

167776

T.C.

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI FİZİĞİ VE MALZEME PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

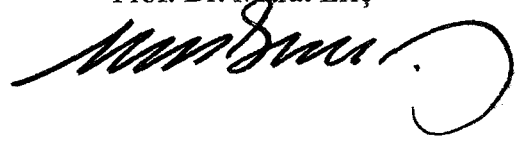
DIŞ CEPHE KAPLAMALARINDA
POLİMER ESASLI MALZEMENİN
UV, ISI VE SUYUN BİLEŞİK ETKİSİ KARŞISINDA
YÜZEY DAYANIKLILIĞININ ARAŞTIRILMASI

Hale GEZER (Yüksek Mimar)
DANIŞMAN: Prof. Dr. Murat ERİÇ

İSTANBUL / MAYIS 2005

Y. Mimar Hale Gezer tarafından hazırlanan “Dış Cephe Kaplamalarında Polimer Esaslı Malzemenin UV, Isı Ve Suyun Bileşik Etkisi Karşısında Yüzey Dayanıklılığının Araştırılması” adlı araştırmanın Doktora Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Murat Eriç



Bu çalışma Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Yapı Fiziği ve Malzeme Programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Murat Eriç



Jüri üyesi Prof. Dr. Halit Y. Ersoy



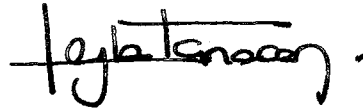
Jüri üyesi Prof. Dr. Hakkı Önel



Jüri üyesi Prof. Dr. Neşet Kadirgan



Jüri üyesi Doç. Dr. Leyla Tanaçan



ÖNSÖZ

Ülkemizde yapı ürünlerinin üretim-tüketim olanakları hızla artmaktadır. Bu hızlı artış yapı ürünleri arasından en uygun olanın seçilmesi yönündeki kargaşaya neden olmakta, benzer ürünler arasından yapılan seçimlerde, “yeni malzeme” açısından pek çok belirsizlikleri beraberinde getirmektedir. Poliüretan (PU) ve polivinilklorür (PVC) esaslı dış cephe kaplamaları her iklim bölgesinde sıklıkla uygulanmaktadır. Ancak, malzeme seçimlerinin amaca uygunluğunun araştırılmasına ve kullanım sürecinde performanslarının değerlendirilmesine gereksinim vardır. PU ve PVC malzemenin yapı fiziğine uygunluğunu araştırmak, çeşitlendirilmiş iklim koşullarında ve süreçlerde dayanıklılıklarındaki değişimleri saptamak üzerine bu çalışma yapılmıştır.

Çalışmalarımın her aşamasında değerli öneri ve eleştirileri ile beni yönlendiren danışmanım Prof. Dr. Murat Eriç'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımda, yardım ve desteklerini aldığım, MSGSÜ Yapı Fiziği ve Malzeme Bilim Dalı Kürsüsü Öğretim Üyeleri'ne teşekkürlerimi sunarım.

Yakın ilgi ve yardımlarından dolayı Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden Prof. Dr. Neşet Kadırgan'a, Tübitak UME Bölümü yetkililerine, Dr. Bülent Aydemir'e, istatistik analizlerinde yardım aldığım İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Başkanı Prof. Dr. Sami Ercan'a, tezimi hazırlarken destekleyen Yrd. Doç. Nigar Merdan'a, çalışmam süresinde anlayış gösteren aileme, eşim İmran Gezer, sevgili oğlum Berke Gezer'e teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
SUMMARY	III
TABLO LİSTESİ.....	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
RESİM LİSTESİ.....	VIII
GRAFİK LİSTESİ	IX
SEMBOL VE KISALTMALAR.....	XII

GİRİŞ	1
1. BÖLÜM DIŞ CEPHE KAPLAMASI POLİMER ESASLI MALZEME.....	4
1.1. YAPIDA DIŞ CEPHE KAPLAMALARI	4
1.1.1. Dış Cephe Kaplama Malzemesi Seçim Kriterleri	4
1.1.2. Dış Cephe Kaplamalarının Sınıflandırılması	7
1.1.3. Yapı Fiziği Açısından Cephe Sistemlerinde Etkili Olan Dış Çevre Faktörleri	12
1.2. DIŞ CEPHE KAPLAMASI OLARAK POLİMER ESASLI MALZEME.....	20
1.2.1. Polimer Malzeme	20
1.2.1.1. Poliüretan Malzeme (PU)	29
1.2.1.2. Polivinil Klorür Malzeme (PVC).....	32
1.2.2. PU Malzemenin Yapıda Dış Cephe Kaplaması Olarak Kullanımı.....	35
1.2.3. PVC Malzemenin Yapıda Dış Cephe Kaplaması Olarak Kullanımı...38	
1.3.BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ	42

2. BÖLÜM UV, ISI VE SU KOŞULLARININ POLİMER MALZEMENİN YÜZEY DAYANIKLILIĞINA ETKİLERİ	43
2.1. POLİMER MALZEMEDE UV ETKİSİ.....	43
2.1.1. PU Malzeme Yapısında UV Etkisi	45
2.1.2. PVC Malzeme Yapısında UV Etkisi.....	47
2.2. POLİMER MALZEMEDE ISI ETKİSİ.....	50
2.2.1. PU Malzeme Yapısında Isı Etkisi	51

2.2.2. PVC Malzeme Yapısında Isı Etkisi	53
2.3. POLİMER MALZEMEDE SU ETKİSİ	56
2.3.1. PU Malzeme Yapısında Su Etkisi	58
2.3.2. PVC Malzeme Yapısında Su Etkisi	61
2.4. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ	62

3. BÖLÜM POLİMER MALZEMENİN YÜZEY DAYANIKLILIĞI İLE İLGİLİ STANDARDLAR VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....64

3.1. IŞIKSAL ÖZELLİKLER İLE İLGİLİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	64
3.1.1. CIE Standard Kaynakları.....	64
3.1.2. Işığın Aditif Karışımlarının Özellikleri.....	66
3.2. HIZLANDIRILMIŞ KOŞULLAR İLE İLGİLİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	70
3.2.1. Hızlandırılmış Koşullar Ve WOM Gelişimi	70
3.2.2. Hızlandırma Faktörleri Tanımı Ve Koşul Verileri Değerlendirilmesinde Kullanımı	74
3.2.3. “Gün Işığı” Kullanılarak Hızlandırılmış Koşullar ile Ölçüm Yöntemleri.....	78
3.2.4. “Laboratuar Ortamında” Hızlandırılmış Koşullar ile Ölçüm Yöntemleri	81

DENEYSEL ÇALIŞMA

4. BÖLÜM PU, PVC ESASLI MALZEMEDE YÜZEY DAYANIKLILIK DENEYLERİ.....86

4.1. STANDARD ATMOSFER KOŞULLARINDA KONDİSYONLANMIŞ PU, PVC ESASLI MALZEMEDE YÜZEY DAYANIKLILIK DENEYLERİ.....	88
4.1.1. Renk Değerleri Deneyi.....	89
4.1.2. Parlaklık Değerleri Deneyi.....	92
4.1.3. Sertlik Deneyi.....	94
4.1.4. Çekme Deneyi.....	98

