İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇATIDA KULLANILAN POLİMER KÖKENLİ LEVHALARIN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Y. Mim. Seda ERDEM

Anabilim Dalı : MİMARLIK

Programı : ÇEVRE KONTROLÜ VE YAPI TEKNOLOJİSİ

OCAK 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇATIDA KULLANILAN POLİMER KÖKENLİ LEVHALARIN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Y. Mim. Seda ERDEM
(502051734)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17 Aralık 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Ocak 2008

Tez Danışmanı : **Prof.Dr. Nihal ARIOĞLU**
Diğer Jüri Üyeleri **Doç.Dr. Bilge IŞIK (İ.T.Ü.)**
Prof.Dr. Fevziye AKÖZ (Y.T.Ü.)

OCAK 2008

ÖNSÖZ

Çatıda kullanılan polimer kökenli levhaların karşılaştırmalı analizinin yapılması amacıyla hazırlanmış olan bu çalışmada bana yol gösteren ve destek veren sevgili hocam Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU' na, yardımları için Dr. Ülger Bulut'a çalışmalarım boyunca beni hep destekleyen sevgili anneme ve babama teşekkür ederim.

Ocak 2008 Seda ERDEM

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR viii
TABLO LİSTESİ ix
ŞEKİL LİSTESİ xiii
ÖZET xvi
SUMMARY xvii
1.GİRİŞ 1
1.1 Problemin Tanımlanması 1
1.2 Amaç ve Kapsam 1
1.3 Yöntem 2

2. POLİMER MALZEMELER 3

2.1. Polimer Tanımı 3
2.2. Polimerlerin Tarihçesi 4
2.3. Polimer Malzemelerin Sınıflandırılması 5
2.4. Polimer Malzemelerin Genel Özelikleri 6
2.5. Polimer Malzeme Çeşidinin Belirlenmesi 7
2.5.1 Çizme (tırmalama) Deneyi 7
2.5.2 Ses Deneyi 7
2.5.3 Yüzme Deneyi 7
2.5.4 Yanma Deneyi 8
2.6. Polimer Malzemelerin Elde Edilmesi 8
2.6.1. Katılma Polimerizasyonu 9
2.6.2. Yoğuşma Polimerizasyonu 10
2.6.3. Polimere Şekil Verme 10
2.7. Polimer Alaşım ve Harmanları 13

3. ÇATIDA KULLANILAN POLİMER KÖKENLİ LEVHALAR **14**

3.1. ABS Levhalar 14
3.1.1 Akrilonitril Butadien Stiren: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 14
3.1.2 Kulanım Alanları 15
3.1.3 Genel Özellikleri 15
3.1.4 Elde Edilmesi 17
3.1.5 ABS Üreten Bazı Firmalar 17
3.2. Akrilik-Polimetil Metakrilat (PMMA) Levhalar 18
3.2.1 Akrilik-Polimetil Metakrilat : Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 18
3.2.2 Kulanım Alanları 18
3.2.3 Genel Özellikleri 20
3.2.4 Elde Edilmesi 22
3.2.5 PMMA Üreten Bazı Firmalar 23
3.3. Asetal (POM) Levhalar 23
3.3.1. Asetal: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 23

3.3.1.1 Asetal Homopolimerleri 24
3.3.1.2 Asetal Kopolimerleri 24
3.3.2. Kulanım Alanları 25
3.3.3. Genel Özellikleri 25
3.3.4. Elde Edilmesi 26
3.3.5. Asetal Üreten Bazı Firmalar 26
3.4. Fluoroplastikler 27
3.4.1.Polikloro Trifuor Etilen(PCTFE) Levhalar 27
3.4.1.1 Polikloro Trifuor Etilen: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 27
3.4.1.2 Kulanım Alanları 28
3.4.1.3 Genel Özellikleri 28
3.4.2. Politetrafluor Etilen (PTFE) Levhalar 28
3.4.2.1 Politetrafluor Etilen: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 28
3.4.2.2 Kulanım Alanları 30
3.4.2.3 Genel Özellikleri 30
3.4.1.4 Elde Edilmesi 31
3.4.1.5 Fluoroplastik Üreten Bazı Firmalar 32
3.5. Poliamid, PA, (NAYLON) Levhalar 32
3.5.1 Poliamid: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 32
3.5.2 Kulanım Alanları 33
3.5.3 Genel Özellikleri 33
3.5.4 Elde Edilmesi 35
3.5.5 Poliamid Üreten Bazı Firmalar 36
3.6. Polietereterketon (PEEK) Levhalar 37
3.6.1 Polietereterketon: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 37
3.7. Poliester(PES) Levhalar 38
3.7.1. Poliesterler: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 38
3.7.1.1. Sıvı, Termoset Poliesterler 39
3.7.2.2. Katı, Termoset Poliesterler 40
3.7.2.3. Termoplast Poliesterler 41
3.7.2.4. Elde Edilmesi 43
3.7.2.5. Poliester Üreten Bazı Firmalar 44
3.8. Polietilen (PE) Levhalar 44
3.8.1. Polietilen: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 44
3.8.2.1. Düşük Yoğunluklu Polietilen (AYPE) 45
3.8.2.2Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE) 48
3.8.2.3Çok Yüksek Yoğunluklu Polietilen (CYYPE) genel özellikleri 50
3.8.3 Polietilen Üreten Bazı Firmalar 50
3.9. Polikarbonat (PC) Levhalar 51
3.9.1 Polikarbonat: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 51
3.9.2 Kulanım Alanları 52
3.9.3 Genel Özellikleri 53
3.9.4 Elde Edilmesi 54
3.9.5 PC Üreten Bazı Firmalar 55
3.10. Polipropilen (PP) Levhalar 55
3.10.1 Polipropilen: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 55
3.10.2 Kulanım Alanları 56
3.10.3 Genel Özellikleri 56
3.10.4 Elde Edilmesi 57
3.10.5 PP Üreten Bazı Firmalar 58

3.11. Polistiren(PS) Levhalar 59
3.11.1 Polistiren: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 59
3.11.2 Kulanım Alanları 60
3.11.3 Genel Özellikleri 60
3.11.4 Elde Edilmesi 61
3.12. Polistiren Plastik Köpük (EPS) Levhalar 62
3.12.1 EPS:Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 62
3.12.2 Kulanım Alanları 62
3.12.3 Genel Özellikleri 63
3.12.4 Elde Edilmesi 63
3.12.5 Polistiren Üreten Bazı Firmalar 64
3.13. Polisülfon(PSU) Levhalar 65
3.13.1 Polisülfon: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 65
3.13.2 Kulanım Alanları 66
3.13.3 Genel Özellikleri 66
3.13.4 Elde Edilmesi 67
3.14. Poliüretan(PUR) Levhalar 67
3.14.1. Poliüretan: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 67
3.14.2. Kulanım Alanları 68
3.14.3. Genel Özellikleri 68
3.14.4. Elde Edilmesi 69
3.15.5 Poliüretan Üreten Bazı Firmalar 70
3.15. Polivinilklorür (PVC) Levhalar 70
3.15.1 Polivinilklorür: Ana Madde Olarak Giriş ve Önemi 70
3.15.2 Kulanım Alanları 71
3.15.3 Genel Özellikleri 72
3.15.4 Elde Edilmesi 73
3.15.5 Polivinilklorür Üreten Bazı Firmalar 75

4. ÇATIDA KULLANILACAK POLİMER KÖKENLİ LEVHA KARŞILAŞTIRILMASINDA KULLANILACAK ÖLÇÜTLER 76

4.1. Ölçüt Belirleme Yöntemleri 76
4.2. Karşılaştırmada Kullanılacak Ölçütler 76
4.2.1. Fiziksel Özellikler 76
4.2.1.1 Su Karşısında Davranışı 76
4.2.1.2 Isı Karşısında Davranış Özellikleri 77
4.2.1.3 Genleşme Katsayısı 78
4.2.1.4 Yoğunluk 78
4.2.1.5 Yanıcılık 78
4.2.2. Mekanik Özellikler 79
4.2.3. Teknolojik Özellikler 81
4.2.3.1 Sertlik 81
4.2.3.2 Sürtünme Dayanımı 82
4.2.4. Kimyasal Özellikler 83
4.2.4.1 Kimyasallara Dayanımı 83
4.2.4.2 Ultra-Viole - UV (mor ötesi) Dayanımı 83
4.2.5. Estetik, Yüzey Özellikleri, Renk ve Doku 85
4.2.6. Ekonomiklik ve Bulunabilirlik 85

5. ÇATIDA KULLANILACAK POLİMER KÖKENLİ LEVHALARIN KARŞILAŞTIRILMASI **87**

5.1. Genel Özelliklerine Göre Polimer Levhaların Karşılaştırılması 87
5.1.1 Fiziksel Özelliklere Göre Polimer Levha Seçimi 87
5.1.2 Mekanik Özelliklere Göre Polimer Levha Seçimi 104
5.1.3 Teknolojik Özelliklere Göre Polimer Levha Seçimi 113
5.1.4 Kimyasal Özelliklere Göre Polimer Levha Seçimi 117
5.1.5 Estetik, Yüzey Özellikleri, Renk ve Doku Özelliklerine Göre Polimer Levha Seçimi 123
5.1.6 Fiyat Özelliğine Göre Polimer Levha Seçimi 126
5.2. Çatıda Kullanılan Polimer Levhaların Performans Değerlendirmeleri 127
5.2.1 Isı Yalıtım Malzemesi Olarak Polimer Levha Seçimi 127
5.2.2 Su Yalıtımı Malzemesi Olarak Polimer Levha Seçimi 128
5.2.3 Çatı Kaplaması Malzemesi Olarak Polimer Levha Seçimi 130

SONUÇLAR **133**
EKLER **136**
KAYNAKLAR **154**
ÖZGEÇMİŞ **155**

KISALTMALAR

ABS	: Akrilonitril Butadien Stiren
AYPE	: Alçak Yoğunluklu Polietilen
CYYPE	: Çok Yüksek Yoğunluklu Polietilen
EPS	: Ekstrüde Polistiren
PA(NAYLON)	: Poliamid
PC	: Polikarbonat
PCTFE	: Polikloro Trifuor Etilen
PE	: Polietilen
PEEK	: Polietereterketon
PES	: Poliester
PMMA	: Polimetil Metakrilat
POM	: Asetal
PP	: Polipropilen
PS	: Polistiren
PSU	: Polisülfon
PTFE	: Politetrafluor Etilen
PUR	: Poliüretan
PVC	: Polivinilklorür
YYPE	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1	Bazı polimer levhaların bulunuş ve kullanım yılları.....	4
Tablo 2.2	Bazı polimer adlarının oluşturulması……..	6
Tablo 2.3	Bazı plastiklerin monomerleriyle bu monomerlerin polimer içindeki tekrar halleri(ana gruplar)…….	8
Tablo 2.4	ABS alaşımlarının tipik özellikleri……..	13
Tablo 3.1	ABS levhaların genel özellikleri……..	16
Tablo 3.2	ABS levhaların bazı fiziksel özellikleri……...	16
Tablo 3.3	ABS levhaların darbe davranışı……..	16
Tablo 3.4	Farklı maddeler karşısında ABS levhaların davranış grafiği……	17
Tablo 3.5	Akrilik polimeri olan PMMA'nın mekanik özellikleri	20
Tablo 3.6	Akrilik ve PMMA levhaların darbe davranış grafiği…	21
Tablo 3.7	Farklı maddeler karşısında akriliğin davranış grafiği..	21
Tablo 3.8	Asetal levhaların genel özellikleri……	25
Tablo 3.9	Asetal levhaların darbe davranışı……	26
Tablo 3.10	Farklı maddeler karşısında asetal levhaların davranış grafiği……...	26
Tablo 3.11	Farklı maddeler karşısında Poliklorotrifluoretilen davranış grafiği…….	28
Tablo 3.12	PTFE levhanın darbe davranışı…….....	30
Tablo 3.13	PTFE levhanın fiziksel özellikleri……...	30
Tablo 3.14	PTFE levhanın genel özellikleri……...	31
Tablo 3.15	Farklı maddeler karşısında PTFE levhanın davranış grafiği……	31
Tablo 3.16	Poliamidin ticari ve askeri şartname eşdeğerleri…….	34
Tablo 3.17	PA 66 ve %30 cam elyafı ile güçlendirilmiş PA'nın mekanik özellik değerleri……	33
Tablo 3.18	PA 12'nin mekanik özellikleri…….	34
Tablo 3.19	Naylonun fiziksel özellik tablosu…….	34
Tablo 3.20	Naylonun farklı ortamlarda su emme özelliği……	34
Tablo 3.21	PA tiplerinde mekanik özelliklerinin değişimi (bünyesel nem oranı)……	34
Tablo 3.22	Naylonun darbe davranışı…….	35
Tablo 3.23	Termoplast polyesterlerin özellikleri……	42
Tablo 3.24	Farklı maddeler karşısında polyesterin davranış grafiği……..	42
Tablo 3.25	AYPE' nin fiziksel özellikleri…….	46
Tablo 3.26	Farklı maddeler karşısında AYPE' nin davranış grafiği……	46

Tablo 3.27	AYPE levhaların darbe davranışı……	47
Tablo 3.28	YYPE'nin mekanik özellikleri…….	48
Tablo 3.29	YYPE'nin fiziksel özelikleri……..	48
Tablo 3.30	YYPE levhaların darbe davranışı……	49
Tablo 3.31	Farklı maddeler karşısında YYPE'nin davranış grafiği……..	49
Tablo 3.32	Polikarbonat levhaların genel özellikleri…….	53
Tablo 3.33	Polikarbonatın fiziksel özellikleri……	53
Tablo 3.34	Polikarbonatın darbe davranışı……	53
Tablo 3.35	Farklı maddeler karşısında polikarbonatın davranış grafiği……..	53
Tablo 3.36	Amorf ve kısmikristalin plastiklerin, sıcaklığa bağlı dinamik elastiklik kavma modülü……	54
Tablo 3.37	Polipropilenin mekanik özellikleri……..	56
Tablo 3.38	Polipropilenin bazı fiziksel özellikleri……	56
Tablo 3.39	Polipropilenin darbe davranışı……	57
Tablo 3.40	Farklı maddeler karşısında polipropilenin davranış grafiği……..	57
Tablo 3.41	Polistirenin mekanik özellikleri……	60
Tablo 3.42	Polistirenin darbe davranışı……..	60
Tablo 3.43	Farklı maddeler karşısında polistirenin davranış grafiği……...	61
Tablo 3.44	EPS' nin yoğunluğa ve deformasyona göre basınç dağılımı……	63
Tablo 3.45	Polisülfonun mekanik özellikleri……..	66
Tablo 3.46	Polisülfonun darbe davranışı……	66
Tablo 3.47	Farklı maddeler karşısında poliüretanın davranış grafiği……..	68
Tablo 3.48	Polivinilklorürün mekanik özellikleri……...	72
Tablo 3.49	Rijid Polivinilklorürün darbe davranışı……	72
Tablo 3.50	Farklı maddeler karşısında polipropilenin davranış grafiği……..	93
Tablo 4.1	Bazı plastiklerin kohezyon enerjisi yoğunlukları…….	82
Tablo 4.2	Açık hava koşullarında bazı plastiklerin mekanik özelliklerindeki değişmeler…….	84
Tablo 5.1	Polimer levhaların suya dayanımı……	87
Tablo 5.2	Polimer levhaların ısı dayanım değerleri…….	89
Tablo 5.3	Polimer levhaların ısıl iletkenlik değerleri……	92
Tablo 5.4	Polimer levhaların genleşme katsayısı değerleri……..	95
Tablo 5.5	Polimer levhaların bağıl yoğunlukları……...	98
Tablo 5.6	Polimer levhaların eğilme sıcaklık değerleri……..	101
Tablo 5.7	Polimer levhaların yanıcılık durumları……	103
Tablo 5.8	Polimer levhaların çekme dayanımları…….	105
Tablo 5.9	Polimer levhaların darbe dayanımları……..	108
Tablo 5.10	Polimer levhaların uzama değerleri……..	111
Tablo 5.11	Polimer levhaların sertlik değerleri……..	114
Tablo 5.12	Plastiklerde sürtünme katsayısı değerleri……	116
Tablo 5.13	Plastik levhaların kuvvetli asit ve baz dirençleri……..	118
Tablo 5.14	Plastik levhaların gün ışığı direnci değerleri……..	120

Tablo 5.15 Plastik levhaların optik özellikleri…… 123
Tablo 5.16 Bazı plastik levhaların yaklaşık fiyat farklılıkları…… 125
Tablo 5.17 Polimer ısı yalıtım levhalarının özellikleri…….. 127
Tablo 5.18 Polimer su yalıtım levhalarının özellikleri……... 128
Tablo E.1 Polimer levhaların ısı dayanım değerleri……. 135
Tablo E.2 Polimer levhaların ısıl iletkenlik değerleri…… 137
Tablo E.3 Polimer levhaların genleşme katsayısı değerleri…….. 139
Tablo E.4 Polimer levhaların bağıl yoğunlukları……..... 141
Tablo E.5 Polimer levhaların eğilme sıcaklık değerleri…….. 143
Tablo E.6 Polimer levhaların çekme dayanımları……. 145
Tablo E.7 Polimer levhaların darbe dayanımları…….. 147
Tablo E.8 Polimer levhaların uzama değerleri…….. 149
Tablo E.9 Polimer levhaların sertlik değerleri…….. 151

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 2.1	Plastik levhaların üretim yöntemleri……..	11
Şekil 2.2	Plastiklere uygulanan üretim yöntemleri…….	11
Şekil 3.1	Uyarı levhası olarak ABS……	15
Şekil 3.2	ABS levha……..	15
Şekil 3.3	Mutfak malzemesi olarak ABS levha…….	15
Şekil 3.4	Çatı uygulamalarında akrilik levha…… .	19
Şekil 3.5	Çatı uygulamalarında akrilik levha…….	19
Şekil 3.6	Çatı uygulamalarında akrilik levha…….	19
Şekil 3.7	Çatı uygulamalarında akrilik levha…….	19
Şekil 3.8	Akrilik küvetler……..	20
Şekil 3.9	Akrilik küvetler……..	20
Şekil 3.10	Akrilik mobilyalar……..	20
Şekil 3.11	Akrilik dekorasyon ürünleri …….....	21
Şekil 3.12	Akrilik dekorasyon ürünleri …….....	21
Şekil 3.13	Mutfakta dolap uygulamalarında akrilik levha……...	22
Şekil 3.14	Mutfakta dolap uygulamalarında akrilik levha……..	22
Şekil 3.15	Asetal levha…….	25
Şekil 3.16	PVDF çatı kaplaması……..	27
Şekil 3.17	PTFE levha……..	29
Şekil 3.18	PTFE levha……	30
Şekil 3.19	Poliamidin(naylon) üretim şeması…….....	37
Şekil 3.20	PEEK levhalar…….	37
Şekil 3.21	PEEK levha ve filmler……	37
Şekil 3.22	CTP çatı ve cephe kaplaması……..	39
Şekil 3.23	Polyesterin kimyasal akım şeması……...	39
Şekil 3.24	CTP levha üretim akım şeması……	40
Şekil 3.25	CTP çatı levhası……..	40
Şekil 3.26	Polyester levhadan üretilmiş mahya ve köşe kaplamaları…….	42
Şekil 3.27	Çatı örtüsü olarak poliyester örtü……..	43
Şekil 3.28	CTP levhalar……	43
Şekil 3.29	Crosslink tekniğiyle üretilmiş polietilen levhalar……..	52
Şekil 3.30	Isı, ses ve nem yalıtım malzemesi olarak polietilen levha……	47
Şekil 3.31	Isı yalıtım malzemesi olarak polietilen köpük……	47
Şekil 3.32	AYPE ve YYPE' nin elde edilmesi…….	51
Şekil 3.33	Polikarbonat levha çatı örtüleri……..	51
Şekil 3.34	Polikarbonat çatı detayları…….	52
Şekil 3.35	Polikarbonat levha çatı örtüleri……...	60
Şekil 3.36	Balkon önü kapatması olarak Polikarbonat levha……..	63
Şekil 3.37	Asma tavan uygulaması olarak Polikarbonat levha……	64

Şekil3.38	Pencereler için fırtına koruyucu olarak polipropilen levha……...	56
Şekil 3.39	Güneş ısıtma enerjisi için levha…….	58
Şekil 3.40	Aydınlatma gereçlerinde polipropilen sütun……	58
Şekil 3.41	Polipropilen kaset kalıplarıyla nervürlü döşeme uygulamaları……	58
Şekil 3.42	Cephe kaplaması olarak EPS……...	60
Şekil 3.43	EPS' nin üretim şekli……	63
Şekil 3.44	Çatı levhası olarak polisülfon levha…….	81
Şekil 3.45	Poliüretan dolgulu sandviç çatı paneli……	69
Şekil 3.46	Çatı levhası olarak PVC levha……	72
Şekil 3.47	Çatı levhası olarak PVC levha ……..	72
Şekil 3.48	PVC dış cephe kaplaması……	72
Şekil 3.49	PVC tavan kaplaması……..	72
Şekil 3.50	Oluklu PVC levha üretimi……..	73
Şekil 3.51	Su tutucu bant olarak PVC……	73
Şekil 3.52	AHED PVC Su tutucu bantların teknik özellikleri…….	74
Şekil 3.53	PVC levhadan üretilmiş kapılar……..	75
Şekil 4.1	Plastiklere ait tipik bir Gerilme-Uzama Grafiği……..	80
Şekil 4.2	Değişik mekanik özelliklerdeki plastik levhaların gerilme-uzama grafiği…….	80

ÇATIDA KULLANILAN POLİMER KÖKENLİ LEVHALARIN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

ÖZET

Teknolojinin hızla gelişmesiyle, yapı sektöründe ürün çeşitliliği artmış; yapı malzemesinden beklenilen geçirimsizlik, mukavemet, dayanıklılık gibi performans özellikleri de gelişmiştir. Bunların sonucunda, gelişmiş performans özelliklerine sahip yapı malzemeleri içinden ürün seçimi zorlaşmıştır.

Son yüzyılda polimer alanındaki gelişmeler, tıp, gıda, tekstil, bilişim gibi birçok endüstrinin yanı sıra yapı sektörünü de etkilemiştir. Polimer malzemelerin, performans özellikleri nedeni ile yapı malzemesi alternatifi olarak seçilmeleri önemlidir. Bu çalışma kapsamında, polimer malzemeler içinde önemli bir paya sahip olan polimer levhaların çatıda kullanılması ele alınacaktır. Bu amaçla, çatıda kaplama, yalıtım gibi farklı işlevlerle kullanılan polimer levha türleri belirlenerek, bu levhaların özellikleri ile işlevleri arasındaki ilişkiler ele alınacaktır.

Polimer türlerinin çeşitliliği göz önüne alındığında, malzeme seçiminde izlenecek yöntem önem kazanmaktadır. Bu çalışmada benimsenen yöntem; çatı malzemesinin, fiziksel, kimyasal, mekanik, teknolojik, estetik ve ekonomiklik ölçütlerine (kriterlerine) göre değerlendirilmesi, çatıdaki farklı işlevlerine göre karşılaştırılıp beklenen performans kriterlerini hangi ölçülerde sağladığının belirlenmesi esasına dayalıdır. Çatıda kullanılması bakımından malzemenin işlev türleri; ısı yalıtımı, su yalıtımı ve kaplama malzemesi olarak belirlenmiştir. Polimer levha türlerinin bu işlevlere uygunluklarının belirlenmesi amacıyla, yukarıda sayılan ölçütlere göre özellikleri kıyaslanacaktır.

Bu tez çalışması toplam beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde; problemin tanımı yapılarak, çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi belirtilmiştir.

İkinci bölümde, polimer malzemeler tanıtılmış, tarihçesinden bahsedilip özellikleri ve üretim yöntemleri anlatılmıştır. Polimer malzemelerin sınıflandırılması yapılıp malzeme seçim yöntemleri incelenmiştir.

Üçüncü bölümde; çatıda kullanılan polimer kökenli levhalalar belirlenip bu konuda yapılmış literatür araştırmasına yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde; ölçüt belirleme yöntemleriyle birlikte polimer levhaların karşılaştırmasında kullanılacak ölçütlerin neler olduğu ele alınmıştır.

Son bölümde ise; karşılaştırılmada kullanılacak ölçütlerin, çatıda kullanılan polimer levhalar açısından değerleri verilmiş, bu değerlere göre çatı malzemesi seçiminde uygun olan polimer levhalar belirlenmiştir.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF POLİMERİC SHEETS USED İN ROOFS

SUMMARY

The variety of building products has been improved with the development of the technology where the performance of the products such as impermeability, resistance, resistance…has been developed.
The development in polymeric science has effected the building sector. The reason of the performance quality of polymeric materials took place as a building material alternative. In thıs study, the polymeric sheets that have big proportion in polymeric building materials are determined. For this reason, the polymeric sheets that are being used as an insulation and coating material will be classified and the relation between properties and function of polymeric materials will be explained.
The huge variety of polymeric materials makes the performans criterias that are physical, chemical, mechanic, technologic, esthetic and ecomomical, important and these criterias are the main point for the comparisions of polymeric materials which are appropriate to the function of insulation or coating.
This thesis includes five chapters. In the first chapter, the introduction of problem, the aim, content and the method of study was explained.
In chapter two, the introduction of polymeric sheets, history, properties and the production methods was explained. The classification of polymeric sheets was done and the sheet election methods were examined.
In the third chapter, the polymeric sheets used in the roofs were defined and the literature study was done.
In chapter four, the criterion methods and the criterions of polymeric sheet comparisions was explained.
In the last chapter, the values of criterions of polymeric sheet comparision was given and the appropriate polymeric sheets was defined.

1. GİRİŞ

Ülkemizde inşaat ve yapı malzemeleri üretimi sektörleri ekonominin yapı taşlarıdır. Son yıllarda artan düşük maliyetli, kolay üretime olanak veren, performans ölçütlerini karşılayan ve estetik yapı malzemesi gereksinimi için malzeme ve hammadde araştırmaları yaygınlaşmıştır. Bu bağlamda yeni tür polimer malzemelerin geliştirilmesi ve bu malzemelerin yapı sektöründe kullanım olanaklarının değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

1.1 Problemin Tanımlanması

Teknolojinin hızla gelişimine bağlı olarak yapı ürünlerindeki çeşitlilik, yapıda tercih edilecek ürünün seçilmesini zorlaştırmaktadır. Günümüzde birçok alanda kullanılan polimerler hafif olması, kolay üretilmesi, ucuz olması, ürün çeşidinin fazla olması yapı malzemesinden beklenen fiziksel, kimyasal ve mekanik performansları yerine getirebilmesi nedenleriyle yapı üretiminde tercih edilmektedir.

Diğer yandan, zengin polimer türlerinin içinde, yapı malzemesi için gerekli performans ölçütlerinin belirlenmesi ve bu çeşitlilik içinde polimer malzemelerin, istenilen performans koşullarını ne ölçüde karşıladıklarının bilinmesi bu çalışmanın çıkış noktası olmuştur.

1.2 Amaç ve Kapsam

Yapı malzemesi seçiminde durabilite, ekonomiklik, ekolojiklik gibi ölçütler göz önüne alındığında malzeme seçiminin önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, yapıda kullanılacak polimer türlerinin performans özeliklerinin neler olduğunun belirlenerek yapıda kullanım amacına uygun olarak polimer türlerinin kıyaslamasıdır.

Yapıda, malzemenin kullanıldığı yere göre farklı performans nitelikleri gerektirdiği göz önüne alındığında, çalışma alanının spesifik boyuta indirgenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın kapsamı, çatıda kullanılacak polimer

kökenli levhaların performans özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklere bağlı olarak çatıda kullanım amacına uygun olarak polimer levha önerilmesidir.

1.3 Yöntem

Bu çalışma literatür araştırmasına dayalı olup, aşağıdaki süreçlerden oluşmaktadır:

- çatıda kullanılan polimer malzeme türlerinin belirlenmesi ve bunlara ait genel özeliklerin tanımlanması;
- çatıda kullanılacak polimer levha malzemelerden beklenen performans ölçütlerinin belirlenmesi,
- çatıda kullanılan polimer levhalara ait performans değerlerinin belirlenmesi;
- polimer türleri arasında aynı performans özeliğin polimer levhaların karşılaştırması ve yeterliliğinin saptanması.

2. POLİMER MALZEMELER

2.1. Polimerin Tanımı

Kompozit malzemelerden olan plastik, Latince "plasticus" kökenli olup, el ile yoğrulabilen, biçim verilebilen anlamındadır. Oldukça yeni olan polimer malzemeler, günümüzde gerek miktar, gerekse çeşit bakımından büyük gelişme göstermektedir. Hafif, kolay işlenebilir, korozyona karşı dayanıklı, iyi elektrik ,ısı yalıtkanlığı, iyi yüzey kalitesi ve görünüşüne sahip polimerler, makine, uçak, elektrik, elektronik, ev aletleri gibi sanayinin hemen bütün dallarında gün geçtikçe daha çok kullanılmaktadır. Makro moleküllerin kullanılmasına dayanan, ısı ve basınç etkisiyle kalıba dökülerek, fışkırtılarak veya akıtılma yoluyla biçimlendirilebilen, plastik levhalara organik malzemeler denilmesinin nedeni bileşimindeki temel malzemenin karbon (C) oluşudur. Birbirlerine zincir şeklinde kovalan bağlarla bağlı C atomları polimerin bel kemiğini oluşturur. Çekme mukavemeti 3100 Mpa civarında olan arı C lifleri en yüksek mukavemetli malzemelerden biri sayılır. C zincirlerine bağlı atomların en önemlisi başta H olmak üzere, Cl, F, N, O ve S gibi yan atomların türüne ve diziliş biçimlerine bağlı olarak yüzlerce yapı polimer türü geliştirilmiştir. Polimerlerdeki moleküler yapı, polimerizasyon derecesi, dallanma ve çapraz bağ oluşumu üretim koşullarına bağlı olarak çok değişebildiği için özellikler de çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle plastik değerleri verilirken genellikle alt ve üst sınır değerler verilmektedir [4].

Plastik, sıfat olarak kullanıldığında, kalıcı şekil değiştirebilen cisim anlamına gelir. Bunun nedeni, üretimlerinin belirli bir aşamasında akıcı veya plastik kıvam almaları ve basınçla bir kalıba enjekte edilerek şekil verilebilmeleridir [4]. Çevre koşullarına ve asitlere karşı genellikle dayanıklı olan plastik levhalar sudan etkilenmezler. Yangına dayanıklı olmakla birlikte yavaş yanarlar (sellulozikler hariç) ve alevsiz halde kendiliklerinden sönerler. Bu arada özellikle Cl içeren zehirli gaz yayarlar. Plastik levhalar çoğunlukla 80ºC üzerinde yumuşayıp, bu sınırın üzerinde kullanılmaya çok elverişli değildirler. Plastik levhaların özgül ağırlıkları düşüktür.

Bunun nedeni koordinasyon sayılarının düşük olmasıdır. Özgül ağırlıkları çoğunlukla 1-2 Mg/m³ arasında değişmekle birlikte polietilen ve polipropilen gibi plastik levhalar sudan daha hafiftir. [4]

2.2. Polimerlerin Tarihçesi

20. Yüzyılın başlarından itibaren "Organik Kimya" konusunda hızlı gelişmeler olurken sayısız kimyasal maddelerin yanında, polimer hammadde veya maddelerine de yönelik birçok sentezler yapılmıştır. Ancak o zamanki koşullarda polimerler, kullanım gereksinimine veya tüketim yeri pek görülmemesi nedeniyle belirli bir süre sonra, birçok araştırmalardan da geçerek toplumun yararlanmasına verilebilmişlerdir.

Bütün bu gelişmelerden sırasında polimer dünyasına açılan ilk pencere, Amerikalı bir işadamının iyi bir bilardo topu yaptırmak istemesi ve buna büyük bir maddi ödül koyması üzerine, "BAEKELAND" tarafından sentezi yapılan fenol-formaldehit reçinesi (Bakelit) iledir. Bundan günümüze kadar hızlı bir süreçte araştırmalar ve yatırımlar yapılarak üstün nitelikli polimerler kütle üretimiyle dünya pazarlarına verilmiştir.

Bazı polimerlerin bulunuş yılı ile, teknolojik problemlerinin çözülerek insanlığın hizmetine girdiği yıllar aşağıda verilen tabloda görülmektedir.

Tablo 2.1: Bazı polimer levhaların bulunuş ve kullanım yılları [1]

POLİMERİN ADI	İLK BULUNUŞ YILI	KULLANIM YILI
Akrilonitril butadien stiren	1969	1970
Aromatik poliamid	–	1972
Asetal	–	1960
Poliamid (naylon)	1928	1940
Poliester	1940	1943
Polietilen (AYPE)	1936	1950
Polietilen (YYPE)	–	1954
Polikarbonat	1956	1956
Polipropilen	–	1956
Polistiren	1930	1937
Politetrafluor etilen	–	1962
Poliüretan	1938	1938
Polivinil asetat	1920	1932
Polivinilden klorid	1941	1941

2.3. Polimer Levhaların Sınıflandırılması

Polimerler levhalar sınıflandırılırken en çok kullanılan yöntem, esas işleme yöntemine göre yapılan sınıflandırmadır. Buna göre polimer levhalar iki ana gruba ayrılırlar; Termoplastik levhalar ve Termoset levhalar. Isı ve basınç altında yumuşayan, akan; bu durumda istenilen şeklin verilebildiği, soğutulduğunda sertleşebilen (katı halini alan) polimer grubu olan termoplastikler, ayrıca tekrar ısıtıldığında yeniden yumuşayabilen, şekil alabilen ve soğutulduğunda sertleşebilen malzemelerdir. Bu işlemler sırasında ise hiçbir kimyasal değişikliğe uğramazlar. "Çözüm-döküm" gibi yöntemlerle uygun çözücülerde çözünebilirler.

Termosetler ısı işlemiyle bir defa istenilen şekli alabilen polimerlerdir fakat termoplastikler gibi tekrar ısıtıldıklarında şekillendirilemezler. Ayrıca bu malzemeler çözünmezler.

Kullanım alanlarına göre polimerler; plastikler, fiberler, kaplamalar ve yapıştırıcılar olmak üzere dört gruba ayrılabilirler. Plastikler levhalar, dolgu malzemeleriyle (kuvvetlendirilmiş olarak) de kullanılırlar [3].

Polimer levhalar; kimyasal bileşimlerine göre organik ve inorganik polimer levhalar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Karbon, hidrojen, oksijen, azot ve halojen atomlarından oluşan organik polimerlerde ana zincir karbon atomlarından oluşur.

İnorganik polimer levhalarda, ana zincirde C yerine silisyum(Si), germanyum (Ge), bor(B), fosfor (P) gibi elementler bulunur. Organik polimerlerin yaygınlığı karşısında inorganik polimerler daha fazla ısıl ve mekanik dayanıklılığa sahiptir.

Polimerler, molekül ağırlığı yüksek olan kompleks organik molekül zincirlerden oluşur ki bunlar yapay ve doğal olarak iki ana gruba ayrılırlar. Yapay polimerde genellikle çok sayıda tekrarlanan "monomer" veya kısaca "mer" denilen basit üniteler bulunur ki bunların adlandırılmasında çok sayıda anlamına gelen "poli" sözcüğü ile "mer" sözcüğü birleştirilir. Tanımın açıklanması, en basit polimer olan polietilen üzerinde yapılırsa;

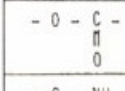
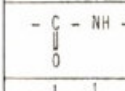
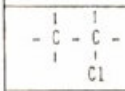
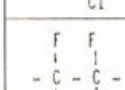
$$\underset{\text{Etilen}}{nCH_2 = CH_2} \xrightarrow{\text{Polimerizasyon}} \underset{\text{Polietilen}}{(-CH_2 - CH_2 -)_n} \qquad \textbf{(1.1)}$$

bağıntısı yazılabilir. Burada etilen monomerinin polimerizsayonu ile “n” monomer içeren polietilen elde edilir ve “n”; polimer zincirindeki monomer sayısını ifade eden polimerizasyon derecesidir.

Polimerler; yapılarına göre homopolimer ve kopolimer levhalar olmak üzere ikiye ayrılır. Tek bir monomerin tekrarlanmasıyla elde edilen homopolimerlerin yanında kopolimerler iki farklı monomerin polimerizasyonuyla elde edilir. Üç farklı cins monomerden oluşanlara; terpolimer denir. Örneğin polietilen bir homopolimerdir, stiren-butadien kauçuğu (SBR) bir kopolimer ve akrilonitrill-butadien-stiren (ABS) bir terpolimerdir.

Sentetik plastikler genellikle endüstriyel uygulamada kullanılır ve bu şekilde elde edilen polimerler grubu, tabloda da gösterildiği gibi, tekrarlanan birimin kimyasal adının önüne “poli” sözcüğü konularak oluşturulur (bkz. Tablo 2.2)

Tablo 2.2: Bazı polimer adlarının oluşturulması [3]

Tekrarlanan birim	Birimin kimyasal adı	Polimer adı
	Ester	Poliester
	Amid	Poliamid
	VinilklorÜr	PolivinilklorÜr
	Tetrafluoroetilen	Politetrafluoroetilen

Yapay polimerler gibi tekrarlanan ünitelerden oluşan doğal polimerlere örnek olarak; selüloz, nişasta ve doğal kauçuk verilebilir. “Bipolimer” olarak bilinen bazı doğal polimer yapıları, farklı olarak değişik ünitelerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bu tür polimerlere örnek olarak; proteinler, nükleik asitler (DNA, RNA) ve enzimler gösterilebilir [3].

2.4. Polimer Levhaların Genel Özelikleri

Çoğu renksiz olan polimer levhalar, genelde yüzeylerinin yumuşak olmasından dolayı kolay çizilebilir. Cam, seramik ve metallere göre daha az sert olan polimer levhaların yoğunluğu, 0,9-2,5 g/cm³ arasındadır. Bundan dolayı ağırlığın önemli olduğu çatıda, polimer levhalar tercih edilebilir.

100-180°C aralığında uzun süreli kullanımlar için uygun olan plastik levhalar, daha yüksek sıcaklıklarda genellikle yumuşama, kömürleşme eğilimi gösterirler. Düşük ısı iletkenliğine sahip polimer levhalar genellikle asit ve baz gibi kimyasallara karşı dayanıklıdır.

Elektrik iletkenlikleri düşük olan polimer levhaların zamanla yıpranmasına pek çok faktör neden olmaktadır ki bunlar radyasyon, UV radyasyonu, yağmur veya dolu erozyonu gibi hava koşullarıdır. Bunların yanında, çeşitli canlıların ve hayvanların (kuşlar, böcekler …gibi) çatıdaki malzemelere, özellikle de çatı kaplama malzemelerine zararları olmaktadır. Bu zararlar için önlem alınmalı, malzemenin kullanım ömrü uzatılmalıdır. Hava koşullarına en dirençli polimer levha ise akriliktir.

2.5. Polimer Çeşidinin Belirlenmesi

Farklı işlemlere göre şekillendirilen polimer levhaların, üretimden önce çeşidinin bilinmesi, üretim şeklini ve kalitesini belirlediği için plastiğin çeşidini belirlemek için bazı deneylere tabi tutulur. Laboratuar deneyleri ile polimer levhanın çeşidi belirlenebildiği gibi bazı basit yöntemlerle de polimer çeşidi kolayca ayrıştırılabilir. Bu deneyler şunlardır:

2.5.1. Çizme (tırmalama) Deneyi

Polimerlerin yüzey sertliği, her çeşit için farklı olduğundan, parmak tırnağı ile yüzey çizildiğinde, çizginin oluşup oluşmamasına göre polimerler ayrılır. Örnek olarak; ABS ve PVC sert olup çizgi oluşturmazken, PE, PP ve PTFE yumuşak olup kolayca çizilirler.

2.5.2. Ses Deneyi

Özgül ağırlığının ve yüzey sertliğinin farklılığına bağlı olarak polimer levhaların çıkardıkları sesler de farklı olur.

2.5.3. Yüzme Deneyi

Farklı polimer levhaların özgül ağırlığı sudan büyük veya küçük olur. Suyun özgül ağırlığından daha küçük özgül ağırlığa sahip sadece iki polimer levha vardır: PP ve PE. Diğer polimerler su içinde batar.

2.5.4. Yanma Deneyi

Polimer levhalar yandığında çeşitli kokular verir ve davranışları farklılık gösterirler. Ateşe tutulduğunda yanan polimer levha, termoplastiktir, yanmayan ise termosettir. [44]

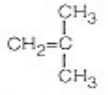
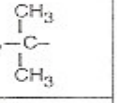
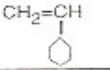
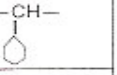
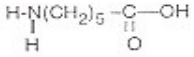
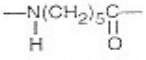
2.6. Polimerlerin Elde Edilmesi

Polimeri oluşturan ana gruplar plastik türüne göre değişik sayılarda olur. Bu gruplar da doğrusal, dallanmış, çapraz bağlı bir yapı oluştururlar. Grupların içindeki molekül sayısına "polimerizasyon derecesi" denilir. Polimerizasyon derecesi ile grup molekül kütlesi çarpımı da plastiğin molekül kütlesini verir. Örnek olarak polivinil klorid açıklanacak olursa; polivinil klorid polimerinin monomeri olan vinil kloridin mol kütlesi 63, polimerizasyon derecesi de 1000 olduğuna göre, polivinil kloridin mol kütlesi 63x1000=63000 olur [1]. Plastik levhaların mol kütlesi 10000 ile 1000000 arasında değişmektedir.

Petrol üretimi daha çok petrol, belirli ölçülerde de kömür ve diğer kaynaklara dayalı olmakla birlikte, tepkime sonucunda elde edilen ürün ile tepkimeye giren ürünlerin çok farklı olması da plastiğin bir özelliğidir. Örnek olarak etilen gazından katı bir plastik olan polietilenin elde edilmesi gösterilebilir.

Bir başlangıç monomerine sahip olan bütün plastiklerde belirli sayıda monomer, tepkimeye girerek polimer zincirini oluşturur. Aşağıdaki Tablo 2.3'te buna ait bazı örnekler verilmiştir [1].

Tablo 2.3: Bazı plastiklerin monomerleriyle bu monomerlerin polimer içindeki tekrar halleri (ana gruplar) [1]

Polimerin adı	Monomer	Ana grup
Polietilen	$CH_2=CH_2$	$-CH_2-CH_2-$
Polivinil klorid	$CH_2=CHCL$	$-CH_2-CHCL$
Poliizobutilen		
Polistiren		
Polikaprolaktam		

Tablo 2.3'te açıklandığı üzere, polimeri oluşturan monomerler ana grup haline geçerken çift bağların açılması gibi bazı yapısal değişikliklere uğrarlar [1].

Plastik levha üretimi iki kademeli olup birincisi kimyasal proses (Polimerizasyon) olarak adlandırılır. Buna göre plastik malzeme, reçine meydana getirilir. İkincisinde ise reçineden, pratikte kullanmak üzere şekillendirilmiş parçalar elde edilir. Diğer proses mekanik olmakla birlikte, termoset plastiklerin aynı zamanda kimyasal prosesinin son kademesidir. Bu plastiklerin polimerizasyonu mekanik işlemde (kalıplamada) bitmektedir.

Polimerleşmenin sonucunda oluşan ürünler doğal renkli (mum beyazı, saydam vs.) olmakla beraber özel olarak renklendirilmiş, kullanım kolaylığı ve amacı bakımlarından da tablet, toz, plastisol, levha, blok, profil yada değişik biçimlerde piyasaya sunulur.

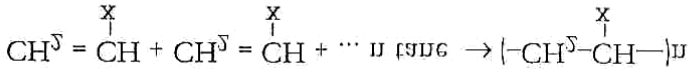
Polimerizasyon süreçleri Carothers ve Flory tarafından iki ana grupta toplanmıştır. Bunlar "KATILMA (Addition)" ve "YOĞUŞMA (Condensation)" polimerizasyonlarıdır [1].

Termoplastik levhalar çoğunlukla yoğuşma polimerizasyonu ile elde edilir. Bu işlemle yan zincir veya gruplar ihtiva eden uzun zincir molekülleri meydana gelir. En önemli termoplastik levhalar; akrilikler, poliamid (naylon), polistiren, polietilen, karbonflorür, selülozikler ve vinillerdir. Termosetler polikondansasyon reaksiyonu ile elde edilmekte olup çapraz bağlı bir yapıya sahiptirler. Polimerizasyon işlemi, malzemeyi içeren monomerlerin bir araya getirildiği reaktörde başlayıp kalıplama işlemi sırasında biter [3].

2.6.1. Katılma Polimerizasyonu

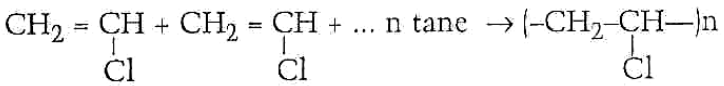
Katılma polimerizasyonu, monomer çift(bazen de üçlü) bağlarının belirli sıcaklık, basınç ve katalitik etki koşullarında açılarak, ürünün mol kütlesine bağlı miktarda birleşmelerinden ibarettir. Bu kimyasal tepkimeler sırasında genellikle yan ürünler çıkmamasının yanında, bu yolla elde edilen termoplast ürünler, yalnız bir cins monomer kullanılması halinde "Homopolimer", birden fazla cins monomer kullanılması halinde de "Kopolimer" olarak elde edilirler.

Katılma polimerizasyonu için halojenli bir homopolimer oluşum denklemi örnek olarak 2.1'de verilmiştir [1].



