu etkilemektedir.

- Pladeck malzemesinin su emme özelliği olmadığı için, kalıp malzemesi mevsimsel şartlara bağlı donma, çözülme gibi olaylardan etkilenmiyor ve deformasyona uğramıyor.
- Pladeck kalıbın diğer kalıplara göre en önemli özelliğini, kullanıldıktan sonra yıpranan veya defalarca kullanıldıktan sonra boşa çıkan kalıpların alış bedelinin yüzde 40'ı karşılığında geri alınması ve eritilerek içine katılan malzemelerle yeniden kalıp olarak kullanılır hale gelmesi oluşturuyor. En önemlisi, günümüzde yok olmaya başlayan ormanların kalıplık kereste için kesilmesini önüyor [27].
- Fiyatları açısından diğer kalıp malzemelerine göre mukayese yapıldığında ilk alış maliyeti yüksek olmasına karşın, kullanım tekrarının fazla olması ve geri verildiğinde bedelin yüzde 40'ının geri alınacağı hesaba katıldığında, ahşaptan 5 kat, plywood' tan ise 2 kat daha ucuza mal olmaktadır [25].

KAYNAKLAR

- [1] HANNA, A.S., Concrete Formwork Systems, Base 1, New York, 1999.
- [2] ALTAN, M., Betonarme Elemanlarda Kalıp, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1992.
- [3] KÜRKLÜ, G., AKBULUT, H., Tüm Yönleriyle Beton ve Betonarme Kalıpları, Ankara, 2004.
- [4] ANONİM, İnşaat İskele ve Kalıp Sistemleri, Şantiye Dergisi, sf 38-42, Sayı:169, 2002.
- [5] İNTEK, İntek Kalıp Sistemleri, <http://www.intekkalip.com.tr>, 2005
- [6] İNTEK, İntek Kalıp ve İskele Sistemleri Tanıtım Kataloğu, 2005.
- [7] ÖZTÜRK. N., Hazır Beton Teknolojisi ve Uygulamalarının İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1998.
- [8] ŞAHİN, B., Tünel Kalıplı Teknolojilerin Getirdiği Olanak ve Kısıtlamaların Ataşehir Örneği Üzerinde İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1997.
- [9] PERİ, Peri Formwork System, <http://peri-usa.com>, 2005.
- [10] DOKA, Doka Formwork Catalogue, 2005.
- [11] DOKA, Doka Products, <http://doka.com> 2005.
- [12] KUMCU, E.M., Tünel Kalıp Kullanımının Bina Yüksekliği Üzerindeki Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1997.
- [13] BALKABAK, İ., Tünel Kalıp Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 1998.
- [14] BATALEKS, Kalıp Tanıtım Broşürü, 2000.
- [15] NE-RU, Neru İnşaat Tic. Ve San. Ltd. Şti. Tanıtım Broşürü, Ankara, 1995.

- [16] GÜLTEK, M., Türkiyede Uygulanmakta Olan Toplu Konutlardaki Kalıp Teknolojileri ve Tünel Kalıp, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1990.
- [17] MESA, Mesa İmalat Sanayi Tanıtım Kataloğu, Ankara, 2005.
- [18] CANBEK, F., Tünel Kalıp Teknolojilerinde Tasarım Kısıtları, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1996.
- [19] AKKUZU, Z., Tünel Kalıp Yapım Yöntemi İle Üretilmiş Toplu Konutlarda Kullanıcı Gereksinimlerinin Yerine Getiriliş Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1987.
- [20] GÖNENÇEN, A., Gelişmiş Yapı Teknolojilerinde Tünel Kalıp, İnşaat Dergisi, sf 18-20, 1991.
- [21] TEKNİK-EL, Teknik-el Kalıp Sistemleri, <http://www.teknik-el.com>, 2005.
- [22] TEKNİK-EL, Teknik-el Tanıtım Kataloğu, İzmir, 2003.
- [23] YAPI REHBERİ, Kayar Kalıp ve Tırmanır Kalıpların Farkları, <http://yapirehberi.net>, 2005.
- [24] ÖZLER İSKELE, Özler İskele Teloskobik Dikmeler, <http://ozleriskele.com>, 2005.
- [25] BENLİ, N., Çok Katlı Yüksek Yapılarda Kullanılan Kalıp Sistemlerinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2005.
- [26] AYDIN, E., Konut Projelerindeki Tünel Kalıp Teknolojisinin Maliyet Açısından Geleneksel Yöntemlerle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2005.
- [27] PLADECK, Adopen Polymer İnşaat Kalıp Sistemleri Tanıtım Kitapçığı, Antalya.
- [28] AKGÜL, T., Ahşapların Ve Birleşim Noktalarının Fiber Takviyeli Polimerlerle (FRP) Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2007.
- [29] APAY. A., Türkiye’de Konut Sorunu Ve Çözümünde Geliştirilen Yeni Teknolojiler, Doktora Tezi, İTÜ, 1983

ÖZGEÇMİŞ

Elif ÇALIŞKAN, 06.02.1985 yılında Adapazarı'nda doğdu. İlk orta ve lise öğrenimini Sakarya'da tamamladı. 2003 yılında Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi bölümünü kazandı. 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.