4.2. ÇEŞİTLENDİRİLMİŞ SÜRE VE KOŞULLARDA YAŞLANDIRILMIŞ PU, PVC ESASLI MALZEMEDE	
YÜZEY DAYANIKLILIK DENEYLERİ.....	104
4.2.1. Renk Değerleri Deneyi	110
4.2.2. Parlaklık Değerleri Deneyi	111
4.2.3. Sertlik Deneyi	112
4.2.4. Çekme Deneyi	114
4.3. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	123
4.3.1. Renk Değerleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	123
4.3.2. Parlaklık Değerleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	131
4.3.3. Sertlik Deneyi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	133
4.3.4. Çekme Deneyi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	134
4.3.5. Zamana Bağlı Olası Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	138
SONUÇ	147
YARARLANILAN KAYNAKLAR	152
EKLER	168
Ek-1 Her Bir Gün Bölgesi İçin Ortalama Aylık Güneş Işınım Şiddeti	169
Ek-2 Türkiye 2002 Yılı Ortalama Sıcaklıkları.....	170
Ek-3 Türkiye 2002 Yılı Ortalama Maksimum Sıcaklıkları.....	171
Ek-4 Antalya Uzun Yıllar Sıcaklık Ve Yağış Dağılışı.....	172
Ek-5 Antalya Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi.....	173
Ek-6 Antalya Aylık Toplam Güneşlenme Süresi.....	174
Ek-7 Antalya Ortalama Güneşlenme Şiddeti.....	175
Ek-8 İstanbul Uzun Yıllar Sıcaklık Ve Yağış Dağılışı.....	176
Ek-9 İstanbul Meteorolojik Verileri.....	177
Ek-10 PU ve PVC Malzeme İçin Renk Değerleri.....	178
Ek-11 PU ve PVC Malzeme İçin İstatistikî Değerler.....	194
Ek-12 PU ve PVC Malzeme İçin İstatistikî Değer Dağılımları.....	224
ÖZGEÇMİŞ	233

ÖZET

Yapılan çalışmada dış cephe kaplamaları arasında özellikle son yıllarda tercih edilen polimer esaslı malzemenin, UV, ısı ve su bileşik etkileri karşısında farklı sürelerde ortaya çıkan davranışları ele alınarak; malzemenin bozulma dereceleri ve işlev kayıpları değerlendirilmiştir.

Çalışma dört bölümdür.

Birinci Bölümde, yapıda çeşitli dış cephe kaplama türleri, uygulamaları, seçim kriterleri ve cephe sistemlerinde dayanıklılığı etkileyen dış çevre faktörleri hakkında genel bilgiler verilmiştir. Ayrıca polimer esaslı malzemenin, poliüretan ve polivinil klorür' ün fiziksel ve kimyasal özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

İkinci Bölümde, çalışmayı yönlendiren ve ona dayanak oluşturan literatüre değinilmiş; bu bağlamda polimer malzemenin yüzey dayanıklılığının UV, ısı, su gibi fiziksel çevre faktörleri karşısındaki etkilenme derecesini irdeleyen çeşitli araştırmalar ve bunların sonuçları gösterilmiştir.

Üçüncü Bölümde, polimer malzemenin yüzey dayanıklılığını belirleyici standard ve deney yöntemleri hakkında genel bilgi verilmiş, özellikle UV, ısı ve su etkilerinin hızlandırılmasıyla ilgili yöntemler ayrıntısı ile incelenmiştir.

Dördüncü Bölümde, PU ve PVC malzemenin, standard atmosfer koşulları tanımlanarak bu koşullardaki performanslarına yönelik yüzey dayanıklılık deneyleri (renk, parlaklık, yüzey sertliği, çekme deneyleri) yapılmıştır. Özel olarak çeşitlendirilmiş koşullarda UV, ısı ve su parametreleri yüklenebilen bir deney düzeneği hazırlanarak; PU ve PVC malzeme üzerinde farklı zaman periodlarında ve yaratılan farklı koşullarda yaşlandırma deneyleri yapılmıştır. Yaşlandırılmış malzeme üzerinde yapılan yüzey dayanıklılığı ile ilgili deneyler sonucu malzemenin son durumunu gösteren verilerle kondisyonlanmış (Standard atmosfer koşullarında sabitlenmiş ve hiçbir dış etkiye maruz kalmamış) malzeme için bulunan değerler ortaya konmuş ve karşılaştırılmıştır.

Araştırmada her iki malzemenin uzun periodlardaki dayanıklılığıyla ilgili öngörü oluşturması açısından elde edilen veriler doğrultusunda istatistiksel değerler elde edilmiştir.

Çalışmanın deneylere dayalı bulguları ve istatistiki değerler ile ulaşılan sonuçlar; tezin Sonuç Bölümü'nde gösterilmiştir. Uygulanmış deney sonuçları ve öngörüye dayalı istatistiksel sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilmiş , PU ve PVC esaslı dış cephe kaplamalarının yüzey dayanıklılığı performans düzeyleri yorumlanmış ve sonuçta mavi renkli PU malzemenin renk kaybının giderilmesi koşuluyla, her iki malzeme için özellikle İstanbul-Kuzey Bölgesi'nin daha uygun olduğu anlaşılmıştır.

Ayrıca her iki malzemenin üretim ve uygulama kolaylığı sağlaması, ekonomik olması, diğer dış cephe kaplama malzemesi arasında tercih edilebilme özelliği getirmektedir. Ancak renginin solması veya bozulması, malzemenin sünekliği veya gevrekliğinin değişimler göstermesi, plastik malzeme arasından son ürün seçimine gidilmeden önce, iklimsel verilerin esas alındığı bir karşılaştırmanın uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

SUMMARY

In this thesis, two popular polymer-based materials' degree of degradation and property loss are analyzed, taking into account combined condition of UV, heat, water and their behaviours that emerged in different periods.

The study consists of four chapters.

First chapter introduced general information about exterior coatings, selection criteria for materials and environmental conditions that influence durability of external surfaces, followed by specifics on physical and chemical properties of polymeric materials, PU and PVC.

Second chapter deals with, state of the art on the subject thesis in regard to polymers surface durability against physical and environmental effects of UV, heat and water.

Third chapter, conveys general information about durability standards and experimental results of polymers surface and of, with special emphasis on accelerated methods i.e. UV, heat and water methods.

In the fourth chapter ; standard atmospheric conditions are defined and PU and PVC materials are tested for performance under standard conditions. A special testing device is designed on which UV, heat and water parameters can be loaded and tested for ageing under specific conditions and time periods. Following this process; performance tests are conducted on the aged materials and the resulting data is compared to data of standard atmospheric weathering conditions.

Statistical data have been prepared in order to generate foresight about the durability of both materials in long periods.

The results that are reached by statistical data and diagnosis based on experiments are introduced in the conclusion part of the thesis. The experiment and statistical results are separately evaluated, PU and PVC based exterior coating' surface durability

performances are interpreted and, it seems appropriate that if blue colored PU's loss of color is avoided, the North Region of Istanbul will be adequate for both materials.

In Conclusion, both materials are preferable as exterior coatings, as they provide convenience in practice and production and because its more economical.

However, in case the materials' color is faded and decayed, or ductility and brittleness are changed than. It will be more appropriate to make a comparison by taking the climatic data into consideration before selection the last product through plastic materials.