(2.1)

X halojeni yerine klor alınırsa, "Polivinil klorid" meydana gelir:



(2.2)

Termoplast levhalar sıcaklık uygulamakla, yapısal kristal-amorf durumuna bağlı olarak yavaş yumuşar ve erirler. Bir biçimlendirme cihazında (parça haline getirildikten sonra ufalanırsa) yeniden biçimlendirilebilirler. Malzemenin tekrarlanarak devamlı şekilde cihazla işlenmesi sonucunda mekanik bazı özelliklerinde düşmeler görülür. Bu nedenden dolayı kırpıntı veya ara iş olarak adlandırılan, kullanılmış plastik parçacıkları, saf malzemeye az oranda katılmalıdır. Bu oran da, %9-15 kadardır [1].

Katılma polimerizasyonu ile elde edilen bazı termoplastlara örnek olarak PA, PC, PE, PMMA, PP, PS, PVC, kopolimerlerden de ABS verilebilir. [1]

2.6.2.Yoğuşma Polimerizasyonu

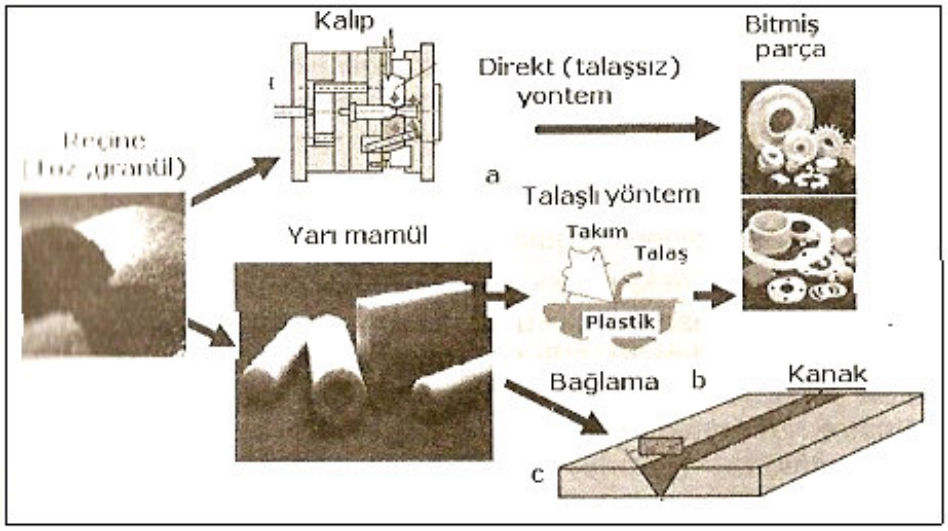
Özel koşullar altında iki veya daha fazla tür monomerin tepkimeye girerek belirli sayılarda birleşmeleri ve ortamdan su (bazen de amonyak veya başka küçük bir molekül) ayrılarak bir polimer oluşturmalarıdır.

Yoğuşma polimerizasyonu ile elde edilen ürünlere "Termoset plastikler" denir. Isı ile yumuşamayan bu plastikler, ancak basınç ve ısı uygulaması ile bir kalıpta biçimlendirilebilirler. Biçimlenmiş parça kırılıp ufalanarak yeniden biçimlendirilemez. Plastik polimerlerinin mol ağırlığı, birleşim ve fonksiyonel gruplarla moleküller arası bağlarının niteliği onların özelliklerini belirler. Bu özelliklerinin başlıca olanları görünüm, optik ve diğer fiziksel özellikler, mekanik, kimyasal, ısısal ve elektriksel özelliklerdir. [1]

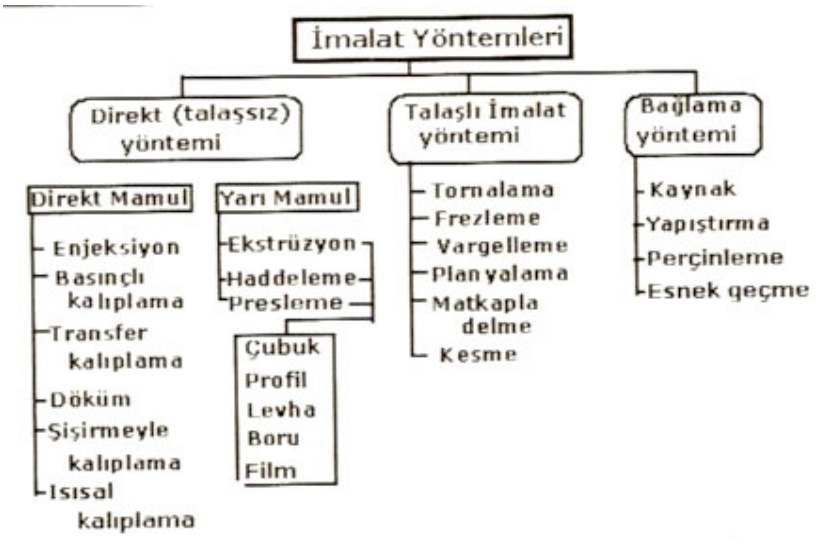
2.6.3 Polimerlere Şekil Verme

Plastiklere bitmiş parça biçiminde şekil vermek için kullanılan yöntemler; direkt veya talaşsız şekil verme, talaşlı şekil verme ve bağlama yöntemleridir. Direkt veya talaşsız şekil verme yönteminde plastik reçine şeklinde olup yumuşatılır veya sıvılaştırılır ve basınç uygulanarak, içinde parça şeklinin boşluğu olan bir kalıba itilir

ve parça şeklini alır. “Mamul” adı verilen tam bitmiş parça veya daha sonra başka bir yöntemle işlenecek yarı mamul elde edilir. Talaşlı şekil verme yönteminde çubuk, plaka, boru gibi yarı mamul halindeki plastiğe bir takımın yardımı ile talaş kaldırılarak bitmiş parça şekli verilir. Bağlama yönteminde yine yarı mamul halindeki plastiğe kanyak, yapıştırma vb. gibi bağlama yöntemleri ile parça şekli verilir [3]. Aşağıdaki şemada polimer levhaların üretim yöntemleri görülmektedir:



Şekil 2.1: Plastik levhaların üretim yöntemleri [3]



Şekil 2.2: Plastiklere uygulanan üretim yöntemleri [3]

Şekil 2.2'de ise polimer levhalara uygulanan üretim yöntemlerinin sınıflandırılması verilmiştir. Direkt (talaşsız) imalat yöntemi ile, direkt mamul veya yarı mamul elde edilir. Enjeksiyon, basınçlı kalıplama, transfer kalıplama, döküm şişirme (üfleme) ile kalıplama ve ısısal kalıplama yöntemleri, direkt mamul veren imalat yöntemleridir. Yarı mamul veren yöntemler ise; ekstrüzyon, haddeleme ve preslemedir [3].

Talaşla şekil verme; tornalama, frezeleme, vargelleme, planyalama, matkapla delik delme, kesme gibi yöntemleri içerir. Bağlama olarak; kaynak, yapıştırma, perçinleme ve esnek geçme yöntemleri kullanılır.

Son dönemlerde talaşlı şekil verme ve bağlama yöntemlerinde bir gelişme olmasına rağmen, plastik parçaların yaklaşık %90'ı, direkt (talaşsız) yöntemlerle imal edilirler.

Yarı mamul üreten ekstrüzyon, haddeleme, presleme gibi yöntemlerle yarı mamulden bağlama, talaş kaldırma veya ısıl şekillendirme yöntemleri ile çeşitli şekilli parçalar imal edilir. Esas şekil verme işlemlerinin direk mamul ve yarı mamul olarak sınıflandırılması, konunun sistematiği bakımından önem taşımakla birlikte pratikte film, levha, boru, profil gibi yarı mamuller olarak kullanılır.

Polimerizasyondan sonra şekil verme işleminde kullanılacak olan reçinenin şekli de, plastiklerin imalatı ile ilgili diğer bir önemli husustur. Öğütme veya presleme yoluyla elde edilen şekil toz, granül veya tablet(kapsül) olabilir [3].

Belirtilen bu yöntemler, bütün plastik levhalar için kullanılamadığından, plastiğin imalat yöntemi, plastiğin cinsine, parçanın şekline, parça sayısına ve imalat maliyetine bağlı olarak değişir. Genellikle termoplastikler için enjeksiyon veya ekstrüzyon, termosetlere basınçlı veya transfer kalıplama uygulanır. Sıcaklığa bağlı olarak plastiğin fiziksel hali plastik imalatında dikkat edilmesi geren bir diğer konudur. Plastiklere talaşsız şekil verme ise genellikle bir kalıp yardımı ile olur [3].

Enjeksiyon, hem termoplastiklere hem de termosetlere uygulanabilen iyi boyut kararlılığı sağlayan, yüksek otomasyona tabi tutulabilen, hızlı bir iş tamamlama zamanı ve geniş bir plastik seçme imkanı veren yöntemdir. Bunun yanı sıra, çok yüksek maliyete sahip olup, yalnızca parti sayısı yüksek olan plastik levhalar için önerilebilir. Kalıplama sırasında da yüksek basınç uygulanmalıdır.

Basınçlı Kalıplama, termosetler için uygun olup, düşük kalıp basıncı, fiberlerle kuvvetlendirilmiş plastiklere en az zarar veren ve büyük parçalar meydana getiren bir yöntemdir. İş olarak kıyaslandığında ise, ekstrüzyondan daha çok emek ister. Plastikler için daha uzun zamanda tamamlanma ve daha az şekil esnekliği vardır. Bunlarla birlikte her iş, elle yüklenir.

Ekstrüzyon **t**ermoplastik levhalar için uygundur. Film, örtü veya boru gibi sürekli parçalar için kullanılır. Kararlılığın sağlanabilmesi için parçanın soğutulması, geçiş sıcaklığının altında yapılmalıdır [3].

2.7. Polimer Alaşım ve Harmanları

Homopolimer ve kopolimerler yapısal farklılık göstermekle birlikte tek başlarına özelliklerinin yeterli olmadığı durumlarda iki veya daha fazla sayıda plastik birleştirilerek istenen özelliklerde homojen yapıda plastik elde edilmiş olur. Van Der Waals Kuvvetleri gibi moleküller arası kovalent bağlar rijit kütleler oluşturur. Bu şekilde ucuz maliyetle istenilen plastik levha üretilmiş olur.

Plastik levha alaşımlarının yapımında kullanılan başlangıç polimerleri toz, granül, lateks veya çözelti halinde olabilir. Tablo 2.4'te ABS alaşımlarının bazı özellikleri verilmiştir:

Tablo 2.4: ABS Alaşımlarının tipik özellikleri[1]

ÖZELLİK		(*) ABS/PC rijit	ABS/PVC rijit	ABS/PVC rijit	ABS/PU FON rijit	ABS/POLİSÜL
Darbeli çentik deneyi J/cm	22.5°C'de	5.57	6.67	8.12	4.33	5.14
	-40°C'de	0.81	0.70	0.59	1.24	-
Çekme dayanımı, kg/cm^2		576	383	211	313	518
N/mm^2		56.4	37.5	20.7	30.7	50.8
Esneklik mod. kg/mm^2		260	225	70.3	154.5	246
(22.50°C de) N/mm^2		2548	2205	688	1514	2411
Sertlik, Rockwell R. 22.5°C de		118	102	50	82	115
Isıyla eğilme sıcaklığı °C						
	18.5 At.de	117.7	63.2	73.2	82.5	148.5
	4.6 At.de	126	71	89.6	95.7	158.4
Yoğunluk, gr/cm^3 22,5°C de		1.14	1.21	1.13	1.04	1.13

3.ÇATIDA KULLANILAN POLİMER KÖKENLİ LEVHALAR

Çatıda kullanılan polimer esaslı levhaların irdelendiği bu bölümde, genel özellikleriyle birlikte elde ediliş yöntemleri, yapıda kullanım alanları ve bu polimer levhaları üreten firmalar açıklanacaktır.

Polimer levhaların pek çok türü olduğu gibi, yapıda kullanım alanları farklılaşmaktadır. Bu çeşitlilik içinde çatıda kullanılan polimer lavhalar şunlardır: ABS, Akrilik-Polimetil Metakrilat (PMMA), Asetal (POM), Fluoroplastikler, Poliamid (PA), (NAYLON), Polietereterketon (PEEK), Polyester (PES),Polietilen (PE),Polikarbonat (PC), Polipropilen (PP), Polistiren(PS), Polistiren Plastik Köpük (EPS), Polisülfon (PSU), Poliüretan (PUR), Polivinilklorür (PVC) Levhalar

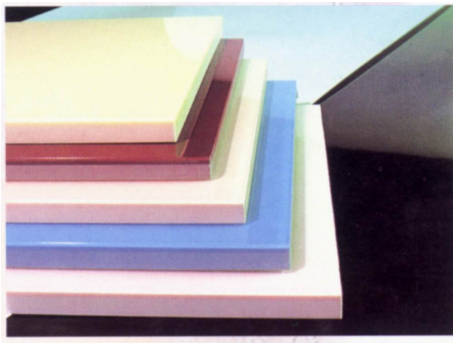
3.1 Akrilonitril Butadien Stiren–ABS Levhalar

3.1.1 Akrilonitril Butadien Stiren: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Darbe dayanımı çok yüksek olan , katı, işlenmesi kolay, metal ve tahtaya alternatif , 15 'den fazla çeşidi bulunan, askeri ve sivil amaçlarla da fazlasıyla kullanılan bir termoplast sınıfının kopolimeridir ABS. Kopolimeri oluşturan üç monomer, adından da anlaşılacağı üzere; akrilonitril, butadien ve stirendir. Akrilonitril, ısı dayanımı, açık hava koşullarına karşı direnç ve kimyasal direnç verir. [1] ABS levhalar;

- Diğer plastiklerle göre oldukça iyi şekillendirilebilme özelliğine sahip,
- Çarpmaya karşı yüksek dayanıklılığı olan,
- Yüksek ve düşük sıcaklıkta mükemmel performans gösteren,
- Dayanıklılığı ve sertliği yüksek,
- Plastikleştiricilere ve çeşitli kimyasallara karşı uzun süre dayanımı olan,
- Kendinden kaynakla diyalektik şekilde birleşme özelliğine sahip, [44]
- Sürünme (krip) mukavemeti olan, [3]
- Asitlere, alkalinlere, anorganik tuz çözeltilerine ve bazı yağlara dayanımı olan termoplastlardır.



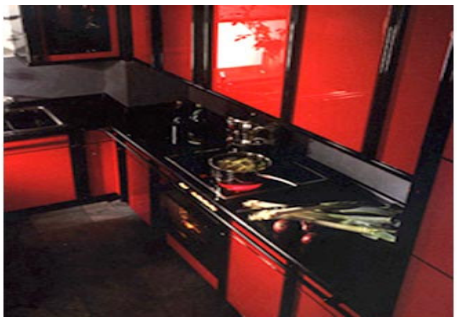


Şekil3.1: Uyarı levhası olarak ABS [7]

Şekil 3.2: ABS levha [8]

3.1.2 ABS'nin Genel Kullanım Alanları

ABS polimerler farklı tipleriyle, çok çeşitli alanlarda kullanım özelliklerine sahiptirler. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de görüldüğü gibi, uyarı levhaları, televizyon ve güç donanımı kabinleri, anahtar (switch) kutuları, elektronik kaplamaya uygun olanlardan çeşitli farlar, aynalar ve dekoratif eşya, saydam tiplerinden soğutucu tepsileri, tıbbi emme pompaları ve oyuncak, darbe dayanımlı tiplerinden güç kutuları, telefon gövdeleri, büro iş makinaları gövde ve parçaları , otomotiv parçaları, hesap makinaları ve bilgisayar parçaları, kutu ve bidonlar, çanta ve bavullar, köpük tipi bina inşaat malzemesi, mutfak malzemesi olarak kullanılır.



Şekil 3.3: Mutfak malzemesi olarak ABS levha [9]

3.1.3 ABS'nin Genel Özellikleri

Yoğunluğu 1020 ile 1060 kg/m³ arasında değişen, iyi ısıl iletkenlik değerine sahip olan ABS ve %30 cam elyaf katkılı ABS levhalara ait özellikler Tablo 3.1'de görülmektedir.

Tablo 3.1: ABS levhaların genel özellikleri [3]

	ABS	ABS(30CD)
Yoğunluk (Kg/m^3)	1020-1060	1270-1290
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	30-60	90-105
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	1500-3500	5000-6000
Çekme kopma uzaması (%):	15-30	3-4
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	63...90	120-130
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	2000-3000	7000-9000
Çentikli darbe (N/mm):	7-20	-
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	80-120	100-115
Lineer ısıl genleşme ($°C.10^{-5}$):	8-12	2,6-3,0
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,13-0,3	-
Su emme (%; 24 saatte):	0,2-0,6	0,11
ABS(30CD)= %30 cam eliafi ile kuvvetlendirilmiş		

ABS levhalara ait bazı fiziksel özellik değerleri ise şöyledir:

Tablo 3.2: ABS levhaların bazı fiziksel özellikleri [3]

	ABS
Yapı	Amorf
T_g	105...125°C
Üretim	Polimerizasyon (**A**krilnitril-**B**udadien-**S**tiren)
Kullanma sıcaklık sınırı:	
- Kısa süreli	≈95°C
- Uzun süreli	≈85°C

Darbe dayanımı yüksek olan ABS levhaların, farklı kuvvetler altında darbe davranışı aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.3: ABS levhaların darbe davranışı [3]

	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
ABS	B	D	D	CD	CD	CD	CD	D

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

Farklı çözücüler, su ve yağ karşısında ABS levhaların davranışını gösteren Tablo 3.4 incelendiğinde, su karşısında dayanıklılık gösteren ABS, düşük alkollere ve mineral yağlara karşı dayanıksızdır.

Tablo 3.4: Farklı maddeler karşısında ABS levhaların davranışı [5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
ABS	5	5	5	3	1	3	5	5	3	1	5	1	1	1	5	1	

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

3.1.4 ABS Levhaların Elde Edilmesi

ABS'nin temel üretim maddesi SAN kopolimeridir. Seri üretim yöntemi, özel tesisinde emülsüyon ve süspansiyon tepkimesidir. Üretimin aslı, SAN'e kauçuk partiküller dağıtmak, daha sonra da bu karışımı tabletler haline getirmekten ibarettir. Bazen PVC gibi diğer plastiklerle de karıştırıldıktan sonra toz olarak satılır. Talaşlı işlenmeye uygun olan ABS, elektrolitik kaplama, soğuk markalama, vakum metalize ve boyama gibi işlemleri de kabul eder. [1]

3.1.5 ABS üreten bazı firmalar

Aşağıdaki listede ABS üreten firmalar ve özel ürün isimleri verilmiştir:

- Abson (B.F.Goodrich and Co.)
- Boltaron (Botla Products Div. General Tire and Rubber Co.)
- Cyclolac (Marbon Chemical Co.)
- Cycolon (Marbon Chemical Co.)
- Kralastic (Naugatuck Chemical, Div. of U.S. Rubber Co.)
- Lustran (Monsanto Chemical Co.)
- Plio-Tuf (Goodyear Tire and rubber Co.) [6]

3.2 Akrilik –Polimetil Metakrilat; PMMA Levhalar

3.2.1 Akrilik-Polimetil Metakrilat : Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Kristal berraklığında ve açık havada yıpranmaya karşı dayanıklı bir termoplastik olan akrilik, camın ağırlığının yarısı kadardır ve güneş ışınlarına karşı da iyi bir dayanıma sahiptir [3].

Bir dizi büyük monomer bileşiklerinin oluşturduğu polimer ve kopolimer ailesi olan akrilik plastiklerin içinden, bu kısımda, yaygın ve önemli olan "polimetil metakrilat" incelenecektir. Çok iyi optik özelliklere sahip dayanıklı bir ürün olan PMMA, günlük hayatta çok sık karşılaşılan önemli bir malzemedir [1]. Doğrusal bir termoplastik malzeme olan PMMA, saydamlığı ve berraklığıyla diğer plastiklerden ayrılmaktadır. Genel olarak özellikleri şunlardır;

- Beyaz ışık geçirgenliği yüksek olup %92'dir, pusluluk değeri ise %1-3 'tür. Gün ışığı ve hava koşullarından optik olarak etkilenmez.
- Saydam ve opak olarak renklendirilebilir. Ancak bazı renkli PMMA ürünleri zamanla açık hava koşullarından etkilenir.
- Bazı PMMA ürünleri UV emilimine sahiptir.
- Mekanik ve termik özelliklerinin yanında, boyut kararlılığı da çok iyidir.
- Levhalar için şekillendirilmesi; enjeksiyon, ekstrüzyon, döküm ve basınçta ısıyladır. Akrilik levha parçaları aynı zamanda ısıtılan direnç teliyle veya kaynar suda da yumuşatılarak şekillendirilir.
- Yanıcı olması nedeniyle üretim, sevk, depolama ve kullanımda, gerekli önlemlerin alınması gereklidir [1].

3.2.2 Akriliğin Kullanım Alanları

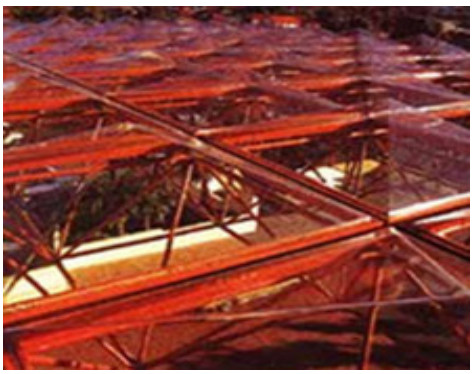
Otomotiv endüstrisinde sinyal lambası, ev ve büro ışıklandırma aksesuarı, reklam yazı ve levhası, masa çakması, çeşitli süs eşyası, cetvel, gönye gibi kırtasiye malzemesi ve mercek, bina güneşliği ve dekorasyon malzemesi, kol saatlerinin sararmayan camı, PMMA'nın başlıca kullanım yerleridir [1]. Şekil 3.4-7'de PMMA levhadan yapılmış çatı örtüleri görülmektedir.

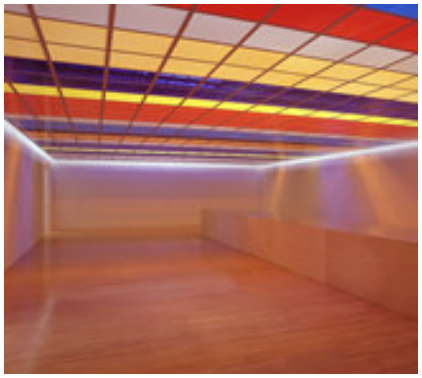


Şekil 3.4: Çatı uygulamalarında akrilik levha [12]



Şekil 3.5: Çatı uygulamalarında akrilik levha [12]





Şekil 3.6: Çatı uygulamalarında akrilik levha [13]

Şekil 3.7: Çatı uygulamalarında akrilik levha [14]

3.2.3 Akriliğin Genel Özellikleri:

Akrilik levhalara ait mekanik özelliklerinin sayısal değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 3.5: Akrilik polimeri olan PMMA'nın mekanik özellikleri

	Akrilik (PMMA)
Yoğunluk (Kg/m^3)	1170-1200
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	50-80
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	2700-3500
Çekme kopma uzaması (%):	2-8
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	90-140
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	2700-3200
Çentikli darbe (N/mm):	2
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	65-100
Lineer ısıl genleşme ($oC.10^{-5}$):	6-7
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,13-0,2
Su emme (%; 24 saatte):	0,1-0,4

Yapıda farklı işlevlerle kullanılan akrilik, küvet, mobilya, dekorasyon ürünü gibi pek çok isteğe cevap vermektedir.



Şekil 3.8: Akrilik küvetler [15]



Şekil 3.9: Akrilik küvetler [16]



Şekil 3.10: Akrilik mobilyalar [16]




Şekil 3.11: Akrilik dekorasyon ürünleri [17]

Şekil 3.12: Akrilik dekorasyon ürünleri [18]

Tablo 3.6: Akrilik ve PMMA levhaların darbe davranışı [3]

	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
Akrilik	A	A	A	A	B	B	B	B
Polimetilmetakrilat (PMMA)	A	A	A	A	A	A	A	A

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.
Akriliğin darbe dayanım grafiği incelendiğinde görülmektedir ki, akrilik, düşük darbelere karşı dayanıksızdır. Tablo 3.7'de ise akriliğin farklı çözücüler karşısında davranışı incelenmiştir.

Tablo 3.7: Farklı maddeler karşısında akriliğin davranışı [5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
AKRİLİK	5	5	5	3	2	1	5	3	5	1	1	1	1	1	5	1	5

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı



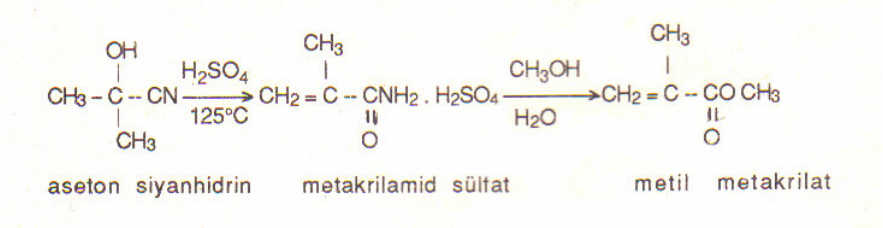


Şekil 3.13: Mutfakta dolap uygulamalarında akrilik levha [19]

Şekil 3.14: Mutfakta dolap uygulamalarında akrilik levha [20]

3.2.4 Akrilik Levhanın Elde Edilmesi

Yöntemin kısaca tanımı; akrilit esterlerinden metil metakrilatın elde edilmesi, sonra da bunun polimerizasyonudur. Öncelikle aseton ve hidrosiyanik asitten çıkarılarak aseton siyanhidrin ve sülfat asiti yardımıyla sıcakta metakrilamid sülfat elde edilip, bu ürün de metanol, su ve uygun şartlarda metil metakrilata dönüştürülür [1].



(3.1)

Yukarıdaki denklemde metil metakrilat monomer elde edilmesi gösterilmiştir [1].

Metil metakrilat monomeri de süspansiyon polimerizasyonu ile döküm polimeri haline getirilip granül, levha ve reaktifli viskoz lak halinde piyasaya verilir. (vizkoz lak monomer halindedir.)

Levha haline getirilmesi, hücre-döküm veya ekstrüzyon yöntemi ile olur. Hücre döküm yönteminde, cilalanmış paralel iki cam levhanın bulunduğu hücreye viskoz laktan reaktif döküm yapılıp, polimerleşme kalıpta tamamlanır. Ekstrüzyonla levha yapımında ise granül polimer kullanılır.

Şekillendirilmesi enjeksiyon, ekstrüzyon, döküm ve basınçta ısı ile biçimlendirmedir. Isıtılan direnç teli veya kaynar su, yumuşatılıp şekillendirmede yardımcıdır. Keskin uçla ardı ardına çizilerek sonradan eğilip kesilebileceği gibi, yapıştırmak gerektiğinde de % 8'lik kendi malzemesinin karbon tetraklorid veya kloroformdaki dispersiyonundan yararlanılabilir.

3.2.5 Akrilik Üreten Bazı Firmalar

Aşağıdaki listede akrilik üreten bazı firmalar ve özel ürün isimleri verilmiştir:

- Acrylite (American Cyanamid Co.)
- Evr-Kleer (Cast Optics Corp.)
- Genco (General Plastics, Inc.)
- Gerlite (Gering Plastics)
- Plexiglas (Rohm and Haas)
- Polycast (The Polycast Corp.)
- Zerlon (Dow Chemical Co.) [6]

3.3 Asetal ;POM Levhalar

3.3.1 Asetal : Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

1960'lı yıllarda sanayinin hizmetine verilen poliasetal, pek çok özelliği itibariyle mükemmel bir malzemedir [1]. Yüksek kristaliniteye sahip poliasetal, formaldehidin polimerizasyonuyla elde edilir. Sert, rijid ve iyi nem, ısı ve çözücü mukavemetine sahip olan poliasetal, homopolimer ve kopolimer şekillerinde elde edilir [3]. Formaldehitten yapılan bu malzeme bazen polioksi metilen olarak da adlandırılır. Diğer plastiklerle karşılaştırıldığında düşük bir fiyata sahip olan poliasetal özellikle boyut kararlılığı ve iyi özellikleri nedeniyle piyasada aranılan bir malzemedir [1].

Asetal levhalarının bazı özellikleri şunlardır;

- Yüksek bir ergime sıcaklığına sahiptir.
- Diğer plastiklerle kıyaslandığında daha sert, daha rijittir.
- İyi bir yorulma mukavemetine sahiptir.
- Genellikle düşük uzamada daha yüksek çekme ve eğilme mukavemetine sahiptir.

- Molekül ağırlığı yüksek olan bazı homopolimerler fevkalade bir tokluk özelliğine sahiptir ve kopolimerlerden daha büyük uzama gösterir.
- Yüksek sıcaklıkta suya karşı çok iyi mukavemet gösterir.

Asetalin kopolimerleri ve homopolimeri, katıksız ve cam elyafı ile güçlendirilmiş enjeksiyon kalıplama ürünleri halinde bulunurlar. İkisinin de PTFE veya silikonla takviye edilmiş ürünleri bulunmakla birlikte asetal plastikleri piyasada ekstürüzyon çubukları ve kalın plaka şeklinde bulunur [3].

3.3.1.1 Asetal Homopolimerleri

Asetal homopolimerlerinin çekme mukavemetinin yüksek olması, rijitlik özelliği, reziliyans ve tekrarlayan darbelere karşı orta tokluğa sahip olması, aranılan bir plastik türü olmasını sağlar. **Delrin** olarak bilinen (üretici firmanın verdiği ticari isim) bu plastiklerden **Delrin 100,** yüksek darbe mukavemetine sahip en tok saf asetaldır. **Delrin 100 ST** ise süper tokluğa sahip asetaldir. En yüksek yorulma mukavemetine sahip asetal homopolimerleri, tüm takviyesiz termoplastikler arasında üstünlüğünü korumaktadır.Yorulma mukavemet değeri 31 N/mm²' dir. Asetal homopolimerleri aynı zamanda sürünme özelliği açısından da fevkalade iyidir; nem, yağlayıcı ve solventler bu özelliği etkilemez. [3]

Bunların yanında asetal homopolimerlerinin çok iyi aşınma ve sürtünme özellikleri vardır. 0,1 ile 0,3 arasında olan sürtünme katsayısı çelik üzerinde kuru sürtünme halindeki değeridir. PTFE elyafları ve kimyasal yağlayıcılarla takviye edilerek sürtünme ve aşınma özellikleri iyileştirilebilir. Mekanik özelliklerinin yanında, düşük nem emme kabiliyetine, organik çözücülere karşı yüksek mukavemete, çok iyi boyut kararlılığına ve dış ortamda çok iyi abrazyon mukavemetine sahiptirler. Ekstrüzyon için yüksek viskozite, enjeksiyon kalıplama için düşük viskozite değerlerine sahip olarak imal edilir. [3]

3.3.1.2 Asetal Kopolimerleri

Asetal kopolimerleri, mekanik ve işleme özellikleri arasında çok iyi bir dengeye sahip reçinelerdir. Ergime sıcaklığı 182°C ile 232°C arasında değişen plastikler tabi (yarı saydam beyaz) veya çeşitli renkte bulunurlar. Cam elyafı ile güçlendirilmiş çeşitleri de bulunmaktadır [3].

Çok iyi çekme ve eğme mukavemetine sahip olmakla birlikte, iyi bir tokluğa ve kristalin termoplastiklerden en iyi sürünme mukavemetine sahiptir. Çözücülere ve kimyasal maddelere karşı çok iyi olan mukavemetinin yanında elektriksel özellikleri de çok iyidir. Nem emme özelliğinin düşük olması da ayrı bir özelliğidir [3].

Havada bir sene 115°C tutulduğunda mukavemeti çok az azalmaktadır. İlk altı ayda sabit kalan mukavemeti sonraki altı ayda 1/3 oranında azalmaktadır. 82°C suda kaldığında bir sene sonunda özelliklerinde belirgin bir değişim olmamaktadır [3].

3.3.2 Asetalin Genel Kullanım Alanları

Yüksek boyut kararlılığı nedeniyle hassas parçalar halinde, mesela dişliler, ölçü aletleri ve saat parçaları yapımında, pompa aksamı, vana, telefon parçaları, yağ besleme donanımı, fan, pencere çerçeveleri, plastik çakmak, çeşitli boru ve otomotiv endüstrisi parçaları (gösterme panosu gibi) [1], rulolar, burçlar, yataklar, elektrik yalıtım parçaları yapımında kullanılır [3].



Şekil 3.15: Asetal levha [22]

3.3.3 Asetal Levhaların Genel Özellikleri

Asetal levhalara ait genel özelikler aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.8: Asetal levhaların genel özellikleri[3]

	POM	POM(30CD)
Yoğunluk (Kg/m^3)	1410-1420	1600-1630
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	66-70	85-120
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	2800-3600	9000-10000
Çekme kopma uzaması (%):	25-75	2-5
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	90-120	120-180
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	2600-3100	7000-9100
Çentikli darbe (N/mm):	6	-
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	110-125	150-163
Lineer ısıl genleşme (°C.10^{-5}):	8-14	4,0-7,0
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,15-0,2	-
Su emme (%; 24 saatte):	0,2-0,25	0,6

30CD=%30 cam elyafi ile kuvvetlendirilmiş

Tablo 3.9: Asetal levhaların darbe davranışı [3]

	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
Asetal	B	B	B	B	B	B	C	C

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

Genel olarak asetalin darbe dayanımı düşüktür. Tablo 3.10' da görüldüğü gibi asetal levhalar çeşitli çözücülere karşı oldukça dayanıklıdır.

Tablo 3.10: Farklı maddeler karşısında asetal levhaların davranışı [5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
ASETAL	5	5	2	1	1	5	5	5	5	5	5	1	4	5	4	5	5

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

3.3.4 Asetal Levhaların Elde Edilmesi

Formaldehitten üretilen poliasetalin eldesinde, bunun yerine trimeri olan trioksin de kullanılabilir. Formaldehit veya trioksan polimerizasyonunda amin, arsin gibi anyonik katolizörler ve inert çözgenler kullanılır.

Asetal homopolimeri üç standart viskozite derecesine üretilir, bu dereceler de ayrıca modifiye edilir veya maksada göre kopolimer ya da dolgulu plastikler halinde piyasaya verilir.

3.3.5 Asetal Üreten Bazı Firmalar

Aşağıda asetal üreten firmalar ve piyasada bilinen adları bulunmaktadır:

- Celcon (Celenase Corp. Of America)
- Delrin (E.I. du Pont de Nemours Co.) [6]

3.4 Fluoroplastikler

Fluroplastiklerde, monomeri oluşturan tüm veya bazı hidrojen atomlarının yerine fluor atomları bulunur. Bu gruba ait plastiklerden bazıları politetrafluoretilen (PTFE veya TFE), fluorlu etilen (CTFE), etilen-klortrifluoretilen (ECTFE), etilen tetrafluoretilen (ETFE), polikloro trifluor etilen (PCTFE), polivinilidin fluorür (PVDF) ve polivinilfluorür (PVF). Elektriksel, ısısal, kimyasal ve daha birçok özellikler bakımından diğer plastiklere göre ayrıcalığı ve üstünlüğü olan malzemelerdir. PTFE dışındaki tüm fluoroplastikler normal teknolojilerle kalıplanabilir. Enjeksiyon, ekstrüzyon, basınç kalıplama, sinterleme ve katmanlı malzeme (laminat) şeklinde işlenebilen parafinik fluorlu polimerler sınıfını oluşturan bu plastikler, rijid, elastomer ve sıvı hallerde de bulunabilen türler içermektedir. Homopolimer ve kopolimer yapıda bulunurlar. Aşağıda bunlardan levha halinde kullanılabilen PCTFE ve PTFE anlatılacaktır.



Şekil 3.16: PVDF çatı kaplaması

3.4.1 Polikloro Trifluor Etilen (PCTFE) Levhalar

3.4.1.1 PCTFE: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

PCTFE, kloro trifluor etilenin serbest kök-başlatma polimerizasyonu ile elde edilen, lineer bir zincir yapısına sahip bir polimer olup, polimer yapısının tekrarlanan birimi —CF_2—CF—CI ‘dir. Kristal polimerin ergime noktası 218°C olup, yoğunluğu 2,13 gr/cm³’tür. Birçok reaktiflere karşı dayanıklılık gösteren PCTFE, ancak klorine çözücülerinin etkisindeyken şişer. Gaza ve su buharı geçirgenliğine karşı davranışı oldukça iyidir.

Dialektik sabiti 2,3- 2,7 arasında olup, kayıp frekansı özellikle yüksek frekansta yüksektir. Polimer 3mm'ye kadar saydam olmasına rağmen, kalınlığı arttıkça saydamlığı da azalır.

Eritme işlemine karşı uygun olmasına rağmen çok viskoz olduğu için işlenirken bazı kayıplara uğrar. Ayrıca katmanlı filmleri, basınçta ısı ile şekillendirilebilir, baskı yapılabilir ve vakum metalize ile kaplanabilir.
Tablet (granül) halinde ve yarı mamul olarak film ve çubuk boru halinde verilir.

3.4.1.2 Polikloro Trifluor Etilenin Kullanım Alanları

Conta, salmastra, O-Ring, elektrik komponentleri, kimya süreçleri donanımı, ilaç ambalajları ve buhar geçirmezliği gerektiren malzemeler sayılabilir.

3.4.1.3 Polikloro Trifluor Etilenin Genel Özelikleri

Farklı malzemeler karşısında PCTFE levhanın davranış grafiği Tablo 3.13'deki gibidir:

Tablo 3.11: Farklı maddeler karşısında Poliklorotrifluoretilen davranışı [5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
PCTFE	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	2	5	1	4	3	5

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

3.4.2 Politetrafluor Etilen (PTFE) Levhalar

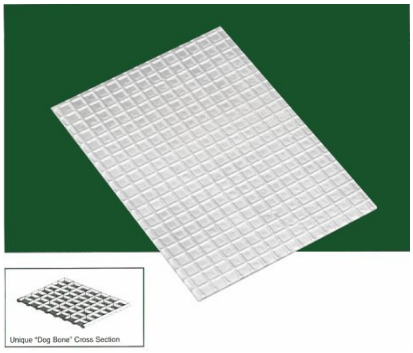
3.4.2.1 PTFE: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Fluoro karbonları arasında en tanınanı ve yaygın olanı olan politetrafluor etilen, bir sinter polimeri olup birçok özellik açısından çok değerli bir malzemedir.

Polimerde kristal halin erime noktası 327°C, yoğunluğu 2,13-2,19 gr/cm³'tür. 340°C sıcaklığının üzerinde ısıtıldığında, saydam ve amorf olurlar; ancak soğutulduğunda

tekrar normal halini alır. Opak, kristalin, buz gibi kaygan bir yüzeye sahip ve sünektirler [1].

PTFE'nin önemli özellikleri; kimyasal bakımdan inert, yüksek ve düşük sıcaklıkta kararlılık, iyi elektriksel özellikler, açık havada çalışabilme, çok az su emmedir.[3] Reçine oldukça yumuşak, sürünme ve aşınma mukavemeti oldukça düşüktür ki bu özelliğinden yatak imalinde yararlanılır [1]. Bu özellikler inorganik elyaf veya başka malzemelerle takviye edildiğinde iyileştirilir. Örnek verilecek olursa; cam elyafı, karbon, bronz veya metalik oksitlerle kuvvetlendirildiği durumlarda aşınma özelliği 1000 katı olur ve buna rağmen sürtünme katsayısı çok az büyür. PTFE' nin sürtünme katsayısı, yüklemenin büyümesiyle azalır [3].



Şekil 3.17: PTFE levha [25]

Çekme dayanımının çok yüksek olmamasına rağmen darbe dayanımı yüksektir. Çekme dayanımı 3500 kgf/cm²'ye kadar yükseltilebilir.

Isı direnci ve kararlılığı çok yüksektir. Özellikleri 250°C' de bile aylarca değişmediği gibi ancak yüksek sıcaklıkta, 500°C' de ve 1 mmHG basıncında zehirli gazlar çıkararak bozulup, 18°C da %1 hacim büyümesi görülmektedir [1]. Bu sıcaklığın üstünde veya altında belirli toleranslar çerçevesinde imal edilen bir parça, soğutulduğu veya ısıtıldığı durumda bu sıcaklıktan geçerken boyut değiştirir [3].

Kimyasal dayanımı eşsiz denecek kadar iyi olmakla birlikte, kuvvetli asit ve alkalilere son derece dayanıklıdır. PTFE hiçbir çözücüde çözülmez.

Elektriksel özellikleri çok iyi olup direnci, yalıtkanlığı ve dielektik özellikleri yüksek sıcaklıkta dahi değişmez.

Bunlarla birlikte klasik yapıştırıcılar PTFE' yi yapıştıramaz fakat basınç altında parçalar birbirine kaynatılabilir.

Sinterleme veya basınç kalıplama ile mümkün olabilen PTFE ancak bazı kopolimerleri sayesinde enjeksiyon ile de kalıplanabilir.

3.4.2.2 PTFE Levhanın Kullanım Alanları:

Mutfak eşyaları kaplamalarında, elektriksel yalıtmaya gerek duyulan parça üretiminde, gıda proseslerinde kullanılan parçalarda, eşeksenel kablolarda, transformatör parçaları ve röleler, tıp endüstrisinde, rondela sızdırmazlık elemanı, bilezikler, pompa parçaları,yataklar ve burçların yapımında kullanılır.



Şekil 3.18: PTFE levha [24]

PTFE'nin darbe davranışı incelendiğinde darbelere karşı genel olarak dayanıklı olduğu görülmektedir.

Tablo 3.12: PTFE levhanın darbe davranışı[3]

	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
PTFE	BC	D	D	D	D	D	D	D

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

3.4.2.3 PTFE' nin Genel Özellikleri

PTFE levhalara ait mekanik ve fiziksel özellikler aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.13: PTFE levhanın fiziksel özellikleri

	PTFE
Yapı	kısmikristalin
Kristalinite derecesi	%60...%80
T_g	≈320°C
T_m	≈500°C
Kullanma sıcaklık sınırı:	
- Uzun süreli	≈260°C

Tablo 3.14: PTFE levhanın genel özellikleri

	PTFE
Yoğunluk (Kg/m^3)	2100-2200
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	20-35
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	300-600
Çekme kopma uzaması (%):	350-550
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	-
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	-
Çentikli darbe (N/mm):	13-15
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	250-260
Lineer ısıl genleşme (°C.10^{-5}):	10-14
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,19-0,25
Su emme (%; 24 saatte): 0,01	

Tablo 3.15: Farklı maddeler karşısında PTFE levhanın davranışı [5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
PTFE	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

Tablo 3.15 incelendiğinde PTFE'nin bütün çözücüler ve su karşısında mükemmel performans gösterdiği görülmektedir.

3.4.2.4 PTFE'nin Elde Edilmesi

Üretimin çıkış noktası "tetrafluor etilen" olup, bu madde -76°C'de kaynayan zehirsiz bir gazdır. Bu da klorodifluormetan bileşiğinin pirolitik dönüşümüyle elde edilir. Tetrafluor etilen gazının çok defa srebest radikal başlatıcılarla sulu ortamda polimerize edilir. Persülfat ve hidrojen peroksit gibi redoks başlatıcıların da kullanılabildiği polimerizasyon sonunda toz, granül veya su bazlı dispersiyon formunda piyasaya sürülür. Kristalin olarak croslink (zincirler arası çapraz bağ) oluşumuna sahiptir [1].

3.4.2.5 Fluoroplastik Üreten Bazı Firmalar

Aşağıdaki listede fluoroplastik üreten bazı firmalar ve özel ürün isimleri verilmiştir:

- Halcon (Allied Chemical Corp.)
- Kel-F (Minnesota Mining and Mfg. Co.)
- Kynar (Pennsalt Chemicals Corp.)
- Teflon (E.I. du Pont de Nemours Co.)
- Rulon [6]

3.5 Poliamid, PA, (Naylon) Levhalar

3.5.1 Poliamid: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

En çok bilinen plastik çeşitlerinden biri olan poliamid, diğer adıyla naylon, 1928 yılında sentez edilmiş, 12 sene boyunca önemi fark edilmemiş, ancak ikinci dünya savaşı sırasında ipek kaynaklarının Japonya'nın elinde bulunması dolayısıyla paraşüt yapamayan ABD tarafından yapılan çalışmalarla, ipeğe alternatif olarak ürün endüstrinin hizmetine verilmiştir. (Amerikalılarca verilmiş ismiyle-Now you lousy old Nippon-nylon!)[1]. Özelliklerini kısaca açıklarsak;

- Bir termoplastiktir.
- Yüksek dayanıma sahiptir.
- İyi elektriksel ve kimyasal özelliklere sahiptir.
- Kısmikristalin ve amorf hallerde bulunabilirler.
- Yüksek darbe mukavemeti ve tokluğu vardır.
- Kolay işlenebilir.
- Mükemmel aşınma ve sürtünme özelliği vardır.
- Naylon ailesi; Naylon 6, Naylon 66, Naylon 11, Naylon 12, Naylon 6/10 ve Naylon 6/12 çeşitlerini içerir.Bunların içinde en çok kullanılanları Naylon 6 ve Naylon 66'dır.

Ülkemizde, plastik eşyaların yeni kullanılmaya başlandığı dönemlerde, bütün plastik malzemelerin kolayca ifade edilebilmesi açısından bunların hepsine naylon deniliyordu. Bugün dahi polietilenden yapılan torbalar "naylon torba" olarak adlandırılmaktadır.

Poliamid standartlarında, 20'nin üzerinde ve yedi farklı tip malzeme (ASTM) derecesi tanımlanmaktadır. Sanayide ve piyasada ayrıca Naylon 6, Naylon 6.6,

Naylon 6.10, Naylon 8 gibi adlandırmalar da bulunmaktadır.Aşağıdaki Tablo 3.16'da poliamidin askeri ve ticari eşlikleri verilmiştir.

Tablo 3.16: Poliamidin ticari ve askeri şartname eşdeğerleri[1]

Ticari numaralar	MIL-M-20693 teki tipler
Nylon 6	Tip II, Tip IV, Tip V
Nylon 6.6	Tip I, Tip II, Tip III
Nylon 6.10	Tip III, Tip IV
Nylon 8	Tip IV

3.5.2 Poliamidin Kullanım Alanları

Poliamidler , mekanik özelliklerinin yüksek oluşu nedeniyle kam, dişli ve kaymalı yatak (çelik hadde yataklarına kadar) üretimde kullanılmakla birlikte bu ürünlerin ayrıca yağlanma ihtiyacı da olmaz. Otomotiv sanayinde karbüratör dahil birçok parçanın, valfler, gaz ve buhar contaları, pervaneler, yüksek dayanımlı sahra kabloları ve çeşitli elektrik malzemeleri, mutfak aletleri, çözücülere dayanıklı kabların yapımında poliamidden yararlanılır. PA 6.10'un boyut kararlılığı, az nem alması gibi iyi özellikleri nedeniyle üretimde tercih sebebi olup, askeri ve sivil tekstil sektörünün birçok parçasının lifinin üretiminde kullanılır. Akışkan hız ölçerleri, saydam poliamid tipinden yapılır. Elektrik ve elektronik sanayinde de bu ürün kullanılmaktadır.

3.5.3 Poliamid Levhanın Genel Özellikleri

Aşağıda Tablo 3.17-22'de farklı Poliamid levhalara ait genel özelikler verilmiştir.

Tablo 3.17: PA 66 ve %30 cam elyafı ile güçlendirilmiş PA'nın mekanik özellik değerleri [3]

	PA 66	PA66(30CD)
Yoğunluk (Kg/m^3)	1330-1150	1370-1390
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	65-86	160-210
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	2000-2800	10000-11000
Çekme kopma uzaması (%):	60-300	2-3
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	80-105	200-260
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	2800	7800-9100
Çentikli darbe (N/mm):	15-20	-
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	66-110	245-260
Lineer ısıl genleşme (°C.10^{-5}):	8-10	2,3-4,0
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,17-0,24	0,5
Su emme (%; 24 saatte):	0,8-1,6	0,6-0,8
PA66(30CD)=%30 cam elyafı ile kuvvetlendirilmis		

Tablo 3.18: PA 12'nin mekanik özellikleri [3]

	Naylon 12 (PA 12)
Yoğunluk (Kg/m^3)	1010-1020
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	55-65
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	1600-1700
Çekme kopma uzaması (%):	250-300
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	75-95
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2).....	2100
Çentikli darbe (N/mm):	10-20
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	60-110
Lineer ısıl genleşme ($oC.10^{-5}$):	9-12
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,17-0,23
Su emme (%; 24 saatte):	0,25

Tablo 3.19: Naylonun fiziksel özellik tablosu [3]

	Naylon 6	Naylon 66
Yapı	kısmikristalin	kısmikristalin
Kristalinite derecesi	%35-45	%35-45
T_g	60°C	70°C
T_m	220°C	255°C
Kullanma sıcaklık sınırı:		
- Kısa süreli	≈180°C	≈ 200°C
- Uzun süreli	≈ 80°C	≈ 90°C

Tablo 3.20: Naylonun farklı ortamlarda su emme özelliği [1]

Naylon	%50 R.T ortamda	Doymuş ortamda
6	2,7	9,5
66	2,5	8,0
6/10	1,5	3,5
6/12	1,3	3,0
11	0,8	1,9
12	0.7	1,4

Tablo 3.21'de PA tiplerinde mekanik özelliklerin değişimi, bunlara ait akma dayanımları ve esneklik modülleri verilmiştir.

Tablo 3.21: PA tiplerinde mekanik özelliklerinin değişimi (bünyesel nem oranı) [1]

PA tipi	Erime nok°C	Nem ortamı %50 NN(*)	Doygun	Akma dayanımı Kuru kgf/cm²	Akma dayanımı Kuru N/mm²	Akma dayanımı %50 NN kgf/cm²	Akma dayanımı %50 NN N/mm²	Esneklik modülü Kuru kgf/cm²	Esneklik modülü Kuru N/mm² x10³	Esneklik modülü %50 NN kgf/cm²	Esneklik modülü %50 NN N/mm² x10³
6/6	255	2,5	8,5	843	82,6	597	58,5	28823	282	12302	120
6	218	2,7	9,5	829	81,2	450	44,1	27768	272	9842	96
6/9	210	1,6	5,0	597	58,5	520	50,9	20387	199	10896	107
6/10	215	1,5	3,5	597	58,5	500	49	19684	192	11248	110
6/12	212	1,3	3,0	618	60,6	520	51	20738	203	12654	124
11	185	0,8	1,9	597	58,5	548	53,7	13357	131	10193	100
12	174	0,7	1,4	562	55,0	534	52,3	13708	134	10545	103

Naylonun darbe davranışı aşağıdaki gibidir:

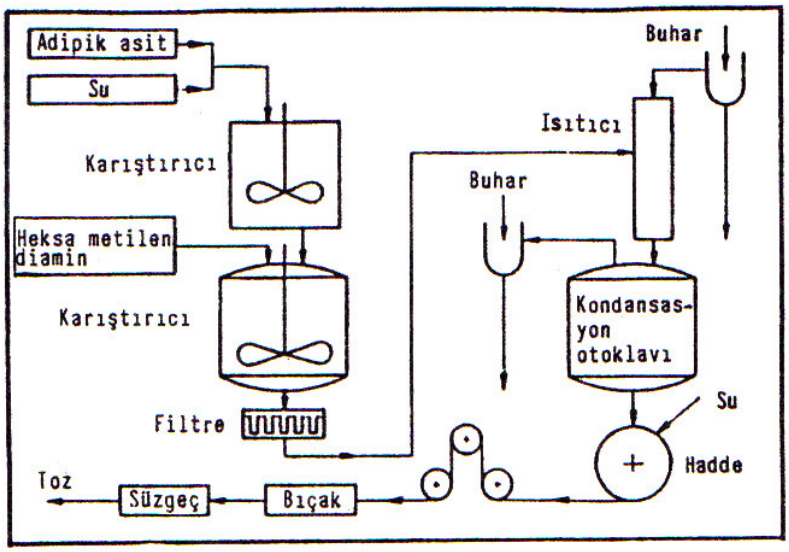
Tablo 3.22: Naylonun darbe davranışı[3]

	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
Naylon (nemli)	B	B	B	C	D	D	D	D
Naylon (kuru)	C	C	C	C	C	C	C	C
Cam dolgulu naylon (kuru)	A	A	A	A	A	A	A	A

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

3.5.4. Poliamid Levhanın Elde Edilmesi

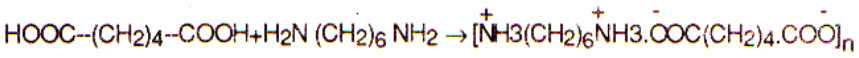
Şekil 3.19'da poliamidin üretim şeması verilmiştir. Tepkime şemasında da görüldüğü gibi, adipik asit ile su bir reaktörde karıştırılmakta ve daha sonra başka bir reaktörde heksametilendiamin ilave edilmektedir. Çıkan ürün bir filtreden geçirilerek kondasasyon otoklavında 220°C-260°C arasında buharla ısıtılmaktadır. Bunların sonucunda elde edilmiş poliamid hadde üzerinde su ile soğutulup, bir silindir sisteminden geçirilerek kesilmektedir. Daha sonra süzgeçten geçirilerek toz haline getirilmektedir.



Şekil 3.19: Poliamidin(naylon) üretim şeması [1]

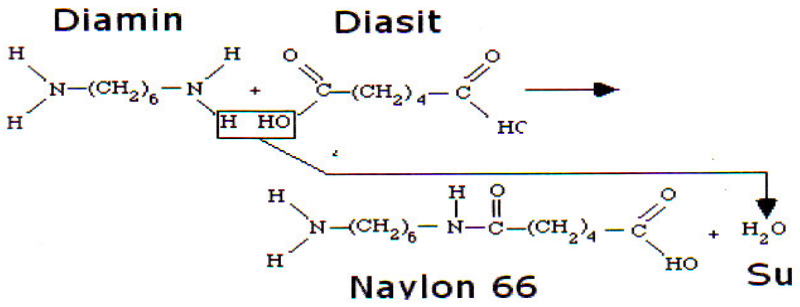
Genelde yüksek karbonlu diaminlerle diasitlerin tepkime ürünleridir. Doğrusal yapıda olan zincir, mol ağırlığı 11000-40000 olan bir polimer sınıfını oluşturur.

Tepkime örneği olarak heksametilen daimin ve adipin asitten Nylon 6.6'nın elde edilişini şu şekilde gösterebiliriz;



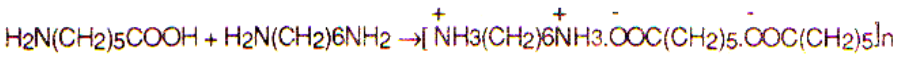
(3.2)

Naylon 6.6 ismiyle adlandırılmasının nedeni, kullanılan asit ve aminin altı karbonlu olmasıdır. Eğer daimin 6 ve diasit 10 karbon içerirse ürün Naylon 6.10 adını alır.



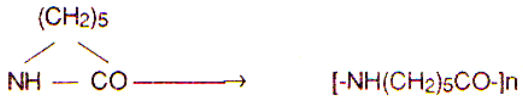
(3.3)

Naylon 6 ise iki şekilde elde edilmektedir ki bunlar ya yukarıdaki gibi heksametilen daimini, aminokaproik asitle tepkimeye sokarak:



(3.4)

Veya aminokaproik laktam bileşiğinden su alınmasıyla



(3.5)

polikaprolaktam olarak elde edilir. Bu tepkimede özel katalizör kullanılır ki bu işlem 240-280°C'de gerçekleştirilir.

Bunun yanında Naylon 6.9 yine heksametilen diamin ve azeleik asit, Naylon 11 heksametilen diamin ve aminoundekabonik asit, Naylon 6.10 heksametilen diamin ve sebazik asit, Naylon 6.12 heksametilen daimin ve dodekanoik asit kullanılarak birbirine benzer tepkimelerle elde edilir [1].

3.5.5 Naylon Üreten Bazı Firmalar

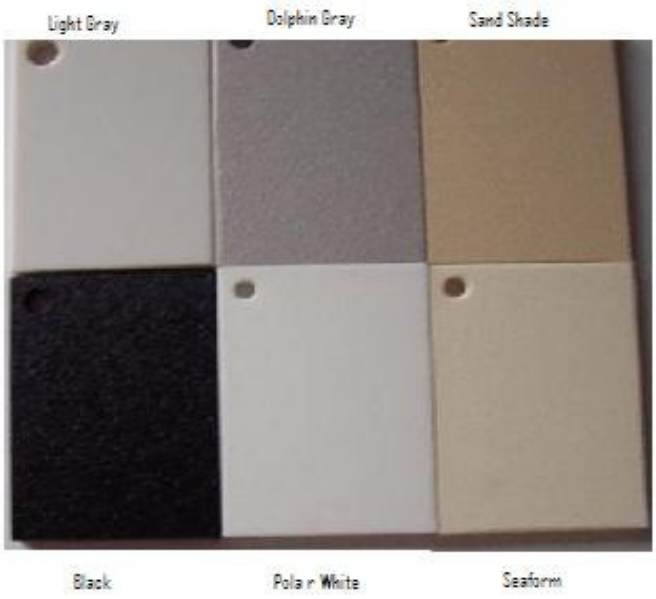
Aşağıda naylon üreten bazı firmalar ve bunlara ait özel ürün isimleri verilmiştir.

- Fosta Nylon (Fostre-Grant Inc.)
- Plaskon Nylon (Allied Chemical Corp.)
- Zytel (E.I. du Pont De Nemours Co.) [6]

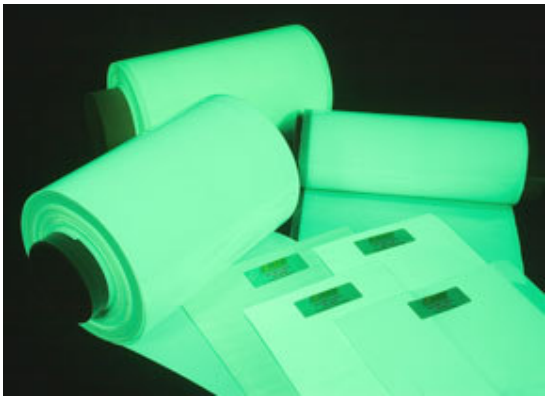
3.6 Polietereterketon (PEEK) Levhalar

3.6.1 Polietereterketon : Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

PEEK adı ile bilinen bu reçine, çok iyi özelliklere sahiptir ve enjeksiyon kalıplama parçaları, tel kaplamaları ve kompozit malzemeleri için uygun kısmikristalin bir termoplastiktir. Bu malzemenin %20 ve %30 cam elyafı ile kuvvetlendirilmiş ve %30 karbon elyafı ile kuvvetlendirilmiş çeşitleri vardır. Aşağıda Şekil 3.20 ve 3.21'de PEEK levha ve film örnekleri verilmiştir.



Şekil 3.20: PEEK levhalar [27]



Şekil 3.21: PEEK levha ve filmler [28]

PEEK reçineleri 350°C ile 400°C arasında normal teknolojik yöntemlerle kalıplanabilirler. Elde edilen parçalarda, kuvvetlendirilmemiş reçinede %1 büzülme görülmektedir. PEEK'nin yüksek sıcaklıktaki özellikleri aromîk yapıya bağlıdır. Bunun yanı sıra kristalin yapı, reçineye iyi bir yorulma mukavemeti, organik çözücülere karşı direnç ve çok az su emme özelliği kazandırmaktadır.

Oda sıcaklığında PEEK, tok ve rijit olup, uzun zaman içinde çok iyi aşınma (yatak) özelliklerine ve havada iyi abrazyon mukavemetine sahiptir. Kısa süreli çalışmalarda malzeme, 300°C üstünde de kullanılabilir. Malzemenin çok iyi ısı kararlılığı vardır. Sulu ortama ve çözücülere karşı iyi bir mukavemeti bulunur. Ancak bazı derişik asitler tarafından etkilenir ve bazı çözücüler yüksek gerilmelere zorlanan kaplanmış tellerde çatlaklara sebep olurlar. Bir çok poliaromatik reçineler gibi havada ültraviyole ışınların etkisi altında bozulurlar; bunu önlemek için uygun boya veya başka kaplamalar kullanılmaktadır. PEEK, genellikle uçak, askeri, nükleer santral, metro gibi alanlarda tel ve kablo olarak kullanılmaktadır.

3.7 Polyesterler, PES Levhalar

3.7.1 Polyesterler: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Elde edilmesinde ester polimerizasyonları kullanılan, katı ve sıvı tiplerinin yanı sıra alkid, aromatik termoset, termoplastik, doymamış türleri de bulunan, sanayide çok çeşitli amaçlarla kullanılan ürünler sınıfındadır [1].

Bazı özellikleri şöyledir;

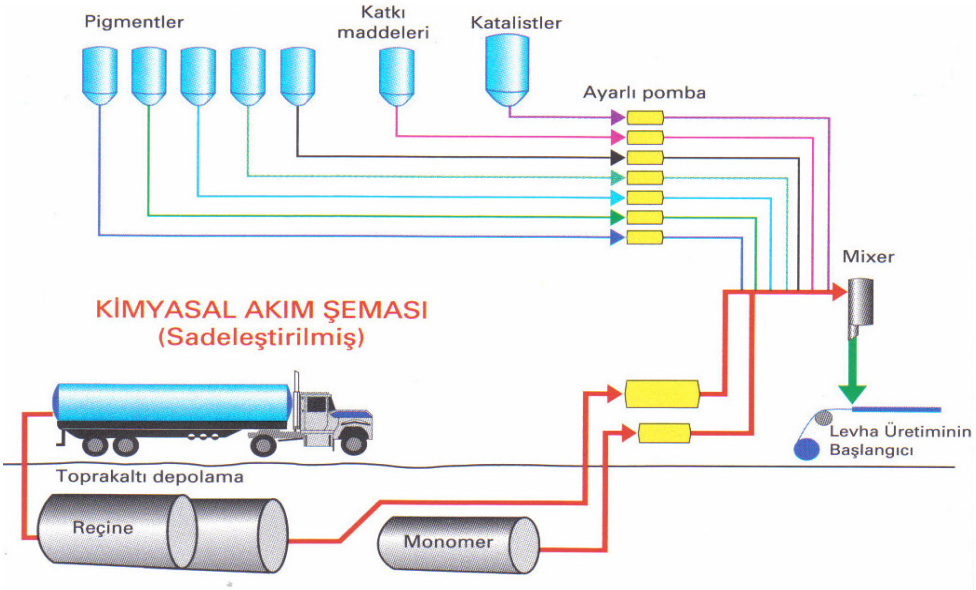
- Sertlik,
- Hava şartlarından etkilenmeme,
- Çeşitli kimyasallara dayanım,
- Kolay işlenebilme,
- İyi boyut kararlılığı,
- İyi elektriksel ve fiziksel özelliklere sahip olma,
- Mükemmel optik berraklık.



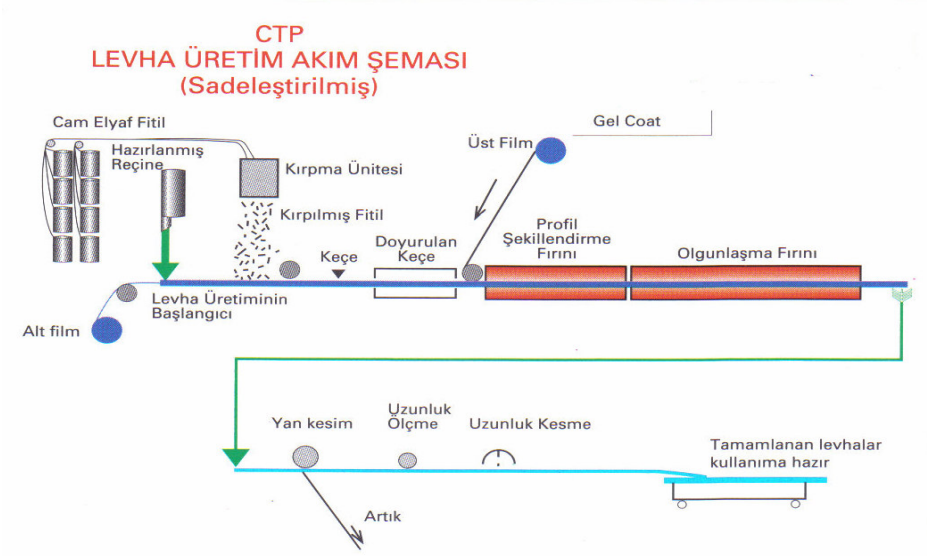
Şekil 3.22: CTP çatı ve cephe kaplaması [29]

3.7.1.1 Sıvı, Termoset Polyesterler

Reçinenin imali sırasında seçilen asit, alkol, kroslink monomerinin cinsi ve miktarı, reçinenin öngörülen molekül kütlesi ve inhibitör sisitemlerine bağlı olan polyester özellikleri, genellikle kolay işlenir, hızlı kür olabilir, iyi bir boyut kararlılığına sahiptir. Ayrıca kolay renklendirilebilip biçimlendirilebildiği gibi elektriksel ve fiziksel özelliklere sahiptir. Dayanımları tek başlarına az olduğu için pekiştirme maddesi (çoğunlukla cam elyafı) ile birlikte kullanılır. Gün ışığı ve hava koşullarından etkilenmediği için, kimyasal maddelerden asitler, alkaliler (çok derişik ve sıcak olmamak şartıyla), tuz çözeltileri ve birçok çözücülere oda sıcaklığında dayanıklıdır. Dökümde kalıp dökmesi çok az olup depolama ömrü 6 aydır [1]. Şekil 3.23 ve Şekil 3.24'te polyesterlere ait kimyasal akım şeması ve levha üretim akım şeması görülmektedir.



Şekil 3.23: Polyesterin kimyasal akım şeması [30]



Şekil 3.24: CTP levha üretim akım şeması [30]

Mobilya sanayinde lak ve vernik olarak parlak ve mat şekillerde uygulanmaktadır. Optik berraklığı çok iyi olmakla birlikte dekoratif veya cam amaçlı parçaların dökümünde de kullanılmaktadır. Su depoları, galvano tekneleri, çeşitli elektrik malzemeleri, özel basınç boruları ve inşaat levhaları ve panoları, özel yapım cam elyafı bunlardan hazırlanmış kumaş ve birçok lamine malzemeler, askeri ve sivil alanda fazla miktarda kullanılmaktadır [1].



Şekil 3.25: CTP çatı levhası [29]

3.7.1.2 Katı, Termoset Polyesterler, PES, ts

Termoset özellikte olan polyesterler, diğer reçinelere kıyasla değişik fizik yapı, sıcaklık ve ark dayanımı, boyut kararlılığı gibi yüksek özellikler kazandırılabilecek şekilde imal edilirler. Bu üretimlerde kullanılan doymamış polyesterlere pek çok monomer katılıp kalıplama sürecinde bağ oluşumu sağlanıp, basınç kalıplama sonucunda çekme dayanımının 560-1050 kgf/cm² olması sağlanır. Darbeye karşı

dayanımı çok iyi olmakla birlikte esnek bir özelliğe sahip olan polyesterlerin bağıl yoğunlukları 1.7-2.2 arasında değişmektedir [1].

Sıcaklık etkisiyle bile düşmeyen, iyi dialektik özelliklere sahip olan alkid ve kalıplama polyesterleri, özellikle oto ateşleme düzeneklerinde kullanılır. Bunun yanında elektrik ve elektronik parçalar yapımında ve mikrodalga fırın yapımında da kullanılır [1].

Aromatik polyesterlerin optik özellikleri ve UV dirençleri çok iyi olup, ısı dayanıklılığı ve alev geçirmezliği yüksektir. Isı ile eğilme sıcaklığı 18.5 ATM'de 170°C'dir. -40°C' de dahi darbe dayanım özelliğinden çok şey kaybetmeyen polyesterler, dolgu ve pekiştirme maddeleri de kullanılarak özellikleri iyileştirilebilirler [1].

Uygulanma alanı çok çeşitli olup bunlardan bazıları; açık hava koşullarında kullanılmak üzere çeşitli eşya, trafik ışık lambaları, güneş kollektörü camları, mikrodalga fırın parçaları, bağlantı elemanları…vs [1].

3.7.1.3 Termoplast Polyesterler, PES, tp

Enjeksiyonla kalıplama, şişirme kalıplama, basınçta ısı ile biçimlendirme gibi yöntemlere uygun olan katı polyesterlerden olan bu polimerlerin yaygın türleri PET(polietilentereftalat) ve PBT(polibutilentereftalat)'tır [1]. PET'in eldesinde iki farklı yöntem kullanılabilir. Tereftalik asit bazen dimetil tereftalat ile etilen glikolun tepkimesinden üretilebilir. Polimerizasyonun son kademesi vakumda ve 270°C'nin üstünde tamamlanıp, viskoz ürün hızlı su verme ile granül halinde 325°C'de bile kullanılan tipleri bulunmaktadır[1].

600-700 kgf/cm² gibi çekme dayanımı değerlerine ulaşabilen, sıcakta zor yumuşayan, eksrüzyon sıcaklığı 270-320°C olan polimer levhalardır. Enjeksiyonla şişme ve kalıplamaya da uygun olduğu gibi günlük hayattaki yaygınlığı fazladır. Birçok çözücüye karşı da dayanımı yüksektir [1] .

Gıda ambalajlama filmlerinde, dosya gömlekleri, kaliteli kendi yapışan bant şeritleri, ondüleli katmanlı malzemelerin destek filmleri, su ve şişe damacanaları üretimleridir. Tablo 3.23'de termoplast polyesterlere ait özellikler verilmiştir.

Tablo 3.23: Termoplast polyesterlerin özellikleri[3]

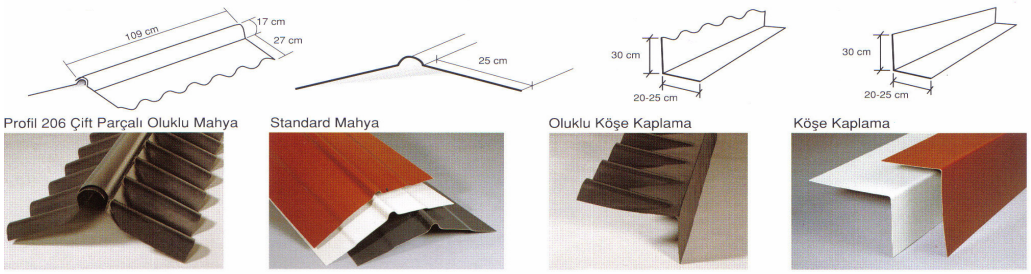
	Poliester
Yoğunluk (Kg/m³)	1100-1480
Çekme kopma mukavemeti (N/mm²):....	30-70
Çekme elastiklik modülü (N/mm²):	2000-4500
Çekme kopma uzaması (%):	0,6-1,7
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm²):.....	80-150
Eğilme elastiklik modülü (N/mm²):.....	2200-8000
Çentikli darbe (N/mm):	4
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	230
Lineer ısıl genleşme (oC.10⁻⁵):	10-18
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,2-0,7
Su emme (%; 24 saatte):	0,05-0,516

PBT, dimetil tereftalat ile 1.4 bütan diolün polikondenzasyonundan elde edilip, boyut kararlılığı çok iyidir. Çekme dayanımı çok yüksektir (580 kgf/cm²). Cam lifi pekiştirmesini kabul edip, kimyasal bakımdan zayıf asitlere, bazlara, deterjana, alifatik hidrokarbonlara, yağlara, ester, alkol, keton ve glikole oda sıcaklığında dayanır. Kuvvetli bazlara karşı kullanımı tavsiye edilmemektedir.Tablo 3.24'te ise farklı maddeler karşısında polyesterin davranış görülebilir.

Tablo 3.24: Farklı maddeler karşısında polyesterin davranışı[5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
POLYESTER, tp	5	5	5	5	1	5	5	1	5	5	5	4	5	5	5	5	5
POLYESTER, ts	4	5	3	1	1	1	5	5	5	3	5	3	2	3	5	5	5

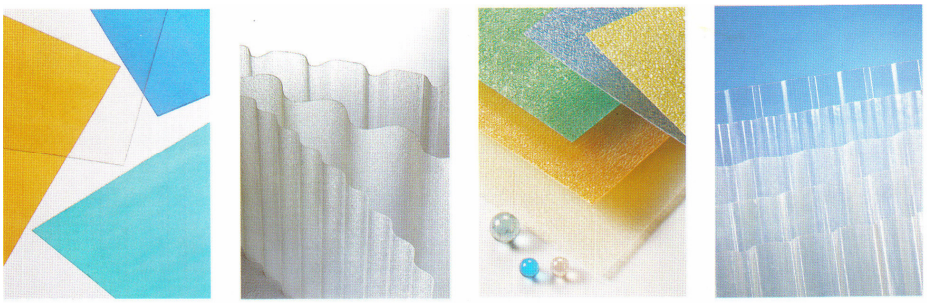
1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı



Şekil 3.26: Polyester levhadan üretilmiş mahya ve köşe kaplamaları [29]



Şekil 3.27: Çatı örtüsü olarak polyester örtü [31]



Şekil 3.28: CTP levhalar [29]

3.7.1.4. Polyesterin Elde Edilmesi:

Poli fonksiyonel asitlerle glikol, gliserin gibi polialkollerin veya metil metakrilat, stiren ve diallilftalat gibi monomerlerin esterleşmesi sonucu elde edilir[1] Reaksiyon;

HO—R—OH+HOOC.R'. COOH -» HOROOCR'COOH+H_2O

dialkol diasit yarı ester

HOROOCR'COOH+HO—R—OH -> HOROOCR'COOROH + H_2O **(3,4)**

Tepkimeler zinciri böylece devam ederek dibazik asit ve dialkolden sonuçta uzun, doğrusal polyester polimeri meydana gelir:

HOROOCR'COOROOC.R'COOR.OOCR'COOROOC.R'.C...

Dialkol ve diasit olarak etilen glikol ile maleik asit alınırsa:

CH_2OH CH—COOH

II

CH_2OH CH—COOH

$HOCH_3CH_2OOCH = CH.COOCH_2CH_2OOC.CH = CH.COOCH_2.CH...$ **(3,5)**

Son ürün, doymamış bir polyester olarak meydana gelip, özel formüller kullanılarak stiren veya vinil monomerde çözünmüş olarak elde edilir.

3.7.1.5 Polyester Üreten Bazı Firmalar

Aşağıda polyester üreten firmalar ve bunlara ait özel ürün isimleri verilmiştir.

- Alkanex (Polyester coating materials) (General Electric Co.)
- Amester (Polyester resins) (American Alkyd Industies)
- Aropol (Polyester resins) (Archer-Daniels-Midland Co.)
- Atlac (Polyester resins) (Atlas Powder Co.)
- Celanese (Polyester resins) (Celenase Corp. of America)
- Dacron (Polyester fiber) (E.I. du Pont de Nemours Co.)
- Fibroser (Polyester levha) (FİBROSAN polyester san.ve tic. aş)
- Fortrel (Polyester fiber) (Fiber Industies, Inc)
- Hetron (Polyester) (Durez Plastics Div.,Hooker Chem.)
- Kodel (Polyester fiber) (Tennessee Eastman Co.)
- Laminac (Polyester) (American Cyanamid Co.)
- Marco (Polyester resins) (Celenase Corp. of America)
- Marcothix(Thixotropic Poly. resins) (Celenase Corp. of America)
- Mirro-Brite (Polyester sheet) (Coating Products)
- Multaron (Polyester resins) (Mobay Chemical Co.)
- Mylar (Polyester film) (E.I. du Pont de Nemours Co.)
- Paraplex (Polyester resins) (Rohm and Haas)
- Pleogen (Polyester resins) (Mol-rez Div., Ame. Pet. Corp.)
- Polyfilm (Polyester film) (Dow Chemical Co.)
- Polylite (Polyester resins) (Reichhold Chemicals, Inc.)
- Vibrin (Polyester) (U.S. Rubber Co.)
- Videne (Polyester film) (Goodyear Tire and Rubber Co.) [6]

3.8 Polietilen-PE Levhalar

3.8.1 Polietilen: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Günümüzde en çok üretilen polietilen, plastikler içinde toplamda %40'lık bir tüketim oranına sahiptir. [1] Yaygın olarak, yoğunluğuna göre ayrılan polietilenler düşük, orta ve yüksek yoğunluklu polietilen olarak sınıflandırılmakta olup bunlara ek olarak çok yüksek molekül ağırlıklı polietilen söylenebilir. Çok yüksek molekül ağırlıklı

polietilenin yoğunluğu orta ile yüksek yoğunluk arasındadır. Ayrıca çapraz bağlı polietilen çeşidi de polietilenin alt grubuna ait bir termoset plastiktir [3].

Genellikle tok, çok iyi elektriksel ve kimyasal özelliklere sahip, sürtünme katsayısı düşük, nem emme özelliği sıfıra yakın ve kolay işlenebilen polietilenlerin çalışma sıcaklığı -4,5°C ile +90°C arasındadır.

Petrol kaynaklı etilenden elde edilen ürün ilk defa ICI-İngiltere laboratuarlarında sentez edilmiş, 1936'da da Fawcet tarafından tanımlanmıştır.

Kolay üretilebilip, problemsiz kullanılan ucuz bir ürün olarak dünya piyasasının başta gelen bir plastiğidir ki yurdumuzda da PETKİM tarafından "Petilen" adıyla üretilmektedir [1]. Şekil 3.29'da polietilen levhalar görülmektedir.



Şekil 3.29: Crosslink tekniğiyle üretilmiş polietilen levhalar [32]

3.8.2.1 Düşük Yoğunluklu Polietilen (AYPE)

Düşük yoğunluklu polietilen, süt beyaz renkte, opak ve dokunulduğunda mum hissi veren, film halinde puslu, PVC'den biraz sert, çok inceyken saydam olabilen bir malzeme olup, kimyasal maddelere ve korozyona dayanıklı bir polimerdir. Hiçbir çözücünün adi sıcaklıkta çözemediği AYPE, sıcakta benzen ve karbon tetraklorid gibi çözücülerin etkisiyle şişer. Özellikle basınç altında, kimyasallara karşı direnci düşerek çatlamalara uğrar. Işığa ve açık hava şartlarına pek dayanıklı olmayan AYPE, ancak karbon siyahı, kendisiyle uyumlu bir plastikleştirici, UV stabilazatörü gibi katı atık maddeleriyle direnci ve ömrü artar. Hava ve ışık ile temasının olmadığı durumlarda (örnek yer altı kabloları) yıllarca bozulmadan dayanır.

AYPE 80- 85°C' ye kadar kullanılabilmesine rağmen yüksek sıcaklıkta, gitgide yumuşayıp sonunda mum kokusu vererek parçalanır.

Tablo 3.25: AYPE' nin fiziksel özellikleri[3]

	AYPE
Yapı	kısmikristalin
Kristalinite derecesi	%45-55
T_g	< 100°C
T_m	108-115°C
Kullanma sıcaklık sınırı:	
- Kısa süreli	≈100°C
- Uzun süreli	≈ 80°C

Özgül ağırlığı, ASTM standartlarında Tip 1 olarak tanımlanan için; 0,910-0,925 olup, mekanik dayanımı orta derecededir fakat darbe dayanımı yüksektir. Yapısına bağlı olarak çekme dayanımı 100- 300 kgf/cm² dir [1].Yüksek frekanslı yerlerde elektrik akımı çok iyi olan, teflondan sonraki en uygun malzemedir.

AYPE levha veya parça halinde sıcak hava veya diğer yöntemlerle kaynak edilebildiği gibi folyo veya film halinde de sıcak dikişle yapıştırılabilir.

AYPE, enjeksiyon ekstrüzyon, şişirme film haline getirme, kaplama gibi çeşitli biçimlerde şekillendirilebildiği gibi, tüketimde bu malzemenin %10'u kablo kullanımında, %60'ı film ve ambalajlamada, kalanı da köpük ve diğer parça üretiminde kullanılır [3]. Polietilenler genellikle yüksek zorlama ya da sıcaklıklara maruz kalan malzemelerin yapımında kullanılmazlar.

Kimyasallara dayanıklı depo, tank, laboratuar ekipmanı, korozyona dayanıklı çalışma yüzeyleri, şapka ve başlık yapımlarında da kullanılır [3].Film halindeyse sera örtüleri, ambalaj torbaları, şişirme plastiği olarak şişe, bidon ve benzerlerinin yapımında kullanılır [1].

Tablo 3.26: Farklı maddeler karşısında AYPE' nin davranışı[5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
AYPE	5	5	5	3	1	5	5	5	5	1	3	3	3	3	2	2	3

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

AYPE' nin darbe davranışı aşağıdaki gibi olup bu konuda yüksek mukavemete sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 3.27: AYPE levhaların darbe davranışı[3]

	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
AYPE	D	D	D	D	D	D	D	D

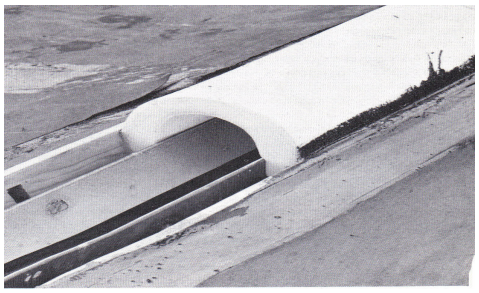
A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.



Şekil 3.30: Isı, ses ve nem yalıtım malzemesi olarak polietilen levha [33]

Standart veya dallanmış polietilen diye de bilinen düşük yoğunluklu polietilen, etilenin yüksek basınç polimerizasyonu ile elde edilir. Tepkime çok çeşitli şekillerde yürüyerek ara ürünler, uzun zincirli dallanmış ürünler ve sonuncu olarak da molekül ağırlığı birkaç binden başlayıp milyonlara varan polimerler meydana getirmek üzere karışık bir düzenle işler. [1] Polietilenin oluşum denklemini basit bir katılma polimerizasyonu halinde göstermek mümkündür

$$(CH_2 = CH_2)n \rightarrow \ldots\!-\!CH_2-CH_2-CH_2-\ldots n \qquad \textbf{(3.6)}$$



Şekil 3.31: Isı yalıtım malzemesi olarak polietilen köpük[11]

3.8.2.2 Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE)

Görünüm olarak AYPE'ye benzese de ondan çok daha sert, molekül ağırlığı 150000 ile 400000 arasında olan bir polietilen çeşididir. Çekme mukavemeti (225- 350 kgf/cm²) daha yüksek olmasına rağmen darbe dayanımı AYPE'ye kıyasla daha düşüktür. Suya ve kimyasallara karşı direnci iyi olup açık hava koşullarındaki dayanıklılığı AYPE gibi değildir. Sıcaklık dayanımı ise 100°C'nin üzerindedir.

Enjeksiyon, ekstrüzyon, toz kaplama, film çekme, döner kalıplama gibi pek çok biçimlendirme çeşidi olan YYPE'nin, elektriksel uygulamalardaki performansı yüksektir. Aşağıda Tablo 3.28 ve Tablo 3.29'da, YYPE'nin fiziksel ve mekanik özellikleri verilmiştir.

Tablo 3.28: YYPE'nin mekanik özellikleri [3]

	YYPE
Yoğunluk (Kg/m^3)	914-960
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	8-35
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	200-1400
Çekme kopma uzaması (%):	100-1200
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	5-21
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	400-1500
Çentikli darbe (N/mm):	30-100
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	30-55
Lineer ısıl genleşme (oC.10^{-5}):	13-25
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,25-0,6
Su emme (%; 24 saatte): .....<0,01	

Tablo 3.29: YYPE'nin fiziksel özelikleri [3]

	YYPE
Yapı	kısmikristalin
Kristalinite derecesi	%70-80
T_g	<100°C
T_m	130-140°C
Kullanma sıcaklık sınırı:	
- Kısa süreli	≈ 110°C
- Uzun süreli	≈ 90°C

Geniş kullanım alanına sahip olan YYPE' den, basınçlı borular, gaz dağıtım boruları, şişe, bidon, varil, beyaz eşya ve makine parçaları, izolatör, oyuncak, elektrikli ve elektronik aletler[1], sebze kesme plakaları, korozyona dayanıklı duvar kaplamaları, tüp flenşleri, laboratuar ve büro bölmeleri, kimyasal fabrikalarda insan giyecekleri, radyasyon korumaları...gibi malzemeler üretilmektedir [3].

YYPE'nin darbe davranışı, grafikte görülmekte olup iyi bir darbe dayanım özelliği olduğu söylenebilir.

Tablo 3.30: YYPE levhaların darbe davranışı [3]

	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
YYPE	C	C	C	C	C	C	C	C

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

Tablo 3.31: Farklı maddeler karşısında YYPE'nin davranışı [5]

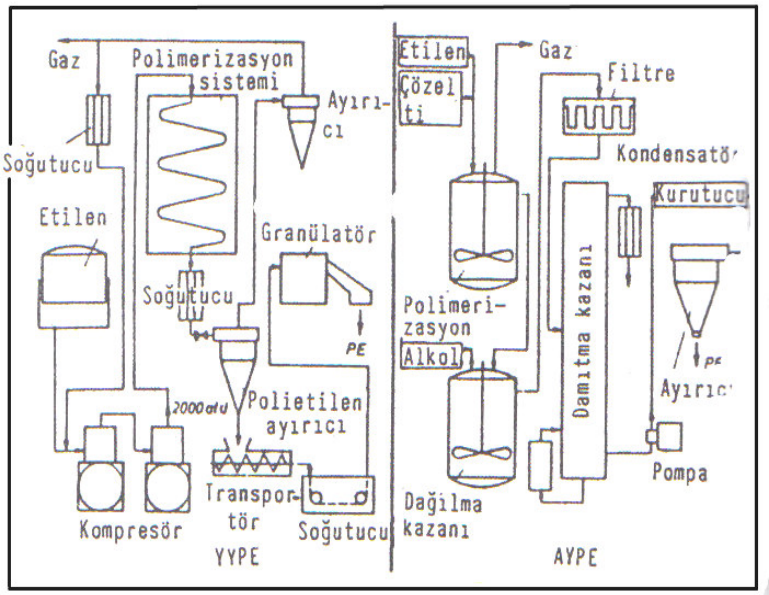
	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
YYPE	5	5	5	4	1	5	5	5	5	2	5	5	5	4	4	3	4

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

YYPE'nin çeşitli asit, baz ve çözeltiler karşısında davranışı yeterli düzeyde olup bozulmaya uğramamaktadır.

Farklı birkaç yöntemle elde edilebilen YYPE'ye yüksek basınç uygulanarak, radikal polimerizasyonu sağlanmış olur. Koordinasyon polimerizasyonunda ise düşük basınç ve 50- 75°C'de katalitik sentez yapılır. Katalizör olarak kullanılan heptanda çözünmüş titan teraklorid ve alüminyum alkil kullanılıp, polimerizasyon ısısını soğutarak işlem devam ettirilir. Çıkan ürün toz veya granül halde olup, sıvı ortamdan süzülüp alındıktan sonra kurutularak ambalajlanır.

Diğer bir yöntem de "metal oksit katalizörlü polimerizasyon" da etilen gazı çözülmesiyle 60-200°C' de, 35 At. basınç altında işlem tamamlanır. Soğutma ve çözücü buharlaştırılmasından sonra ürün elde edilmiş olur. Şekil 3.32'de AYPE ve YYPE' nin elde edilmesine ait şema görülmektedir.



Şekil 3.32: AYPE ve YYPE' nin elde edilmesi

3.8.2.3 Çok Yüksek Yoğunluklu Polietilen (CYYPE)

ASTM D4020'ye göre molekül ağırlığı 3.100.000 ve daha üzeri olan, elektriksel, kimyasal ve fiziksel verileri YYPE' ye benzeyen fakat molekül ağırlığının yüksek oluşunun yanında darbe ve aşınma dayanımlarıyla özel süreç karakteristiklerine sahip çok değerli bir malzemedir [1]. Düşük sürtünme katsayısına sahip olan plastiğin çalışma sıcaklığı yaklaşık olarak 93°C' ye kadar olup, yüksek ergime viskozitesinden ötürü işlenmesi oldukça zordur; bu amaçla daha çok basınçlı kalıplamada, ram ekstrüzyonda ve sıcak dökmede kullanılır [3]. Polimer ZİEGLER katalist sistemiyle ince toz halinde elde edilerek piyasaya yarı işlenmiş halde, levha, profil, çubuk, boru vb. şekillerde de sürülebilir [1].

3.8.3 Polietilen Üreten Bazı Firmalar

Aşağıda polietilen üreten bazı firmalar verilmiştir.

- Ameripol (Goodrich-Gulf Chemical Co.)
- Celanese (film) (Celanese Corp. of America)
- Dylan (Koppers Chemical Co.)
- Epolene (resin) (Eastman Chemical Products, Inc.)
- Ethafoam (foam) (Dow Chemical Co.)
- Fairlon (film) (Chippewa Plastics, Div. of Rexall Drug and Chemical Co.)

- Fortiflex (Celanese Corp. of America)
- Genco (General Plastics, Inc.)
- Ger-pak (film) (Gering Plastics)
- Grex (YYPE) (W.R. Grace and Co.)
- Hi-fax (Hercules Posder Co.)
- Microthene (U.S. Industrial Chemicals Co.)
- Petrothene (U.S. Industrial Chemicals Co.)
- Seilon (Seiberling Rubber Co.)
- Mega Polietilen Köpük San. Ve Tic. A.Ş. [6]

3.9 Polikarbonat-PC Levhalar

3.9.1 Polikarbonat: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Polikarbonatlar amorf yapıda olup kristal saydamlıkta malzemedir ve mekanik, elektriksel özellikleri yüksek, saydam, kimyasal özellikleri vasat değerde, kullanım alanları çeşitli, çok değerli bir termoplast üründür [2]. -90°C ile 135°C (sterilizasyon sırasında) arasındaki sıcaklıklara dayanıklıdır. Polikarbonat çatı örnekleri Şekil 3.33-34'te verilmiştir.



Şekil 3.33: Polikarbonat levha çatı örtüleri [34]



Şekil 3.34: Polikarbonat çatı detayları [34]

Polikarbonat levhalar;

- Tok ve şeffaf termoplastiklerdir.
- Yüksek darbe mukavemetine sahiptir.(Camdan 250 kat fazla)
- İyi akustik özelliğe sahiptir.
- Elektrik özellikleri, özellikle de dialektikliği yüksektir.
- Optik olarak çok temiz, çok büyük ışık geçirgenliğine sahip, düşük bir duman oranına sahiptir.