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1	Haziran 1987, 1988, öğlen saat 12'de güneş ışınımı etkisinde kalan yüzeylerin sıcaklık değerleri.....	17
Tablo 2	Çeşitli renk ve malzemede yüzeysel emicilik katsayıları	17
Tablo 3	Reaktif enjeksiyon kalıplama ile üretilmiş PU malzemenin tipik özellikleri.....	31
Tablo 4	Rijid PVC tipik özellikleri	34
Tablo 5	PVC'nin kullanım alanları	35
Tablo 6	PVC kaplamaların performans sonuçları.....	41
Tablo 7	UV etkisinde PU kaplamanın pürüzlülük değerleri	46
Tablo 8	E modülü ve sıcaklık, UV etkileri	52
Tablo 9	Renk karışımları	66
Tablo 10	Açık raf sistemiyle 5 yılın simule edilmiş zaman aralıkları.....	76
Tablo 11	Standard atmosfer koşulları	87
Tablo 12	Kabul edilebilen farklı sapmalara karşılık gelen standard atmosfer sınıfları.....	87
Tablo 13	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU ve PVC malzemesi renk değerleri deney sonuçları.....	92
Tablo 14	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU ve PVC malzemesi parlaklık değerleri deney sonuçları	93
Tablo 15	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU malzemesi sertlik deneyi sonuçları.....	96
Tablo 16	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PVC malzemesi sertlik deneyi sonuçları	97
Tablo 17	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU malzemesi çekme deneyi sonuçları	102
Tablo 18	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU malzemesi çekme deneyi istatistikleri.....	102
Tablo 19	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PVC malzemesi çekme deneyi sonuçları.....	103
Tablo 20	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PVC malzemesi çekme deneyi istatistikleri.....	103
Tablo 21	Temmuz 2003, hava ve malzeme yüzeyi sıcaklıkları	106
Tablo 22	Temmuz 2004, hava ve malzeme yüzeyi sıcaklıkları	106
Tablo 23	Deney koşul ve süreçleri.....	108
Tablo 24	PU malzeme renk değerleri deney sonuçları.....	110
Tablo 25	PVC malzeme renk değerleri deney sonuçları	110
Tablo 26	PU malzeme parlaklık değerleri deney sonuçları	111
Tablo 27	PVC malzeme parlaklık değerleri deney sonuçları	111
Tablo 28	PU malzeme sertlik deneyi sonuçları	112
Tablo 29	PVC malzeme sertlik deneyi sonuçları	113
Tablo 30	PU malzeme A Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları	115
Tablo 31	PU malzeme A Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri.....	115
Tablo 32	PU malzeme B Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları	116
Tablo 33	PU malzeme B Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri.....	116

Tablo 34	PU malzeme C Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları	117
Tablo 35	PU malzeme C Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri.....	117
Tablo 36	PU malzeme D Deney Koşulu çekme deneyi sonuçları.....	118
Tablo 37	PU malzeme D Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri	118
Tablo 38	PVC malzeme A Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları	119
Tablo 39	PVC malzeme A Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri.....	119
Tablo 40	PVC malzeme B Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları.....	120
Tablo 41	PVC malzeme B Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri.....	120
Tablo 42	PVC malzeme C Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları.....	121
Tablo 43	PVC malzeme C Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri.....	121
Tablo 44	PVC malzeme D Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları.....	122
Tablo 45	PVC malzeme D Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri.....	122
Tablo 46	PU malzeme koyuluk-açıklık değerleri (bej ve mavi renk).....	123
Tablo 47	PVC malzeme koyuluk-açıklık değerleri (bej ve mavi renk).....	124
Tablo 48	PU malzeme a* değerleri (bej ve mavi renk).....	125
Tablo 49	PVC malzeme a* değerleri (bej ve mavi renk).....	126
Tablo 50	PU malzeme b* değerleri (bej ve mavi renk).....	127
Tablo 51	PVC malzeme b* değerleri (bej ve mavi renk).....	128
Tablo 52	PU malzeme h değerleri (bej ve mavi renk).....	129
Tablo 53	PVC malzeme h değerleri (bej ve mavi renk).....	130
Tablo 54	PU malzeme C değerleri (bej ve mavi renk).....	131
Tablo 55	PVC malzeme C değerleri (bej ve mavi renk).....	132
Tablo 56	PU ve PVC malzemede yüzey sertliği değerleri.....	133
Tablo 57	PU ve PVC malzemede Elastiklik Modülü	134
Tablo 58	PU ve PVC malzemede çekme mukavemeti gerilmesi	135
Tablo 59	PU ve PVC malzemede çekme mukavemeti uzama değerleri.....	136
Tablo 60	PU ve PVC malzemede kopma noktası uzama % değerleri	137

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1	Seçim kriterlerinde dış etmenler.....	5
Şekil 2	ASTM E 632	6
Şekil 3	Radyometrik spektrum	13
Şekil 4	Atmosferde güneş radyasyonunu azaltan ve saptıran olaylar.....	14
Şekil 5	Organik kaplamalarda renklere göre yüzey sıcaklıkları	16
Şekil 6	Batı yönünde düşey konumdaki yüzeylerin renklere bağlı, Temmuz ayı günlük sıcaklık değerleri	17
Şekil 7	Kopolimer dizilimleri	24
Şekil 8	Polimerlerin farklı tipte düzenli bir şekilde yönlendirilmesi	25
Şekil 9	Amorf, yönlenmiş, kristalin, kısmi kristalin polimerin yapısı.....	26
Şekil 10	Amorf, yönlenmiş, kristalin, kısmi kristalin polimerin yapısı.....	26
Şekil 11	Polimer molekül zincirlerinin şekilsel anlatımı	27
Şekil 12	Lineer yapının dallanması	27
Şekil 13	Çapraz bağlı ağ yapılı polimerin model anlatımları	28
Şekil 14	Poliüretanda birim	29
Şekil 15	Poliüretan monomeri	30
Şekil 16	Çeşitli yoğunluktaki poliüretanların kullanım alanları.....	31
Şekil 17	PVC' nin Avrupa' daki ürün paylaşım oranları.....	34
Şekil 18	Yalı baskısı kaplama türleri	36
Şekil 19	Kaplama malzemesi köşe profilleri	36
Şekil 20	PU dış cephe kaplamaları uygulama şekilleri	37
Şekil 21	Yalıtım malzemesinin düzenleniş biçimi	39
Şekil 22	PVC bozulmasındaki radikal mekanizma	55
Şekil 23	PU malzemede su ve UV etkisiyle bozulma mekanizması	59
Şekil 24	Renklerin iki boyutlu olarak gösterimi	67
Şekil 25	CIE 1931 ve CIE 1964 Standardı gözlemci bilgileri.....	68
Şekil 26	Üç boyutlu ve yaklaşık olarak homojen renk uzayı	69
Şekil 27	Renk değerleri ölçüm düzeneği	89
Şekil 28	Çekme deneyinde kullanılan deney parçaları biçimi	100
Şekil 29	Farklı atmosferik koşulları sağlayıcı prototip özel deney düzeneği..	108

RESİM LİSTESİ

Sayfa No

Resim 1	Taş kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı	7
Resim 2	Seramik kaplamaların dış cephelerde kullanımı	8
Resim 3	Tuğla kaplamaların dış cephelerde kullanımı	8
Resim 4	Metal kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı	9
Resim 5	Cam kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı	10
Resim 6	Ahşap kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı	11
Resim 7	Polimer kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı.....	11
Resim 8	Yönlenmiş, kristalin, kısmi kristalin polimerin yapısı.....	26
Resim 9	Dallanmış yapının elektron mikroskop kaydı.....	27
Resim 10	PU kaplama malzemesi uygulanmış konut.....	37
Resim 11	PU kaplama malzemesi uygulanmış yönetim binası.....	37
Resim 12	PVC malzeme ile cephe uygulaması.....	38
Resim 13	PVC yalı baskısı uygulaması	39
Resim 14	Yüzeyde pigmentlerin verdiği strüktürler	46
Resim 15	Lif takviyeli PU kaplama sisteminde su ve nem etkisiyle oluşan değişimlerin SEM ile alınmış görüntüleri.....	60
Resim 16	Arkası açık raf sistemi ile gün ışığına bırakma yöntemi.....	79
Resim 17	Arkası kapalı raf sistemi ile gün ışığına bırakma yöntemi	79
Resim 18	UV güneş ışınımı geçirgenliği olan cam raflar üzerinde örneklerin konumlandırılması	79
Resim 19	Camlı çerçevelerin uygulama biçimi.....	80
Resim 20	Renk değerleri deneyi.....	90
Resim 21	Sertlik deney düzeneği	94
Resim 22	Çekme deney düzeneği	98
Resim 23	Çekme deneyinde kullanılan PU ve PVC deney parçaları.....	101
Resim 24	Özel tasarımlı prototip deney düzeneği.....	109
Resim 25	Çekme deneyinde kullanılan PU ve PVC deney parçaları	114