Şekil 3.35: Polikarbonat levha çatı örtüleri [35]

- Boyut kararlılığı yüksektir. [3]
- Dolgulu, alaşım ve kopolimer türlerinde özellikler daha da iyileştirilmiştir.
- 140°C'ye kadar varan sıcaklıkta kullanım alanına sahip olup, yakıldığında yanmasını kendi başına devam ettirmeden söner.
- Kimyasal olarak asitlere karşı dirençli olmasına rağmen alkaliler tarafından etkilenir, petrol kaynaklı yakıt ve yağlara karşı ise dirençsizdir.
- Termoplastiklere has bütün işleme süreçlerine uygun olarak üretilir.
- İyi mekanik özellikleri sahiptir [1].
- Çeşitli sıcaklıklarda ve nem şartlarında çok iyi yalıtkanlığa sahiptir, ancak birçok plastiğe göre düşük ark direncine sahiptir.

3.9.2 Polikarbonatın Kullanım Alanları

Sinyal lambaları dahil otomotiv sanayinde, sokak ve trafik lamba armatürlerinde, güneş kolektörü camları, yüksek basınç ve sıcaklığa dayanıklı pencereler, lensler, elektronik ve telekominikasyon parçaları, büro ve iş makinaları gövdeleri yapımında, gıda ambalajlarında, sağlık donanımı, inşaat ve dekorasyonda, elektrik yalıtımları, uçak ve uydu parçaları, pompa rotorları ve dağıtıcıları, hassas cihaz…gibi.

3.9.3 Polikarbonatın Genel Özellikleri

Aşağıdaki tablolarda polikarbonat levhalara ait özellikler verilmiştir:

Tablo 3.32: Polikarbonat levhaların genel özellikleri [3]

	PC	PC(30CD)
Yoğunluk (Kg/m^3)	1100-1250	1420-1430
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	56-66	100-142
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	2000-3000	8000-10000
Çekme kopma uzaması (%):	100-130	3-5
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	90-100	125-145
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	2100-2400	6000-8400
Çentikli darbe (N/mm):	20-30	-
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	130-145	143-150
Lineer ısıl genleşme ($oC.10^{-5}$):	4-7	2,2-2,7
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,14-0,2	0,4
Su emme (%; 24 saatte):	0,16	0,07-0,13

(PC(30CD)=%30 cam elyafı ile kuvvetlendirilmiş PC'dir.)

Tablo 3.33: Polikarbonatın fiziksel özellikleri [3]

	Polikarbonat (PC)
Yapı	amorf
T_g	158°C
Kullanma sıcaklık sınırı:	
- Kısa süreli	≈135°C
- Uzun süreli	≈100 °C

Tablo 3.34: Polikarbonatın darbe davranışı [3]

	-20	-10	0	10	20	30	40	50
Polikarbonat	C	C	C	C	D	D	D	D

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

Tablo 3.35: Farklı maddeler karşısında polikarbonatın davranışı [5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
POLİKARBONAT	5	5	5	4	2	3	1	1	5	1	4	1	1	1	5	1	5

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

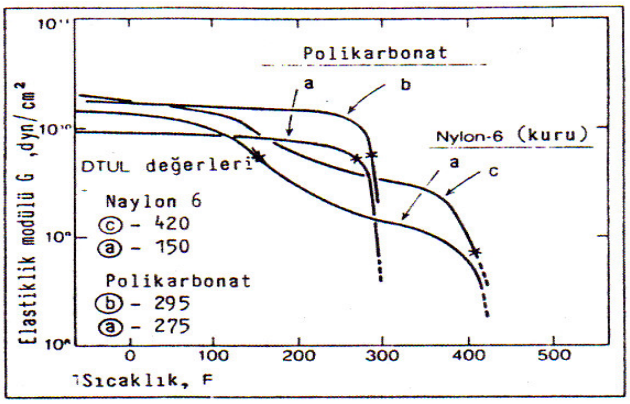




Şekil 3.36: Balkon önü kapatması olarak Polikarbonat levha [35]

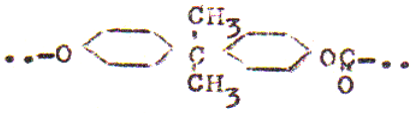
Şekil 3.37: Asma tavan uygulaması olarak Polikarbonat levha [35]

Tablo 3.36: Amorf ve kısmikristalin plastiklerin, sıcaklığa bağlı dinamik elastiklik kavrama modülü



3.9.4 Polikarbonatın Elde Edilmesi

Polikarbonat bir karbonik asit polyesteridir ve bileşiminde tekrarlanan –OCOO- heterozincir grupları ile karakterize edilir.Bunu farklı bir şekilde açıklamak gerekirse, karbonat gruplarıyla bağlıdihidrik veya polihidrik fenollerdir. Polimer iki yolla elde edilir; Fosgen ve bisfenol A2nın tepkimesiyle veya bisfenol A ile difenil karbonatın ester değişim tepkimesiyle. Her iki halde de şu şekilde formüle edilir:



(3.7)

3.9.5 Polikarbonat Üreten Bazı Firmalar

Aşağıda polikarbonat üreten bazı firmalar verilmiştir.

- Lexan (General Elektric Co.)
- Merlon (Mobay Chemical Co.) [6]

3.10 Polipropilen; PP Levhalar

3.10.1 Polipropilen: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

1960'lı yıllardan beri kullanılan polipropilen, düşük fiyatlı polimerlerdendir [44]. Polipropilen, başka termoplastiklerdeki mekaniklik, termiklik, elektriksellik, fiziksellik ve kimyasallık özelliklerindeki üstünlüğüyle ayrılır. Asit, organik çözücü, alkalin ve elektrolitlere karşı direnci çok iyi olup, nem emme oranı düşük olup, hafif ve kolay işlenen bir özelliğe sahiptir [3]. Polipropilenin su buharı bariyer özelliği iyi olmasına rağmen gaz ve aromayı geçirme özelliği vasattır. Hayvansal yağlara yağlar karşı ise polietilenle kıyaslandığında daha iyi bir bariyerdir. 140C 'a kadar kullanılabilme özelliğine sahiptir [2]. Genel özelliklere bakacak olursak;

- Normalin altında bir ağırlık
- Yüksek mukavemet
- Çarpmaya ve sıkışmaya karşı dayanıklılık
- Mükemmel diyalektik özellikler
- Pek çok alkali ve asite karşı dayanıklılık
- Toksin olmaması
- Lekelenmemesi, renk vermemesi
- Sertliğe ve esnekliğe sahip olması
- Düşük nem emiciliği
- Kolay işlenebilmesi ve yüksek ısı dayanımı söylenebilir. [44]

Polipropilen düşük yoğunluklu bir reçine olup tabi olarak yarı saydam ve süt beyazı rengindedir. Boyanma kabiliyeti de yüksektir. Cam elyafı ile kuvvetlendirilerek istenilen kimyasal, ısısal ve elektriksel özelliklere sahip olur. Polipropilenden üretilen ürünlerin ömrü 120°C de beş ,110°C de on senedir [3]. Ülkemizde PETKİM kuruluşu tarafından üretilen polipropilen, Türk Standartları Enstitüsünce "TS 1404" numarasıyla standardize edilmiştir [1].

3.10.2 Polipropilenin Kullanım Alanları

Kimyasal dayanım tankları , astarlar, tırabzanlar, yürüyüş yolları, tuvalet ekipmanları, süzgeç baskı levhalara, ev gereçleri, lavabolar, kaplama konsollar, temizlik odası duvarları, döşemeler ve tavanlar, termo şekillendirme ürünleri, kaplanmış fıçılar ve bidonlar, pompa parçaları ve gövdeleri…vs



Şekil 3.38: Pencereler için fırtına koruyucu olarak polipropilen levha [8]

3.10.3 Polipropilenin Genel Özellikleri

Aşağıdaki Tablo 3.37-39 arasında polipropilene ait özellikler verilmiştir.

Tablo 3.37: Polipropilenin mekanik özellikleri [3]

	PPPP(30CD)	
Yoğunluk (Kg/m^3)	900-910	1110-1130
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	25-40	50-100
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	1000-1600	5000-6000
Çekme kopma uzaması (%):	100-1000	2-3
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	48-75	56-75
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	800-2100	4500-6000
Çentikli darbe (N/mm):	3-17	-
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	45-60	138-148
Lineer ısıl genleşme (oC.10^{-5}):	8-15	3,0-4,0
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,16-0,24	0,36
Su emme (%; 24 saatte): 0,02		0,02-0,03

(PP30CD)=%30 cam elyafı ile kuvvetlendirilmiş PR

Tablo 3.38: Polipropilenin bazı fiziksel özellikleri [3]

	Polipropilen (PP)
Yapı	kısmikristalin
Kristalinite derecesi	%70-80
T_g	≈5°C
T_m	160-165°C
Kullanma sıcaklık sınırı:	
- Kısa süreli	≈140°C
- Uzun süreli	≈ 90 °C

Tablo 3.39: Polipropilenin darbe davranışı[3]

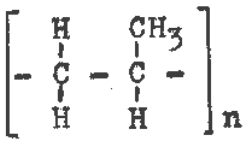
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
Polipropilen	B	B	B	C	D	D	D	D

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

Polipropilenin darbeye karşı tepkisi, farklı değerler için farklılıklar göstermektedir.

3.10.4 Polipropilenin Elde Edilmesi

Bir gaz olan propilen monomeri, polimerize olarak elde edilir.Uygulanan yöntem katılma polimerizasyonudur. Formülü aşağıda verildiği gibi olup gerekli olan propilen gazı alkilat benzininin rafinasyonundan sağlanır.



(3.8)

Polimerizasyon işlemi, 'NATTA-ZİEGLER' heterojen katalizörü kullanılarak özel sıcaklık ve basınç koşullarına tamamlanır. Verimi yüksek olup bu yöntemle elde edilen PP'nin bünyesinde %3–10 kadar amorf, yumuşak polimer vardır. Geri kalan kısmı oluşturan kristal kısım 167°C'de erir. Genellikle polipropilene enjeksiyon, ekstrüzyon ve üfleme gibi yöntemler uygulanır.

Tablo 3.40: Farklı maddeler karşısında polipropilenin davranışı [5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
POLİPROPİLEN	5	5	5	1	1	5	5	5	5	1	5	3	5	3	2	2	3

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı





Şekil 3.39: Güneş ısıtma enerjisi için levha[9]

Şekil 3.40: Aydınlatma gereçlerinde polipropilen sütun[7]





Şekil 3.41: Polipropilen kaset kalıplarıyla nervürlü döşeme uygulamaları [36]

3.10.5 Polipropilen Üreten Bazı Firmalar

Aşağıda polipropilen üretan bazı firmalar görülmektedir.

- Avisun (Avisun Corp.)
- Chevron (California Chemical Co.)
- Moplene (Novamont Corp.)
- Poly Pro (Spencer Chemical Co.)
- Profax (Hercules Powder Co.) [6]

3.11 Polistiren (PS) Levhalar

3.11.1 Polistiren : Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Çok yönlü ve rijid, kullanışlı bir termoplast ürün olan polistiren, stiren polimerleri grubuna giren stiren kopolimerleri, elastomerik kopolimerler ve vinil monomerleri ile aynı aileye mensuptur. Değişik özelliklerde olan ve çok üretilen bir malzeme olup, yurdumuzda PETKİM kuruluşu tarafından PS, "Petren" ticari adıyla piyasaya verilir ve Türk Standartları Enstitüsünce "TS 5341" numarasıyla standardize edilmiştir [1]. Amorf bir polimer olan polistirenin genel özellikleri;

- Parlayan bir berraklığa sahip olması,
- Sert olması,
- Kolay işlenebilme özelliği ve mükemmel şekil kararlılığı,
- Çok iyi renklendirilebilme özelliği ve yüksek optik özellikler,
- Makul ölçülerde iyi ve mekanik ısısal özelliklere sahip olması,
- Kırılganlığı hafif ölçüdedir ve 100°C'nin altında sıcaklıklarda dahi yumuşayabilme özelliği vardır (kullanma sıcaklığı 93°C'ye kadar).
- Oda sıcaklığında elektriksel özellikleri iyi olup kayıp faktörü düşüktür.
- Birçok aromatik ve klorlanmış çözücülerde çözülebilme…gibi.

Polistiren levhalar, homopolimer ve kopolimer olarak imal edilir ki homopolimerler genel amaçlı ve darbe mukavemetli; kopolimerler ise kristal berraklığında, darbe mukavemetli, cam ile kuvvetlendirilmiş şekilde üretilmektedirler. Bu reçinelere enjeksiyon kalıplama levha ve profil ekstrüzyonu, köpük kalıplama gibi birçok teknolojik yöntemler uygulanabilir [3].Ayrıca genişleyen polistiren adında ve özellikle yalıtkanlıkta ve enerji sönümlemede çok iyi olan bir köpük çeşidi daha vardır.

Değiştirilmemiş polistiren, rijid ve kırılgan, orta mukavemetli ve kristal berraklığında bir reçine olup, bazı lastik çeşitleriyle (polibutadien gibi) harmanlandığında darbeye dayanıklılığı istenilen ölçülere getirilebilir. Polistiren de diğer pek çok polimer gibi nispeten inerttir.Alkalilere ve sıradan asitlere dayanıklı olmasına rağmen, klor, brom, sülfat asiti gibi çok aktif kimyasal maddelere karşı dayanıksızdır. Cam elyafı ile güçlendirilmiş çeşidinin oldukça iyi ısısal ve eğilme özellikleri, rijitliği, boyut kararlılığı ve darbe mukavemeti gibi özellikleri vardır. Tüm kopolimer çeşitleri paketleme ve ev döşemeleri gibi alanlarda kullanılır.



Şekil 3.42: Cephe kaplaması olarak EPS [38]

3.11.2 Polistirenin Kullanım Alanları

Kolaylıkla levha, film, profil ve köpük plastik haline getirilebilen polistiren pek çok alanda kullanılır. Çeşitli ev eşyası parçaları, telefon, bilgisayar, elektronik endüstrisi için gerekli parçalar, gıda, tekstil, oyuncak ve çok çeşitli makine aksamı yapımı, düğme ışık düğmeleri, içecek şişeleri ve paketleme malzemesi; köpüklü şekli ise yalıtkan ve enerji sönümleme yapımında kullanılır.

3.11.3 Polistirenin Genel Özellikleri

Aşağıda polistirene ait genel özelikler verilmiştir.

Tablo 3.41: Polistirenin mekanik özellikleri [3]

	PS	PS(30CD)
Yoğunluk (Kg/m^3)	1040-1060	1450
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	45-65	110-130
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	3000-3300	10000-12000
Çekme kopma uzaması (%):	1,0-3,0	1,0-3,0
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	70-118	154-170
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	2800-3500	8000-8500
Çentikli darbe (N/mm):	2	-
Eğilmede bükülme sıcaklığı (^{o}C):	80-100	180-185
Lineer ısıl genleşme (oC.10^{-5}):	6-10	2,5
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,12-0,17	0,32
Su emme (%; 24 saatte): 0,03-0,1		0,2

(PS30CD)=%30 cam elyafı ile kuvvetlendirilmiş PS

Polistirene ait genel özellikler Tablo 3.41'de verilmiş olup, %30 cam elyaf ile kuvvetlendirilmiş polistirenin mekanik özellikleri arasındaki farklar görülmektedir.

Tablo 3.42: Polistirenin darbe davranışı [3]

	-20	-10	0	10	20	30	40	50
Polistiren	A	A	A	A	A	A	A	A

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.

C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

Tablo 3.42 incelendiğinde görülüyor ki, oldukça zayıf bir mukavemete sahip olan polistiren, bütün numunelerle kırılır.

Tablo 3.43: Farklı maddeler karşısında polistirenin davranışı [5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
POLİSTİREN	5	5	5	3	1	5	5	5	3	1	5	1	1	1	1	1	1

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

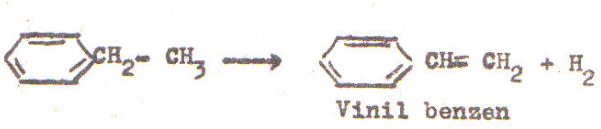
3.11.4 Polistirenin Elde Edilmesi

Monomeri stiren olan polistiren, benzen ve etilenden yapılıp, alüminyum kloridin katalizörlüğü ile, basınç altındayken etilen gazı benzen içerisinden geçirilerek elde edilir. 90°C'de, katılma tepkimesi sonucundaysa etil benzen oluşur.



(3.9)

Etil benzen demir oksit ve magnezyum oksit karışımı katalizörlüğünde, 600°C'de dehidrojenasyon (hidrojen atılması) ile vinil benzen, yani stirene dönüşür. Elde edilen stiren destillenerek saflaştırılır:



(3.10)

Monomer olan vinil benzen süspansiyon veya kütle polimerizasyonu ile polistirene dönüştürülür. Stirenin kütle polimerizasyonu inhibitörsüz stirenin peroksit başlatıcısı ile bir kapta ön polimerleşme ile başlar ki daha sonra ısı transferiyle reaksiyon karışımındaki polimerin doygunluk konsantrasyonuna kadar asıl polimerizasyon

devam eder. Normal şartlarda yeteri kadar viskoz %30 polimer konsantrasyonunda 4,5Ø x 12 metre ölçüsünde bir silindirik kaba aktarılıp devamlı dolu olacak şekilde sıvı halin muhafaza edilmesiyle , varsa kaçaklar da önlenerek kulenin üst kısmı soğutulup, altı da ısıtılarak, kontrollü polimerizasyonda erimiş polimerindipte toplanması sağlanır. Sonrasındaysa silindirden bir lüle grubu yardımıyla alınan ince çubuk plastikler soğutulup parçalanır ve kalıplanmaya hazır olarak ambalajlanır.

3.12 Polistiren Plastik Köpük (EPS) Levhalar

3.12.1 Polistiren Köpük : Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Ambalajlama ve ısı yalıtımlarında kullanılan EPS köpük, günümüzde oldukça fazla tercih edilen bir malzemedir [1]. Köpük polistiren 1951'de BASF tarafından geliştirilmiş olup [2] küflenme, çürüme, korozyona uğrama gibi istenmeyen özellikleri taşımaması, ucuz olması, tercih nedenleri arasındadır [1].

Camlaşma geçiş sıcaklığı, oda sıcaklığının bir hayli altında olan esnek köpüklerin, açık havada ve güneşte renkleri sarıdır ancak renklendiriciler herhangi bir renk alabilirler. Polieter esaslı köpükler,ıslak veya kuru durumda yüksek sıcaklık yaşlanmasına dayanıklı olup ancak ultraviyole ışınları altında özelliklerini düşürmektedirler ve malzemeyi daha kırılgan yapmaktadır. Yırtılma ve çekme mukavemeti, korozif çözeltilerin çoğunun etkisiyle azalmakta ve bunun sonucunda şişme olayı meydana gelmektedir. Ancak çözelti uzaklaştırılıp etkisi kesildiğinde malzeme kuruduğu zaman şişme de yok olmaktadır. Kuvvetli oksidantlar tarafından tahrip olan köpükler, kuvvetli asit ve bazlar altında hidrolize edilmektedirler. Polyester köpükler oksidantlara karşı polieter köpüklere göre daha dayanıklı olup, polieter köpükler ise hidrolik bozulmaya karşı daha dayanıklıdır [3].

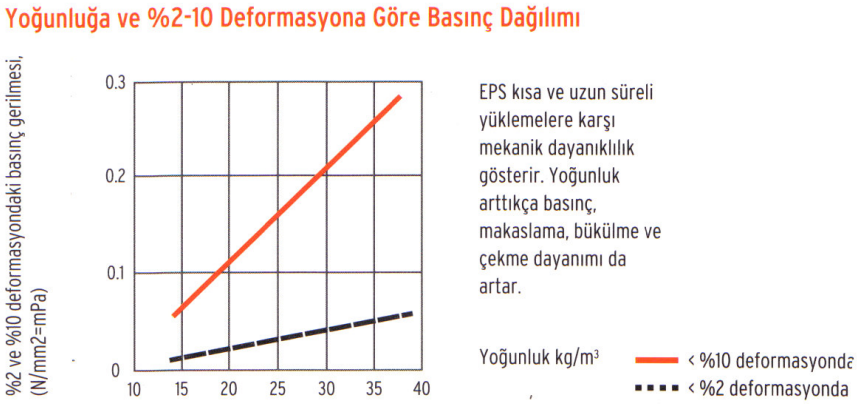
3.12.2 EPS' nin Kullanım Alanları

Isı yalıtımı ve yüzme aksesuarları için başlıca malzeme blok kalıplama ürünleridir. Beyaz eşya ambalajlarında da blok kalıplama ve çanak dökümleri kullanılır. Bot endüstrisi için kalıplama yoğunluğu 16 kg/m³, yaygın ticari uygulamalarda buz kapları, kan muhafaza kabinleri, yaz ürünleri ambalajları 20-40 kg/m³ yoğunluktaki köpük malzemeden yapılmaktadır.İnce cidarlı çanak çömleklerde biraz fazla saydamlık arandığından 32-65 kg/m³' lük malzemeler kullanılır. Gürültü sönümleme malzemelerinde de kullanılır. [1]

3.12.3 EPS' nin Genel Özellikleri

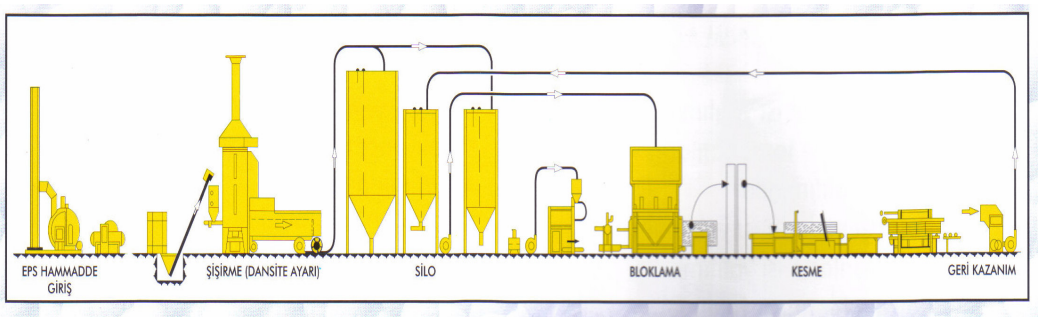
Aşağıdaki Tablo 3.44'de bazı plastik köpüklerin yoğunluklarıyla birlikte çekme ve darbe dayanımları verilmiştir.

Tablo 3.44: EPS' nin yoğunluğa ve deformasyona göre basınç dağılımı [37]



3.12.4 EPS'nin Elde Edilmesi

EPS, (expandable polystyrene beads) adı da verilen plastik PS köpük başlıca iki yöntemle elde edilir. Bu yöntemler; polimerizasyon ve emprenye etme yöntemleridir[1]. Aşağıdaki Şekil 3.43'de EPS'nin üretim şekli verilmiştir.



Şekil 3.43: EPS' nin üretim şekli [39]

Polimerizasyon Yöntemi: Stiren monomeri, su ve katalist süspansiyon halinde açık kapta sert boncuk kademesine kadar ısıtılıp, kapalı halde basınç uygulanır. Bir süre sonra da şişirme elemanı (n-pentan) ilave edilerek 50-52°C'de pişirilir. Daha sonra da kap boşaltılarak yeniden aynı maksat için kullanıma verilir [1].

Emprenye Yöntemi: PS tanecikleri eleklerden geçirilerek ön işlem yapılarak su içinde pentan gazı ile süspansiyon haline getirilerek basınç altında ısıtılır, soğutularak boşaltılır.

Biçimlendirme: PS granülün tesiste işlenmesi üç kademede gerçekleştirilir. Ön genleşme, yaşlandırma(olgunlaştırma) ve kalıplama olan bu basamaklardan ön genleşmede, özel kalıba alınan granüller 80°C' ye kadar arttırılan basınçta büyürler. İç hücrelerin büyümesiyle yoğunluk azalıp, bu işlemler sonucunda değişik yoğunluktaki granüllerden hafif olanlar genleşme kabının yukarısında, ağır olanlar alt tarafta birikirler. Karıştırıcıyla yukarıya çıkan granüller homojen bir ortam oluşturur. Genleşme kabından dışarı alınan şişkin granüller 36°C'nin altına düşürülüp pentan buharlarının uzaklaştırılmasını sağlayan bir soğutma işlemine tabi tutulduktan sonra, yaşlandırma işlemi(olgunlaştırma) yoğunluk ve diğer işlemlere bağlı olarak 4-24 saatte tamamlanır [1]. Doldurma, buharla ısıtma ve havalandırma, soğutma ve çıkarma bütün kalıplama işlemlerinin ortak süreçleridir. Blok kalıplamada istenilen yoğunluğa göre doldurma kolaydır. Hızlı çalışmak için basınçlı yükleme de yapılabildiği gibi ince cidarlı kalıplamalarda kalıbın doldurulması özel yapılı granüllerle olur.

Granüller, ön şişirilmede buharla ısıtılıp kalıba zayıfça doldurulup tekrar buhara tabi tutulurlar. Buhar ön şişmeli granülleri hava sirkülasyonu sayesinde ısıtır, granüller yumuşar biraz daha şişerler. Sıcaklık yükselince granül cidarları biraz daha kaynar. Böylece sıcaklık basınç ve çeşitli yoğunluklarda kalıplamalar yapılabilir. Buhar kesilmesi ve soğuması sonucu ise yüksek basınç düşer [1].

3.12.5 Polistiren Üreten Bazı Firmalar

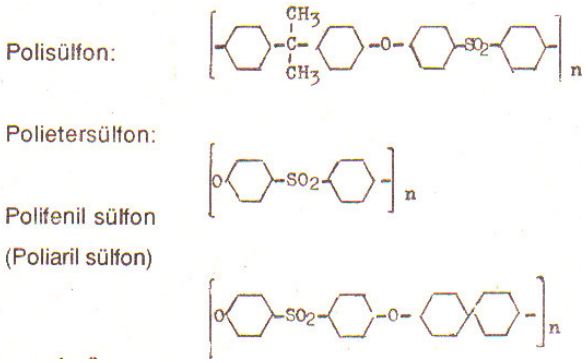
Aşağıda polistiren üreten bazı firmalar ve özel ürün isimleri verilmiştir.

- TÜPRAŞ
- Scorboard (genişletilmiş polistiren) (Dow Chemical Co.)
- Uni-crest (genişleyebilen polistiren) (United Cork Companies)
- Styrofoam (genişletilmiş polistiren) (Dow Chemical Co.)
- Santofoam (genişletilmiş esnek polistiren) (Monsanto Chemical Co.)
- Pelespan (genişleyebilen polistiren) (Dow Chemical Co.)
- Fosta Tuf-flex (high-impact polistiren) (Foster- Grant Inc.)
- Fostalite (düşük stabil polistiren) (Foster- Grant Inc.)
- Elrex (Rexal Drug and Chemical Co.)
- Dylene (Koppers Chemical Co.)
- Dylite (genişleyebilen polistiren) (Koppers Chemical Co.) [6]

3.13 Polisülfon-PSU Levhalar

3.13.1 Polisülfon: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Sülfon ailesinden olan polisülfon, bu sınıfa ait diğer başlıca iki sülfon olan polieter sülfon ve polifenil sülfon ile benzer özelliklere sahiptir.

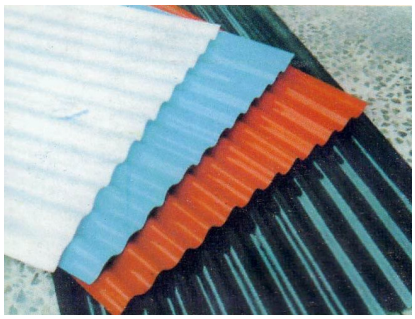


(3.11)

Sülfon polimerlerinin genel özellikleri;

- Rijidlik,
- Saydamlık,
- Amorf bir yapı,
- Düşük sürünme dayanımı,
- Yüksek sıcaklıkta hava ve suyun etkilerine direnç gösterme,
- İyi darbe dayanımı(polisülfon için) söylenebilir.

Polisülfonlar enjeksiyon ve ekstrüzyon malzemesi, alev geçirmezlik katkılı türlerinin yoğunluğu 1,24-1,25 gf/cm³ kadar olup, çekme, basma ve sürünme dayanımları çok yüksektir. Basınç dayanımı 2800 kgf/cm² değerindedir.10000 saat için sürünme dayanımları %1 kadar kaybeder.



Şekil 3.44: Çatı levhası olarak polisülfon levha [40]

Mekanik dayanımını sıcakta da koruyan polisülfonlar 148°C'de çok uzun zamanda dayanımından %10 kaybeder. 18,5 At. de eğilme sıcaklığı 174°C gibi yüksek bir değerde olduğu için polisülfondan yapılan tıbbi araç ve gereçler herhangi bir sıcaklık yöntemiyle sterilize edilmesi çok kolaydır. Asit, baz ve tuz çözeltilerinde yüksek direnç gösteren polisülfonlar bununla birlikte deterjan, yağ ve alkollerden etkilenmemesine rağmen keton, klorine hidrokarbon gibi aktif çözücülerden belirli ölçülerde tahrip olurlar.

Polisülfonlar, enjeksiyon ve ekstrüzyon ile biçimlendirilebilen malzeme boru, profil haline getirilebildiği gibi, cam elyafı, karbon elyafı, mineral maddeler gibi çeşitli dolgu ve pekiştirme maddeleri kullanılarak mekanik özellikleri daha da iyileştirilir.

Elektronik olmayan yöntemlerle bakır ve kromla kaplanabilen polisülfonların Dialektik sabiti çok düşük olup dağılma faktörü, geniş sıcaklık aralığında önemsiz derecede değişim gösterir.

3.13.2 Polisülfonun Kullanım Alanları

Serbest sviçler, filtre membranları, selonidli valfların gövdesi ve mandıra kapları…gibi malzemeler polisülfondan üretilmiştir.

3.13.3 Polisülfonun Genel Özellikleri

Polisülfona ait genel özelikler aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.45: Polisülfonun mekanik özellikleri [3]

	PSU
Yoğunluk (Kg/m^3)	1240
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2)	70-100
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2)	2400-2800
Çekme kopma uzaması (%)	25-80
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2)	84-108
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2)	2800-3000
Çentikli darbe (N/mm)	3-4
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C)	174-180
Lineer ısıl genleşme (°C.10^{-5})	5,5-5,6
Isıl iletkenlik (W/m.K)	0,19-0,27
Su emme (%; 24 saatte)	0,02-0,2

Tablo 3.46: Polisülfonun darbe davranışı [3]

	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
Polisülfon	C	C	C	C	C	C	C	C

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.
C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

Polisülfonun darbe davranışı incelendiğinde görülmektedir ki; sivri çentikli numunelerde, gevrek bir davranış göstermesidir.

3.13.4 Polisülfonun Elde Edilmesi

Polisülfon sentezinde, 2,2 bis(4-hidroksifenal) propan sodyum tuzu ile 4,4'diklor difenil sülfonun tepkimesiyle bir ara ürün oluşur. Sonra da sodyum fenoksit uç grubu metil klorid ile tepkimeye girerek polimeri meydana getirir.

3.14 Poliüretan (PUR) Levhalar

3.14.1 Poliüretan: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Birçok sanayi dallarında yaygın bir şekilde kullanılan poliüretanlar, rijit, elastomer ve ayrıca köpük tiplerinde de üretilebilen polimerlerdir. İnşaat elemanlarından makine parçaları, organ yapımı ve çok değişik yerlerde sarf edilebilen bu plastiklerin yapımı kolaydır. Hücresel yapılı köpük olarak reçinenin büyük bir kısmı kullanıldığı gibi, kalan kısımlar rijit ve elastomer parça malzeme ve lif imalinde kullanılmaktadır. [1] Genel olarak özellikleri şöyledir;

- Hem termoset hem de termoplast,
- Kauçuktan daha iyi yırtılma ve abrazyon direnci,
- Üstün darbe mukavemeti,
- Elektrik direnci,
- Aşınma direnci,
- Kaymalı yataklar, aşınma levhaları, rulo vb. gibi parçalarda metal yerine kullanılır [3].
- Havaya, ozona, radyasyona, yağlara, benzine ve pek çok çözücüye karşı dayanıklılık [44]

Yoğunluğu 0,008 g/cm³ (köpük şekli)'den, 1,12 g/cm³ (katı rijit)'ye kadar; rijit (Shore D sertliği 85) veya esnek olabilir. Poliüretan poliisosianatın, polyester veya polieter reçine ile reaksiyon sonucu elde edilir. Köpük şeklinde olmayan öğütülebilen

zamk ve viskoz, dökülebilen, sıvı üretanlar, termoset elastomer çeşitlerini oluşturup, bunların işlenmesinde lastiğe uygulanan yöntemler uygulanır.Ayrıca termoplastik elastomer çeşitleri de vardır. [3]

Poliüretan köpükleri termoset malzemelerdir ve polyester veya polieter bileşimlerinden elde edilen bu reçineler, aynı yoğunluklarda yumuşak ve esnek veya sert ve rijit olarak elde edilebilirler. Daha yüksek hidroliz mukavemete sahip olan polieter esaslı köpük, daha ucuz ve kolay işlenebildiği gibi, polyester esaslı köpük daha yüksek mekanik özelliklere sahip yağlara karşı mukavemeti daha yüksek ve daha düzgün hücre yapısına sahiptir. Bu iki çeşit köpük, püskürtme, kalıplama, yerinde köpükleme ve kütükten kesilmiş levha şeklinde işlenebilir [3].

3.14.2 Poliüretanın Kullanım Alanları

Kayış, açınma bantları, destekleyiciler, dişli, rulo, rulo kaplamaları, sızdırmazlık elemanları, tamponlar, körükler, diyaframalar poliüretandan üretilen bazı polimerlerdir [3].

3.14.3 Poliüretanın Genel Özellikleri

Aşağıda poliüretana ait genel özellikler verilmiştir.

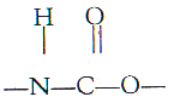
Tablo 3.47: Farklı maddeler karşısında poliüretanın davranış grafiği [5]

	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
POLİÜRETAN, tp	5	5	4	1	1	3	5	5	5	2	5	5	5	5	5	4	4
POLİÜRETAN, ts	5	5	3	1	2	3	5	3	3	5	1	3	4	3	2	5	5

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

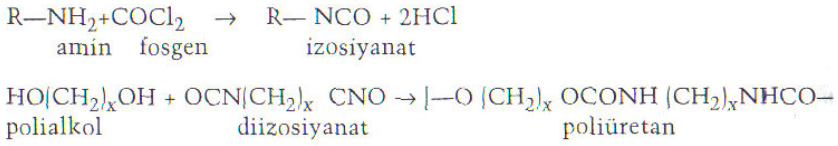
Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere termoplastik ve termoset poliüretanlar farklı çözücüler karşısında aynı davranışı göstermezler. Fakat hem termoset hem de termoplast poliüretanlar, pek çok polimer gibi suya karşı dayanıklıdır.

3.14.4 Poliüretanın Elde Edilmesi



(3.12)

Poliüretanlar bir izosiyonatla bir polialkolün oda sıcaklığında katılma polimerizasyonu sonucunda elde edilirler. İzosiyonatlar ise amin ve poliaminlerin fosgenasyonundan elde edilirler:

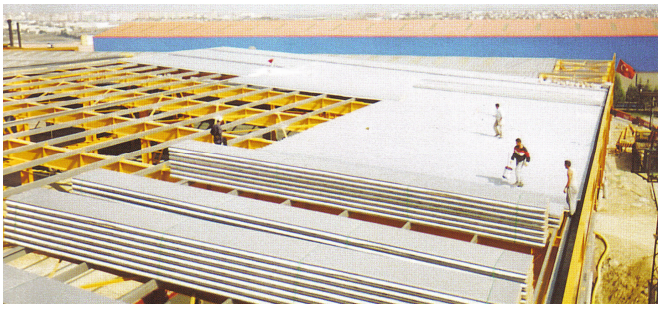


(3.13)

PUR köpük malzemelerin sıcaklık direnci en çok 120°C olup, yoğunluğu 15 kg/m³'den 750 kg/m³' e kadar çok amaçlı olarak üretilmekle birlikte, hafif, esnek ve yalıtma özellikleri çok iyi bir malzeme olmasına rağmen, kimyasal bakımdan vasat dirençli bir polimerdir. Buna rağmen seyreltik asit ve bazlarla aktif olmayan çözücülere direnci iyidir, mekanik dayanımı ise azdır.(çekme dayanımı 1-4 kgf/cm²'dir.) darbeye, aşınmaya ve küfe karşı dayanımı iyidir [1].

Oto minderleri ve direksiyon kaplaması, yatak, bot, ayakkabı imaliyle yatay organ, elektrik malzemesi, gıda sanayi dalları esnek köpük poliüretanın yaygın kullanıldığı yerlerdir. [1]

Rijit köpük imali de İzosiyanat bazlı olup, üretim şekli tamamen esnek köpük gibidir. Çoğunlukla PMDI kullanılarak rijit köpükler imal edilir. [1]Aşağıda Şekil 3.65'de poliüretan dolgulu sandviç çatı paneli görülmektedir.



Şekil 3.45: Poliüretan dolgulu sandviç çatı paneli [42]

1.6-960 kg/m³ yoğunluk aralığında imal edilen rijit köpükler, çok geniş kullanım alanlarına sahiptir.Düşük yoğunluklu (32 kgf/m³) olan tiplerin ısı elektrik yalıtmaları çok iyidir. Aleve dirençli çok özel tipleri uzun araştırmalar sonucu yapılmış olup ve doğrudan kaplama veya levhalar halinde kullanılır. Yanmazlık deneyleri, bina tiplerinde ASTM E 84'e göre yapılmaktadır [1].

Modern bina inşaatlarında blok püskürtme halinde, ısı (sıcak ve soğuk) ve elektrik yalıtmalarında, elektronik aletlerle bilgisayar kabinleri yapımında, mobilya motifleri hatta mobilya takımları, balıkçı mantarları ve askeri amaçlı birçok parçalar için PUR köpük kullanılır [1].

3.14.5 Poliüretan Üreten Bazı Firmalar

Aşağıda poliüretan üreten bazı firmalar görülmektedir.

- Hetrofoam (Rigid Urethane Foam) Durez Plastics Div., Hooker Chem.
- Marafoam (Urethane Foam Resins) Marblette Corp.
- Polyfoam (Urethane Foam) General Tire and Rubber Co.
- İZOKİM Kimya İnşaat Makine San. Tic. Ltd. Şti.
- ALUFORM Sandviç Panel Çatı Sistemleri[6]

3.15 Polivinil Klorür (PVC) Levhalar

3.15.1 Polivinil Klorür: Ana Madde Olarak Giriş Ve Önemi

Vinil polimer ve kopolimerleri arasında polivinil klorür en çok kullanılan plastik çeşididir [3]. Özellikle plastikleştirici ile işlenmiş şekilde yaygın olarak kullanılan bir malzeme olup, yurdumuzda PETKİM tarafından ("Petvinil" adıyla) üretilmekte olup, kablo yapımında kullanılan lastiğin egemenliğini ortadan kaldırmıştır. Üretim kolaylığı, ucuzluk ve çevre koşullarına karşı dirençli olması, PVC'nin ilk tercih sebeplerinden biridir. Türk Standartları Enstitüsünce hem hammadde olarak hem de biçimlendirilmiş ürünler olarak standart kapsamına alınmıştır [1]. Genel özellikleri şöyledir:

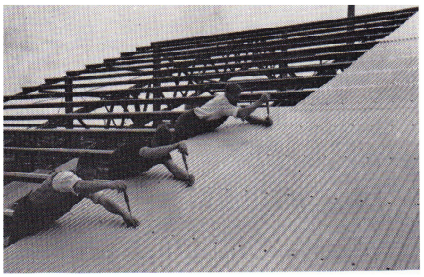
- Rijit, sert, tok, çeşitli takviye malzemeleri ile ateşe dayanıklıdır.
- Yakıldığında kendi kendini söndürebilir.
- Fiziksel dayanımı, elektriksel yalıtma özelliği iyidir.

- Yumuşak, rijid, opak ve saydam türleri vardır. Bunun yanında, darbe ve yırtılma mukavemetini, eğilme sıcaklığını ve işlenme kabiliyetini iyileştirmek için ABS, akrilik, poliüretan gibi polimerlerle harmanlanır. Genellikle normal darbeli PVC'nin kimyasal mukavemeti, yüksek darbeli çeşidinden daha iyidir. Esnek PVC %20 ile %100 arasında yumuşatıcı içerir; yumuşatıcılar malzemenin esnekliğini yükseltmekte fakat kimyasal mukavemetini azaltmaktadır. [3]
- Bir termoplastik olarak PVC hemen her tür biçimlendirme sürecine uygun olup, levha, film, boru ve profil olarak kolaylıkla biçimlendirilmektedir.
- Kimyasal direnci iyi sayılır. Oksijen, ozon ve klora dirençli olmakla beraber, brom, flor, 60°C' nin üzerindeki sülfit asiti ve nitrat asiti polimeri etkiler. Bunların haricindeki asitlere dayanır. Organik asitler, alkoller ve alifatik hidrokarbonlar PVC'yi etkilemez.
- Sert PVC 80°C' de yumuşamaya başlar, 170- 180°C' lerde de bozulur. Basınç altında 40°C' de, normal atmosfer basıncı altında ise, 80°C' ye kadar kullanılabilir. Kimyasal maddelerle harmanlanarak özellikleri iyileştirilen PVC, ayrıca kopolimerize olabilir.

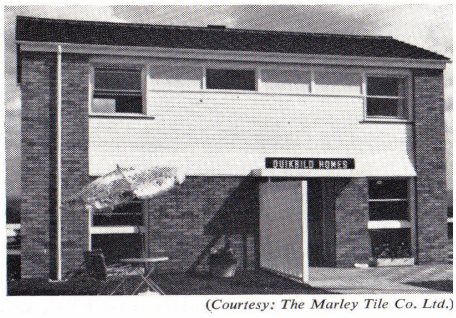
3.15.2 Polivinil Klorürün Kullanım Alanları

Boru, cam çerçevesi, hücreli PVC ahşap yerine, esnek PVC tel ve kablo izolasyonunda, mineral su şişelerinde, %5 vinil asetatlı kopolimeri çanta, kemer, terlik, perde gibi imalatlarda, oyuncak, yatak, koltuk süngerleri, anti statik katkılı fonograf ve teyp sanayi malzemesi imalatında, saydam filmleri gıda endüstrisinde ambalaj malzemesi olarak, kırtasiyecilik ve dosya gömleği yapımında, tıbbi cihaz yapımında, rijid PVC'den galvano tekneleri(sert PVC levhalardan yine PVC kaynak çubukları kullanılarak), pompa parçaları ve valflar, depo ve tank kaplamaları üretimlerinde ve daha pek çok alanda kullanılmaktadır [1].Yapıda kullanım alanları ise; veranda, araba garajı, gölgelik üzeri çatı kaplaması olarak [Şekil 3.47-47], bitki fanusları için, seralarda çatı kaplaması olarak, baraka örtüsü olarak, yüzme havuzlarında ve pek çok ıslak hacimli mekânlarda yalıtım malzemesi olarak, derz olarak, yürüme yollarında korkuluk olarak...vb kullanılırlar.

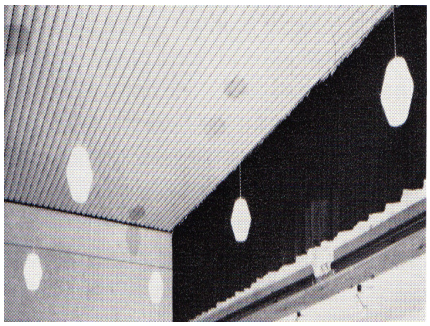




Şekil 3.46-47: Çatı levhası olarak PVC levha [43] [10]



(Courtesy: The Marley Tile Co. Ltd.)



Şekil 3.48-49: PVC dış cephe ve tavan kaplaması[10]

3.15.3 Polivinil Klorürün Genel Özellikleri

Aşağıda Tablo 3.63-67'de PVC'ye ait fiziksel, mekanik ve teknik özellikler verilmiştir.

Tablo 3.48: Polivinilklorürün mekanik özellikleri [3]

	PVC
Yoğunluk (Kg/m^3)	1300-1500
Çekme kopma mukavemeti (N/mm^2):....	30-70
Çekme elastiklik modülü (N/mm^2):	1000-3500
Çekme kopma uzaması (%):	10-300
Eğilme kopma mukavemeti (N/mm^2):.....	40-115
Eğilme elastiklik modülü (N/mm^2):.....	1500-4000
Çentikli darbe (N/mm):	2-50
Eğilmede bükülme sıcaklığı (°C):	60-80
Lineer ısıl genleşme (°C.10^{-5}):	5-10
Isıl iletkenlik (W/m.K):.....	0,12-0,22
Su emme (%; 24 saatte): 0,04-0,4	

Tablo 3.49: Rijid Polivinilklorürün darbe davranışı [3]

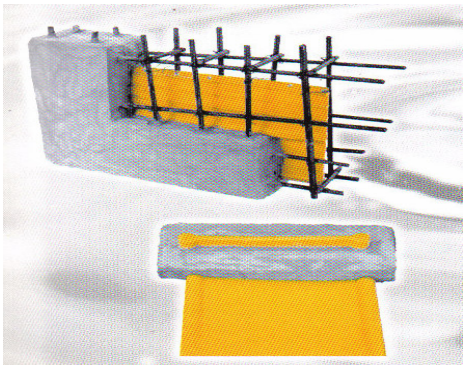
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
Rijit Polivinilklorür	B	B	C	C	C	C	D	D

A (Gevrek): Çentiksiz numuneler dahi kırılır.
B (Çentikli Gevrek): Sivri olmayan çentikli numuneler gevrek olmakla beraber, çentiksiz durumda kırılmaz.

C (Çentikli Gevrek): Sivri çentikli numuneler gevrek davranır.
D (Tok): Sivri çentikli numuneler dahi kırılmaz.

Rijid polivinilklorürün darbe davranışı incelendiği zaman görülüyor ki -20 değerinde gevrek olup, +50 değerinde kırılmaz.





Şekil 3.50: Oluklu PVC levha üretimi[30] **Şekil 3.51:**Su tutucu bant olarak PVC[44]

Tablo 3.50: Farklı maddeler karşısında polipropilenin davranış grafiği[5]

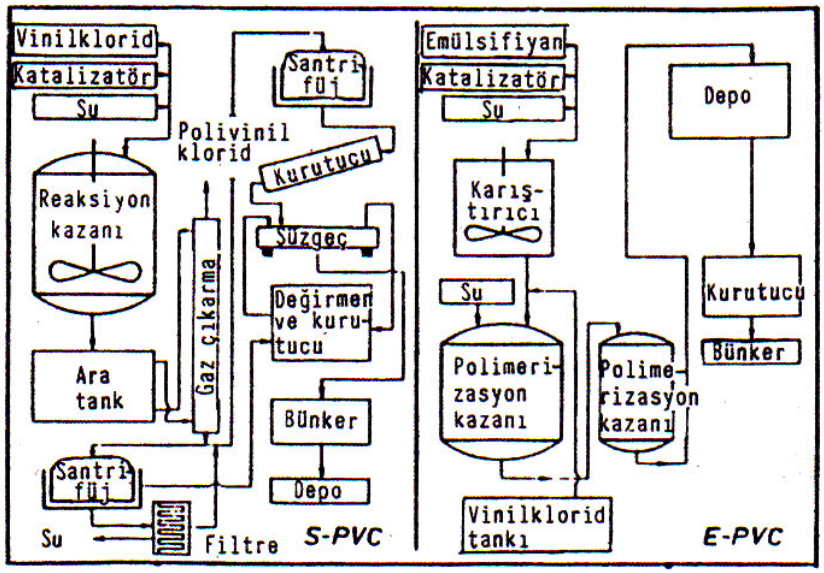
	Su	Anorganik tuz çözeltileri	Zayıf Asitler	Kuvvetli Asitler	Oksitleyici Asitler	Kuvvetli Organik Asitler	Zayıf bazlar	Kuvvetli bazlar	Alifatik hidrokarbonlar	Klorlu hidrokarbonlar	Düşük alkoller	Esterler	Ketonlar	Eterler	Benzin	Karışık akaryakıt	Mineral yağlar
SERT PVC	5	5	5	3	1	4	5	5	5	1	3	1	1	5	5	1	5
YUMUŞAK PVC	5	5	5	5	3		5	3	1	1	5	1	1	3	1	1	3
PVC/PVAC Karışık	5	5	5	1	1					1	5	1	1	3	5		
PVC	5	5	5			5	5		5		5	5	1			5	

1 Dayanıksız
2 Genellikle dayanıksız
3 Yapılabilir
4 Yeterli derecede
5 Dayanıklı

3.15.4 Polivinildenklorürün Elde Edilmesi

Monomeri "vinil klorid" olan PVC, -14°C' de kaynayan bir gazdır. Önceleri büyük çoğunlukla asetilen ile tuz asitinin tepkimesinden elde edilirdi. Günümüzde asetilen yerine etilen kullanılmaktadır. Vinil klorid polimerizasyonu üç şekilde yapılır ki bunlar önem sırasına göre şu şekildedir; süspansiyon, emülsiyon ve kütle polimerizasyonudur. Süspansiyon polimerizasyonu için: Vinil klorid önce basınçlı

tepkime kabında sıvı monomere çevrilip, tepkime kazanında mekanik bir karıştırıcı kullanılarak monomer sulu faza dağıtılır. Süspanzoid madde olarak polivinil alkol, jelâtin veya karboksi metil selüloz kullanılır. Uygun basınç ve sıcaklık koşullarında polimerizasyonu başlamış olup, ekstermik olay soğutma ile telafi edilir. Bütün vinil klorid polimerizasyonlarında önce reaksiyon kazanına atılmış olan peroksit, perkarbonat veya peresterler ayrışarak olayı başlatırlar. Tepkime süresince sıvı olan monomer toz haline dönüştürülmüş olur. Kaliteli bir plastikleştirici ve diğer katkı maddeleriyle karıştırılan tanecikler, gözenekli bir yapı kazanmış olurlar. Rijid PVC eldesi için, az miktarda epoksi gibi bir plastikleştirici kullanılır. Düşük sıcaklık kırılmalarını önlediği için yumuşak PVC üretiminde trikrezil fosfat kullanılır [1]. Polivinilklorürün üretim şeması aşağıdaki gibidir.

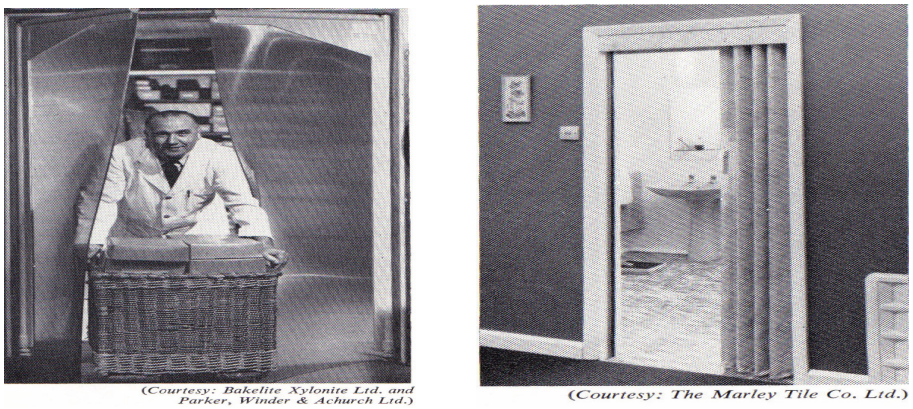


Şekil 3.52: Polivinilklorürün üretim şeması(S-PVC ve E-PVC) [3]

PVC filmler genellikle kalenderleme yöntemiyle elde edilmesine rağmen ekstrüzyonla üretim de yapılmaktadır. PVC filmlerin şöyle bir avantajı vardır: gerilme durumunda yüksek elastikiyetleri ve yüksek oksijen geçirgenliği. Diğer temel uygulama alanları arasında ısıl şekillendirme ile çeşitli kapların üretimi yer almaktadır.

Bazı uygulamalarda polipropilen, PVC filmlerin yerini almaya başlamıştır. İki yönlü gerdirme PVC'nin dayanıklılığını ve geçirgenliğini arttırır ve bu şekilde üretilen filmler dekoratif amaçlı şrink film olarak kullanılır [2].

PVC kullanımı, vinil klorür gibi kansorejen bir maddeden üretiliyor olması nedeniyle tartışma konusu olmaktadır. PVC ürünlerinin kullanım sonrası imha edilmesi sırasında klor, su varlığında da HCI gazı üretiyor olması ve bütün bunlara ek olarak da dioksin üretimine neden olması PVC'nin tercih edilmeme sebepleri arasındadır.



Şekil 3.53: PVC levhadan üretilmiş kapılar [10]

3.15.5 Polivinilklorür Üreten Bazı Firmalar

PVC üreten firmalar ve özel ürün isimleri aşağıda verildiği gibidir.

- Vygen (General Tire and Rubber Co.)
- Saran-viniliden klorid (Dow Chemical Co.)
- Opalon-Vinilklorid (Monsanto Chemical Co.)
- AHED plastik sanayi ve ticaret ltd. şti. [6]

4. ÇATIDA KULLANILACAK POLİMER KÖKENLİ LEVHA KARŞILAŞTIRILMASINDA KULLANILACAK ÖLÇÜTLER

Bu bölümde, öncelikle çatıda kullanılacak polimer kökenli levhaların seçiminde ölçüt belirleme yöntemlerinden, bu ölçütlerin neler olduğundan ve kullanılacak ölçütlerden bahsedilecektir.

4.1 Ölçüt Belirleme Yöntemleri

Çatının işlevine bağlı olarak değişik nitelikte ve özellikte polimer levha kullanılması ve böylece gereksinimin uygun şekilde karşılanması, yapısal tasarımın ilkelerinden biridir. Bu ilkeyi tam olarak uygulayabilmek yönünde, kullanılacak polimerik levhaların karşılayacağı işlevlerin yanı sıra polimerin mekanik, fiziksel, teknolojik, kimyasal özelliklerinin, ekonomikliğinin, elde edilebilme kolaylığının, görünüş ve estetik özelliklerinin bilinmesinde ve hatta bunların sayısal büyüklüklerle ifade edilebilir olmasına gereksinme vardır [44].

4.2 Polimer Kökenli Levhaların Karşılaştırmasında Kullanılacak Ölçütler

Çatıda kullanılacak polimer levhaların karşılaştırmasında ele alınacak ölçütler 7 ana başlık altında incelenebilir.

4.2.1. Fiziksel Özellikler

Fiziksel özellik, malzemenin fiziksel deney yöntemleriyle ölçülebilen özelliklerini kapsar. Çatıda kullanılacak polimer levhaların incelenmesinde su karşısında davranışları, ısı karşısında davranışları, genleşme katsayısı, katılık ve yanıcılık özellikleri ele alınacaktır.

4.2.1.1 Su Karşısında Davranışı

Su ve nemin yapı elemanlarına etkisi; küflenme, rahatsız edici kokular, ısı ve ses yalıtım malzemelerinin yalıtım değerlerinin azalması, yüzey deformasyonları…vs. olmaktadır. Bundan dolayı, su ve nem ile temasta bulunabilecek polimer esaslı

levhaların seçiminde yapı elemanlarının bozulmaması için bunlara karşı önlemlerin alınması gerekmektedir.

4.2.1.2 Isı Karşısında Davranış Özellikleri

Isısal özellik, plastikler için en önemli özelliklerinden biridir. Plastiklerin en önemli ısısal özellikleri ısı iletkenliği, ısı genleşmesi (boyca), ısıya dayanıklılık, eğilme sıcaklığı, erime sıcaklığı, yumuşama sıcaklığı, yanma oranı ve yanma ürünlerinin incelenmesidir [1].

Plastikler genellikle çok küçük ısı genleşme katsayısına ve ısı iletkenlik katsayısına sahip olmalarına rağmen, özellikle köpük plastik haline getirildikten sonra yalıtım değerleri yükselir [1]. Bazı plastikler 100-180ºC aralığında uzun süreli kullanım için tavsiye edilirler ve örneğin PTFE ve polifenilen sülfid gibi başka plastikler 250ºC'e kadar servis ömrüne sahip olsalar da çoğu plastik, geniş bir sıcaklık aralığında yumuşama gösterirler [3]. Termoplastlar genelde 50-125ºC sıcaklıktaki ortamlarda kullanılabildiği halde, termosetler 110-300ºC' lerde bile dayanıklıdır [1]. Yüksek sıcaklıklarda plastiklerin kullanılabilmelerini belirleyen yöntemse yumuşama ve sapma (eğilme) sıcaklığıdır. Bunun için kullanılan standart test, ASTM D 648 veya BS 2782 Kısım 1212'dir. Bu verilen sıcaklıklar malzemenin maksimum kullanım sıcaklıkları olmamakla birlikte düşük zorlamalarda veya uzun aralıklı yüklemelerde, plastikler bu sıcaklıklara veya daha yüksek sıcaklıklara dayanabilmektedirler. Yumuşama sıcaklığı ise aslında yalnız malzemenin ön seçiminde bir bilgi vermektedir [3].

Plastiklerin önemli bir ısısal özelliği de ısı iletkenliğidir. Genellikle kötü bir ısı iletkenliğine sahip olan plastikler, 2,0-8,0 cal/cm. san. ºC x 10000 arasında ısı iletkenlik değerine sahiptir [3].

Plastiklerdeki ısıl yorulmayı azaltmak için elyaf ve metal tozları gibi katkı maddeleri kullanılarak ısıl iletkenlik değeri iyileştirilmektedir. Isıl iletkenlik değeri molekül ağırlığının yanında kristalinite derecesi ve yönlenme gibi yapısal faktörlere bağlı olup bu değerlerin artmasına bağlı olarak ısıl iletkenlik de artar [3].

Isıl genleşme diğer bir ısısal özellik olup, metallerle kıyaslandığında plastiklerin ısıl genleşme katsayısı çok büyüktür(2-20 x 10000 cm/ cm ºC). Isıl genleşme katsayısı, katkı maddelerinin eklenmesiyle, polimerin kristalinite derecesinin, çapraz bağ yoğunluğunun artmasıyla azalır [3].

Plastiklerin ısıya karşı dayanıklılığı da önemlidir. Termoplastikler genellikle yük uygulandığında 65-120ºC'de, bazı çeşitleri de 260ºC gibi yüksek sıcaklıklarda düşük bir yük altında kullanılmalıdır [3]. Termoplastikler ısıyla yumuşadıkları için kolayca şekillendirilebilirler [1]. Buna rağmen termosetler ısıya daha dayanıklı ve serttirler. Sıcaklık artsa da belli bir dereceye kadar sert kalırlar fakat sonra kömürleşir ve bozulurlar. 150-230ºC arasındaki sıcaklığa devamlı maruz kalabilen termosetler, 260ºC'ye kadar dayanabilirler [1]. Termosetler ise ısıya dayanıklı oldukları için nispeten elektrik malzemeleri yapımında kullanılırlar Asbest ve cam dolgu gibi malzemelerse plastiklerin ısıl direncini arttırır [3].Plastiklerin ısısal özelliklerine ait bazı Türk Standartları aşağıda verilmiştir:

- Isı iletkenliği TS 388
- Isıl genleşmesi(boyca) TS 1065
- Eğilme sıcaklığı TS 1400 ve TS 1402
- Vicat yumuşama noktası TS 1825
- Erime akış indisi TS 1323 [4]

4.2.1.3. Genleşme Katsayısı

Genleşme Katsayısı, cisimlerin boy ve hacimlerinin, sıcaklık değişimiyle artmasıyla yapısal tasarımın değişimi doğrudan etkilediği için önemli bir konudur. Kısaca genleşme katsayısı; cisimlerin sıcaklığının 1ºC artması halinde birim boydaki uzama miktarıdır. Birimi m/mºC'dir [1]. Plastiklerde genleşme katsayısı, metaller ve seramiklere göre çok daha büyük olduğundan dolayı, sıcaklıkla birlikte plastiklerde büyük boy değişimleri olur.

4.2.1.4. Yoğunluk

Plastik malzemeleri diğer malzemelerle kıyaslarsak, odun hariç tüm malzemelere göre ağırlık bakımından üstündürler. Plastiklerin katkısız yoğunlukları 0.9-2.5gr/cm³ kadardır [3].

4.2.1.5. Yanıcılık

Plastikler aleve karşı çok hassas olduğu gibi, genellikle termoplastiklerin çoğu alevle veya aşırı ısı ile temas ettikten sonra kullanılamaz hale gelirler. Yanma hızı aditif (yanmadan koruyan madde) kullanılarak yavaşlatılabilir. Bunlara rağmen plastiklerin çoğu alev uzaklaştırıldıktan sonra yanmaya devam etmezler.

Yanmanın ön şartlarına bağlı olarak bir malzemenin alevlenme kabiliyeti ölçülebilir. Plastikleştirici içermeyen PVC, alev uzaklaştırıldığında kendi kendini söndürür; fakat plastikleştiricisiz köpük PVC havada yanmaya devam eder. ASTM 2863'te standartlaştırılan Kritik Oksijen İndeksi (COI) deneyi, plastiklerin yanma özelliklerinin karşılaştırılmasında en çok kullanılan yöntemdir. Bir tüp içersinde yukarıya doğru akan oksijen-azot karışımında bir şerit plastik tutuşturulur ve aşağıya doğru yanan, kararlı, mum gibi bir alev tayin edilir. Alev sönene kadar gaz karışımının oksijen-azot oranı yavaş yavaş azaltılır. Sabit yanmayı devam ettiren minimum oksijen miktarına Kritik Oksijen İndeksi denir. COI daha düşük olursa, malzeme daha kolay alevlenebilir. Hava %21 O_2 içerdiği için COI değeri 0,21'den daha büyük olan polimerler kendi kendini söndürür. Deney şartlarından farklı koşullarda COI' nin daha yüksek değeri (0,27 civarında) başlangıç noktası olarak kabul edilir. COI deneyinin kolaylıkla yapılabilmesi, polimerlerin alevlenme özelliklerinin karşılaştırılmasında sıkça kullanılmasına neden olmuştur [3].

4.2.2. Mekanik Özellikler

Yapı malzemelerinin dayanıklılık ve yük taşıma özellikleri mekanik mukavemetlerle belirlenir. Plastik levhaların mekanik özellikleri darbe dayanımı, çekme dayanımı ve uzama özellikleriyle belirlenecektir.

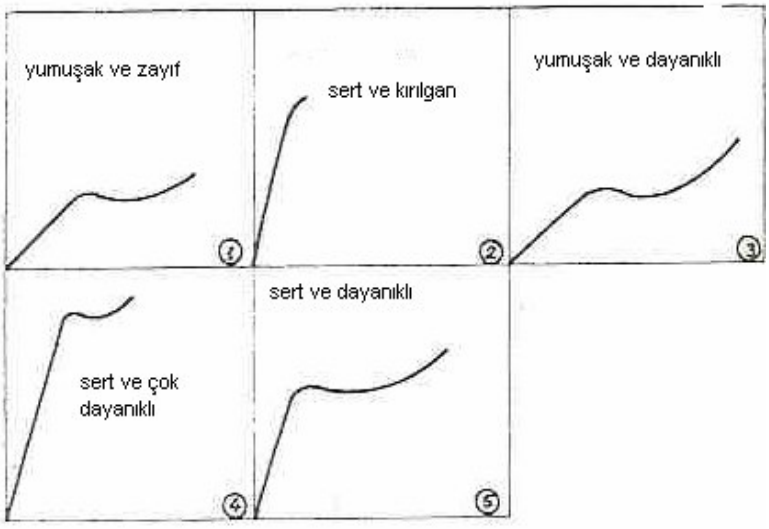
Plastiklerin mekanik özellikleri türlerine göre çok büyük farklılık gösterir. Yüksek mekanik özelliklere sahip olanlarınki demir dışı metallerinkine yaklaşır. Bununla beraber bazı plastikler için aşınma dayanımı, uzama değerleri metallerinkinden yüksek olabilir. Sertlik, basma ve çekme dayanımları ise genellikle metallerinkinden daha düşük değerdedir.

Darbe dayanımı, malzemenin aniden uygulanan bir yüke karşı dayanımını ifade eder. Buna bağlı olarak malzemenin aniden uygulanan bir yükte veya şekil değiştirmede kopmama özelliği olarak açıklanır. Darbe mukavemeti İzod testi, Çekme darbe testi… vb. adlarını taşıyan çeşitli deney yöntemleri ile tayin edilir. Genelde plastikler, darbelere karşı çok iyi bir davranış gösterirler. Bununla beraber darbe dayanımı düşük sıcaklıklarda azalır. Termosetler ve kuvvetlendirilmiş termoplastikler sıcaklığın değişiminden daha az etkilenirler.

Aşağıdaki Şekil 4.1'de plastiklere ait tipik bir gerilme-uzama grafiği, Şekil 4.2'de ise değişik mekanik özelliklere sahip plastiklerin grafikleri verilmiştir [1].



Şekil 4.1: Plastiklere ait tipik bir Gerilme-Uzama Grafiği [1]



Şekil 4.2: Değişik mekanik özelliklerdeki plastik levhaların gerilme-uzama grafiği [1]

(1) : Akma, çekme dayanımları ,elastisite modülü yüksek, uzama vasat değerde

(2) : Akma yok, elastisite modülü yüksek, uzama çok az

(3) :Akma değeri ve elastisite modülü düşük,uzama yüksek

(4) :Akma, çekme dayanımları, elastisite modülü yüksek,uzama vasat değerlerde

(5) :Akma ve çekme dayanımları yüksekçe, tokluğu yüksek

Plastik malzemelerin mekanik özellikleriyle ilgili Türk Standartlarından bazıları şunlardır: Çekme özellikleri (ve uzama) TS 1398, basınç dayanımı TS 1096, darbe dayanımı, izod TS 1005, Sertlik TS 1326 [1].

Bazı plastiklerin belirli mekanik özelliklerine ait kalitatif bilgiler örnek olarak aşağıda belirtilmektedir:[1]

Akrilonitril :Çekme ve darbe dayanımları yüksek, uzaması az

Asetal :Çekme, darbe dayanımı, sertlik ve uzama yüksek

Poliamid : Çekme dayanımı, uzaması ve aşınma dayanımı yüksek

Poliester,ts :Darbe dayanımı ve uzaması düşük,

Poliester,tp :Darbe ve çekme dayanımı yüksek

Polikarbonat :Çekme ve darbe dayanımı ile uzaması yüksek

Polietilen, yy :Darbe dayanımı yüksek

Poliüretan :Çekme dayanımı değişik, darbe dayanımı yüksek, uzaması çok fazla

Polivinilklorid:Çekme dayanımı ve esneklik değişik [1]

Dolgu maddesi olarak kullanılan bazı maddeler (cam lifi, asbest...gibi) katıldıkları plastik malzemelerin çekme dayanımı arttırıp(uzamasını arttırır), boyut kararlılığını iyileştirebilir. Bunun yanında maliyeti ucuzlatmak için plastiğe aşırı derecede katılan odun unu çekme dayanımını önemli ölçüde azaltmaktadır [1].

4.2.3. Teknolojik Özellikler

Bir malzemenin bazı özelliklerinin sayısal olarak belirlenmesi uygulanan deney yönteminin farklılığına göre değişiyorsa bu tür özelliklere teknolojik özellikler denir. Sertlik ve sürtünme dayanımı bu kısımda ele alınacak özelliklerdir.

4.2.3.1. Sertlik

Sertlik, cisimlerin çizilmeye ve aşınmaya karşı gösterdikleri mukavemet olup, malzeme türüne uygulanan deney yöntemine bağlı olarak değişik şekillerde ifade edilir. Plastik ve kauçuk bünyeli cisimlerde sertlik; Shore Sertlik Cihazı ile ölçülür. Değerler A, B, C, D olarak kategorileşir.

Plastik malzemelerin yüzeylerinin yumuşak olması ve çizilmeye karşı direncin az olması bir dezavantaj gibi algılansa da plastikler, cam, seramik ve metallere göre daha az serttirler. Bunun yanında opak, renklendirilmiş plastikler, yüzeyi boya ile kaplanmış plastiklerden daha serttir.Termosetler dolgu maddeleri ilave edildikten sonra sert bir hal alırlar; bunlarda da sıcaklık arttırıldığında sertliğin azalması çok azdır fakat termoplastiklerin sertliği sıcaklık ve katılan plastifiyan miktarının artmasıyla azalır.

Sertlik, yumuşaklık veya elastik olma gibi özellikleri belirleyen kavram, plastiklerde "Kohezyon Enerjisi Yoğunluğu" dur. Plastiklerin rijit veya yoğun olması, moleküllerinin çekim enerjisinin yüksek veya düşük olmasıyla oranlıdır. Kohezyon enerjisi yoğunluğu bir bakıma, plastiklerin belirli mekanik özelliklerini tarif etmektedir. Kohezyon enerjisi yoğunluğu birimi kalori/cm³ tür. Aşağıdaki Tablo 4.3'te bazı plastikler için bu değerler görülmektedir [1].

Tablo 4.1: Bazı plastiklerin kohezyon enerjisi yoğunlukları[1]

Polimer Adı	Tekrarlanan birim (ana grup)	Kohezyon En. Yoğ.	
		(cal/cm^3)	J/cm^3
Poliakrilonitril	$-CH_2\ CHCN-$	(237)	991.8
Polietilen, (Ay)	$-CH_2-CH_2-$	(62)	259.5
Polietilen tereftalat	$-CH_2\ CH_2\ OCOC_6\ H_4\ COO-$	(114)	477
Poliheksametilen adipamid	$NH(CH_2)_6\ NHCO\ (CH_2)_4\ CO-$	(185)	774.2
Poliizobutilen	$-CH_2C\ (CH_3)_2-$	(65)	272
Polimetil metakrilat	$-CH_2C(CH_3)_2\ (COOCH_3)-$	(83)	347.3
Polistiren	$-CH_2CH\ (C_6H_5)-$	(74)	309.7
Polivinil asetat	$-CH_2CH\ (OCOCH_3)-$	(88)	368.3
Polivinil klorid	$-CH_2CHCl-$	(91)	380.8
Poliizopren	$-CH_2C\ (CH_3) = CH-CH_2$	(67)	280.4

Tablo 4.1 incelendiğinde, rijitlikleri az olan Polietilen(AY), Polizobutilen ve Polizopren'in mekanik özellikleri çok iyi olmasına rağmen, Poliheksametilen adipamid (naylon)'a ait kohezyon enerjisi yoğunluğunun da yüksek olduğunu görürüz [1].

4.2.3.2 Sürtünme Dayanımı

Sürtünme dayanımı plastikler için çok önemli bir mekanik özellik olup, statik ölçümler teknolojik gereksinimlerini her zaman istenilen ölçüde karşılayamamaktadır. Basınç, sıcaklık, kimyasal ortam gibi faktörlerle belirli bir süre zorlanan biçimlendirilmiş bir plastik parça, ilk andaki değerlerine kıyasla bazı düşmelere uğrar.

Genelde sürtünme katsayısı deneylerle tayin edilmektedir. Plastiklerin sürtünme davranışı; kayma hızı, temas yüzeyinin çeşidi, çevre koşulları gibi faktörler tarafından etkilendiği için bir plastik levha için tam bir sürtünme katsayısı verilemez. Bunların ışığında söylenebilir ki, plastik levhaların sürtünme katsayısı temasta bulunan parçalara, yüzeyler üzerine gelen normal kuvvet ve kayma hızına, çevre özellikle sıcaklık ve rutubetin etkisine bağlıdır.

4.2.4. Kimyasal Özellikler

Çatıda kullanılacak polimer levhaların karşılaştırmasında kimyasal ölçütler, kuvvetli asit ve bazlar ile UV dayanımı olarak iki başlıkta ele alınmıştır.

4.2.4.1. Kimyasallara Dayanımı

Çoğu plastik malzemeler belirli derişimlerde asitlere ve bazlara karşı dayanıklıdır [1]. Termoplastikler zayıf asit, alkali ve tuzların sulu çözeltilerinden etkilenmezler. Örneğin Polipropilen, asit depolama kabı imalinde kullanılır. Polietrafluoretilen gibi fluor içeren plastikler kimyasal olarak son derece inert malzemelerdir. Diğer taraftan, termoplastiklerin çoğu organik çözücülerin etkisi altında çözünme ve şişme gösterdiği için kuvvetli asit ve alkalilerden kimyasal olarak etkilenirler [3].

PE-PTFE, PP, Poliester plastik levhaları kuvvetli asitlere ve bazlara dirençli tipik örneklerdir. Poliasetal, akrilik ve termoplast poliester ise kuvvetli asit ve bazlara karşı direnç göstermeyen ürünlerdir [1].Plastiklerin farklı çözücülere ve derişik asit ve alkalilere karşı dirençleri TS 710'daki deneylerle saptanmaktadır [1].

Termosetler, termoplastiklere göre kimyasal çevreye duyarlılık konusunda daha az duyarlı olup, kimyasal çevre ile birlikte gerilmenin konsantre olduğu zayıf bölgeler oluşturur. Eğilme ve benzeri gerilmeler malzeme yüzeyinde çatlaklar oluşturabileceği gibi kimyasal madde bir çatlak içine sızıp kimyasal etki yaparak bozunmayı başlatır [3].

4.2.4.2. Ultra-Viole - UV (mor ötesi) Dayanımı

Polimerlerin zamanla yıpranmasına ve malzemenin kimyasal olarak bozulmasına etki eden birçok faktör vardır. Bunların arasında en önemli olanlar termik, mekanik, fotokimyasal, radyasyon, biyolojik ve kimyasal faktörlerdir. Açıkta bulunan bir polimer, UV radyasyonu, oksijen ve atmosfer yayımlarının etkisine maruz kalır. Aynı şekilde polimer, işlenme sırasında yıpranma başlatabilen ısı, mekanik kuvvetler ve oksijenin etkisi altındadır [3].

Radyasyon, uçan parçacıkların meydana getirdiği aşınma, yağmur veya dolu erozyonu ve hava kirliliğinin kimyasal etkisinin sonucunda plastikler yıpranır. Bunların yanı sıra, çeşitli böceklerin ve hayvanların da plastikleri deforme ettiği görülür. Fakat plastiklerin yıpranmasındaki en önemli faktör UV radyasyonunun

etkisidir. Plastik malzeme UV ışınları karşısında gevrekleşir ve ultraviyole etkisiyle renk kaybı olur. UV ışınlarına en dayanıklı plastikler akriliklerdir. Diğer plastiklerse aynı dayanıklılığı göstermediği için bunların özellikleri karbon siyahı gibi uygun katkı maddeleriyle iyileştirilebilir. Havanın etkisini en çok uzun süre ışığa maruz kalan borularda gözlemleyebiliriz [3].İklim şartları plastiğin görünüşünü değiştirdiği gibi özellikle renginin solmasına veya bozulmasına neden olur. P lastik malzemelerin gerek hava gerekse iklim etkilerine karşı dayanıklılığını arttırmak için antioksidant ve stabilizatör gibi katkı maddeleri ilave edilir [3].

Polimerlerin kimyasal dirençleri polimerik yapısına, sıcaklığına, kendine uygulanmış gerilmeye, reaktif maddenin cinsine ve konsantrasyonuna, yüzeyin pürüzüne ve morfolojisine bağlıdır. Çekme deneyi, polimer-kimyasal çevre etkileşmesini, sürtünme deneyleri de uzun süreli etkileşmelerini ölçer [3]. Tablo 4.2'de, plastiklerin açık hava koşullarındaki davranışları görülmektedir. Buna göre en dayanıklı plastikler; Polibutilen, Polikarbonat ve Teflon grubundandır [1].

Tablo 4.2: Açık hava koşullarında bazı plastiklerin mekanik özelliklerindeki değişmeler[1]

Plastik türü	Kaldığı bölge	Süre, yıl	Çekme dayanımı değişmesi (%)	Uzama değişmesi (%)
Poliasetal	Florida (1)	1	0	0
Poliasetal	Florida (1)	10	-3	-24
Akrilik	Florida (1)	1	0	0
Akrilik	Florida (1)	3	-4	-5
Akrilik	Bristol (2)	5	-23	-49
Poliamid	Florida	1	-21	-
Poliamid	Florida	5	-11	-78
Poliamid	Florida	15	-34	-80
Polibutilen	Arizona (3)	2	-	0
Polikarbonat	Arizona ve Florida	3	-1	+1
Poliester	DAĞILIM BÜYÜK			
Polietilen	Londra (4)	1	-12	-12
Polietilen	Londra (4)	3	-14	-20
Polistiren	Los Angeles (5)	1	-11	-
Polistiren	Los Angeles (5)	2	-9	-15
Polisülfon	Malverne (6)	1	+5 -(-9)	-
Polisülfon	Malverne (6)	2	-6 -(-10)	-
Teflon 6	Florida	15	-2	0
Teflon 7	Florida	15	16	5
Poliüretan	DAĞILIM BÜYÜK			
Vinil Plastikleri	Genelde çekme yüksek, uzamalar düşük gözlenmiştir.			

Bölgelerin iklim özellikleri:
(1) : Yağışlı, sıcak (tropikal)
(2) : Ilık ve yağışlı (nemli)
(3) : Sıcak ve kurak
(4) : Ilık ve yağışlı (nemli)
(5) : Ilık ve yağışlı (nemli)
(6) : Soğuk ve yağışlı (nemli)

4.2.5. Estetik, Yüzey Özellikleri, Renk ve Doku

Yapı malzemelerinin yüzey özellikleri, sert ya da yumuşak, parlak ya da mat, pürüzlü ya da pürüzsüz, açık ya da koyu renkli oluşları gibi özelliklerle belirlenir .Cisimlerin bu özelliklerinin seçimi daha çok kullanıcının görüş, beğeni ve kültür seviyesine, kısaca estetik anlayışına bağlıdır. Doğal malzemelerde malzeme seçimi her ne kadar sınırlı olsa da, günümüzde geliştirilen malzemelerle, her tür renk ve dokuda yüzey özelliğine sahip malzeme üretilmesi, bulunması ve seçilmesi olanak dahilindedir[1].

4.2.6. Ekonomiklik ve Bulunabilirlik

Bütün tasarım faaliyetlerinde elde edilmesi hedeflenen ürün belirli bir zaman için geçerli olabilen ekonomik ve teknik koşullara göre optimum bir çözüm olarak ortaya konmalıdır. Her ne kadar koşulların değişmesi söz konusu durumu etkilese de, her ürünün belirli bir hizmet ömrünün olması kaçınılmazdır. Ülkelerin içinde bulunduğu ekonomik modeller de bu koşulları etkileyen temel etmenlerden birisidir. Bir ürünün ekonomik oluşunun sadece üretim maliyetiyle ifade edilmesi yetersiz bir yaklaşımdır. Ürün, belirli bir zaman süreci içerisinde hizmet vereceğine göre sistemin işletme maliyeti de devreye girecek ve ekonomikliliği etkileyecektir.

Benzer şekilde, aynı amaçla kullanılabilecek yapı malzemelerinden performansları aynı olan malzemelerin ucuz olanını seçmek doğruysa da, aynı fiyatta olan malzemelerin de yüksek performanslı olanını seçmek doğru bir karardır. Ancak, kullanıcının kullanma süresinin ve beğenilerinin zamanla değişeceği de gözönünde bulundurularak gereksiz harcamalardan kaçınılması yerinde olacaktır [1].

Diğer önemli bir konu, tasarımda kullanılacak olan ürünün bulunabilmesidir. Dolayısıyla, her tür tasarım, bulunabilen malzemelerle yapılmak zorunda olduğundan, tasarımcının tasarımında hangi malzemeleri kullanacağını bilmesi gerekir [1].

Konuya tarihsel gelişim süreci içinde baktığımızda savaş, grev, doğal afet ve benzeri birçok koşulda, uygun malzeme sağlanamadığı için, tasarımcıların tasarım yaparken eldeki mevcut malzemeyle yetinmek zorunda kaldıklarını görürüz. Bu durum, dünyanın farklı bölgelerindeki gelişmişlik düzeyi farklılıklarına göre de ayrıca önem kazanır. Nitekim, 1. ve 2. Dünya Savaşları öncesinde ve savaş sırasında savaş malzemesi olarak kullanılan metallere hemen her devletin el koyması, metallerin yerini tutacak yeni malzemelerin araştırılmasına ve bu arada çok önemli malzemelerin bulunmasına neden olmuştur. 20. yy. başlarında ahşabın birbirine

yapıştırılması ile bulunan Hetzer sistemi ile 2. Dünya Savaşı sırasında geliştirilen plastik reçineler bu gelişmeye örnek olarak gösterilebilir. Özet olarak, tasarımcı bulabildiği malzeme ile tasarım yapmak ve onları kullanmak durumundadır [1].

5. ÇATIDA KULLANILACAK POLİMER KÖKENLİ LEVHALARIN KARŞILAŞTIRILMASI

5.1. Genel Özelliklerine Göre Polimer Levhaların Karşılaştırılması

Çatıda kullanılacak polimer kökenli levhaların karşılaştırılmasında kullanılacak ölçütleri mekanik, fiziksel, kimyasal, teknolojik, estetik ve fiyat özellikleri açısından kıyaslanacağı bu bölümde, bir polimer levhanın özelliğine ait sayısal değerler verilecek, ve bu değerlere göre yeterlilik düzeyleri incelenip, son bölümde de çatı malzemesi olarak uygun olan polimer levha türleri açıklanacaktır. Polimer levhaların, farklı katkı maddeleriyle güçlendirilmiş türlerinin performans değerleri de ayrıca belirtilmiş olup, her polimer levhanın yanındaki numaralanmış değer, tanımlamada ve sınıflandırmada kolaylık olması açısından verilmiştir.

5.1.1 Fiziksel Özelliklere Göre Polimer Levha seçimi

Polimer malzemenin su karşısında davranışı, ısı karşısında davranışı, genleşme katsayısı, yoğunluğu ve yanıcılığı, o malzemenin fiziksel özelliklerini belirleyen kriterlerdir.Aşağıda öncelikle plastik levhaların suya dayanımından bahsedilecektir.

Tablo 5.1: Polimer levhaların suya dayanımı

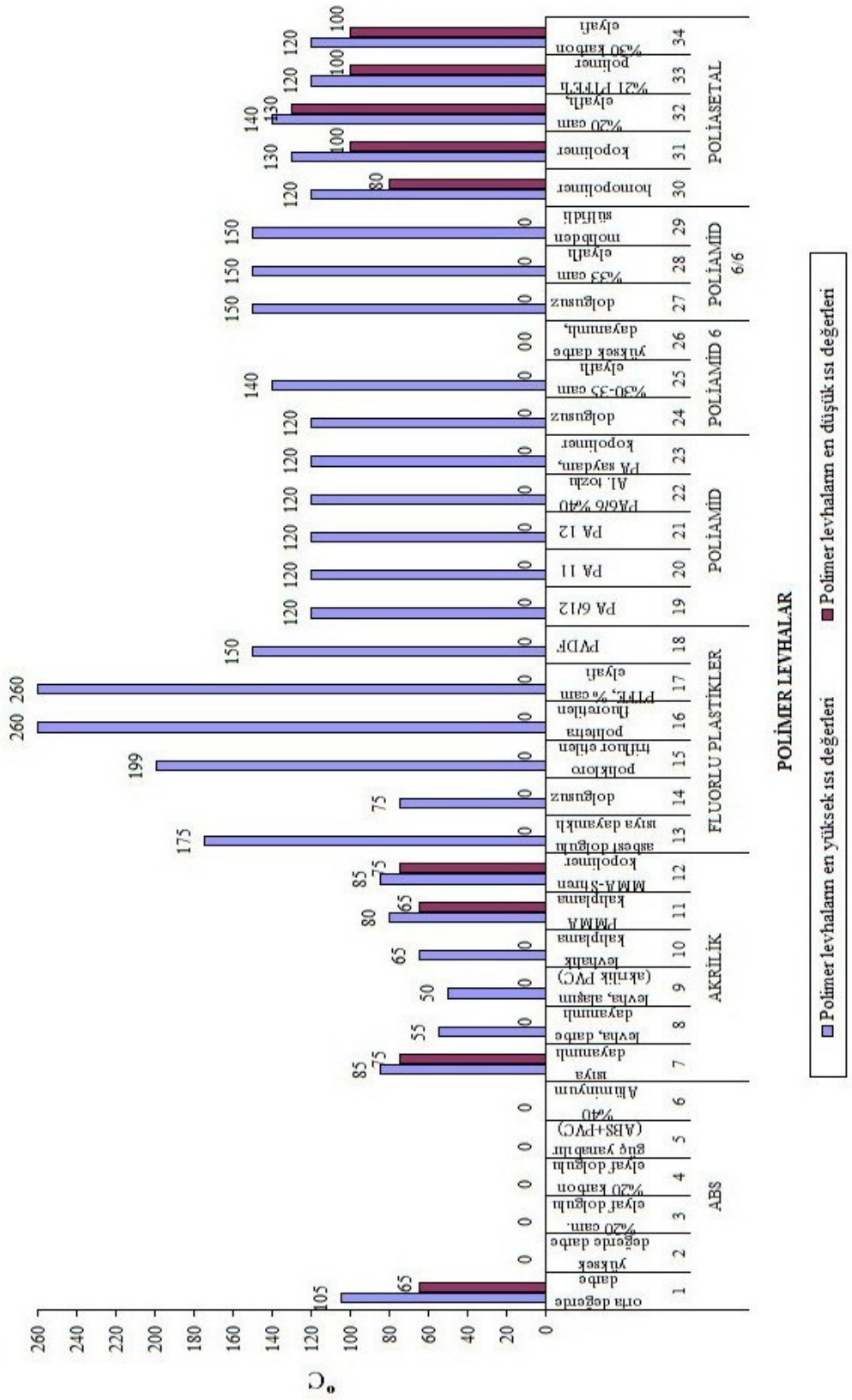
POLİMER LEVHALAR	SU EMME
ABS	0
AKRİLİK	+
ASETAL	0
PCTFE	+
PTFE	+
POLİAMİD	-
POLİESTER, tp	+
POLİESTER, ts	0
AYPE	+
YYPE	+
POLİKARBONAT	0
POLİPROPİLEN	+
POLİSTİREN	0
POLİÜRETAN	0
POLİÜRETAN	+
PVC	0

+ = dayanıklı 0=birçok halde yeterli ─ =dayanıksız

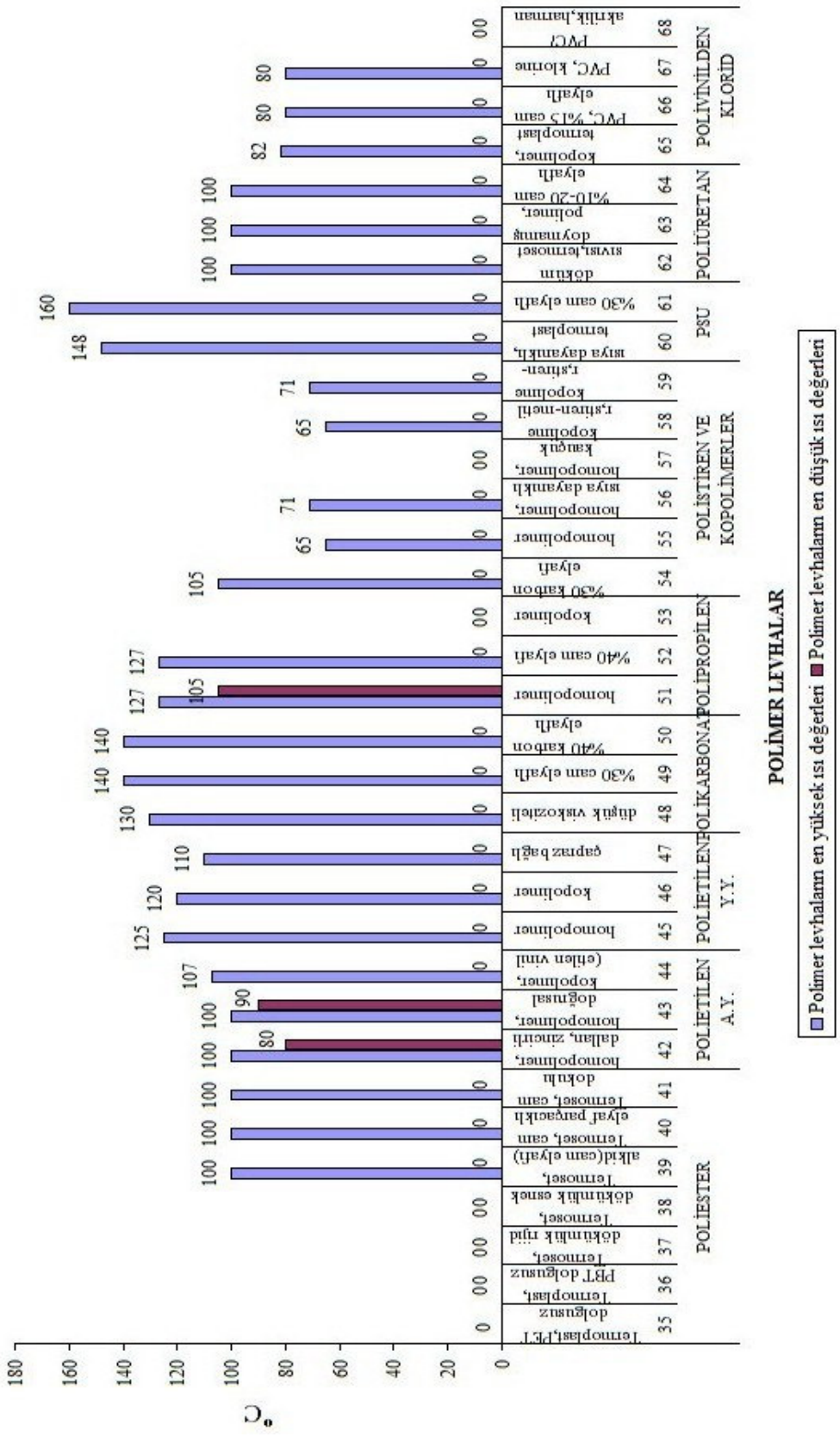
Plastiklerin suya dayanım tablosu incelendiğinde görülüyor ki, akrilik, PCTFE, PTFE, poliester(tp), AYPE, polipropilen, poliüretan(ts) suya dayanıklı levhalar olup, poliamidin suya dayanıklılığı yetersiz kalmaktadır.