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1	UV ışınımı öncesi ve sonrasında PU kaplama malzemesinin ayrışması.....	47
Grafik 2	Sıcaklığın bazı termoplastikler için çekmedeki akma dayanımları üzerine etkisi	50
Grafik 3	Sıcaklığın Elastiklik Modülü'ne etkisi	53
Grafik 4	Sıcaklık karşısında malzemede kayıplar	54
Grafik 5	Farklı sürelerde PU yüzeyinde parlaklık kaybı	60
Grafik 6	Doğal ve yapay ışık kaynağı karşılaştırması	73
Grafik 7	WOM için ışık kaynağı ve global radyasyonla ilişkisi	74
Grafik 8	Beyaz akrilik boyalı yüzeyde, AWC 41 koşulları ve farklı katsayılarla yapılan deneyler sonrasındaki parlaklık değerleri	77
Grafik 9	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU malzeme, gerilme uzama grafiği.....	102
Grafik 10	Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PVC malzeme, gerilme uzama grafiği.....	103
Grafik 11	PU malzeme A deney koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği.....	115
Grafik 12	PU malzeme B deney koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği.....	116
Grafik 13	PU malzeme C deney koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği.....	117
Grafik 14	PU malzeme D deney koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği.....	118
Grafik 15	PVC malzeme A deney koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği.....	119
Grafik 16	PVC malzeme B deney koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği.....	120
Grafik 17	PVC malzeme C deney koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği.....	121
Grafik 18	PVC malzeme D deney koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği.....	122
Grafik 19	PU malzeme koyuluk-açıklık değerleri (bej rengi).....	123
Grafik 20	PU malzeme koyuluk-açıklık değerleri (mavi renk).....	123
Grafik 21	PVC malzeme koyuluk-açıklık değerleri (bej rengi).....	124
Grafik 22	PVC malzeme koyuluk-açıklık değerleri (mavi renk)	124
Grafik 23	PU malzeme a* değeri (bej rengi).....	125
Grafik 24	PU malzeme a* değeri (mavi renk).....	125
Grafik 25	PVC malzeme a* değeri (bej rengi).....	126
Grafik 26	PVC malzeme a* değeri (mavi renk).....	126
Grafik 27	PU malzeme b* değeri (bej rengi).....	127
Grafik 28	PU malzeme b* değeri (mavi renk).....	127

Grafik 29	PVC malzeme b* değeri (bej rengi).....	128
Grafik 30	PVC malzeme b* değeri (mavi renk).....	128
Grafik 31	PU malzeme h değeri (bej rengi).....	129
Grafik 32	PU malzeme h değeri (mavi renk).....	129
Grafik 33	PVC malzeme h değeri (bej rengi).....	130
Grafik 34	PVC malzeme h değeri (mavi renk).....	130
Grafik 35	PU malzeme C değeri (bej rengi).....	131
Grafik 36	PU malzeme C değeri (mavi renk).....	131
Grafik 37	PVC malzeme C değeri (bej rengi).....	132
Grafik 38	PVC malzeme C değeri (mavi renk).....	132
Grafik 39	PU malzeme yüzey sertliği değeri.....	133
Grafik 40	PVC malzeme yüzey sertliği değeri	133
Grafik 41	PU malzemede Elastiklik Modülü	134
Grafik 42	PVC malzemede Elastiklik Modülü	134
Grafik 43	PU malzemede çekme mukavemeti gerilmesi	135
Grafik 44	PVC malzemede çekme mukavemeti gerilmesi	135
Grafik 45	PU malzemede çekme mukavemeti uzama değeri	136
Grafik 46	PVC malzemede çekme mukavemeti uzama değeri	136
Grafik 47	PU malzemede kopma noktası uzama % değeri	137
Grafik 48	PVC malzemede kopma noktası uzama % değeri.....	137
Grafik 49	PU malzeme istatistiki L* değerleri (bej renk)	138
Grafik 50	PU malzeme istatistiki L* değerleri (mavi renk).....	139
Grafik 51	PU malzeme istatistiki a* değerleri (bej renk).....	139
Grafik 52	PU malzeme istatistiki a* değerleri (mavi renk).....	139
Grafik 53	PU malzeme istatistiki b* değerleri (bej renk).....	139
Grafik 54	PU malzeme istatistiki b* değerleri (mavi renk).....	140
Grafik 55	PU malzeme istatistiki C değerleri (bej renk).....	140
Grafik 56	PU malzeme istatistiki C değerleri (mavi renk).....	140
Grafik 57	PVC malzeme istatistiki L* değerleri (bej renk).....	141
Grafik 58	PVC malzeme istatistiki L* değerleri (mavi renk).....	141
Grafik 59	PVC malzeme istatistiki a* değerleri (bej renk).....	141
Grafik 60	PVC malzeme istatistiki a* değerleri (mavi renk).....	141
Grafik 61	PVC malzeme istatistiki b* değerleri (bej renk).....	142
Grafik 62	PVC malzeme istatistiki b* değerleri (mavi renk).....	142
Grafik 63	PVC malzeme istatistiki C değerleri (bej renk).....	142
Grafik 64	PVC malzeme istatistiki C değerleri (mavi renk).....	142
Grafik 65	PU malzeme yüzey sertliği istatistiki değerleri	143
Grafik 66	PVC malzeme yüzey sertliği istatistiki değerleri	143
Grafik 67	PU malzeme elastiklik modülü istatistiki değerleri	144
Grafik 68	PU malzeme çekme mukavemeti istatistiki değerleri.....	144
Grafik 69	PU malzeme çekme mukavemeti uzama % istatistiki değerleri.....	144
Grafik 70	PU malzeme kopma noktası uzama % istatistiki değerleri.....	145
Grafik 71	PVC malzeme elastiklik modülü istatistiki değerleri.....	145
Grafik 72	PVC malzeme çekme mukavemeti istatistiki değerleri.....	145
Grafik 73	PVC malzeme çekme mukavemeti uzama % istatistiki değerleri.....	146
Grafik 74	PVC malzeme kopma noktası uzama % istatistiki değerleri.....	146
Grafik 75	PU malzeme istatistiki L* değerleri dağılımı (bej renk).....	224