Isı karşısında dayanıklılık ve ısı iletkenlik değerleri Tablo 5.2 ve Tablo 5.3'te verilmektedir.Isı dayanım tablosu incelendiğinde görülmektedir ki; 80°C'ye kadar olan değerlerde polimer levhalar, ısıya karşı dayanıklılıkta yetersiz kalmakta, 140°C'ye kadar polimer levhalar kabul edilebilir ısı dayanımına sahip olup, 140°C üzerindeki sıcaklık değerlerine dayanan polimer levhalar için ısıya karşı oldukça dayanıklı denilebilir. Flourluplastiklerin (13-18) ve polisülfonun (60-61) ısıya dayanıklılığı oldukça yüksek olup, Poliamid (19-23), Poliamid 6(24-25), Poliamid 6/6(27-29) , Polietilen(AYPE, YYPE) ve Polikarbonat da ısıya karşı dayanım gösteren polimer levhalardandır. Fluorlu plastiklerden PTFE 260°C'ye, Polisülfon ise 160°C'ye kadar ısıya karşı dayanabilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda kullanılabilmesi için çeşitli çalışmalar sürdürülmekle birlikte 500°C'ye kadar kısa süreli kullanımlar yapılabilmektedir. (Örnek: polibenzimidazol)[4]

Tablo 5.2: Polimer levhaların ısı dayanım değerleri

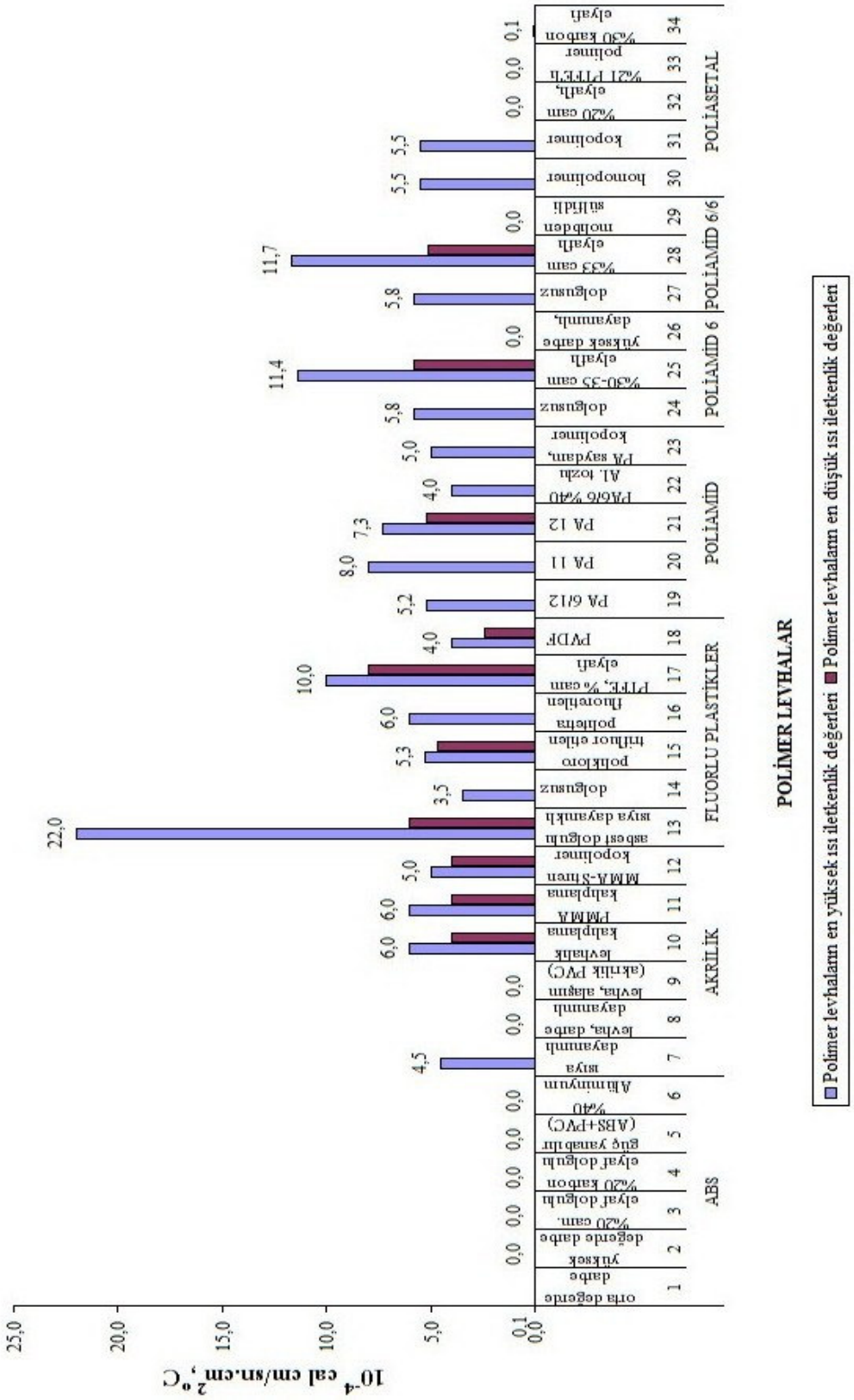


Tablo 5.2 devamı: Polimer levhaların ısı dayanım değerleri

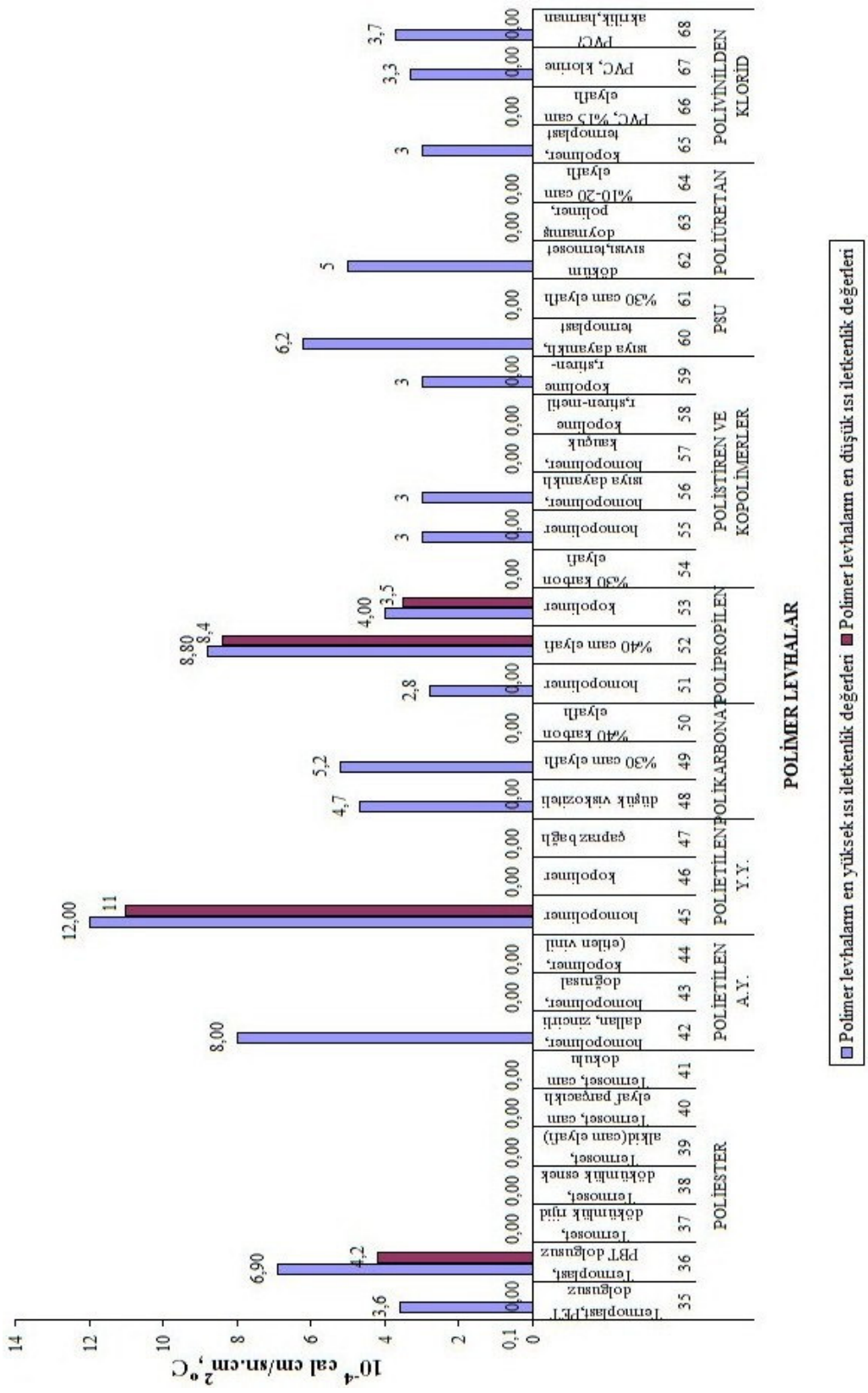


Isıl iletkenlik değerleri polimer levhalar açısından yüksek olup, çeşitli dolgu malzemeleriyle ısıl iletkenlik değerleri yükseltilebilmektedir. ABS, Poliasetal (32-34) Polistiren (57,58), Poliester(ts), Polietilen(AYPE;43,44), Polietilen(YYPE;46, 47), ısı iletkenliği açısından iyi sayılan polimerlerdir. Tablo 5.3'te poliemer levhaların ısı iletkenlik değerleri görülmektedir.

Tablo 5.3: Polimer levhaların ısıl iletkenlik değerleri

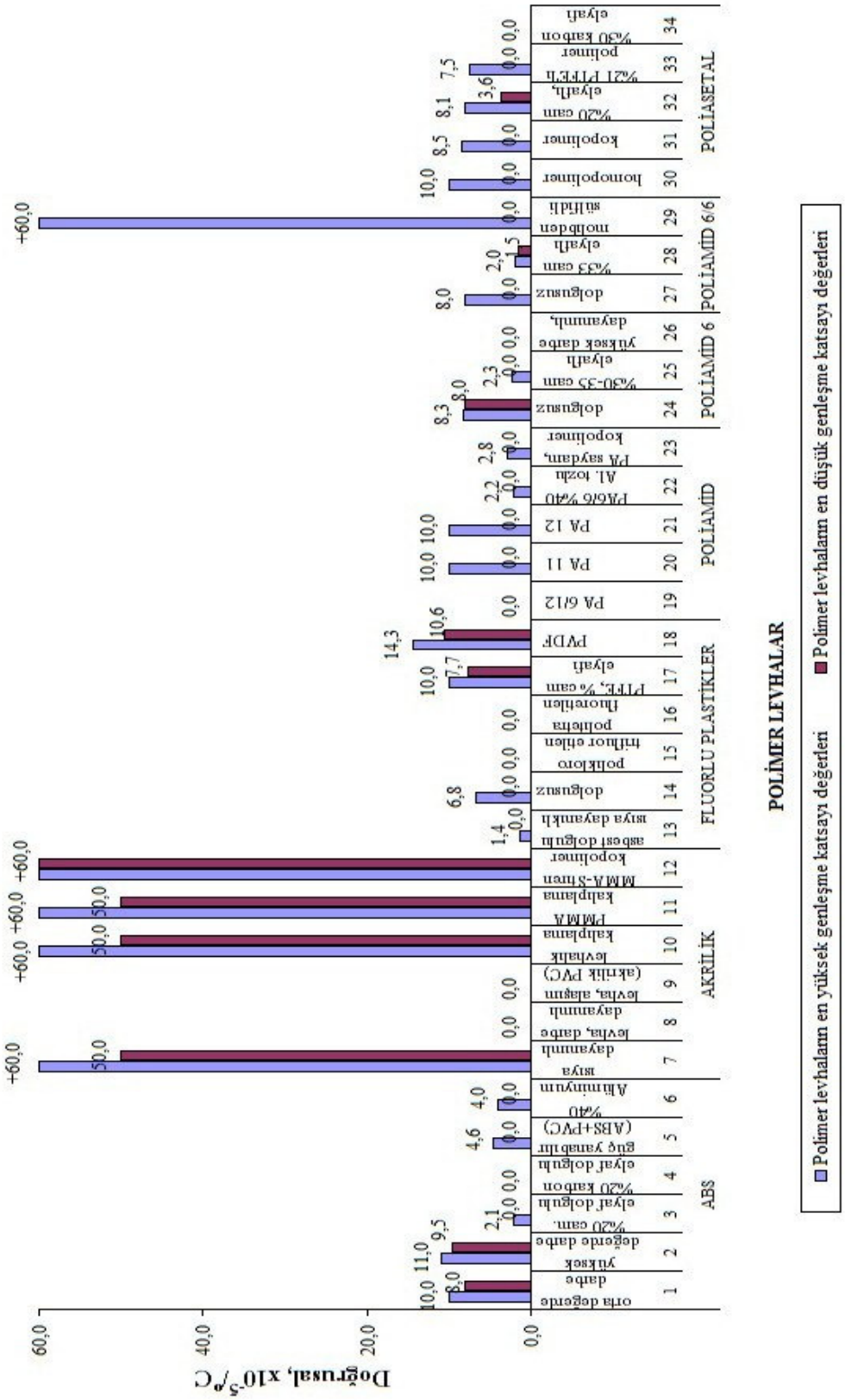


Tablo 5.3 devamı: Polimer levhaların ısıl iletkenlik değerleri

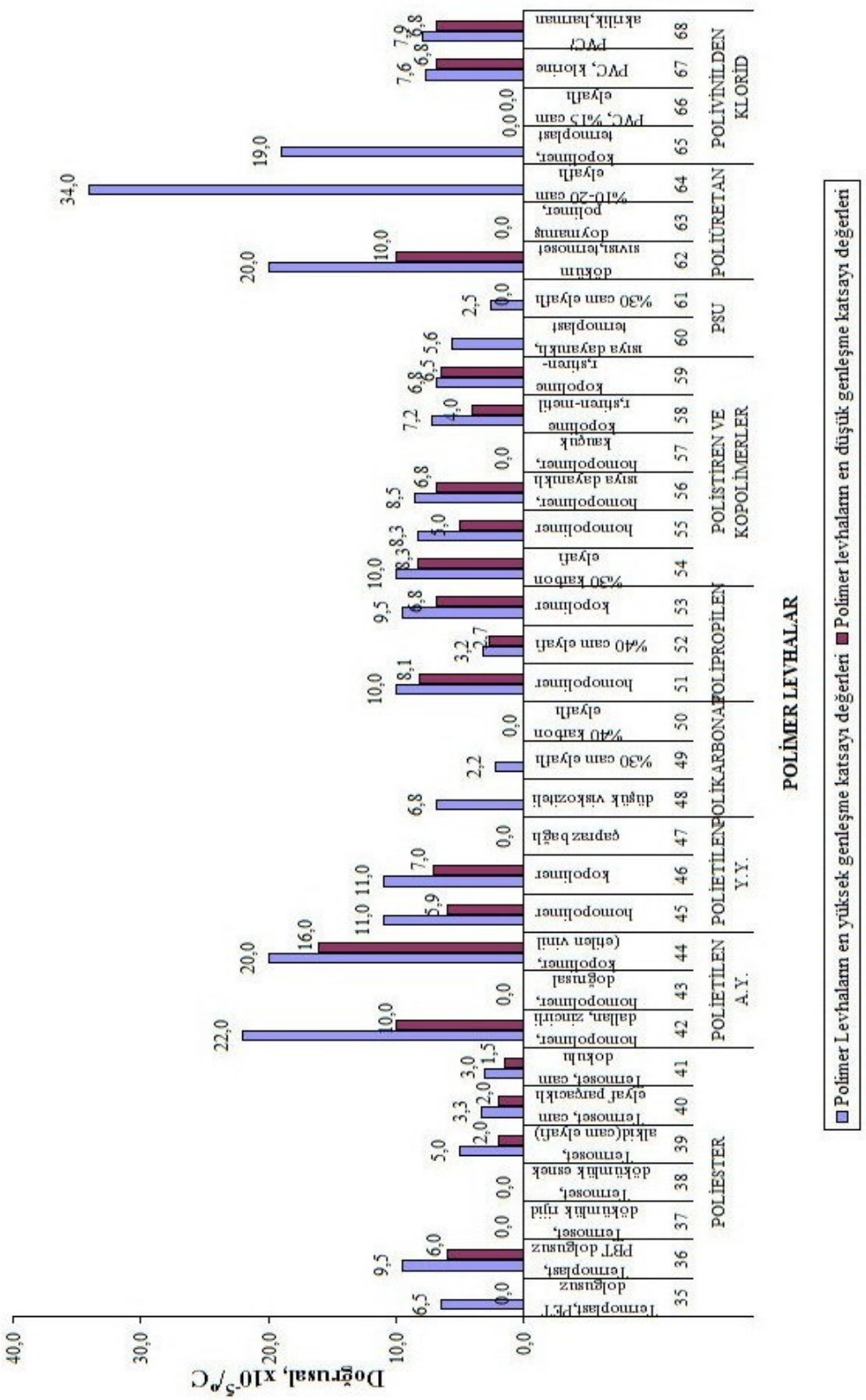


Plastiklerin ısısal genleşme katsayıları metallerinkine göre yaklaşık on defa daha büyük olduğu dikkate alınarak tasarımlar yapılmalıdır. Birçok plastik parça temas halinde iken çalışma sıcaklıklarının dalgalanması halinde boyutsal değişimler ve bu arada oluşacak gerilmeler olumsuz durumlara neden olabilir. [4] Tablo 5.4 incelendiğinde görülmektedir ki akrilik(7-10-11-12), poliamid 6/6 (29), poliüretan ve polietilen yüksek genleşme katsayısına sahip polimerlerdir. Bu da göstermektedir ki bu malzemeler, ısıyla birlikte boyca en fazla uzayan polimer levhalardır. Akrilik(8,9), fluorlu plastikler, poliamid, poliasetal, Polikarbonat, PVC (%15 cam elyaflı), PSU (%30 cam elyaflı), poliester(ts, tp) genleşme katsayısı oldukça düşük polimer levhalardır.

Tablo 5.4: Polimer levhaların genleşme katsayı değerleri

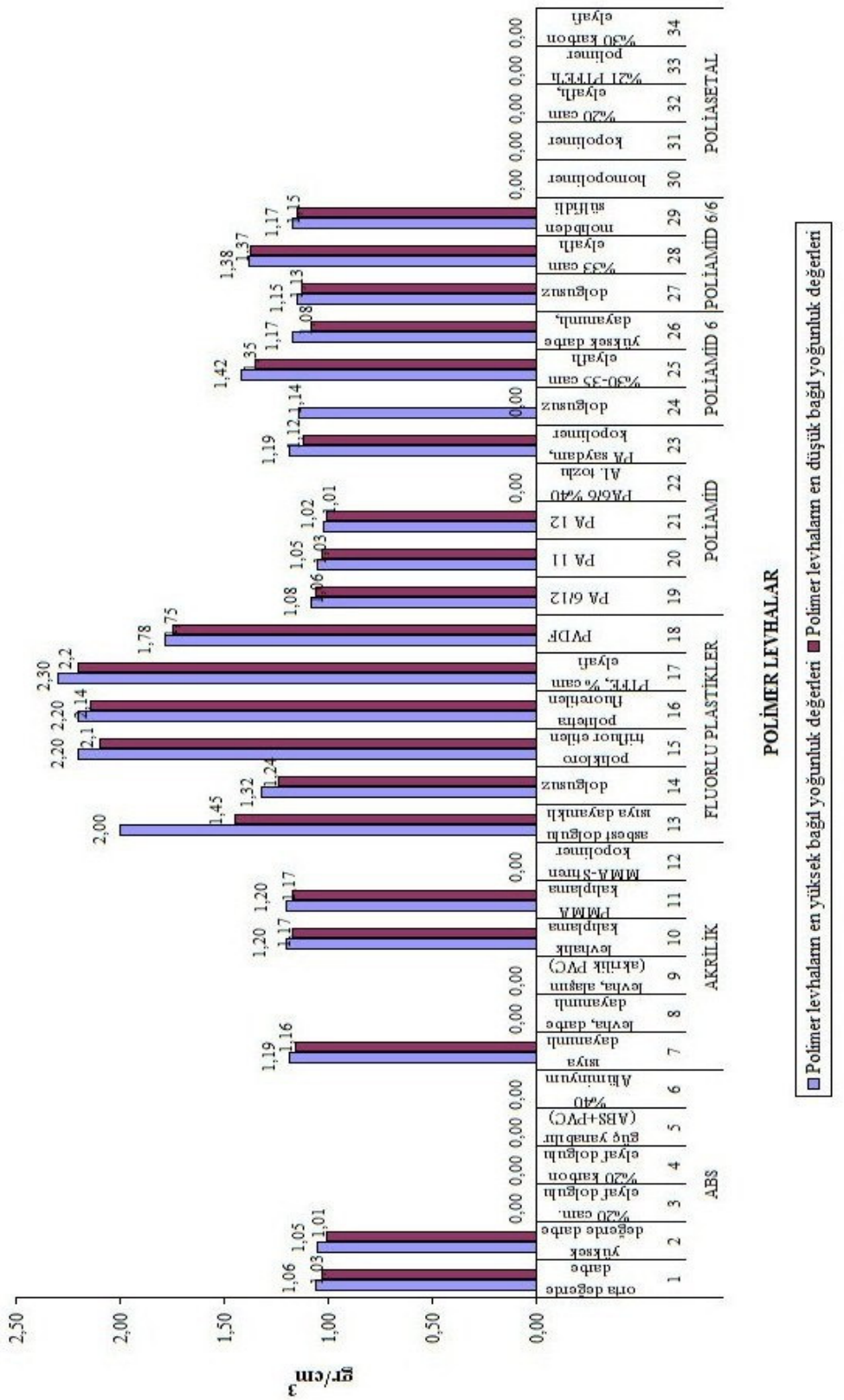


Tablo 5.4 devamı: Polimer levhaların genleşme katsayı değerleri

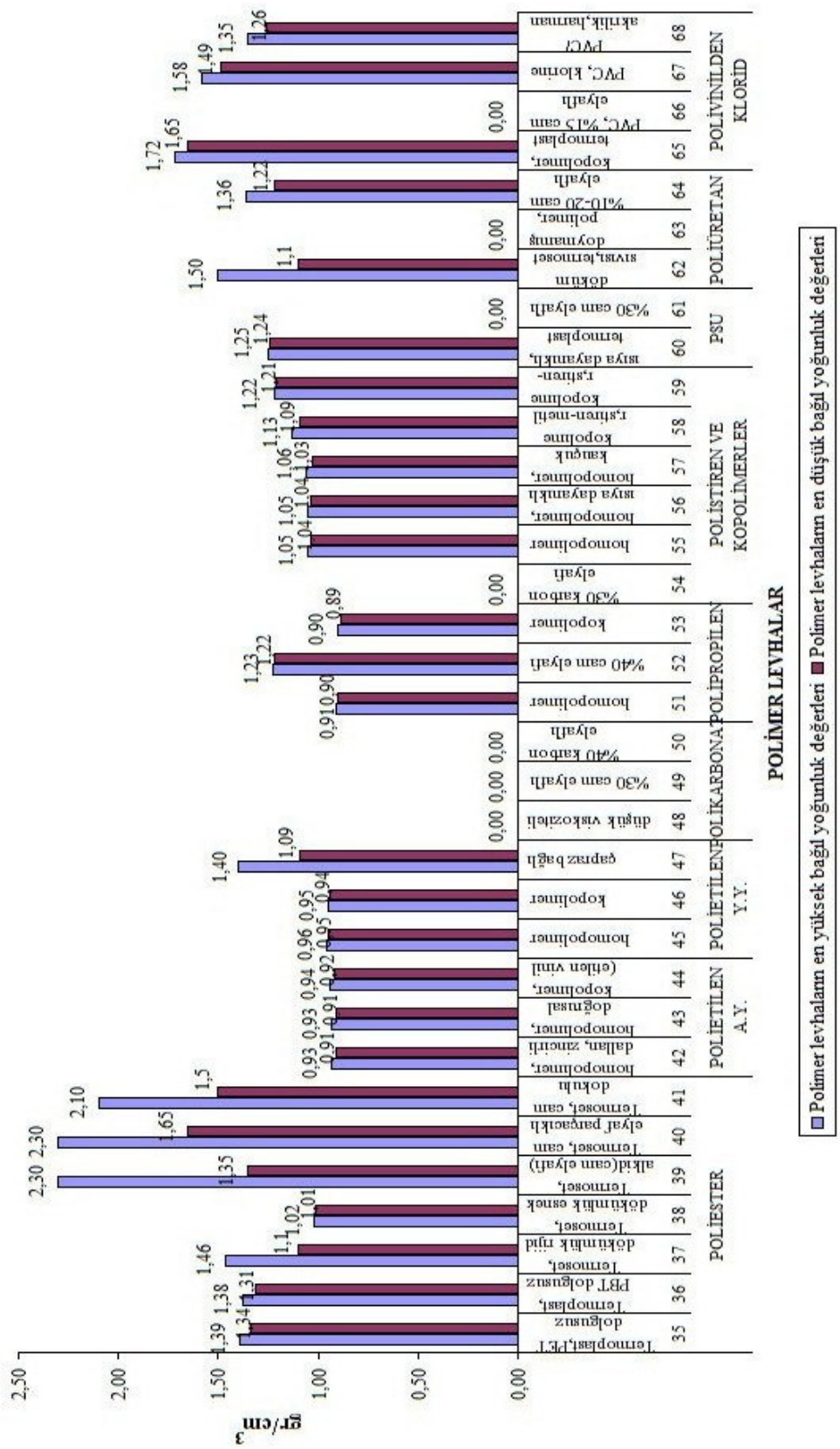


Plastik levhaların bağıl yoğunlukları; 0,9 ile 2,5 gr/cm³ arasında değişmekle birlikte, Tablo 5.5'te polimer levhaların bağıl yoğunluk grafiği verilmiştir. Bağıl yoğunluğu en yüksek polimer levhalar Fluorlu plastikler ve Poliester(39,40,41),PVC, en düşük olanlar ise polietilen(AYPE,YYPE) ve polipropilendir.

Tablo 5.5: Polimer levhaların bağıl yoğunluk değerleri

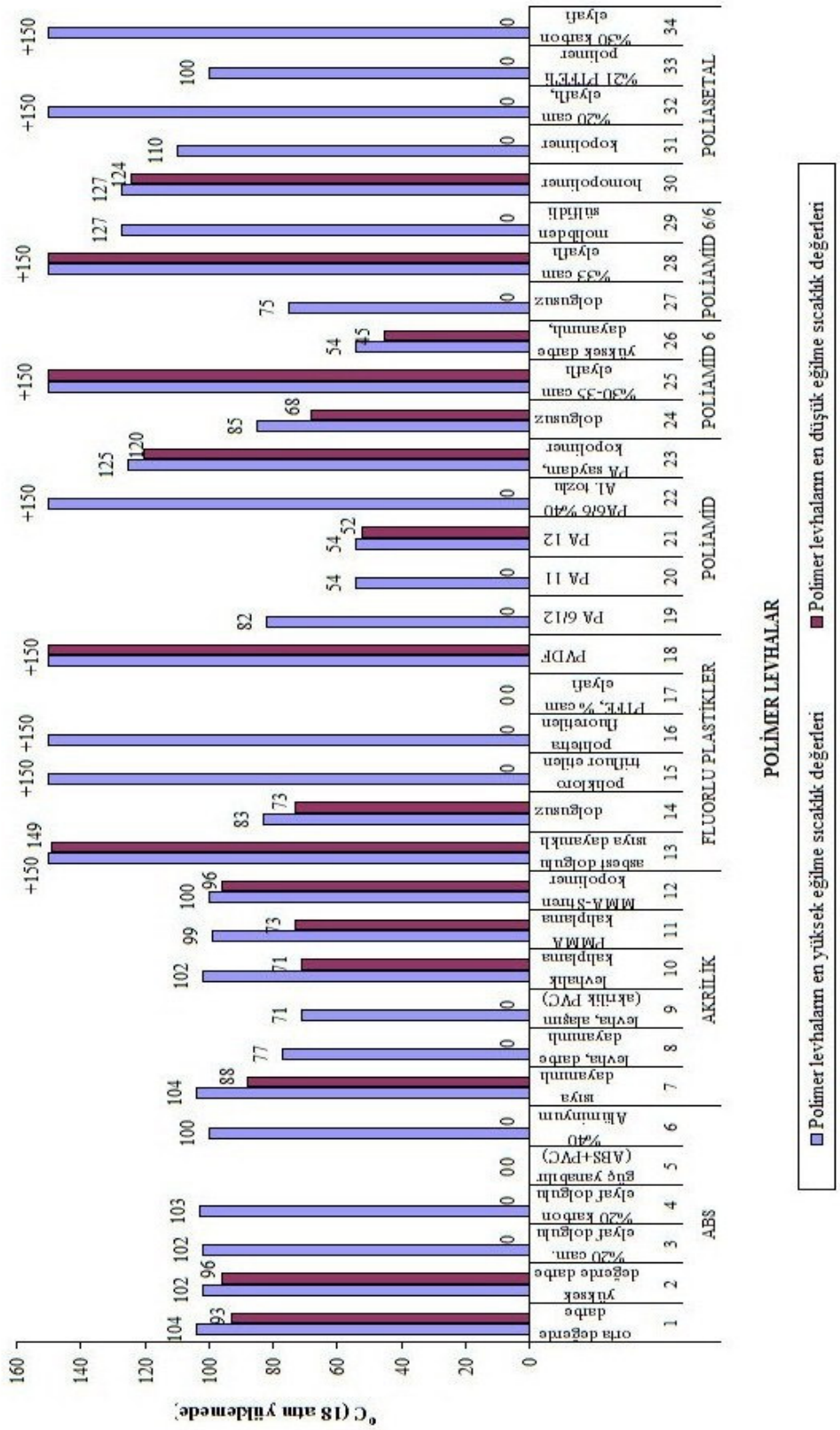


Tablo 5.5 devamı: Polimer levhaların bağıl yoğunluk değerleri

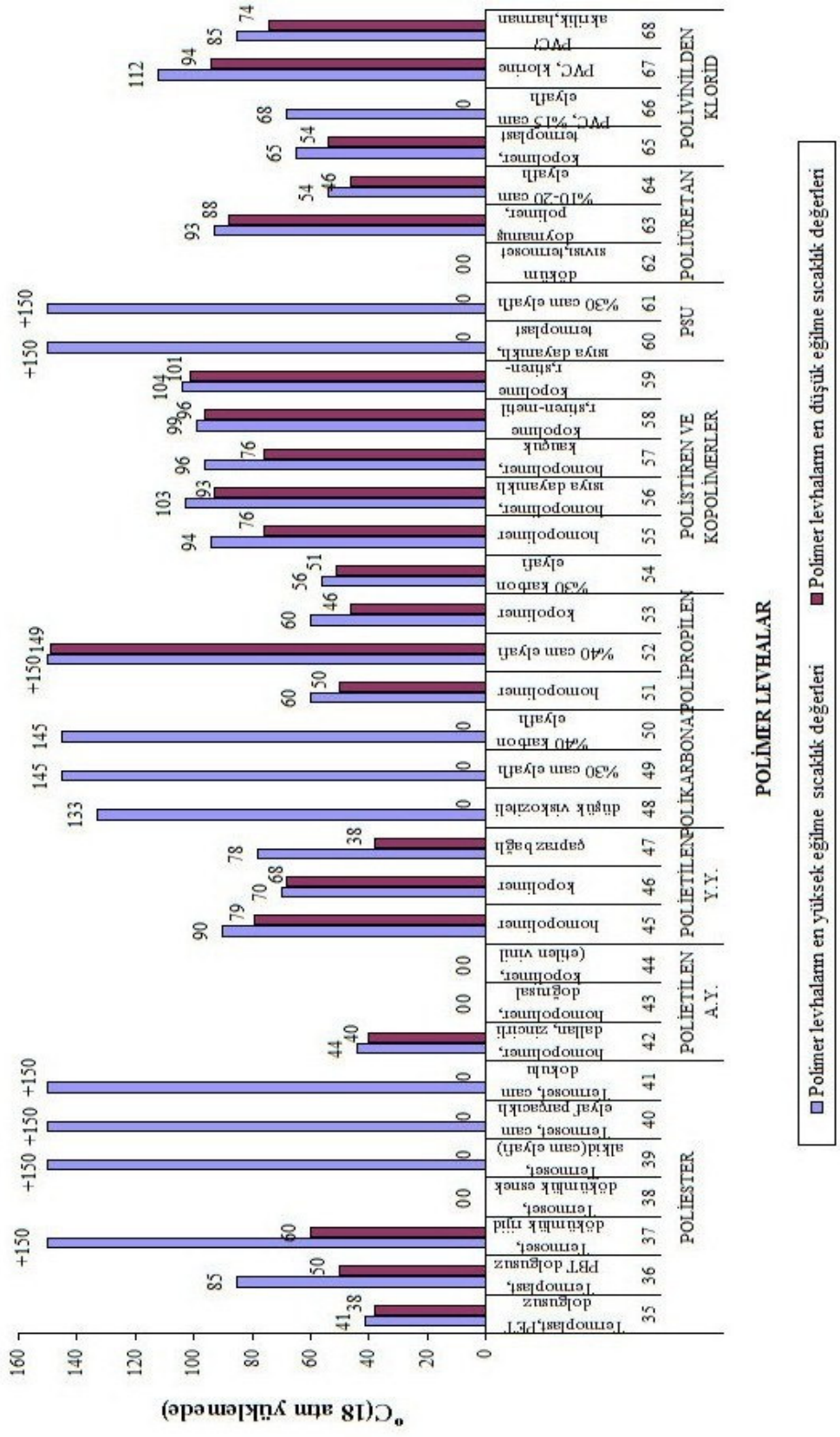


Termoplastların mekanik özellikleri sıcaklıkla özellikle değişim göstermektedir. Polimerlere ait kullanım üst sıcaklığı bu bakımdan büyük önem taşımaktadır. Çizelgelerden alınacak olan yük altında eğilme sıcaklığı plastiklerin tasarımında başvurulacak ısısal özelliklerden biridir. [4] Eğilme grafik tablosu olan Tablo 5.6'ya göre yüksek sıcaklıklara kadar boyut kararlılığını koruyan polimer levhalar, Fluorlu Plastikler, Poliamid(22-25), Poliamid 6/6 (28,29), poliasetal, Poliester(37,39,40,41), Polikarbonat(48-50), Polipropilen (52) ve Polisülfondur. Polietilen(AYPE), poliamid (20,21,26) ise düşük eğilme sıcaklığına sahip polimer levhalardır.

Tablo 5.6: Polimer levhaların eğilme sıcaklık değerleri



Tablo 5.6 devamı: Polimer levhaların eğilme sıcaklık değerleri



Yanıcılık özelliğine göre polimer levhalar karşılaştırıldığında, levhaların arasında PTFE'nin yanıcı olmadığı görülür. Yanabildiği halde tutuştuktan sonra kendiliğinden sönenlere örnek olarak PA 6.6, PA 6.12, , PC, PVC (sert), verilebilir. Yanmasını yavaş olarak sürdürenler Asetal, ABS, CA, PE, PMMA, PP, PS ve plastikleştirilmiş PVC'dir. [4]

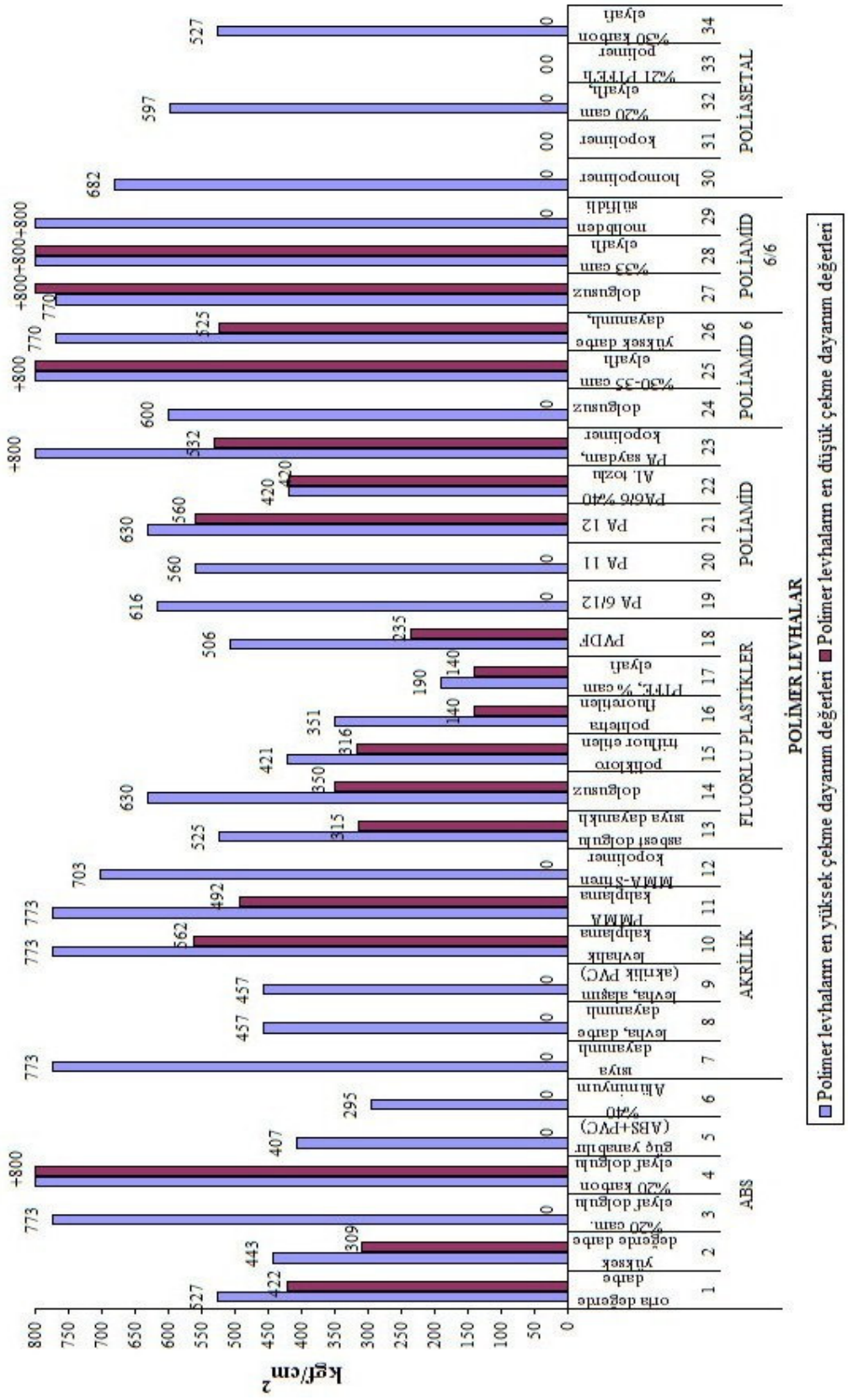
Tablo 5.7 Polimer levhaların yanıcılık durumları

Plastik Türü	**Erime nok.^{o}C**	**Yanma durumu**	**Verdiği koku**
ABS	–	sarı alevli, isli, yanma ve damlama	karakteristik
Akrilik	190	tepesi sarı, mavi alevli yavaş yanma	meyve kokusu
Asetal	175	mavi alevli, issiz yavaş yanma	formaldehit
Poliamid 6	207	tepesi sarı, mavi alevli yavaş yanma,eriyip akma	yanık yün
Poliamid 66	254	tepesi sarı, mavi alevli yavaş yanma,eriyip akma	yanık yün
Polikarbonat	220	sarı alevle yanma, yakıcı alev çekilince sönme	fenol
Polyester	250	isli, sarı alevle yanma, damlama	karakteristik
Polietilen	105	tepesi sarı, mavi alevle yavaş yanma	mum, parafin
Polipropilen	168	tepesi sarı, mavi alevle yavaş yanma	tatlı ve dizel duman
Polistiren	190	çok isli, mavi alevle yanma	çuha çiçeği
Polivinil klorid	127	kenarları yeşil, sarı renkli	tuz asiti
Politetra fluoretilen	–	bozularak deforme olur	–

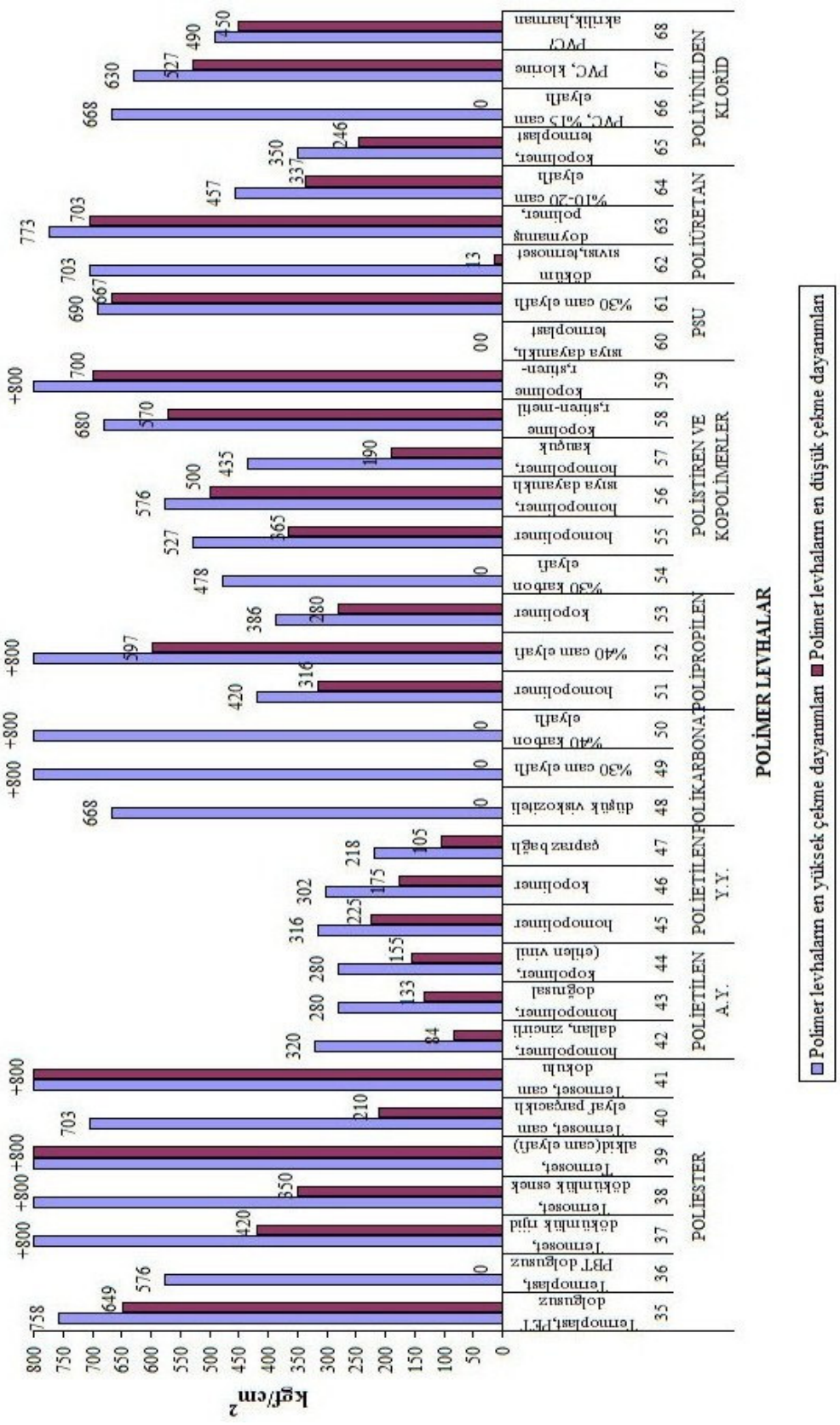
5.1.2 Mekanik Özelliklere Göre Polimer Levha seçimi

Termoset ve termoplast plastik levhalar, mekanik bakımdan çok büyük farklılıklar göstermekle birlikte kullanım uygunluğu ve yeterlilik durumları göz önüne alınarak çeşitli seçimler yapılıp, kullanım amacına ve beklenen performansa göre en uygun levha bulunabilmektedir. Belirleyici bir mekanik özellik olan çekme dayanımı açısından yüksek değere sahip bir ürün tercih edilmek istenildiği takdirde ABS(3,4), Akrilik, PMMA, Poliamid 6, Poliamid 6/6, Poliester, PC, PVC uygun levha türleri olmakla birlikte, Poliamid, PCTFE, ve PVDF de yeterli çekme dayanıma ship görülmektedir. PTFE, ABS ve Polietilen ise çekme dayanımı konusunda yetersizdir. Tablo 5.8 gösteriyor ki 300-500 kgf/cm² çekme dayanımına sahip polimer levhalar yeterli çekme dayanıma sahip olup, 500 kgf/cm² üzeri değerlere sahip polimer levhalar çekme dayanımı konusunda oldukça iyidir. Bunlarla birlikte bir levhanın çekme dayanımı özelliklerini yükseltmek istediğimizde çeşitli dolgu maddeleri ve lif pekiştirmesi ile levhaların çekme dayanımları yükseltilebilmektedir. Örneğin kopolimer polipropilenin çekme dayanımı 2744-3783 N/cm² arasında olup %40 cam elyafı ile güçlendirilmiş polipropilenin çekme dayanımı 5851-10290 N/cm²'na yükseltilmiş olur. [4]

Tablo 5.8: Polimer levhaların çekme dayanım değerleri

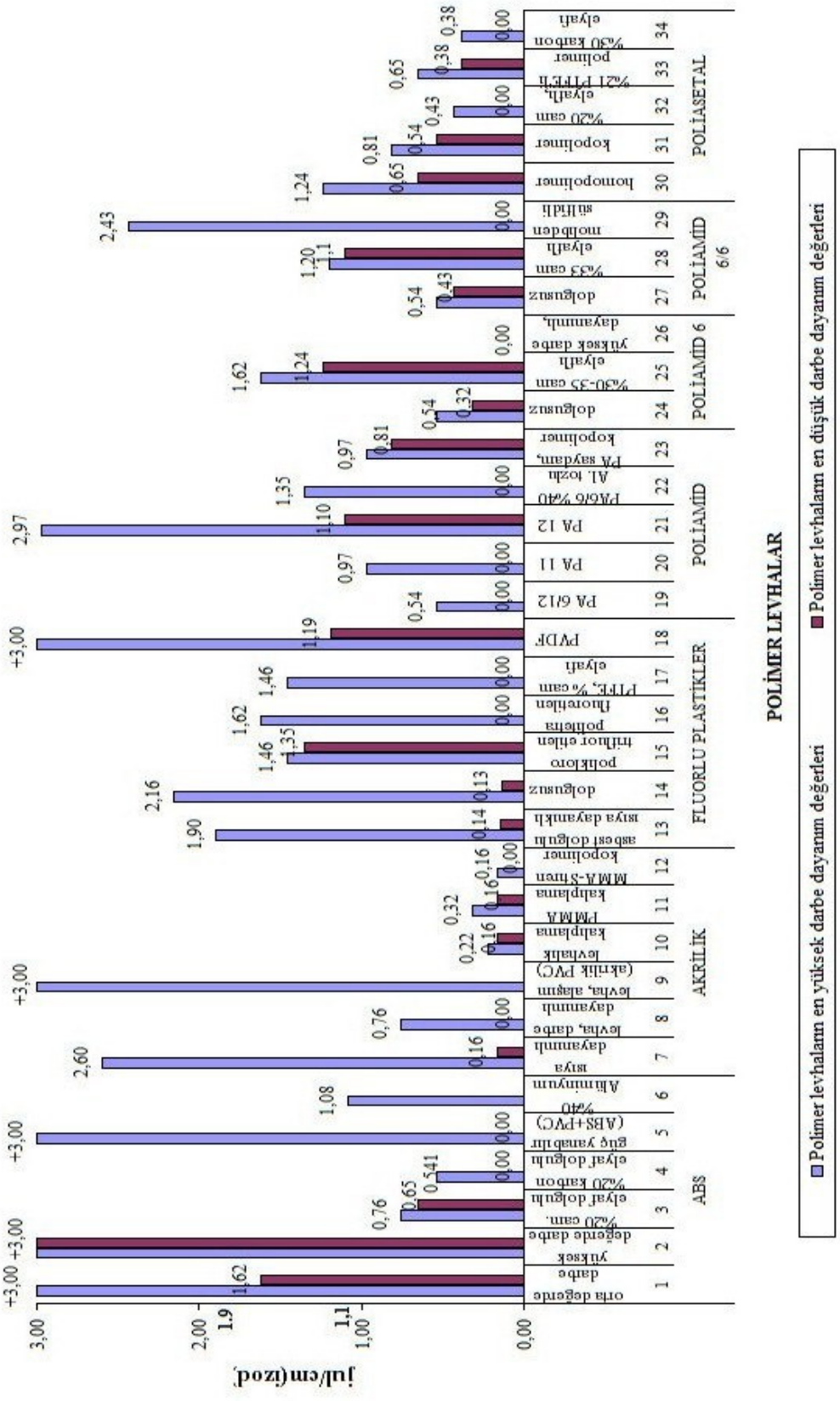


Tablo 5.8 devamı: Polimer levhaların çekme dayanım değerleri

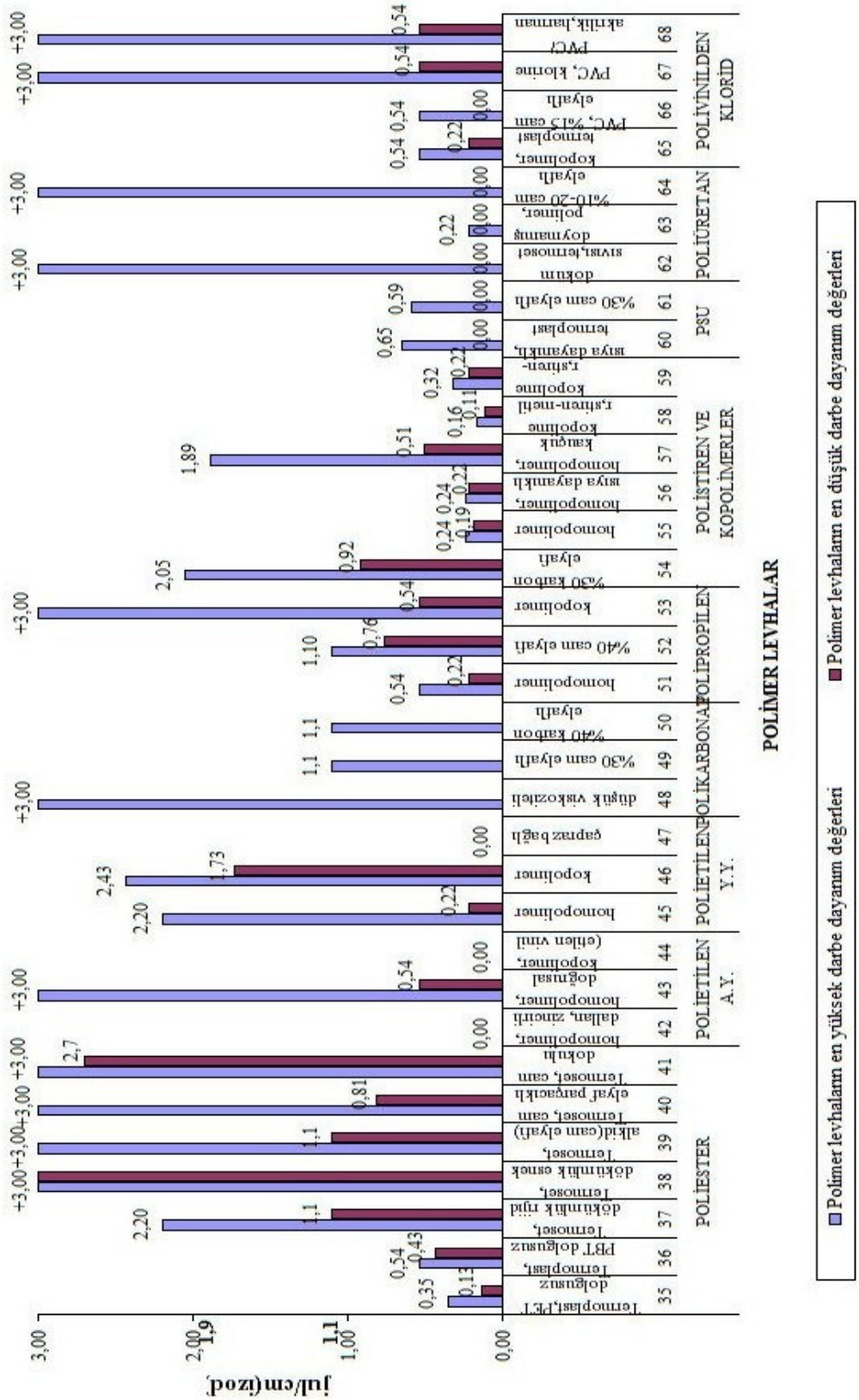


Çekme dayanımı yanında darbe dayanımı da söz konusu olursa Tablo 5.9'da görüldüğü üzere, 1,1-1,9jul/cm(izod) aralığında olan polimer levhalar pek çok halde yeterli olup, 1,9 jul/cm(izod)'dan yüksek olan ABS (1,2,5) akrilik(9) poliester (termoset) , poliüretan(62,64) ve polietilen (AYPE ;43) (YYPE;45,46) iyi,fluorlu plastikler yerine göre iyi plastikler olarak kabul edilir. Polisülfon, polistiren, PC(49,50), PVC(65, 66),Polistiren ise yetersiz darbe dayanımına sahip polimer levhalardır..

Tablo 5.9: Polimer levhaların darbe dayanım değerleri

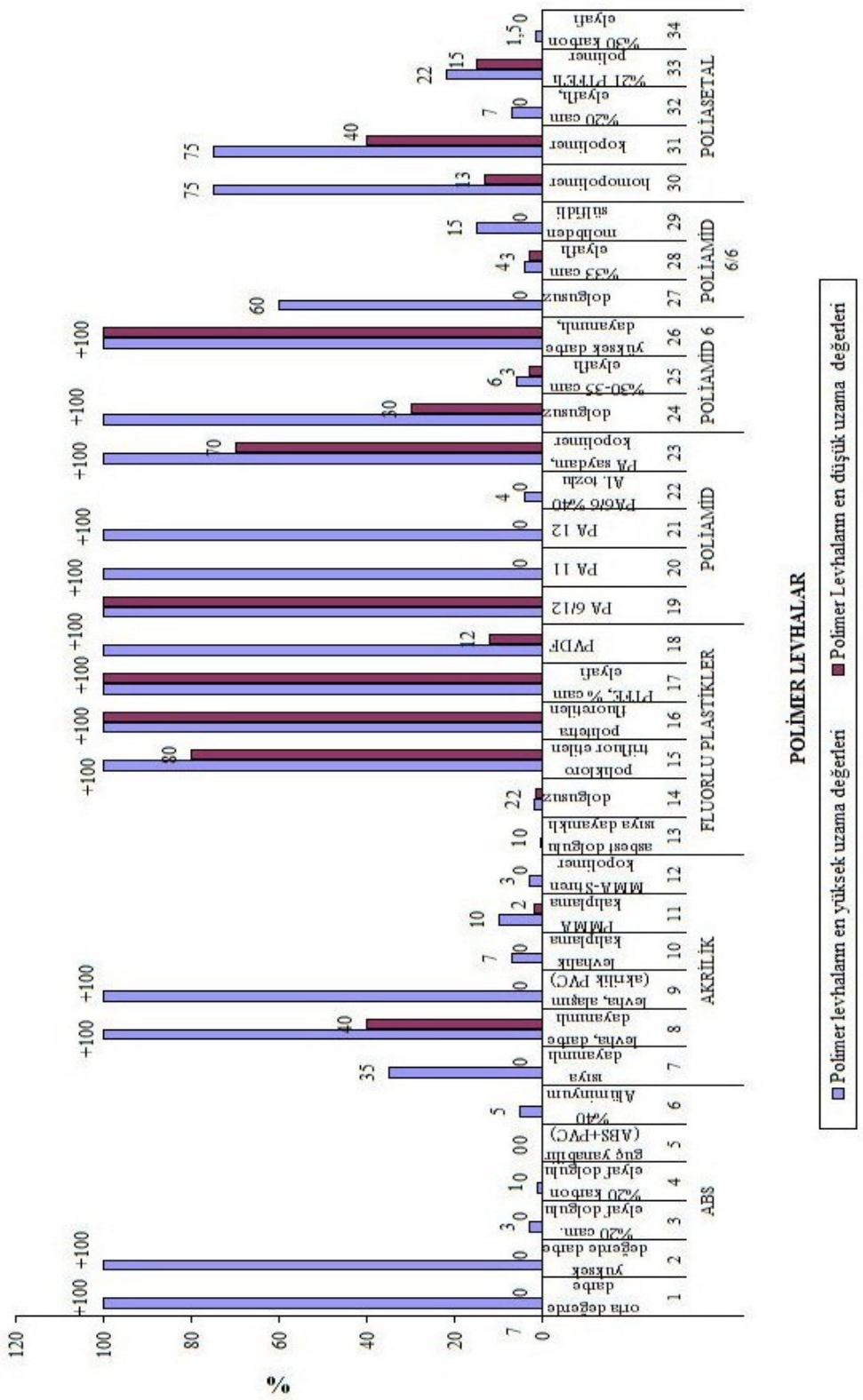


Tablo 5.9 devamı: Polimer levhaların darbe dayanım değerleri

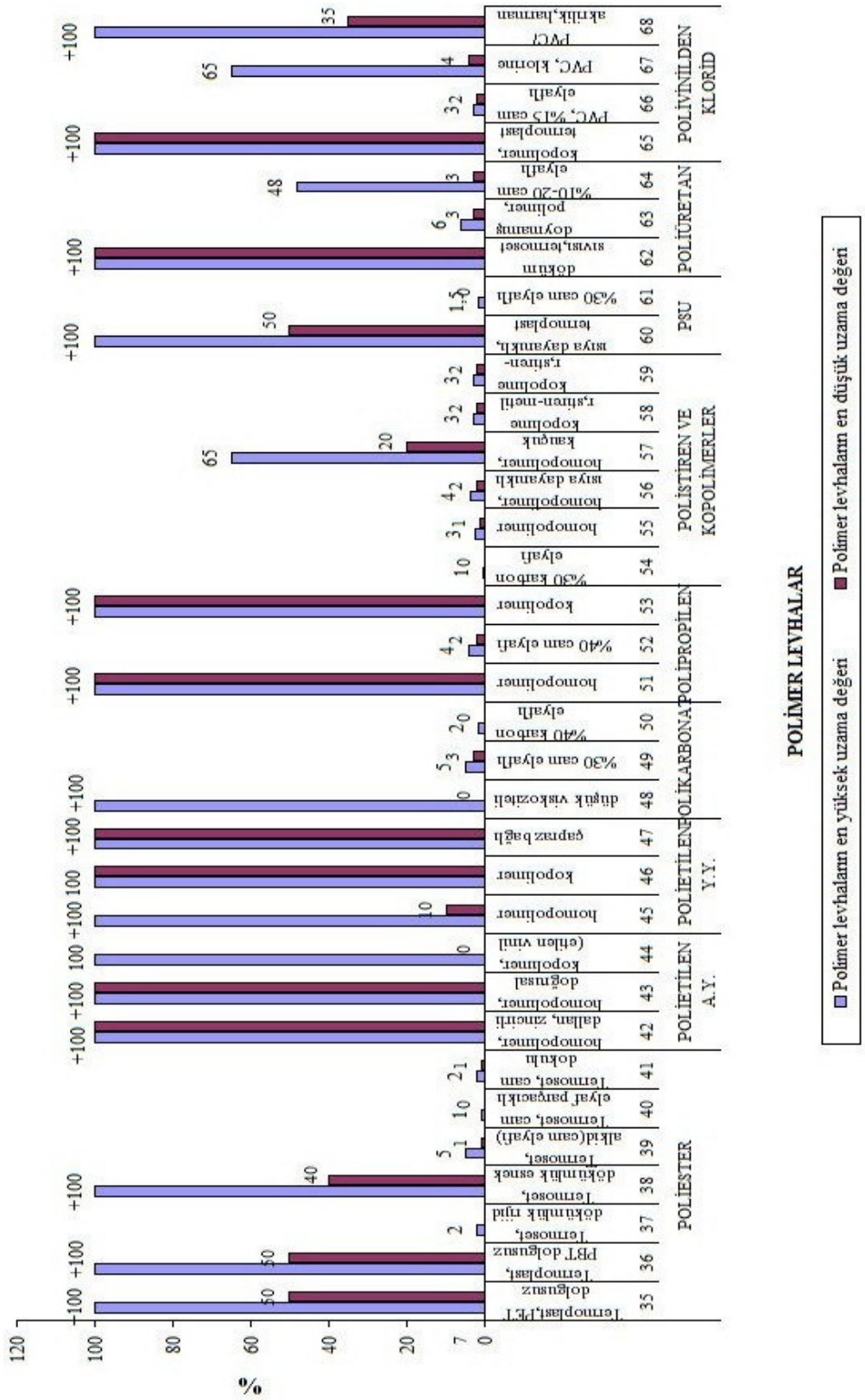


Uzama değerleri incelendiğinde görülmektedir ki % olarak 7-20 arasında uzamaya uğrayan polimer levhalar kullanılabilir malzemeler olup,%7'nin altında uzama değerlerine sahip olan polimer levhalar kullanışlı olarak kabul edilirler. ABS(3-6), akrilik(10-12), poliamid(28,29), poliester(ts)ve polistiren düşük uzama yüzdelerine sahiptir. Polietilen, polipropilen, poliüretan, ve PVC ise uzama değerleri göz önüne alındığında yüksek değerlere sahip polimer levhalardır.Tablo 5.10'da uzama değerleri görülebilir.

Tablo 5.10: Polimer levhaların uzama değerleri



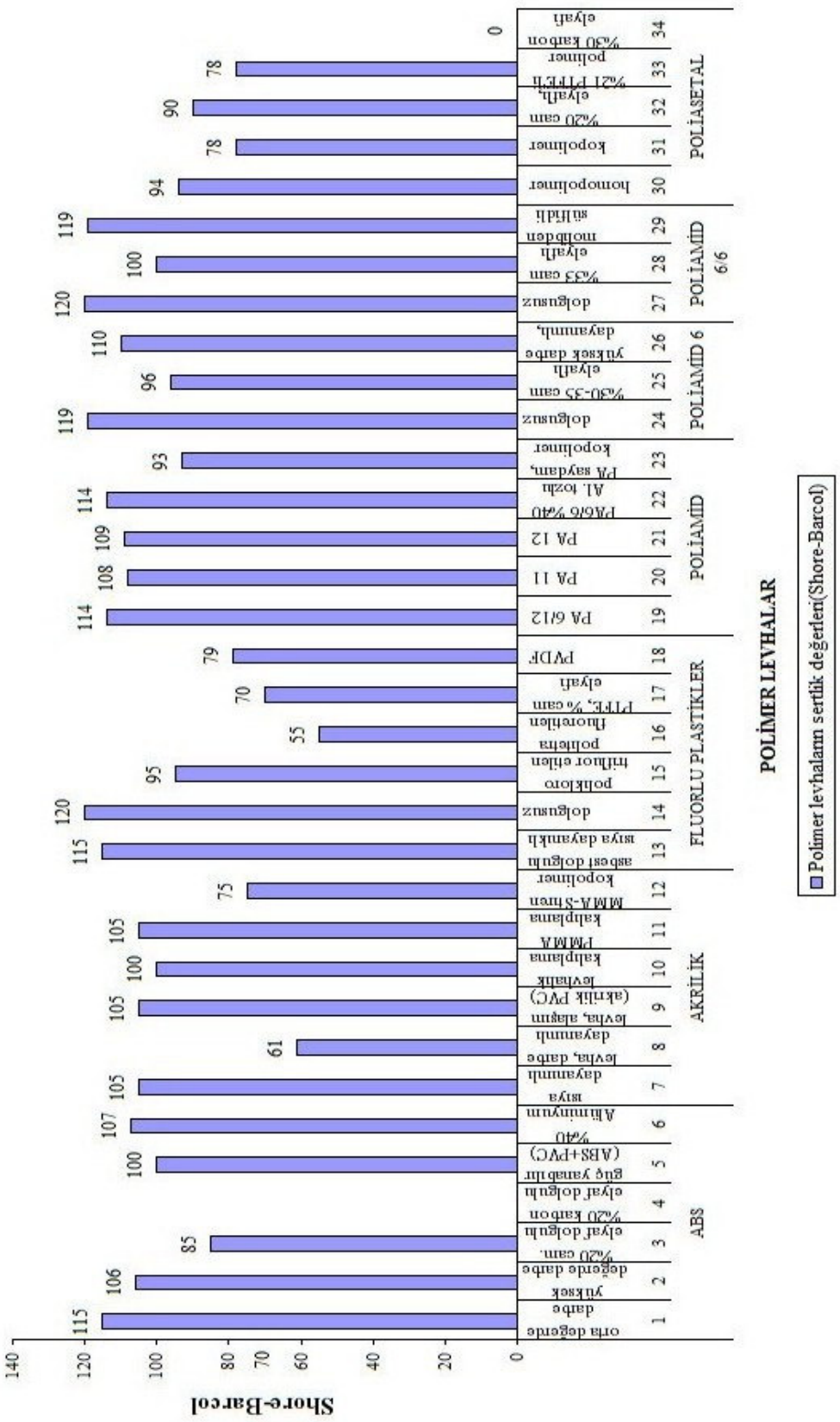
Tablo 5.10 devamı: Polimer levhaların uzama değerleri



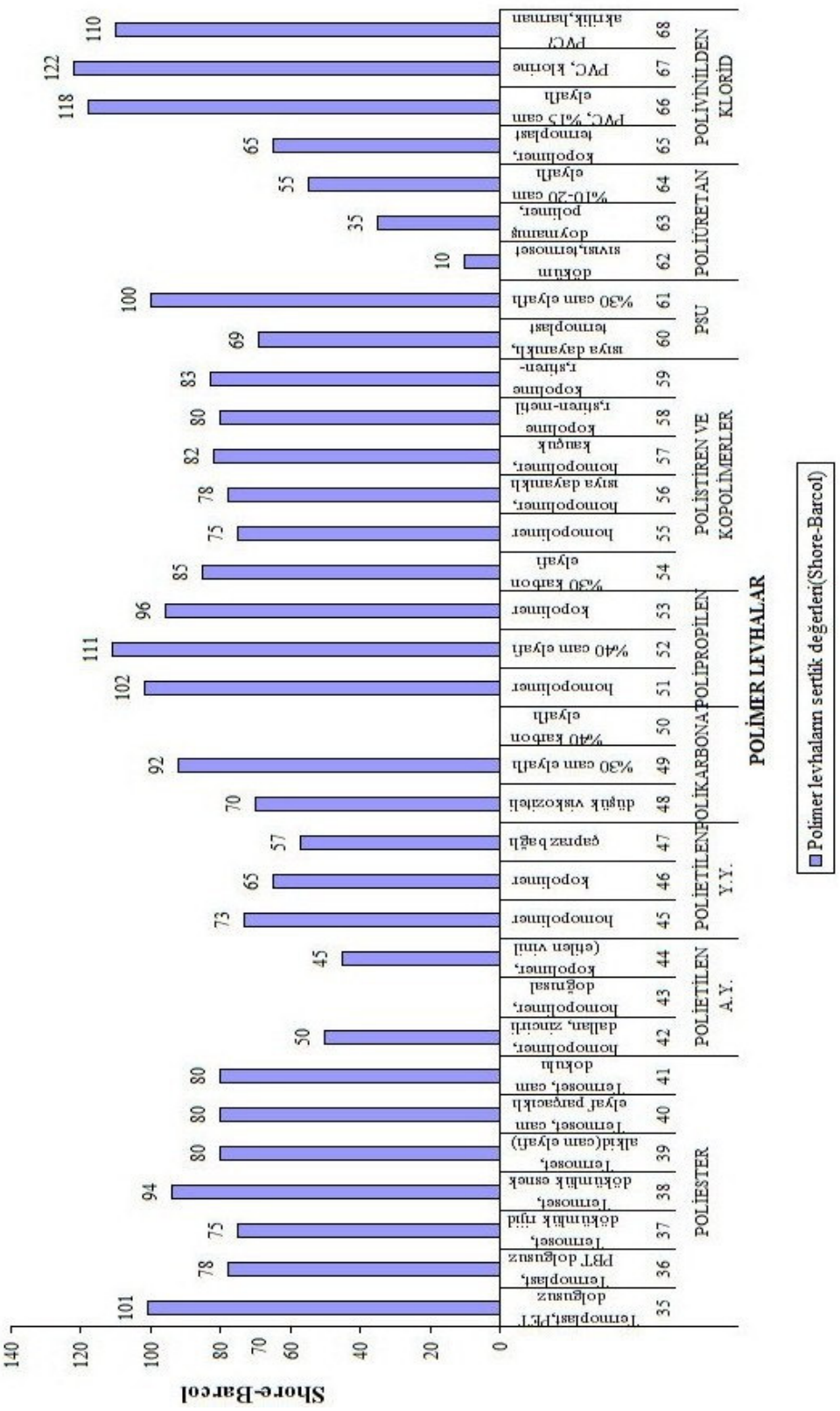
5.1.3 Teknolojik Özelliklere Göre Polimer Levha seçimi

Sertlik, polimer levhaların teknolojik özelliklerinden biri olmakla birlikte, cisimlerin çizilmeye ve aşınmaya gösterdikleri dirençtir. Tablo 5.11 ‘e göre sertlik dayanımları yüksek olan polimerler, akrilik, fluorlu plastikler(13,14) poliamid, polipropilen ve PVC’dir.Çizilmeye en müsait levhalar, polietilen ve poliüretandır. Shore-Barcol ölçeğine göre 70-100 arasında olan sertlik değeri pek çok durunda yeterli görülmekle birlikte 70 altında olan cisimler çizilmeye ve sürtünme sonucu aşınmalara karşı dayanıksızdır.

Tablo 5.11: Polimer levhaların sertlik değerleri



Tablo 5.11 devamı: Polimer levhaların sertlik değerleri



Tablo 5.12'de plastiklerde sürtünme katsayıları verilmiştir. Polimer levhaların sürtünme katsayıları çeşitli dolgu ve kuvvetlendiricilerle arttırılabilir. Polimer levhaların sürtünmesi, çevre, özellikle sıcaklık ve rutubetten kuvvetli bir şekilde etkilenmektedir [3]. Bunlara göre, polipropilen ve poliamid düşük sürtünme katsayısına sahip olmakla birlikte, polietilen, PVC yüksek sürtünme katsayısı değerlerine sahip polimer levhalardır.

Tablo 5.12: Plastiklerde sürtünme katsayısı değerleri

Malzeme	μ
Asetal	0,21
Asetal (+ %20 PTFE)	0,09-0,15
Asetal (+ %2 silikon)	0,12
Akrilik	0,5
Naylon 66	0,28-0,46
Naylon 66 (+ %20 PTFE)	0,18
Naylon 66 (+ %2 silikon)	0,09
Naylon 66 (+ %30 cam elyafı)	0,26-0,31
Naylon 66 (+ %30 karbon elyafı)	0,11
Polibutilen tereftalat (PBT)	0,25
PBT (+ %30 cam elyafı)	0,12
Polikarbonat	0,38
Polikarbonat (+ %15 PTFE)	0,15
Polikarbonat (+ %30 cam elyafı)	0,20
Polietersulfon (+ %30 cam elyafı)	0,2
Polietilen	0,3-0,7
Polietilen (+ %30 karbon elyafı)	0,25
Polifenilen sülfid (PPS)	0,24
PPS (+ %30 cam elyafı)	0,17
PPS (+ %30 karbon elyafı)	0,15
Polipropilen	0,28
Polipropilen (+ %30 cam elyafı)	0,09
Polistiren	0,32
Polistiren (+ %2 silikon)	0,08
PTFE	0,04-0,05
PTFE (+ %30 karbon elyafı)	0,25
Plastikleştirilmiş Polivinilklorür (UPVC)	0,45
UPVC (+ %30 karbon elyafı)	0,32

5.1.4 Kimyasal Özelliklere Göre Polimer Levha seçimi

Kimyasal maddelere direncin konu olduğu yerlerde genelde tavsiye edilecek polimer levhalar, fluorlular, polietilen, polipropilen, polivinil klorid, poliester dir. (termoset) Bunlardan fluorlular ve polisülfon polimer levhaları sıcağa da dayanıklıdır.

Kendi türünden dispersiyonla polimerlerin yapıştırılması onların çözücülerden etkilenmesiyle mümkündür. Tasarımda bu özellikteki polimer levhalar, polistiren, ABS, PMMA gibi ürünler arasından seçilebilir. Aksine çözücülere dayanıklı polimer levhalar söz konusu olduğunda, poliamid, polietilen, fluorlular, polipropilen, poliasetal, düşünülebilir. [4]

Tablo 5.13: Polimer levhaların kuvvetli asit ve baz dayanım değerleri

POLİMER LEVHALAR			DİRENÇ DEĞERLERİ	
			ASİT	BAZ
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	E(az)	D
	2	yüksek değerde darbe day.	E(az)	D
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	E	D
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	E	D
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	E	D
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	E	D
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	E	E
	8	levha, darbe dayanımlı	E(az)	E
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	E(az)	E
	10	levhalık kalıplama mlz.	E(az)	E
	11	PMMA kalıplama mlz.	E(az)	E(az)
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	E	E
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	E	E
	14	dolgusuz	E	E
	15	polikloro trifluor etilen	D	D
	16	politetra fluoretilen	D	D
	17	PTFE, % cam elyafı	D	D
	18	PVDF	D	D
POLİAMİD	19	PA 6/12	E	D
	20	PA 11	E	D
	21	PA 12	E	D
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	E	E
	23	PA saydam, kopolimer	E	D
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	E	D
	25	%30-35 cam elyaflı	E	D
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	E	D
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	E	D
	28	%33 cam elyaflı	E	D
	29	molibden sülfidli	E	D
POLİASETAL	30	homopolimer	E	E
	31	kopolimer	—	—
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	—	—
	33	%21 PTFE'li polimer	—	—
	34	%30 karbon elyafı	—	—

D=dayanır E=etkilenir

Tablo 5.13 devamı: Polimer levhaların kuvvetli asit ve baz dayanım değerleri

POLİMER LEVHALAR			DİRENÇ DEĞERLERİ	
			ASİT	BAZ
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	D	E
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	D	E
	37	Termoset, dökümlük rijid	D	D
	38	Termoset, dökümlük esnek	E	E
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	E(az)	E(az)
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	E(az)	E(az)
	41	Termoset, cam dokulu	E(az)	E(az)
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	D	D
	43	homopolimer, doğrusal	D	D
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	D	D
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	D	D
	46	kopolimer	D	D
	47	çapraz bağlı	D	D
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	E	E
	49	%30 cam elyaflı	E	E
	50	%40 karbon elyaflı	E	E
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	D	D
	52	%40 cam elyafı	D	D
	53	kopolimer	D	D
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	D	D
	55	homopolimer	E(az)	D
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	E(az)	D
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	E(az)	D
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	E(az)	D
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	E(az)	D
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	D	D
	61	%30 cam elyaflı	D	D
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	E	E
	63	doymamış polimer, termoset	E	E
	64	%10-20 cam elyaflı	E	E
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	D	D(soğuk)
	66	PVC, %15 cam elyaflı	D	D
	67	PVC, klorine	D	D
	68	PVC/ akrilik,harman	D	D

D=dayanır E=etkilenir

Polimer levhaları gün ışığına karşı davranışlarının incelendiği Tablo 5.14'te görülmektedir ki, ABS, Akrilik, Poliasetal, Poliester, PVC ve Polisülfon gün ışığına dayanıklı malzemelerdir. Polistiren ise gün ışığına karşı dirençsizdir.

Tablo 5.14: Polimer levhaların gün ışığı direnci değerleri

POLİMER LEVHALAR			GÜN IŞIĞI DİRENCİ
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	D(sararır)
	2	yüksek değerde darbe day.	–
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	–
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	–
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	–
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	–
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	D
	8	levha, darbe dayanımlı	D
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	D
	10	levhalık kalıplama mlz.	D
	11	PMMA kalıplama mlz.	D
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	D
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	E(az)
	14	dolgusuz	E(az)
	15	polikloro trifluor etilen	D
	16	politetra fluoretilen	D
	17	PTFE, % cam elyafı	D
	18	PVDF	D
POLİAMİD	19	PA 6/12	solgunlaşır
	20	PA 11	solgunlaşır
	21	PA 12	solgunlaşır
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	–
	23	PA saydam, kopolimer	solgunlaşır
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	D(solgunlaşır)
	25	%30-35 cam elyaflı	D(solgunlaşır)
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	D(solgunlaşır)
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	D(solgunlaşır)
	28	%33 cam elyaflı	D(solgunlaşır)
	29	molibden sülfidli	D(solgunlaşır)
POLİASETAL	30	homopolimer	kireçlenir
	31	kopolimer	–
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	–
	33	%21 PTFE'li polimer	–
	34	%30 karbon elyafı	–

D=dayanır E=etkilenir

Tablo 5.14 devamı: Polimer levhaların gün ışığı direnci değerleri			
POLİMER LEVHALAR			**GÜN IŞIĞI DİRENCİ**
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	D
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	D
	37	Termoset, dökümlük rijid	D
	38	Termoset, dökümlük esnek	D
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	D
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	D
	41	Termoset, cam dokulu	D
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	E
	43	homopolimer, doğrusal	E
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	E(az)
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	E
	46	kopolimer	E
	47	çapraz bağlı	E
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	E(çok az)
	49	%30 cam elyaflı	E(çok az)
	50	%40 karbon elyaflı	E(çok az)
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	D(önlem ile)
	52	%40 cam elyafı	D(önlem ile)
	53	kopolimer	D(önlem ile)
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	D(önlem ile)
	55	homopolimer	E(az)
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	E(az)
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	E(az)
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	E(az)
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	E(az)
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	D
	61	%30 cam elyaflı	D
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	D(önlem ile)
	63	doymamış polimer, termoset	D(önlem ile)
	64	%10-20 cam elyaflı	D(önlem ile)
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	D
	66	PVC, %15 cam elyaflı	D
	67	PVC, klorine	D
	68	PVC/ akrilik,harman	D

D=dayanır E=etkilenir

5.1.5 Estetik, Yüzey Özellikleri, Renk ve Doku Özelliklerine Göre Polimer Levha seçimi

Bir plastiğin tasarımda saydam olması gerekiyorsa bunlar polistiren, akrilik, polikarbonat, saydam poliamid gibi polimer ürünlerinden seçilebilir. Açık hava koşullarına direnç, optik berraklık (ve darbe dayanımı) gerektiğinde polimetil metakrilat (plexiglass) çok verimli olur (bu ürün ayrıca iyi boyut kararlılığına da sahiptir). Polikarbonat çok iyi mekanik özellikler yanında optik kaliteye sahiptir. Polistiren ve poliamid gün ışığından etkilenir. Örnek: Eski yıllarda kırtasiye malzemelerinin selüloz nitrattan üretilmeleri ve kimyasal kararlılıklarının yetersiz olmaları nedeniyle ürünün zamanla sararması gibi. Şimdi ise akrilik plastikler kullanıldığından malzemeler yıllarca berrak kalmaktadır. İstenilen tonda homojen boyanabilme önemli bir özelliktir [4]. Tablo 5.15'de polimer levhaların optik durumları belirtilmiştir.

Tablo 5.15: Polimer levhaların optik özellikleri			
POLİMER LEVHALAR			**OPTİK HAL**
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	opak
	2	yüksek değerde darbe day.	–
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	–
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	–
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	–
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	–
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	–
	8	levha, darbe dayanımlı	opak
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	opak
	10	levhalık kalıplama mlz.	opak
	11	PMMA kalıplama mlz.	saydam
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	–
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	opak
	14	dolgusuz	opak
	15	polikloro trifluor etilen	opak
	16	politetra fluoretilen	opak
	17	PTFE, % cam elyafı	D
	18	PVDF	D
POLİAMİD	19	PA 6/12	opak
	20	PA 11	opak
	21	PA 12	opak
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	opak
	23	PA saydam, kopolimer	saydam
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	opak
	25	%30-35 cam elyaflı	opak
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	opak
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	opak
	28	%33 cam elyaflı	opak
	29	molibden sülfidli	opak
POLİASETAL	30	homopolimer	kireçlenir
	31	kopolimer	–
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	–
	33	%21 PTFE'li polimer	–
	34	%30 karbon elyafı	–

Tablo 5.15 devamı: Polimer levhaların optik özellikleri			
POLİMER LEVHALAR			**OPTİK HAL**
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	saydam
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	saydam
	37	Termoset, dökümlük rijid	saydam
	38	Termoset, dökümlük esnek	saydam
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	opak
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	opak
	41	Termoset, cam dokulu	opak
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	opak
	43	homopolimer, doğrusal	opak
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	opak
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	opak
	46	kopolimer	opak
	47	çapraz bağlı	opak
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	saydam
	49	%30 cam elyaflı	opak
	50	%40 karbon elyaflı	opak
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	opak
	52	%40 cam elyafı	opak
	53	kopolimer	opak
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	opak
	55	homopolimer	saydam
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	saydam
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	opak
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	saydam
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	opak
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	opak
	61	%30 cam elyaflı	opak
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	opak
	63	doymamış polimer, termoset	opak
	64	%10-20 cam elyaflı	opak
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	opak
	66	PVC, %15 cam elyaflı	opak
	67	PVC, klorine	saydam
	68	PVC/ akrilik,harman	saydam

5.1.6 Fiyat Özelliğine Göre Polimer Levha seçimi

Son olarak fiyatların da tasarımlarda önemli bir etken olduğunu belirtelim. Aşağıdaki Tablo 5.13'de AYPE 1 alınarak hazırlanmış, plastiklerin birbirine göre bağıl fiyatları verilmiştir. Plastik fiyatları plastiklerin türlerine, her ülkenin üretim ve ticari koşullarına bağlı olarak değişir. [4]

Yurdumuzda 1990 yılı PETKİM kuruluşumuzca üretilen PE, PP, PS ve PVC fabrika fiyatları 1.2-1.5 $/kg olmakla beraber serbest piyasada biraz daha yüksek rakamlardan satılmaktadır. Daha geniş bir bazda plastiklerin birbirlerine göre pahalılık dereceleri AYPE = 1 alınarak Tablo 5.16'da bilgi edinilmek amacıyla verilmiştir. [4]

Tasarımda kalite ve parça işlevi dikkate alınarak maliyet düşürülmeli, aksine hata yapmamalıdır.

Tablo 5.16: Bazı plastik levhaların yaklaşık fiyat farklılıkları (AYPE=1 alınarak) [4]

Plastik türü	**Bağıl fiyat**
Akrilik	1.8
ABS	3,0
Poliamid 6.6	9,0
Poliamid-Kevlar kompozit	25,8
Poliamid-Poliimid kopolimer	73,0
Poliasetal	6,5
Poliester	2,1
Polietilen (AY)	1
Polietilen (YY)	1,5
Polipropilen	2,6
Polisülfon	22,7
PTFE	32-40
PVC	1,5-25

Bu verilere göre Poliamid, polisülfon ve PTFE oldukça yüksek fiyatlara sahip olduğu için tercih edilirken maliyetin düşük olmasının istenildiği durumlarda uygun olmamaktadır.

5.2. Çatıda Kullanılan Polimer Levhaların Performans Değerlendirmeleri

Çatıda kullanılan polimer levhalar işlevlerine göre ayrılmaktadır.Çatı kaplama malzemesi, ısı yalıtım malzemesi ve su yalıtım malzemesi olarak kullanılabilen polimer levhaların beklenen performans özelliklerine bağlı olarak seçimi aşağıdaki bölümde açıklanacaktır.

5.2.1 Isı Yalıtım Malzemesi Olarak Polimer Levha Seçimi

Isı yalıtımı, mevsim şartlarına göre binanın ısıl konforunu sağlamak, yapının zararlı boyutlarda ısı hareketleri ve optimum şartlarda sıcaklık dengesini korumak amacıyla yapılır. Isı tutucu malzemelerden beklenen performans özellikleri, kullanım yerinin koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte malzemenin seçiminde aranacak özelliklerin belirlenmesinde, kullanma yerinde belirli koşulların sağlanması istenmektedir [4]. Isı iletkenlik değerinin düşük olması, yoğunluğunun az olması, yeterli çekme ve darbe dayanımı, düşük birim ağırlık, boyutsal kararlılık, kimyasal etmenlere dayanıklılık, yüksek ısı tutuculuk, [48] su ve nemden etkilenmezlik ve düşük fiyata sahip olmak ısı yalıtım malzemesinden beklenen performans özellikleridir.

Isı yalıtım malzemesi olarak kullanılan polimer levhalar; polistiren, poliüretan ve polietilendir.

Tablo 5.17 incelendiğinde görülmektedir ki; ısı yalıtım malzemesi seçiminde en önemli kriter olan ısı iletkenliğine göre polietilen (43,44,46,47) ,poliüretan (63,64) iyi; polistirenin kauçuk modifiyeli hariç bütün türleri ısı iletken olmasına rağmen polistiren ısıya dayanım konusunda kötü performans sergilemekte, hava direnci ve alevlenme özelikleriyle de kötüdür. Buna rağmen polistiren levhaların çekme dayanımları yeterli olup, eğilme ve uzama değerleri de iyidir. Fiyat konusunda poliüretan, diğerlerine göre daha pahalı olmakla birlikte sertlik, kimyasal dayanım, eğilme ve uzama özellikleriyle diğerlerine kıyasla düşük performans sergilemektedir. Polietilen (43,47), polistiren (58) genel olarak en iyi performans özelliklerine sahip olup, polietilen (43,47); çekme dayanımı, sertlik ve uzamada yetersizken, polistiren(58) darbe, ısı dayanımı, hava direnci ve yanıcılık özellikleriyle olumsuzdur. Bağıl yoğunluğu en yüksek olan malzeme poliüretan olmasına rağmen ısı iletim katsayısı en düşük malzeme ise budur.(0,022 W/m^oK)

Tablo 5.17: Polimer ısı yalıtım levhalarının özellikleri

POLİMER LEVHALAR			ÖZELLİKLER												
			fiziksel						mekanik				kimyasal		
			Isıya dayanım	Isı iletkenlik	Genleşme Katsayısı	Suya direnci	Eğilme	Alevlendirme	Çekme dayanımı	Darbe dayanımı	Uzama	Sertlik	Kimyasallara dayanım	Havaya direnci	fiyat
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	0	—	—	+	+	—	—	—	—	—	+	—	+
	43	homopolimer, doğrusal	0	+	+	+	+	—	—	+	—	—	+	—	+
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	0	+	—	+	+	—	—	—	—	—	+	—	+
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	0	—	—	+	+	+	—	0	—	—	+	—	+
	46	kopolimer	0	+	—	+	+	+	—	0	—	—	+	—	+
	47	çapraz bağlı	0	+	+	+	+	+	—	—	—	—	+	—	+
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	0	+	—	+	—	—	0	0	+	0	0	—	+
	55	homopolimer	—	+	—	+	0	—	0	—	+	0	0	—	+
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	+	—	—	+	0	—	0	—	—	0	0	—	+
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	—	—	+	+	0	—	0	—	+	0	0	—	+
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	—	+	+	+	0	—	+	—	+	0	0	—	+
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	—	+	+	+	0	—	+	—	+	0	0	—	+
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	0	—	—	+	—	+	+	+	—	—	—	0	0
	63	doymamış polimer, termoset	0	+	—	+	—	+	+	—	+	—	—	0	0
	64	%10-20 cam elyaflı	0	+	—	+	—	+	0	+	—	—	—	0	0

+ = yeterli 0=pek çok halde uygun — =yetersiz

5.2.2 Su Yalıtım Malzemesi Olarak Polimer Levha Seçimi

Su yalıtım malzemeleri su geçirimsiz olmalarının yanı sıra, yüksek darbe ve çekme dayanımına sahip, doğrudan üst kaplamanın (kiremit vb) altına yerleştirileceği göz önüne alındığında düşük yoğunluğa ,yüksek sıcaklık dayanımına ve kimyasallara karşı dayanıma sahip olması, boyutsal kararlılık göstermesi, ayrıca düşük fiyata sahip olması beklenir. Bunun yanında yeterli çekme ve darbe dayanımına sahip olması da istenir. Su yalıtım malzemesi olarak kullanılan polimer levhalar; PVC, polietilen (YYPE) ve polipropilendir.

Tablo 5.18 incelendiğinde görülmektedir ki; su yalıtım malzemesi olarak poliester(ts), polipropilen(52) ve PVC (66) önerilebilir. Bütün polimer levhaların fiyatları uygun olup AYPE=1 alınarak yapılmış bağıl değerlendirmede PVC'nin fiyatı 1,5-25, YYPE

1,5,poliesterin 2,1 ve polipropilen ise 2,6'dır.Eğilmede en iyi performansı sergileyen PVC ve poliester(ts) diğer levhaların havaya direnci iyi olmamasına rağmen deformasyona uğramamaktadırlar. PVC'yi poliesterle kıyaslarsak, uzama konusunda yetersizdir çünkü ısı dayanımı düşüktür. Polietilenin diğerlerine göre alevlendirme özelliği istenilen ölçülerde olsa da bu özellik tek başına yeterli olmamakta, poliester ve PVC'ye göre su yalıtımı konusunda yetersiz kalmaktadır. Termoset poliesterler de termoplast poliesterlere kıyasla darbe dayanımı, eğilme ve uzama değerleriyle yetersiz kalmaktadır.

Tablo 5.18: Polimer su yalıtım levhalarının özellikleri

POLİMER LEVHALAR			ÖZELLİKLER														
			fiziksel						mekanik					kimyasal			
			Isıya dayanım	Isı iletkenlik	Genleşme Katsayısı	Suya direnci	Eğilme	Alevlendirme	Çekme dayanımı	Darbe dayanımı	Uzama	Sertlik		Kimyasallara dayanım	Havaya direnci	fiyat	
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	0	−	−	+	−	+	−	0	−	−		+	−	+	
	46	kopolimer	0	+	−	+	−	+	−	0	−	−		+	−	+	
	47	çapraz bağlı	0	+	+	+	−	+	−	−	−	−		+	−	+	
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	0	−	0	+	−	+	0	−	−	0		+	−	+	
	52	%40 cam elyafı	0	−	0	+	+	+	+	−	+	+		+	−	+	
	53	kopolimer	−	−	0	+	−	+	0	+	−	0		+	−	+	
POLİVİNİLDİEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	−	−	−	+	−	0	+	−	−	−		+	0	+	
	66	PVC, %15 cam elyaflı	−	+	+	+	−	0	+	−	+	+		+	0	+	
	67	PVC, klorine	−	−	0	+	+	0	+	0	−	+		+	0	+	
	68	PVC/ akrilik,harman	−	−	0	+	+	0	+	0	−	+		+	0	+	
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	−	−	0	+	−	−	+	−	−	0		0	+	+	
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	−	−	0	+	−	−	+	−	−	0		0	+	+	
	37	Termoset, dökümlük rijid	−	+	+	0	+	−	+	+	+	0		+	+	+	
	38	Termoset, dökümlük esnek	−	+	+	0	+	−	+	+	−	0		0	+	+	
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	0	+	+	0	+	−	+	+	+	0		0	+	+	
	40	Termoset, cam el. parçacıklı	0	+	+	0	+	−	+	+	+	0		0	+	+	
	41	Termoset, cam dokulu	0	+	+	0	+	−	+	+	+	0		0	+	+	

+ = yeterli 0=pek çok halde uygun − =yetersiz

5.2.2 Çatı Kaplama Malzemesi Olarak Polimer Levha Seçimi

Çatıların dış etkilerden korunması amacıyla kaplama esaslı örtü malzemeleri kullanılmaktadır. Kaplama malzemesinden beklenen performans özellikleri; yeterli çekme ve darbe dayanımı, UV ve kimyasallara dayanım, gün ışığı direnci, uygulamaya yönelik optik hal, boyutsal kararlılık, sıcaklık dayanımı, su geçirmezlik, yüksek sertlik değeri ve aşınma dayanımıdır. Çatı kaplama malzemesi olarak kullanılan polimer levhalar; akrilik, poliasetal, fluoroplastikler (PCTFE, PTFE, PEEK), PVC, poliamid, poliester, polikarbonat, polipropilen ve polisülfondur.