Grafik 76	PU malzeme istatistiki L* değerleri dağılımı (mavi renk).....	224
Grafik 77	PVC malzeme istatistiki L* değerleri dağılımı (bej renk).....	224
Grafik 78	PVC malzeme istatistiki L* değerleri dağılımı (mavi renk).....	225
Grafik 79	PU malzeme istatistiki a* değerleri dağılımı (bej renk).....	225
Grafik 80	PU malzeme istatistiki a* değerleri dağılımı (mavi renk).....	225
Grafik 81	PVC malzeme istatistiki a* değerleri dağılımı (bej renk).....	226
Grafik 82	PVC malzeme istatistiki a* değerleri dağılımı (mavi renk).....	226
Grafik 83	PU malzeme istatistiki b* değerleri dağılımı (bej renk).....	226
Grafik 84	PU malzeme istatistiki b* değerleri dağılımı (mavi renk).....	227
Grafik 85	PVC malzeme istatistiki b* değerleri dağılımı (bej renk).....	227
Grafik 86	PVC malzeme istatistiki b* değerleri dağılımı (mavi renk).....	227
Grafik 87	PU malzeme istatistiki C değerleri dağılımı (bej renk).....	238
Grafik 88	PU malzeme istatistiki C değerleri dağılımı (mavi renk).....	238
Grafik 89	PVC malzeme istatistiki C değerleri dağılımı (bej renk).....	238
Grafik 90	PVC malzeme istatistiki C değerleri dağılımı (mavi renk).....	239
Grafik 91	PU malzeme sertlik istatistiki değerleri dağılımı.....	239
Grafik 92	PVC malzeme sertlik istatistiki değerleri dağılımı.....	239
Grafik 93	PU malzeme elastiklik modülü istatistiki değerleri dağılımı.....	230
Grafik 94	PVC malzeme elastiklik modülü istatistiki değerleri dağılımı.....	230
Grafik 95	PU malzeme çekme mukavemeti istatistiki değerleri dağılımı	230
Grafik 96	PVC malzeme çekme mukavemeti istatistiki değerleri dağılımı	231
Grafik 97	PU malzeme çekme mukavemeti uzama % istatistiki değerleri dağılımı.....	231
Grafik 98	PVC malzeme çekme mukavemeti uzama % istatistiki değerleri dağılımı	231
Grafik 99	PU malzeme kopma noktası uzama % istatistiki değerleri.....	232
Grafik 100	PVC malzeme kopma noktası uzama % istatistiki değerleri	232

SEMBOL VE KISALTMALAR

Malzeme İle İlgili Sembol Ve Kısaltmalar

As	Yüzeylerin ısı absorblama katsayısı
C	Klorlanmış (CPVC)
D	Shore Sertliği
MN	Mutlak nem
P	Plastikleştirici katılmış (PVC-P)
PU/PUR	Poliüretan PU [75,ch.12.61] , PUR [TS.2380 s.67]
PVC	Polivinil Klorür

Yüzey Analizleri Araştırma Yöntemleri İle İlgili Sembol Ve Kısaltmalar

AFM	Atomik güç mikroskopisi(Atomic force microscopy)
FTIR	Fourier transformla kırmızı ötesi spektroskopisi (Fourier transform infra-red spectroscopy)
NMR	Elektron spin rezonans spektroskopisi (Electron spin resonance spectroscopy)
XPS	X ışını foto elektron spektroskopisi (X-ray photo-electron spectroscopy)
SEM	Elektron tarayıcı mikroskobu (Scanning electron microscopy)

Işıksal Özellikler İle İlgili Sembol Ve Kısaltmalar

a	Yüzeysel radyasyon emicilik katsayısı
[B]	Mavi (Blue)
[G]	Yeşil (Green)
[R]	Kırmızı (Red)
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage)
C	Rengin kroması
IR	Kızıl altı (Infrared)
k	Normalize sabiti
L*	Parlaklığın ölçüsü (Light)
a*	Yeşil - kırmızı renk kromatikliği
b*	Sarı - mavi renk kromatikliği
h	Renk açısı
SED	Spektral enerji dağılımı
S (λ)	Kullanılan kaynağın tayfsal güç dağılımı
UV	Mor ötesi (Ultraviole)
UV-VİS	UV-Görülebilir
λ	Dalga boyu (nm)

Hızlandırma Koşulları İle İlgili Sembol Ve Kısaltmalar

AF	Hızlandırma Faktörü (Acceleration Factor)
ASF	Hızlandırılmış Değiştirilebilir Faktör (Acceleration Shift Factor)
AWG 41	Hızlandırma Yöntemi (Weathering Cycle)
BF	Florida için Siyah Kutu (Florida for Black Box)
WOM	Hızlandırma Koşulları yüklenen düzenek (Weatherometer)

Çekme Deneyi İle İlgili Sembol Ve Kısaltmalar

a_0	Deney parçasının kalınlığı (mm)
b_0	Deney parçasının genişliği (mm)
l_0	Ölçme uzunluğu. Deney parçasının orta kısmında ölçme işaretleri arasındaki başlangıç mesafesidir (mm)
E	Malzemenin elastiklik modülü
F	Alan (mm^2)
σ	Çekme gerilmesi (N/mm^2)
σ_B	Kopma anında çekme gerilmesi (N/mm^2)
σ_m	Çekme mukavemeti gerilmesi (N/mm^2)
σ_x	Uzamada çekme gerilmesi (N/mm^2)
σ_y	Akma anında çekme gerilmesi (N/mm^2)
Δl	Ölçme uzunluğundaki artış
e_B	Kopma noktası uzama % değeri
e_{Fmax}	Çekme mukavemeti uzama % değeri

İstatistik İle İlgili Sembol Ve Kısaltmalar

s	Standard sapma
v	Değişim katsayısı
x	Ortalama değer

GİRİŞ

Dış cephe kaplama malzemesi üretim sistemleri her geçen gün akılcı yöntemlerle geliştirilmekte, teknolojilerin yenilenmesiyle endüstriyel üretimler, dış duvarların biçimlenmesinde etkili olmaktadır.

Yapıda dış duvar, iç hacmi sınırlayıcı ya da taşıyıcı rolünden çok, binaların dış etkilerden koruyucu kabuğu olması nedeniyle önemlidir. Bu önemi yapının ömrü, dış cephe kaplamalarının dayanıklılığı ve yapı fiziğine uygunluk kriterleriyle ilgilidir.

Yüzyılımızın başına kadar yapı kabuğunun biçiminde geleneksel yöntemler ve malzeme kullanılırken, Sanayi Devrimi sonrası oluşan sosyo-ekonomik ve kültürel değişiklikler; buna bağlı olarak kullanıcı isteklerindeki tercihler, gelişen inşaat tekniği, cephelerde kullanılacak yeni malzeme arayışına neden olmuştur. Teknolojik gelişmelerle birlikte, dış yüzey malzemesindeki yenilikler, her geçen gün, nitelik ve tür açısından zenginleşmektedir.

Dış cepheyi etkileyen faktörler, geleneksel yapıların cephelerinde olduğu kadar, endüstriyel üretim olarak tanımlanan ekonomik ve çok tekrarlanır cephe sistemlerinde de yapı fiziğine bağlı bir dizi kullanım kriterleri getirmektedir. Böylece yapı fiziği açısından yapı ürünlerinin seçimi; yapının işlevine, mimari endişeye, yapım tekniğine, kullanım süresine bağlı olduğu kadar, iç ve dış çevre koşullarıyla da ilgili bir tercihtir.

Akılcı ürün seçimi, yapının performansını doğrudan etkilediği gibi, yapının her döneminde kendini hissettirecek derecede önemlidir. Bu nedenle dış cephe kaplama malzemesi, çevresel etmenlerle uyumlu, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklı, üründen beklenen işlevleri ve özellikleri ile kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilen, modüler koordinasyon düzeyi yüksek, işçilik ve inşaat maliyeti düşük, yeniden düzenlenebilme ve bakım kolaylığı sağlayan ve iç ortamda uygun fizik koşullar oluşturabilen nitelikleri taşımalıdır. Ayrıca deprem kuşağı üzerinde yer alan uygulamalarda malzemenin hafifliği de öncelikle aranması gereken bir özelliktir.