Tablo 5.19 incelendiğinde görülmektedir ki, çatı kaplama levhası için en iyi olanlar; akrilik(9), poliester(ts,CTP) ve PC'dir ki bu polimer levhalar istenilen performans özelliklerini en iyi sağlayanlardır. Akrilik sadece kimyasallara dayanım konusunda yetersiz olmakla birlikte, uygun fiyat aralığı, darbe dayanımının yüksek olması, çizilmelere karşı uzun süre dayanabilmesi, opak ve renkli olarak üretilebilmesi, suya ve havaya direncinin iyi olmasıyla tercih edilen polimerdir.

Poliesterler içinde çatı kaplaması denilince akla ilk gelen polimer levhalardan olan CTP levhalar, alevlendirme dışında bütün performans özellikleri açısından yeterlidir.

PC'lar ise ısıl direnç dışında bütün özellikler açışından uygundur. Bağıl yoğunluk açısından bu üç levhayı kıyaslayacak olursak; poliesterler en yüksek bağıl yoğunluğa sahip olup, 1,35-2,3 gr/cm^3 arasında değişen değerlere sahiptir. Sürünme dayanımı için en yüksek değer akriliktedir (0,5µ).

Yaygın olarak kullanılan PTFE levhalarını incelersek; fiyatın oldukça yüksek olmasına ve sertlikle ısı iletkenliği açısından yetersiz olmasına rağmen polimer levhalar arasında ısıya dayanımı en yüksek olandır. 260^{o}C'ye kadar ısı dayanımı olan PTFE levhalar, seçim kriterinde bu konuda üstünlük sağlamaktadır.

Poliamid ve polisülfon levhalar da çatı kaplaması olarak üretilen polimerlerden olmalarına rağmen, yüksek fiyatının yanında istenilen performans özelliklerini sağlamamaları nedeniyle önerilmemektedir.

ABS levhalar da hemen bütün özelliklerde yeterli olmasına rağmen uzama değerinin yüksek olması nedeniyle deformasyonların olabileceği göz önüne alınarak tercih edilmesi önerilmez. ABS(6) ve PVDF diğer polimer levhalara göre en kötü özelliklere sahip polimer levhalardır.

Tablo 5.19: Polimer çatı kaplama levhaları

POLİMER LEVHALAR			ÖZELLİKLER													
			fiziksel						mekanik				kimyasal			
			Isıya dayanım	Isı iletkenlik	Genleşme Katsayısı	Suya direnci	Eğilme	Alevlendirme	Çekme dayanımı	Darbe dayanımı	Uzama	Sertlik	Kimyasallara dayanım	Havaya direnci	fiyat
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	0	+	0	0	+	−	0	+	−	+	0	0	0
	2	yüksek değerde darbe day.	−	+	0	0	+	−	0	+	−	+	0	0	0
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	−	+	+	0	+	−	+	−	+	0	0	0	0
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	−	+	+	0	+	−	+	−	+	−	0	0	0
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	−	+	+	0	−	−	0	+	+	−	0	0	0
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	−	+	+	0	+	−	−	−	−	+	0	0	0
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	+	−	−	+	+		+	+	−	+	−	+	+
	8	levha, darbe dayanımlı	0	+	+	+	+		0	+	−	−	−	+	+
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	0	+	+	+	+		0	+	+	+	−	+	+
	10	levhalık kalıplama mlz.	0	−	−	+	+		+	−	+	0	−	+	+
	11	PMMA kalıplama mlz.	0	−	−	+	+	−	+	−	+	+	−	+	+
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	0	−	−	+	+	−	+	−	+	−	−	+	+
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	+	−	+	+	+	+	0	0	+	+	−	+	−
	14	dolgusuz	0	−	+	+	+	+	0	0	+	+	−	+	−
	15	polikloro trifluor etilen	+	−	+	+	+	+	0	0	−	−	+	+	−
	16	politetra fluoretilen	+	−	+	+	+	+	0	0	−	−	+	+	−
	17	PTFE, % cam elyafı	+	−	0	+	+	+	−	0	−	−	+	+	−
	18	PVDF	+	−	0	+	+	+	0	0	−	−	+	+	−
POLİAMİD	19	PA 6/12	+	−	+	−	−	0	0	−	−	+	0	−	−
	20	PA 11	+	−	0	−	−	0	0	−	−	+	0	−	−
	21	PA 12	+	−	0	−	−	0	+	+	−	+	0	−	−
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	+	−	+	−	+	0	0	−	+	+	−	−	−
	23	PA saydam, kopolimer	+	−	+	−	0	0	+	−	−	0	0	−	−
POLIAMID 6	24	dolgusuz	+	−	0	−	−	0	+	−	−	+	0	−	−
	25	%30-35 cam elyaflı	+	−	+	−	−	0	+	−	+	0	0	−	−
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	−	+	+	−	+	0	+	−	−	+	0	−	−
POLIAMID 6/6	27	dolgusuz	+	−	0	−	+	0	+	−	−	+	0	−	−
	28	%33 cam elyaflı	+	−	+	−	+	0	+	−	+	+	0	−	−
	29	molibden sülfidli	+	+	−	−	+	0	+	+	+	+	0	−	−

+ = yeterli 0=pek çok halde uygun − =yetersiz

Tablo 5.19.devamı: Polimer çatı kaplama levhaları

POLİMER LEVHALAR			ÖZELLİKLER												
			fiziksel						mekanik				kimyasal		
			Isıya dayanım	Isı iletkenlik	Genleşme Katsayısı	Suya direnci	Eğilme	Alevlendirme	Çekme dayanımı	Darbe dayanımı	Uzama	Sertlik	Kimyasallara dayanım	Havaya direnci	fiyat
POLİASETAL	+	homopolimer	0	−	0	0	+	−	+	−	−	0	0	0	0
	+	kopolimer	0	−	0	0	+	−	−	−	−	0	0	0	0
	+	%20 cam elyaflı, homopolimer	0	+	0	0	+	−	+	−	+	0	0	0	0
	+	%21 PTFE'li polimer	0	+	0	0	+	−	−	−	+	0	0	0	0
	+	%30 karbon elyafı	+	+	+	0	+	−	+	−	+	−	0	0	0
POLİESTER	−	Termoplast,PET dolgusuz	0	−	0	+	−	−	+	−	−	0	0	+	+
	−	Termoplast, PBT dolgusuz	0	−	0	+	−	−	+	−	−	0	0	+	+
	−	Termoset, dökümlük rijid	+	+	+	0	+	−	+	+	+	0	+	+	+
	−	Termoset, dökümlük esnek	+	+	+	0	+	−	+	+	−	0	0	+	+
	0	Termoset, alkid(cam elyafı)	+	+	+	0	+	−	+	+	+	0	0	+	+
	0	Termoset, cam el. parçacıklı	+	+	+	0	+	−	+	+	+	0	0	+	+
	0	Termoset, cam dokulu	+	+	+	0	+	−	+	+	+	0	0	+	+
POLIKARBONAT	0	düşük viskoziteli	+	−	+	0	+	0	+	+	−	0	0	0	0
	0	%30 cam elyaflı	+	−	+	0	+	0	+	−	+	0	0	0	0
	0	%40 karbon elyaflı	+	+	+	0	+	0	+	−	+	−	0	0	0
POLIPROPİLEN	0	homopolimer	0	−	0	+	−	+	0	−	−	0	+	−	+
	0	%40 cam elyafı	0	−	0	+	+	+	+	−	+	+	+	−	+
	−	kopolimer	0	−	0	+	−	+	0	+	−	0	+	−	+
PSU	+	ısıya dayanıklı, termoplast	+	−	+	0	+		−	−	−	−	0	0	−
	+	%30 cam elyaflı	+	+	+	0	+		+	−	+	0	0	0	−
POLIVINILDENKLORİD	−	kopolimer, termoplast	−	−	−	+	−	0	+	−	−	−	+	0	+
	−	PVC, %15 cam elyaflı	+	+	+	+	−	0	+	−	+	+	+	0	+
	−	PVC, klorine	0	−	0	+	+	0	+	0	−	+	+	0	+
	−	PVC/ akrilik,harman	0	−	0	+	+	0	+	0	−	+	+	0	+

+ = yeterli 0=pek çok halde uygun − =yetersiz

SONUÇLAR

Çatıda kullanılacak yapı malzemesinden istenilen performans özelliklerini karşılayan malzemelerin artması ve bunun sonucunda ürün seçiminin zorlaşmasının yanında polimer malzemelerin ucuz olması, kolay işlenebilmesi, yeterli mekanik, teknolojik, fiziksel ve estetik özelliklere sahip olması, yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Son yüzyılda plastiğin kullanımına bağlı olarak alternatif polimer malzeme seçim önerilerinin ve bu seçimi etkileyen faktörlerin belirlenmesi bu çalışmanın amacı olmuş, polimer malzeme seçiminin, spesifik olarak çatıda kullanılan polimer levhalarla sınırlandırılması öngörülmüştür.

Bu tez çalışmasında, polimer malzemeler tanıtılmış, bunların sınıflandırılması yapılıp malzeme seçim kriterleri belirlenmiş, çatıda kullanılan; ısı yalıtımı, su yalıtımı ve kaplama örtüsü olarak polimer levhalar gruplandırıp karşılaştırılmıştır ve istenilen performans özelliklerini sağlayan polimer levhalar, üstün oldukları özellikler açısından belirlenmiştir.

Polimer levhalar işlevselliklerine göre özetlenecek olurlarsa;

Isı yalıtım levhaları olarak;

- **Polietilen(AYPE) levhaların;** ısıl iletkenliği, kimyasal direnci, fiyatı ve bağıl yoğunluğu yeterli olmasına rağmen, çekme dayanımı, sertliği, genleşme katsayısı ve uzaması yüksektir.
- **Polietilen(YYPE) levhaların;** yoğunluğu, suya direnci, ısıl iletkenliği uygun olup, çekme dayanımı, sertliği, hava direnci ve uzaması düşüktür.
- **Polistiren levhaların;** ısıl iletkenliği, çekme, uzama ve fiyat değerleri mükemmel, darbe dayanımı, havaya direnci ve alevlendirme özellikleriyle yetersiz kalmaktadır.
- **Poliüretan levhaların,** sertlik ve kimyasal direnç açısından kötü olmasına rağmen, yüksek ısıl iletkenlik, su, hava, darbe ve çekme dayanımına sahiptir.

Su yalıtım levhaları olarak;

- **Polipropilen levhaların;** fiyatının, kimyasal direncinin ve suya dayanımının iyi olmasının yanında, çekme dayanımı, sertlik ve ısı dayanımı konusunda yeterli performans sergilemekte olup diğer özellikleriyle vasat performans sergilemektedir.
- **PVC levhaların ;** ısı iletkenlik ve ısı dayanım değerleri ve buna bağlı olarak uzama değerleri düşük olmasına rağmen, diğer bütün özelliklerde üstün performans sergilemektedir.
- **Polietilen(YYPE) levhaların;** özellikleri ısı yalıtımında açıklanmıştır. Bunun yanında su direncinin yüksek olması ve diğer su yalıtım malzemelerine göre daha ucuz olması öncelikli tercih sebebidir.
- **Polyester(tp) levhaların;** darbe, ısı dayanımı, eğilme ve uzama değerleri yetersiz , kimyasallara, havaya ve suya direnci ve fiyatı istenilen aralıktadır.
- **Polyester(ts) levhaların;** alevlendirme özelliğinin kötü olmasının dışında diğer bütün özellikler açısından mükemmel performans sergilemekte, hem iyi bir ısı yalıtım malzemesi hem de iyi bir çatı kaplama malzemesi olarak önerilmektedir.

Çatı kaplama levhaları olarak;

- **ABS levhaların;** alevlendirme dışında bütün özellikler açısından bir çok halde yeterli özellik değerleri olmasına rağmen seçim yapılırken, ortalamanın üzerinde fiyata sahip olması, farklı katkı maddelerine göre farklı değerlerde teknolojik, mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olması göz önüne alınmalıdır.
- **Akrilik levhalar;** çatı kaplama malzemesi olarak önerilebilecek en uygun polimer levhalardan olmasının birlikte sadece kimyasallara direnci ve genleşme katsayısı iyileştirilerek daha üstün bir malzeme haline getirilebilir.
- **Fluoroplastik levhalar;** yüksek fiyatlı olmaları, ısıl iletkenlik değerlerinin, dolayısıyla uzama değerlerinin yüksek olması, önerilebilecek bir çatı kaplama malzemesi olmamasına neden olmaktadır. Buna rağmen, ısıya, kimyasallara, suya direnci, çekme ve darbeye dayanımı diğer polimer levhalarla kıyaslandığında daha iyidir.

- **Polyester(ts) levhaların;** özellikleri su yalıtımında da anlatıldığı gibi diğer bütün polimer levhalarla kıyaslandığında ,istenilen performans özelliklerini en iyi sergileyen polimer levhalardan biridir. CTP polimer levhalar, çatı kaplama malzemesi olarak, sektörde en çok tercih edilen polimerlerdendir.
- **Poliamid levhalar;** sert ve ısıya dayanıklı olmasına rağmen, pahalı olması, havaya ve suya direncinin vasat olması, çatı kaplama malzemesi olarak önerilmemesine neden olmaktadır.
- **Poliasetal levhalar;** sert, eğilme sıcaklığı yüksek, darbe dayanımı, alevlendirme özellikleri vasat, buna rağmen, fiyatı makul düzeyde, kimyasallara, suya ve havaya direnci olan, ısıl iletkenliği ve uzama değerleri de beklenen sınırlarda olan polimer levhalardandır.
- **PVC levhaların ;** ısı iletkenlik ve ısı dayanım değerleri ve buna bağlı olarak uzama değerlerinin düşük olması, sert olması, aşınmalara karşı direncinin yüksek olması ve diğer özellikleriyle iyi performans sergilemesi, çatı kaplama malzemesi olarak önerilme sebepleridir.
- **Polisülfon levhalar;** fiyat konusunda pahalı olmasına rağmen diğer bütün özelliklerle istenilen performansları karşılamaktadır.
- **Polikarbonat levhalar;** çatı kaplama malzemesi olarak önerilebilen bir polimerdir. Çekme dayanımı, genleşme katsayısı, eğilme ve uzama değerleri mükemmel, kimyasallara,suya ve havaya direnci istenilen değerlerde, bununla birlikte sıcakta kullanıma uygun polimer levhalardır.
- **Polipropilen levhalar;** alevlenme özelliği yüksek olan birkaç polimer levhadan biri olan polipropilen levhalar, hava direnci konusunda vasat olduğu için uzun süreli kullanımlar için önerilmemektedir.

EKLER

Tablo :E.1 Polimer levhaların ısıya dayanıklılık sıcaklık değerleri

POLİMER LEVHALAR			ISIYA KAR. DAY. °C(kull.sıc.en çok)	
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	65	105
	2	yüksek değerde darbe day.	–	–
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	–	–
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	–	–
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	–	–
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	–	–
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	75	85
	8	levha, darbe dayanımlı	–	55
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	–	50
	10	levhalık kalıplama mlz.	–	65
	11	PMMA kalıplama mlz.	65	80
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	75	85
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	–	175
	14	dolgusuz	–	75
	15	polikloro trifluor etilen	–	199
	16	politetra fluoretilen	–	260
	17	PTFE, % cam elyafı	–	260
	18	PVDF	–	150
POLİAMİD	19	PA 6/12	–	120
	20	PA 11	–	120
	21	PA 12	–	120
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	–	120
	23	PA saydam, kopolimer	–	120
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	–	120
	25	%30-35 cam elyaflı	–	140
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	–	–
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	–	150
	28	%33 cam elyaflı	–	150
	29	molibden sülfidli	–	150
POLİASETAL	30	homopolimer	80	120
	31	kopolimer	100	130
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	130	140
	33	%21 PTFE'li polimer	100	120
	34	%30 karbon elyafı	100	120

Tablo :E.1 devamı. Polimer levhaların ısıya dayanıklılık sıcaklık değerleri

POLİMER LEVHALAR			ISIYA KAR. DAY. °C(kull.sıc.en çok)	
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	–	100
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	–	–
	37	Termoset, dökümlük rijid	–	–
	38	Termoset, dökümlük esnek	–	–
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	–	100
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	–	100
	41	Termoset, cam dokulu	–	100
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	80	100
	43	homopolimer, doğrusal	90	100
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	–	107
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	–	125
	46	kopolimer	–	120
	47	çapraz bağlı	–	110
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	–	130
	49	%30 cam elyaflı	–	140
	50	%40 karbon elyaflı	–	140
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	105	127
	52	%40 cam elyafı	–	127
	53	kopolimer	–	–
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	–	105
	55	homopolimer	–	65
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	–	71
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	–	–
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	–	65
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	–	71
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	–	148
	61	%30 cam elyaflı	–	160
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	–	100
	63	doymamış polimer, termoset	–	100
	64	%10-20 cam elyaflı	–	100
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	–	82
	66	PVC, %15 cam elyaflı	–	80
	67	PVC, klorine	–	80
	68	PVC/ akrilik,harman	–	–

Tablo :E.2. Polimer levhaların ısıl iletkenlik değerleri

POLİMER LEVHALAR			ISI İLETKENLİĞİ	
			10^{-4} cal cm/sn.cm², °C	
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	—	—
	2	yüksek değerde darbe day.	—	—
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	—	—
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	—	—
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	—	—
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	—	—
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	—	4,5
	8	levha, darbe dayanımlı	—	—
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	—	—
	10	levhalık kalıplama mlz.	4	6,0
	11	PMMA kalıplama mlz.	4	6,0
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	4	5,0
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	6	22,0
	14	dolgusuz	—	3,5
	15	polikloro trifluor etilen	4,7	5,3
	16	politetra fluoretilen	—	6,0
	17	PTFE, % cam elyafı	8	10,0
	18	PVDF	2,4	4,0
POLİAMİD	19	PA 6/12	—	5,2
	20	PA 11	—	8,0
	21	PA 12	5,2	7,3
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	—	4,0
	23	PA saydam, kopolimer	—	5,0
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	—	5,8
	25	%30-35 cam elyaflı	5,8	11,4
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	—	—
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	—	5,8
	28	%33 cam elyaflı	5,1	11,7
	29	molibden sülfidli	—	—
POLİASETAL	30	homopolimer	—	5,5
	31	kopolimer	—	5,5
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	—	—
	33	%21 PTFE'li polimer	—	—
	34	%30 karbon elyafı	—	—

Tablo :E.2.devamı. Polimer levhaların ısıl iletkenlik değerleri				
POLİMER LEVHALAR			**ISI İLETKENLİĞİ**	
			10^{-4} cal cm/sn.cm²,°C	
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	—	3,6
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	4,2	6,90
	37	Termoset, dökümlük rijid	—	—
	38	Termoset, dökümlük esnek	—	—
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	—	—
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	—	—
	41	Termoset, cam dokulu	—	—
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	—	8,00
	43	homopolimer, doğrusal	—	—
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	—	—
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	11	12,00
	46	kopolimer	—	—
	47	çapraz bağlı	—	—
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	—	4,7
	49	%30 cam elyaflı	—	5,2
	50	%40 karbon elyaflı	—	—
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	—	2,8
	52	%40 cam elyafı	8,4	8,80
	53	kopolimer	3,5	4,00
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	—	—
	55	homopolimer	—	3,0
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	—	3,0
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	—	—
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	—	—
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	—	3,0
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	—	6,2
	61	%30 cam elyaflı	—	—
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	—	5
	63	doymamış polimer, termoset	—	—
	64	%10-20 cam elyaflı	—	—
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	—	3
	66	PVC, %15 cam elyaflı	—	—
	67	PVC, klorine	—	3,3
	68	PVC/ akrilik,harman	—	3,7

Tablo :E.3. Polimer levhaların genleşme katsayısı değerleri

POLİMER LEVHALAR			GENLEŞME KAT.	
			Doğrusal, x10^{-5}/°C	
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	8	10,00
	2	yüksek değerde darbe day.	9,5	11,00
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	–	2,10
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	–	–
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	–	4,6
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	–	4,00
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	50,00	60,00
	8	levha, darbe dayanımlı	–	–
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	–	–
	10	levhalık kalıplama mlz.	50,00	90,00
	11	PMMA kalıplama mlz.	50,00	90,00
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	60,00	80,00
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	–	1,40
	14	dolgusuz	–	6,8
	15	polikloro trifluor etilen	–	–
	16	politetra fluoretilen	–	–
	17	PTFE, % cam elyafı	7,70	10,00
	18	PVDF	10,60	14,30
POLİAMİD	19	PA 6/12	–	–
	20	PA 11	–	10,00
	21	PA 12	–	10,00
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	–	2,2
	23	PA saydam, kopolimer	–	2,80
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	8,00	8,30
	25	%30-35 cam elyaflı	–	2,30
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	–	–
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	–	8,00
	28	%33 cam elyaflı	1,50	2,00
	29	molibden sülfidli	–	150,00
POLİASETAL	30	homopolimer	–	10,00
	31	kopolimer	–	8,50
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	3,60	8,10
	33	%21 PTFE'li polimer	–	7,50
	34	%30 karbon elyafı	–	–

Tablo :E.3. devamı. Polimer levhaların genleşme katsayısı değerleri

POLİMER LEVHALAR			GENLEŞME KAT. Doğrusal, x10^{-5}/°C	
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	–	6,5
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	6,0	9,5
	37	Termoset, dökümlük rijid	–	–
	38	Termoset, dökümlük esnek	–	–
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	2	5,0
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	2,0	3,3
	41	Termoset, cam dokulu	1,5	3,0
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	10	22
	43	homopolimer, doğrusal	–	–
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	16,0	20,0
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	5,9	11,0
	46	kopolimer	7	11,0
	47	çapraz bağlı	–	–
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	–	6,8
	49	%30 cam elyaflı	–	2,2
	50	%40 karbon elyaflı	–	–
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	8,1	10,0
	52	%40 cam elyafı	2,7	3,2
	53	kopolimer	6,8	9,5
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	8,3	10,0
	55	homopolimer	5,0	8,3
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	6,8	8,5
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	–	–
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	4,0	7,2
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	6,5	6,8
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	–	5,6
	61	%30 cam elyaflı	–	2,5
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	10	20,0
	63	doymamış polimer, termoset	–	–
	64	%10-20 cam elyaflı	–	34,0
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	–	19,0
	66	PVC, %15 cam elyaflı	–	–
	67	PVC, klorine	6,8	7,6
	68	PVC/ akrilik,harman	6,8	7,9

Tablo :E.4. Polimer levhaların bağıl yoğunluk değerleri				
POLİMER LEVHALAR			**BAĞIL YOĞUNLUK**	
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	1,03	1,06
	2	yüksek değerde darbe day.	1,01	1,05
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	0,00	1,22
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	0,00	1,14
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	0,00	1,21
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	0,00	1,61
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	1,16	1,19
	8	levha, darbe dayanımlı	–	–
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	–	–
	10	levhalık kalıplama mlz.	1,17	1,20
	11	PMMA kalıplama mlz.	1,17	1,20
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	0,00	1,09
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	1,45	2,00
	14	dolgusuz	1,24	1,32
	15	polikloro trifluor etilen	2,1	2,20
	16	politetra fluoretilen	2,14	2,20
	17	PTFE, % cam elyafı	2,2	2,30
	18	PVDF	1,75	1,78
POLİAMİD	19	PA 6/12	1,06	1,08
	20	PA 11	1,03	1,05
	21	PA 12	1,01	1,02
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	0,00	1,48
	23	PA saydam, kopolimer	1,12	1,19
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	1.12	1,14
	25	%30-35 cam elyaflı	1,35	1,42
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	1,08	1,17
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	1,13	1,15
	28	%33 cam elyaflı	1,37	1,38
	29	molibden sülfidli	1,15	1,17
POLİASETAL	30	homopolimer	0,00	1,42
	31	kopolimer	0,00	1,14
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	0,00	1,56
	33	%21 PTFE'li polimer	0,00	1,54
	34	%30 karbon elyafı	0,00	1,53

Tablo :E.4.devamı Polimer levhaların bağıl yoğunluk değerleri				
POLİMER LEVHALAR			**BAĞIL YOĞUNLUK**	
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	1,34	1,39
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	1,31	1,38
	37	Termoset, dökümlük rijid	1,1	1,46
	38	Termoset, dökümlük esnek	1,01	1,02
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	1,35	2,30
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	1,65	2,30
	41	Termoset, cam dokulu	1,5	2,10
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	0,91	0,93
	43	homopolimer, doğrusal	0,91	0,93
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	0,92	0,94
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	0,95	0,96
	46	kopolimer	0,94	0,95
	47	çapraz bağlı	1,09	1,40
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	0,00	1,20
	49	%30 cam elyaflı	0,00	1,40
	50	%40 karbon elyaflı	0,00	1,38
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	0,90	0,91
	52	%40 cam elyafı	1,22	1,23
	53	kopolimer	0,89	0,90
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	0,00	1,04
	55	homopolimer	1,04	1,05
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	1,04	1,05
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	1,03	1,06
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	1,09	1,13
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	1,21	1,22
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	1,24	1,25
	61	%30 cam elyaflı	0,00	1,46
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	1,1	1,50
	63	doymamış polimer, termoset	0,00	1,05
	64	%10-20 cam elyaflı	1,22	1,36
POLİVİNİLDİEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	1,65	1,72
	66	PVC, %15 cam elyaflı	0,00	1,54
	67	PVC, klorine	1,49	1,58
	68	PVC/ akrilik,harman	1,26	1,35

Tablo :E.5. Polimer levhaların eğilme sıcaklık değerleri

POLİMER LEVHALAR			EĞİLME SIC.	
			°C 18 atm yüklemede	
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	93	104
	2	yüksek değerde darbe day.	96	102
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	–	102
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	–	103
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	–	–
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	–	100
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	88	104
	8	levha, darbe dayanımlı	–	77
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	–	71
	10	levhalık kalıplama mlz.	71	102
	11	PMMA kalıplama mlz.	73	99
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	96	100
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	149	260
	14	dolgusuz	73	83
	15	polikloro trifluor etilen	–	258
	16	politetra fluoretilen	–	250
	17	PTFE, % cam elyafı	–	–
	18	PVDF	210	302
POLİAMİD	19	PA 6/12	–	82
	20	PA 11	–	54
	21	PA 12	52	54
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	–	191
	23	PA saydam, kopolimer	120	125
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	68	85
	25	%30-35 cam elyaflı	210	216
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	45	54
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	–	75
	28	%33 cam elyaflı	252	254
	29	molibden sülfidli	–	127
POLİASETAL	30	homopolimer	124	127
	31	kopolimer	–	110
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	–	157
	33	%21 PTFE'li polimer	–	100
	34	%30 karbon elyafı	–	160

Tablo :E.5 devamı. Polimer levhaların eğilme sıcaklık değerleri

POLİMER LEVHALAR			EĞİLME SIC.	
			°C 18 atm yüklemede	
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	38	41
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	50	85
	37	Termoset, dökümlük rijid	60	204
	38	Termoset, dökümlük esnek	–	–
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	–	204
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	–	202
	41	Termoset, cam dokulu	–	202
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	40	44
	43	homopolimer, doğrusal	–	–
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	–	–
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	79	90
	46	kopolimer	68	70
	47	çapraz bağlı	38	78
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	–	133
	49	%30 cam elyaflı	–	145
	50	%40 karbon elyaflı	–	145
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	50	60
	52	%40 cam elyafı	149	154
	53	kopolimer	46	60
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	51	56
	55	homopolimer	76	94
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	93	103
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	76	96
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	96	99
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	101	104
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	–	174
	61	%30 cam elyaflı	–	176
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	değişik	değişik
	63	doymamış polimer, termoset	88	93
	64	%10-20 cam elyaflı	46	54
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	54	65
	66	PVC, %15 cam elyaflı	–	68
	67	PVC, klorine	94	112
	68	PVC/ akrilik,harman	74	85

Tablo :E.6. Polimer levhaların çekme dayanım değerleri				
POLİMER LEVHALAR			**ÇEKME DAYANIMI**	
			kgf/cm²	**kgf/cm²**
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	422,00	527,00
	2	yüksek değerde darbe day.	309,00	443,00
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	—	773,00
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	1125,00	1125,00
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	—	407,00
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	—	295,00
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	—	773,00
	8	levha, darbe dayanımlı	—	457,00
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	—	457,00
	10	levhalık kalıplama mlz.	562,00	773,00
	11	PMMA kalıplama mlz.	492,00	773,00
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	—	703,00
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	315,00	525,00
	14	dolgusuz	350,00	630,00
	15	polikloro trifluor etilen	316,00	421,00
	16	politetra fluoretilen	140,00	351,00
	17	PTFE, % cam elyafı	140,00	190,00
	18	PVDF	235,00	506,00
POLİAMİD	19	PA 6/12	—	616,00
	20	PA 11	—	560,00
	21	PA 12	560,00	630,00
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	420,00	420,00
	23	PA saydam, kopolimer	532,00	980,00
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	—	600,00
	25	%30-35 cam elyaflı	1120,00	1680,00
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	525,00	770,00
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	840,00	770,00
	28	%33 cam elyaflı	1540,00	1960,00
	29	molibden sülfidli	—	959,00
POLİASETAL	30	homopolimer	—	682,00
	31	kopolimer	—	—
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	—	597,00
	33	%21 PTFE'li polimer	—	—
	34	%30 karbon elyafı	—	527,00

Tablo :E.6.devamı Polimer levhaların çekme dayanım değerleri				
PLASTİK LEVHALAR			**ÇEKME DAYANIMI**	
			kgf/cm²	**kgf/cm²**
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	649,00	758,00
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	—	576,00
	37	Termoset, dökümlük rijid	420,00	914,00
	38	Termoset, dökümlük esnek	350,00	2100,00
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	1050,00	2100,00
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	210,00	703,00
	41	Termoset, cam dokulu	2100,00	4200,00
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	84,00	320,00
	43	homopolimer, doğrusal	133,00	280,00
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	155,00	280,00
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	225,00	316,00
	46	kopolimer	175,00	302,00
	47	çapraz bağlı	105,00	218,00
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	—	668,00
	49	%30 cam elyaflı	—	1335,00
	50	%40 karbon elyaflı	—	1687,00
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	316,00	420,00
	52	%40 cam elyafı	597,00	1050,00
	53	kopolimer	280,00	386,00
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	—	478,00
	55	homopolimer	365,00	527,00
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	500,00	576,00
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	190,00	435,00
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	570,00	680,00
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	700,00	836,00
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	—	—
	61	%30 cam elyaflı	667,00	690,00
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	12,50	703,00
	63	doymamış polimer, termoset	703,00	773,00
	64	%10-20 cam elyaflı	337,00	457,00
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	246,00	350,00
	66	PVC, %15 cam elyaflı	—	668,00
	67	PVC, klorine	527,00	630,00
	68	PVC/ akrilik,harman	450,00	490,00

Tablo :E.7. Polimer levhaların darbe dayanım değerleri

POLİMER LEVHALAR			DARBE DAYANIMI jul/cm(izod)	
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	1,62	3,25
	2	yüksek değerde darbe day.	3,25	5,03
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	0,65	0,76
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	–	0,541
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	–	5,68
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	–	1,08
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	0,16	2,60
	8	levha, darbe dayanımlı	–	0,76
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	–	8,11
	10	levhalık kalıplama mlz.	0,16	0,22
	11	PMMA kalıplama mlz.	0,16	0,32
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	–	0,16
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	0,14	1,90
	14	dolgusuz	0,13	2,16
	15	polikloro trifluor etilen	1,35	1,46
	16	politetra fluoretilen	–	1,62
	17	PTFE, % cam elyafı	–	1,46
	18	PVDF	1,19	3,25
POLİAMİD	19	PA 6/12	–	0,54
	20	PA 11	–	0,97
	21	PA 12	1,10	2,97
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	–	1,35
	23	PA saydam, kopolimer	0,81	0,97
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	0,32	0,54
	25	%30-35 cam elyaflı	1,24	1,62
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	–	0,97 kopmaz
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	0,43	0,54
	28	%33 cam elyaflı	1,1	1,20
	29	molibden sülfidli	–	2,43
POLİASETAL	30	homopolimer	0,65	1,24
	31	kopolimer	0,54	0,81
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	–	0,43
	33	%21 PTFE'li polimer	0,38	0,65
	34	%30 karbon elyafı	–	0,38

Tablo :E.7.devamı Polimer levhaların darbe dayanım değerleri				
POLİMER LEVHALAR			**DARBE DAYANIMI jul/cm(izod)**	
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	0,13	0,35
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	0,43	0,54
	37	Termoset, dökümlük rijid	1,1	2,20
	38	Termoset, dökümlük esnek	10+	10,00
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	1,1	10,00
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	0,81	8,70
	41	Termoset, cam dokulu	2,7	10,00
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	kopmaz	kopmaz
	43	homopolimer, doğrusal	0,54	4,87
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	kopmaz	kopmaz
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	0,22	2,20
	46	kopolimer	1,73	2,43
	47	çapraz bağlı	–	–
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	–	7,57
	49	%30 cam elyaflı	–	1,1
	50	%40 karbon elyaflı	–	1,1
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	0,22	0,54
	52	%40 cam elyafı	0,76	1,10
	53	kopolimer	0,54	10,00
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	0,92	2,05
	55	homopolimer	0,19	0,24
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	0,22	0,24
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	0,51	1,89
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	0,11	0,16
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	0,22	0,32
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	–	0,65
	61	%30 cam elyaflı	–	0,59
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	–	10,00
	63	doymamış polimer, termoset	–	0,22
	64	%10-20 cam elyaflı	–	7,57
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	0,22	0,54
	66	PVC, %15 cam elyaflı	–	0,54
	67	PVC, klorine	0,54	3,03
	68	PVC/ akrilik,harman	0,54	6,49

Tablo :E.8. Polimer levhaların uzama değerleri				
PLASTİK LEVHALAR			**UZAMA%**	
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	–	525
	2	yüksek değerde darbe day.	–	570
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	–	3
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	–	1
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	–	–
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	–	5
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	–	35
	8	levha, darbe dayanımlı	40	140
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	–	100
	10	levhalık kalıplama mlz.	–	7
	11	PMMA kalıplama mlz.	2	10
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	–	3
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	–	1
	14	dolgusuz	2	2
	15	polikloro trifluor etilen	80	250
	16	politetra fluoretilen	200	400
	17	PTFE, % cam elyafı	200	300
	18	PVDF	12	400
POLİAMİD	19	PA 6/12	150	300
	20	PA 11	–	300
	21	PA 12	–	300
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	–	4
	23	PA saydam, kopolimer	70	150
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	30	100
	25	%30-35 cam elyaflı	3	6
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	150	270
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	–	60
	28	%33 cam elyaflı	3	4
	29	molibden sülfidli	–	15
POLİASETAL	30	homopolimer	13	75
	31	kopolimer	40	75
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	–	7
	33	%21 PTFE'li polimer	15	22
	34	%30 karbon elyafı	–	1,5

Tablo :E.8.devamı Polimer levhaların uzama değerleri				
PLASTİK LEVHALAR			**UZAMA%**	
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	50	300
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	50	300
	37	Termoset, dökümlük rijid	–	2
	38	Termoset, dökümlük esnek	40	310
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	1	5
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	–	1
	41	Termoset, cam dokulu	1	2
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	100	650
	43	homopolimer, doğrusal	100	950
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	–	300
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	10	1200
	46	kopolimer	170	800
	47	çapraz bağlı	180	180
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	–	110
	49	%30 cam elyaflı	3	5
	50	%40 karbon elyaflı	–	2
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	100	600
	52	%40 cam elyafı	2	4
	53	kopolimer	200	700
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	–	1
	55	homopolimer	1	3
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	2	4
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	20	65
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	2	3
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	2	3
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	50	100
	61	%30 cam elyaflı	–	1,5
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	100	1000
	63	doymamış polimer, termoset	3	6
	64	%10-20 cam elyaflı	3	48
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	160	240
	66	PVC, %15 cam elyaflı	2	3
	67	PVC, klorine	4	65
	68	PVC/ akrilik,harman	35	100

Tablo :E.9. Polimer levhaların sertlik değerleri

PLASTİK LEVHALAR			SERTLİK
			Shore-Barcol
ABS	1	orta değerde darbe dayanımlı	115,00
	2	yüksek değerde darbe day.	106,00
	3	%20 cam. elyaf dolgulu	85,00
	4	%20 karbon elyaf dolgulu	—
	5	güç yanabilir (ABS+PVC)	100,00
	6	%40 Alüminyum yaprakçıklı	107,00
AKRİLİK	7	ısıya dayanımlı	105,00
	8	levha, darbe dayanımlı	61,00
	9	levha, alaşım (akrilik PVC)	105,00
	10	levhalık kalıplama mlz.	100,00
	11	PMMA kalıplama mlz.	105,00
	12	MMA-Stiren kopolimer kalıp.mlz.	75,00
FLUORLU PLASTİKLER	13	asbest dolgulu ısıya dayanıklı	115,00
	14	dolgusuz	120,00
	15	polikloro trifluor etilen	95,00
	16	politetra fluoretilen	55,00
	17	PTFE, % cam elyafı	70,00
	18	PVDF	79,00
POLİAMİD	19	PA 6/12	114,00
	20	PA 11	108,00
	21	PA 12	109,00
	22	PA6/6 %40 Al. tozlu iletken	114,00
	23	PA saydam, kopolimer	93,00
POLİAMİD 6	24	dolgusuz	119,00
	25	%30-35 cam elyaflı	96,00
	26	yüksek darbe dayanımlı, kopolimer	110,00
POLİAMİD 6/6	27	dolgusuz	120,00
	28	%33 cam elyaflı	100,00
	29	molibden sülfidli	119,00
POLİASETAL	30	homopolimer	94,00
	31	kopolimer	78,00
	32	%20 cam elyaflı, homopolimer	90,00
	33	%21 PTFE'li polimer	78,00
	34	%30 karbon elyafı	—

Tablo :E.9.devamı Polimer levhaların sertlik değerleri			
PLASTİK LEVHALAR			**SERTLİK**
			Shore-Barcol
POLİESTER	35	Termoplast,PET dolgusuz	101,00
	36	Termoplast, PBT dolgusuz	78,00
	37	Termoset, dökümlük rijid	75,00
	38	Termoset, dökümlük esnek	94,00
	39	Termoset, alkid(cam elyafı)	80,00
	40	Termoset, cam elyaf parçacıklı	80,00
	41	Termoset, cam dokulu	80,00
POLİETİLEN A.Y.	42	homopolimer, dallan, zincirli	50,00
	43	homopolimer, doğrusal	–
	44	kopolimer, (etilen vinil asetat)	45,00
POLİETİLEN Y.Y.	45	homopolimer	73,00
	46	kopolimer	65,00
	47	çapraz bağlı	57,00
POLİKARBONAT	48	düşük viskoziteli	70,00
	49	%30 cam elyaflı	92,00
	50	%40 karbon elyaflı	–
POLİPROPİLEN	51	homopolimer	102,00
	52	%40 cam elyafı	111,00
	53	kopolimer	96,00
POLİSTİREN VE KOPOLİMERLER	54	%30 karbon elyafı	85,00
	55	homopolimer	75,00
	56	homopolimer, ısıya dayanıklı	78,00
	57	homopolimer, kauçuk modifiyeli	82,00
	58	kopolimer,stiren-metil metakrilat	80,00
	59	kopolimer,stiren-akrilonitril	83,00
PSU	60	ısıya dayanıklı, termoplast	69,00
	61	%30 cam elyaflı	100,00
POLİÜRETAN	62	döküm sıvısı,termoset	10,00
	63	doymamış polimer, termoset	35,00
	64	%10-20 cam elyaflı	55,00
POLİVİNİLDEN KLORİD	65	kopolimer, termoplast	65,00
	66	PVC, %15 cam elyaflı	118,00
	67	PVC, klorine	122,00
	68	PVC/ akrilik,harman	110,00

KAYNAKLAR

[1] **Yaşar, H.,** 1992. Plastikler Dünyası, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Ankara

[2] **Savaşçı, Ö.T. , Uyanık, N. , Akovalı, G.,** 2002. Plastikler ve Plastik Teknolojisi, PAGEV Yayınları, İstanbul.

[3] **Akkurt, S.,** 2007. Plastik Malzeme Bilimi, Teknolojisi ve Kalıp Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.

[4] **Toydemir, N. , Gürdal, E. , Tanaçan, L.**, 2000. Yapı Malzeme Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul.

[5] **Marşoğlu, M.,** 1986. Plastik Malzemeler, Arpaz Matbaacılık, İstanbul.

[6] **Swanson, R., S.,** 1965. Plastics Technology, Mcknight & Mcknight Publishing Company, Bloomington, Illinois.

[7] www.geocities.com/.../Signsabspers.html

[8] www.made-in-china.com/showroom/cnchangzhoujul...

[9] www.global-b2b-network.com/b2b/13/711/page7/

[10] **M.I.P.R.,P. Reboul, F.P.I., R.G. Bruce Mitchell,** 1968. Plastics In The Building Industry,William Clowes and Sons, Limited, London and Beccles

[11] **Skeist, I.,**1966. Plastics in Building,Reinhold Publishing Corporation,New York

[12] http://www.greenhouse-coverings.usgr.com/acrylic-twinwall-sheets.html

[13] http://www.easiroll.co.nz/mulford.html

[14] http://www.lucite.com/perspex.asp

[15] http://www.watertechtn.com/building-whirlpool.htm

[16] http://www.lucite.com/perspex.asp

[17] http://www.kingmansigns.com.au/showroom.htm#

[18] http://www.sculpture.org.uk/

[19]http://www.compasskitchens.com.au/

[20] http://www.newarkwire.com/tssc.html

[21]http://www.professionalplastics.com/

[22] www.atnf.csiro.au

[23] http://www.maggioroofing.com/photo_gallery_kynar.php

[24] http://www.ameraflex.com/homepage.shtml

[25] http://www.compliancesealing.com/

[26] http://www.joannasheen.freeserve.co.uk/index.htm

[27] http://www.k-mac-plastics.net/hdpe-sheet.htm

[28] http://www.rtpcompany.com/products/sheet/glow.htm

[29] FİBROSAN cam takviyeli polyester sanayi ve ticaret a.ş. ürün kataloğu

[30] YAPISER Çatı Cephe Kaplama Malzemeleri İnşaat San. Ve Tic. A.Ş

[31] POLSER Şeffaf Çatı Örtüleri San.ve Tic.A.Ş. ürün kataloğu

[32] Mega Polietilen Köpük San. Ve Tic. A.Ş. ürün kataloğu

[33] www.mecitogullari.com/tr/polietilen-yalitim.php

[34] POLİCAR Polikarbonat Alüminyum Sistemleri ürün kataloğu

[35] http://www.emrahinsaat.com/uygulama.html

[36] LAM Plastik Tekstil Dış Tic. Ve Paz. Ltd. Şti

[37] TEKNOPANEL Çatı ve Cephe Kaplamaları ürün kataloğu

[38] PANELSAN Çatı ve Cephe Kaplamaları ürün kataloğu

[39] YAPIPOR ürün kataloğu

[40] http://www.alibaba.com/

[41] İZOKİM Kimya İnşaat Makine San. Tic. Ltd. Şti ürün kataloğu

[42] ALUFORM Sandviç Panel Çatı Sistemleri

[43] http://vfx-supply.pantipmarket.com/

[44] AHED plastik sanayi ve ticaret ltd. şti. yapı kataloğu

[45] http://www.ridotplastics.com.

[46] www.plastisceurope.com/ Recycling plastics

[47] **Bulut, Ü., Öztürk, M**.,2007. Çatı Sistemleri Eğitimi, TMMOB Mimarlar Odası SMGM-Çatıder, Uşak

[48] **Coşkun, K.,** 2006. Çatı sistemleri ile ilgili performans gereksinimleri, *3.Ulusal Çatı & Cephe kaplamaları Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, 17-18 Ekim, s.7-102

[49] **Toydemir, N., Bulut, Ü.,** 2006. Çatılar, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

1980 Uşak doğumlu olan Seda Erdem, eğitimini Bireylül İlköğretim Okulu, Uşak Anadolu Lisesi, Isparta Süleyman Demirel Fen Lisesinde yapmış,1998 yılında Uşak Lisesinden mezun olmuş.Yüksek Öğrenimini, 2005 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde tamamlamıştır. Uşak'ta, Özerdem İnş. Ltd.Şt.'de halen proje yürütücülüğüne devam etmektedir.