Makro ölçekte ise yapılar doğal çevre içinde yer alan öğelerdir. Bu kriterler doğrultusunda yapay çevre oluşturulurken estetik kaygıların yanı sıra, seçimler doğal dengeyi bozmayacak şekilde yapılmalı, yaşamın sürekliliği için gerekli koşullar da yerine getirilerek dayanıklı ve ekonomik olanlar tercih edilmelidir.

Araştırmanın Amacı Ve Kapsamı

Ülkemizde yapı ürünlerinin üretim-tüketim olanakları hızla artmaktadır. Bu artış beraberinde yapı ürünleri arasında en uygun olanın seçilmesi yönündeki karmaşaya neden olmaktadır. Ürünlerin kullanım olanaklarının sınırları, dış cephe faktörleri ve atmosferik etkilere karşı dayanıklılık özellikleri bilinmedikçe, seçimlerin amaca uygun ve doğru olması beklenemez.

Farklı sistemler içinde değerlendirilen ancak birbirine benzeyen ürünlerin arasından en uygun olanının seçimi, gereksinme ve amaçları karşılayabilecek özelliklerin doğru belirlenmesi, "yeni malzeme" açısından pek çok belirsizlikleri ve sorunları getirmektedir.

Günümüzde "plastik malzeme"; pekçok malzemeye alternatif olarak, en çok tercih edilenler arasında yer almaktadır. Sıva ve boya karışımlarının içine katıldığı kadar, kaplama malzemesi olarak da özellikle "seçkin" konutların cephelerinde uygulanmaktadır.

Türk Standardları Enstitüsü (TSE) tarafından dış cephe kaplama malzemesi konusunda pekçok standard bulunmaktadır. Ancak polimer dış cephe malzemesinin kullanım koşul ve süreçlerine ilişkin herhangi bir ulusal standard yoktur. Uygulayıcılar ya Türkiye'de üretilen veya ithal edilen dış cephe kaplama malzemesini performanslarını bilmeden seçmekte ve kullanmaktadırlar. Bu sakıncayı gören bazı üretici firmaların isteği doğrultusunda PVC malzemenin ürün kalitesini belirlemek amacıyla, sadece mevcut değerlerin doğrulanmasına yönelik deneylerin bir bölümü, TS 10883-1.3 ve ASTM 3679-5.1 ve 5.2 standartlarının kapsamında, ODTÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Polimer Araştırma Laboratuvarlarında, Eylül 2001 tarihinde yapılmıştır. Ancak etkileme mekanizmaları karşısında dayanıklılık deneyleri henüz ele alınmamıştır.

Bu çalışmanın amacı; giderek yaygın kullanımı olan poliüretan (PU) ve polivinil klorür (PVC) malzemenin, çeşitlendirilmiş etkilenme koşullarında performanslarının belirlenmesi, yapı fiziğine uygunluğunun araştırılması ve farklı süreçlerde malzemenin dayanıklılığındaki değişimlerin ortaya konulmasıdır. Bu konuda ulusal ve uluslararası standartlar irdelenerek ilgili olanlar 3.2.4 bölümünde ele alınmıştır.

PU ve PVC malzemenin, farklı radyasyon değerleriyle, ısı ve su bileşik etkisi altında, dayanıklılığıyla ilgili deneylerin ve standartların birbirinden farklı koşullar içermesi karşısında özgün deney koşullarının oluşturulması yoluna gidilerek farklı koşul ve süreçlerde her iki malzemenin yüzey dayanıklılığının araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın kapsamının ve yönteminin belirlenmesinde izlenecek sistematik, ASTM E 632 standardının malzeme performansı araştırması koşulları esas alınarak yapılmıştır.

Bu doğrultuda; öncelikle kondisyonlanmış malzeme örneği üzerinde dayanıklılık deneyleri yapılmıştır. İkinci aşama olarak çeşitlendirilmiş koşul ve süreçlerde hızlandırılmış deneyler uygulanmıştır. Sonraki aşamada ise yaşlandırılmış malzemenin yapısında meydana gelen değişimler, bozulmalar incelenerek, dayanıklılık deneyleri tekrar edilmiş ve oluşan kayıplar saptanmıştır.

Ayrıca elde edilen parametrelerle, çeşitlendirilmiş iklim koşulları altında , PU ve PVC malzemenin özellikleri karşılaştırılarak, üstün, ya da zayıf yönlerinin değerlendirilmesi yapılmış, seçim kriterleriyle uygunluğu ortaya konmuştur.

1. BÖLÜM DIŞ CEPHE KAPLAMASI POLİMER ESASLI MALZEME

1.1. YAPIDA DIŞ CEPHE KAPLAMALARI

Yapıda dış kaplamalar, dış atmosferlerden ilk etkilenen yüzeylerdir. Koruyuculuk ve dayanıklılık özellikleri, dış duvar kesitini oluşturan tüm katmanları da etkilemesi nedeniyle son derece önemlidir.

Dış duvar kendisini içten ve dıştan etkileyen tüm yapı fiziği sorunlarına karşı kendisini oluşturan tabakaların tümünün niteliklerinden doğan ortak bir davranış ile karşı koymaktadır [61, s.38].

Duvar kuruluşu tayin edilirken kompozisyon içinde hiç bir tabakanın bir diğerinden bağımsız olarak seçilemeyeceğinin bilinmesi ve tüm yapı fiziği bilgilerinin topluca değerlendirilecek sistemin dengelenmesi gerekmektedir.

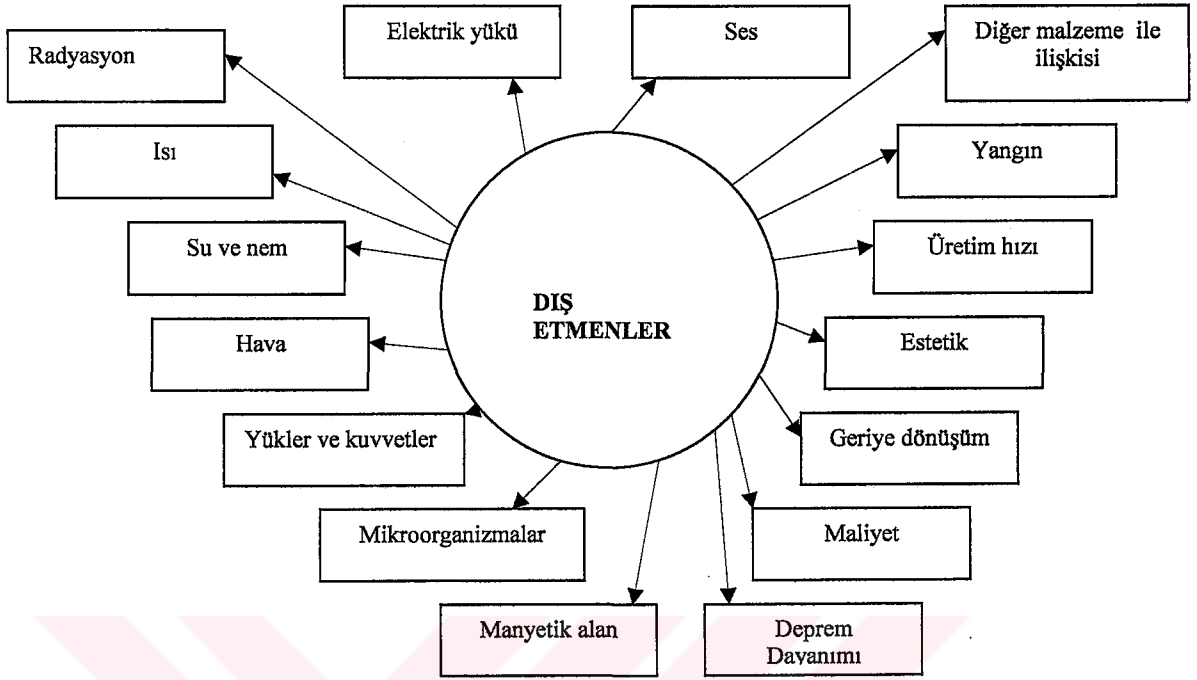
Tüm bu sorunların olumlu yönde ve yeterli düzeyde başarılı sonuç vermesi de, uygulanan dış kaplamanın duvar bünyesini oluşturan diğer tabakalarla uyum göstermesine bağlıdır [61, s.38].

Dış cephe kaplamalarının, duvar tasarımının en etkin malzemesi olduğu düşünülürse, projelendirme sürecinde, malzeme seçiminde kriterlerin; yapı fiziği açısından cephe sistemlerinde etkili olan dış cephe faktörleriyle birlikte, seçim kriterlerinin doğru değerlendirilip saptanması gerekmektedir.

1.1.1. Dış Cephe Kaplama Malzemesi Seçim Kriterleri

Yapı fiziği açısından dış cephe kaplama malzemesi seçimi, yapının işlevine, tasarım ve yapım tekniğine ve kullanım süresine bağlı olduğu kadar, iç ve dış cephe koşullarına, teknolojik olanaklara bağlı bir tercihtir.

Dış cephe kaplama malzemesine etki eden çevresel etmenler, "dış etmenler" olarak listelenebilir. Dış etmenler; atmosferik etkiler (radyasyon, ısı, su, don, rüzgar), mekanik etkiler (yükler ve kuvvetler, basınç ve çekme, eğilme), fiziko kimyasal etkiler (yangın, korozyon, mikro-organizma, çeşitli atmosfer etkileri sonucu ortaya çıkan kimyasal değişimler, yüzeysel bozulma, aşınma) olarak sıralamak mümkündür [110] (Şekil 1).



Şekil 1 Seçim kriterlerinde dış etmenler

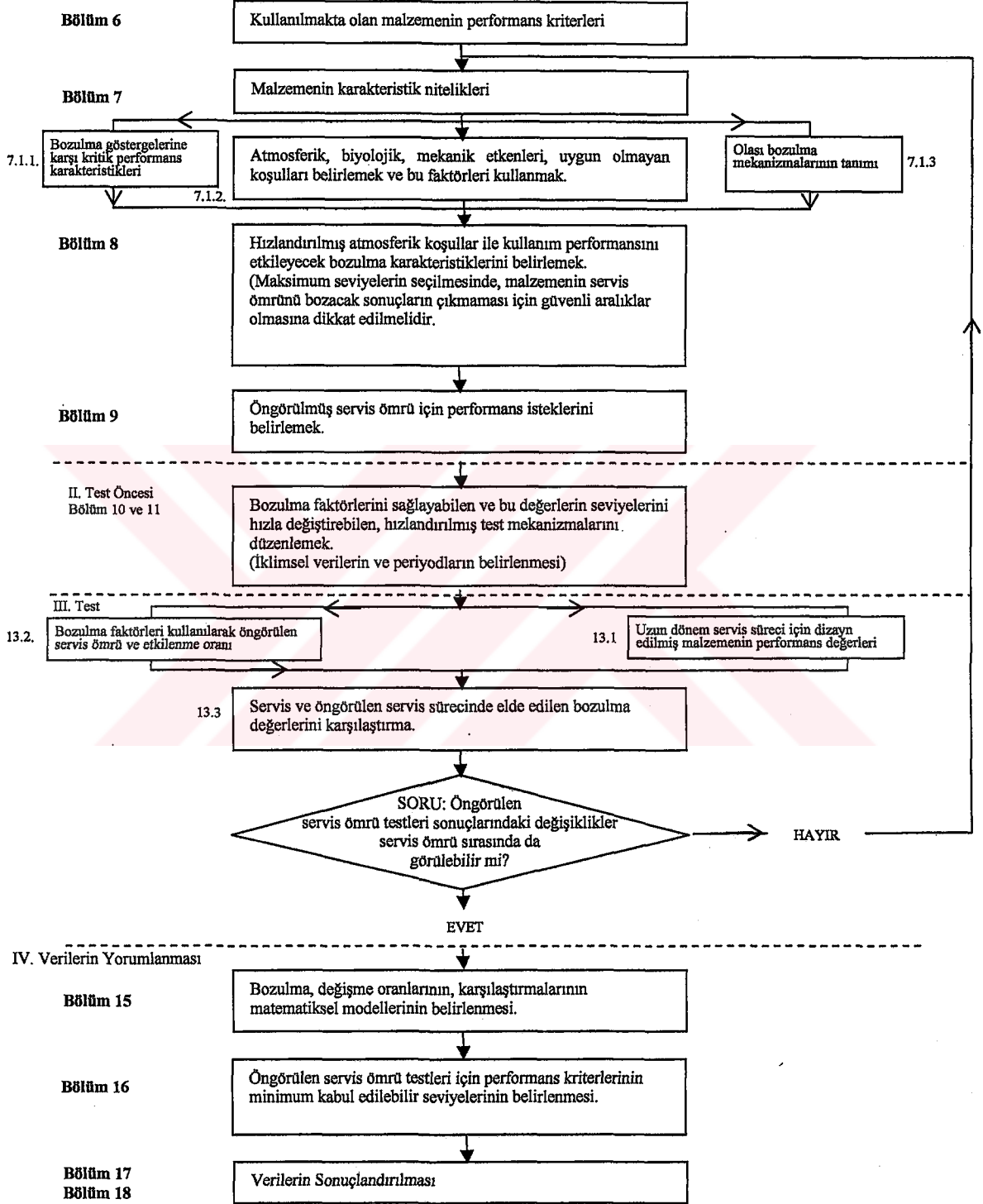
Bu özellikler dışında, dış kaplamalar binanın görünen yüzünü oluşturduğundan, renk, doku özellikleriyle birlikte estetik yönden de yapıya bir değer katması beklenmelidir [140, s.209].

Kaplama malzemesinin kullanım sürecinin her evresinde kullanım olanaklarının ve sınırlarının bilinmesi, seçimlerinin amaca uygun ve doğru olması yönünden yardımcı olmaktadır. Malzemenin performans tanımlayıcı değerlendirme işlemi, kullanıcı gereksinimlerine dayanan , ancak değerlendirme teknikleri, standartlar ve diğer düzeylerden sağlanan verilere dayalı olarak gelişen bir yol izlemektedir [110, s.11]

Dış cephe kaplama malzemesinin ürün performansını belirlerken kullanım sürecindeki ömrünün analiz edilmesi en güven veren karakteristik özelliktir. Seçilmiş ve beklenen performans istekleri pek çok stres faktörüyle denenerek sonuçlandırılmış değerlerle karşılaştırılır. Karşılaştırmaların kabul edilebilir değerlerde olup olmaması seçim kriterlerinin en belirleyici yönü olmaktadır. Malzeme performansı ile ilgili deney sistematığı ASTM E 632 Standardında aşağıda görüldüğü gibi gelişmektedir:

ASTM E 632

I. Problemin Tanımlanması



Şekil 2 ASTM E 632

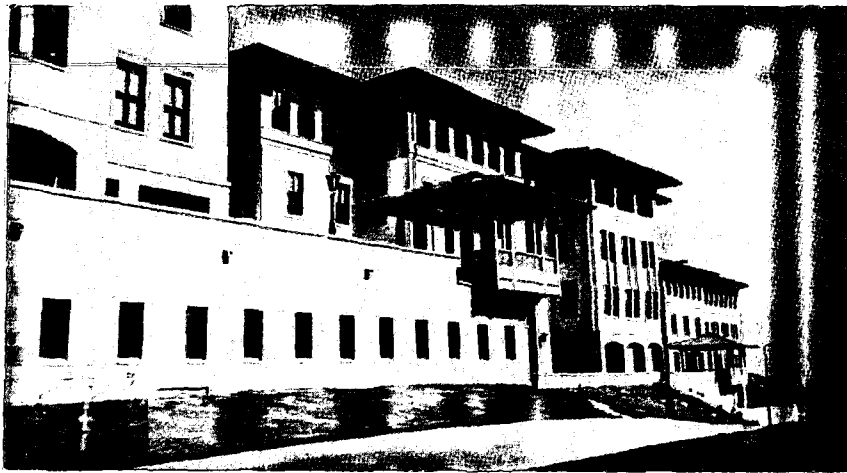
Bu araştırmada, PU ve PVC esaslı dış cephe kaplama malzemesinin servis ömürleri belirlenirken, ASTM E 632 Standardının sistematüğinde, olası bozulma mekanizmaları farklı koşullar, farklı sürelerde karşılaştırılarak, verilerin sonuçları, seçim kriterlerinin uygunluğuyla bir arada değerlendirilecektir.

1.1.2. Dış Cephe Kaplamalarının Sınıflandırılması

Dış cephe kaplamalarını, kökenine göre yapılabilecek bir sınıflandırmayla **inorganik malzeme** ve **organik malzeme** olarak gruplandırmak mümkündür: Dış cephe kaplama malzemesi olarak kullanılanlar arasında **taş, pişmiş toprak, metal, cam,** gibi malzeme inorganik, sıvı kaplama malzemesi olarak kullanılan **sıvalar** bağlayıcı ve karışım malzemesinin özelliğine göre inorganik veya organik olabilirken, hidrojen, karbon ve azot esaslı **ahşap, plastik** gibi malzeme ise organikdir [62,s.181].

Taş malzeme, doğal ve yapay plakalar şeklinde; (TS 699'da belirtilen deneylerde olumlu sonuç vermiş olan taşlar) dış duvar kaplaması olarak kullanılmaktadır [140, s.223]. Doğal taşlar, oluşumları sonucu meydana gelen iç yapıları nedeniyle farklı özellikler gösterirler [62, s.188]. Kaplama olarak kullanılan taş türünün belirlenmesinde taşın dokusuna, damarlarına, aşınma mukavemetine, işlenebilme özelliğine dikkat edilmelidir [62, s.196].

Doğal ya da yapay taş kaplama olarak kullanılan plakalar, duvara bakan yüzeyleri harca iyi yapışması için oldukça pürüzlü, dış yüzeyleri ise cilalanmış olarak 2-5 cm kalınlıkta ve büyüklüğü taşın cinsine bağlı olacak şekilde levhalar halinde üretilmektedir. Kaplamalar yapıştırıcıyla tespit edilebildiği gibi, konstrüksiyon sistemi üzerine kenetlerle de bağlanabilmektedir (Resim 1).



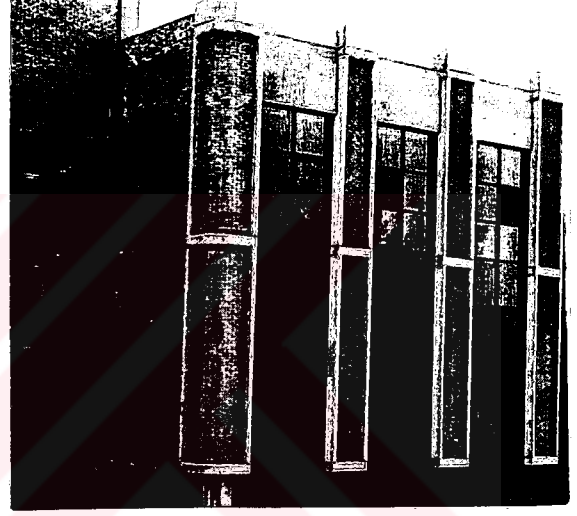
Resim 1 Taş kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı

Pişmiş toprak malzeme, dış cephe kaplaması olarak sırlanmış ya da sırlanmamış, gözenekli ve gözeneksiz şekliyle kullanılmaktadır. Seramik ve tuğla kaplamalar bu grup içinde en yaygın kullanımı olanlardır.

Seramik kaplamalar, değişik niteliklerdeki kil hamurunun presleme ya da ekstrüzyon yöntemiyle şekillendirilip, sırlı ya da sırsız şekilde pişirilmesiyle elde edilmekte, gözenekli, gözeneksiz ya da yarı gözenekli şekilde üretilmektedir. Dış kaplama olarak kullanılacak seramikler, uygulanacağı duvarın su buharı geçiş özelliğine göre seçilmelidir (Resim 2).



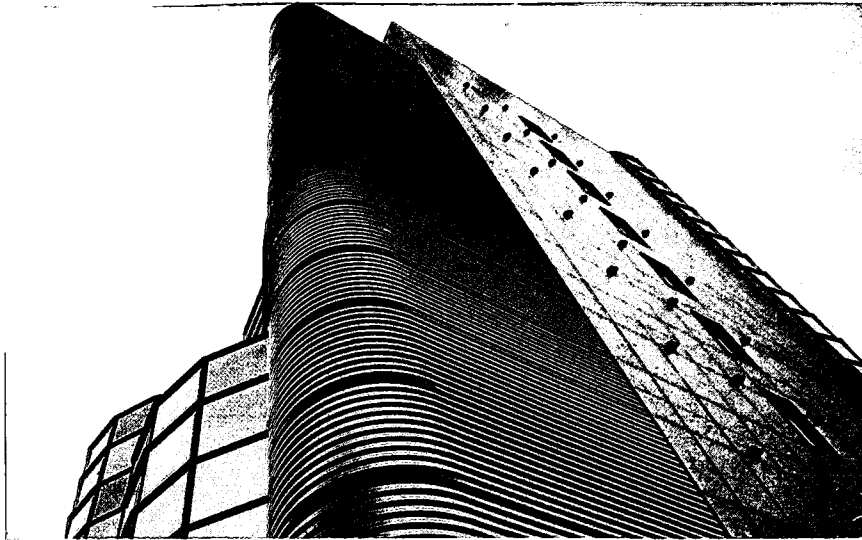
Resim 2 Seramik kaplamaların dış cephelerde kullanımı



Resim 3 Tuğla kaplamaların dış cephelerde kullanımı

Tuğla kaplamaların, gözenekli yapıları nedeniyle buhar geçirgenliği yüksektir. Bu kaplamalar normal çimento harcıyla, kaba ya da ince sıvası yapılmış duvara, taraklı malayla seramik yapıştırıcı sürülmüş yüzey üzerine de uygulanabilmektedir. Prese kaplama tuğlalar ise sıkıştırılmış ve yoğunlaştırılmış olduklarından daha yüksek mekanik dayanıklılık ve az su emmesi yönünden tercih edilen bir dış kaplama malzemesidir (Resim 3).

Metal kaplamalar, inorganik malzeme grubu içinde yer alan diğer bir dış cephe kaplamasıdır. Bu kaplamalar, demir saç ve emaye saç, alüminyum, bakır, çinko, kurşun gibi yapı metalleriyle bronz, paslanmaz çelik ve pirinç gibi alaşımlardan döküm yoluyla elde edilen levhalar şeklindeki kaplamalardan oluşmaktadır (Resim 4). Bu metal kaplamalardan, paslanmaz çelik ve emaye saç her türlü dış etkilere dayanıklıdır.



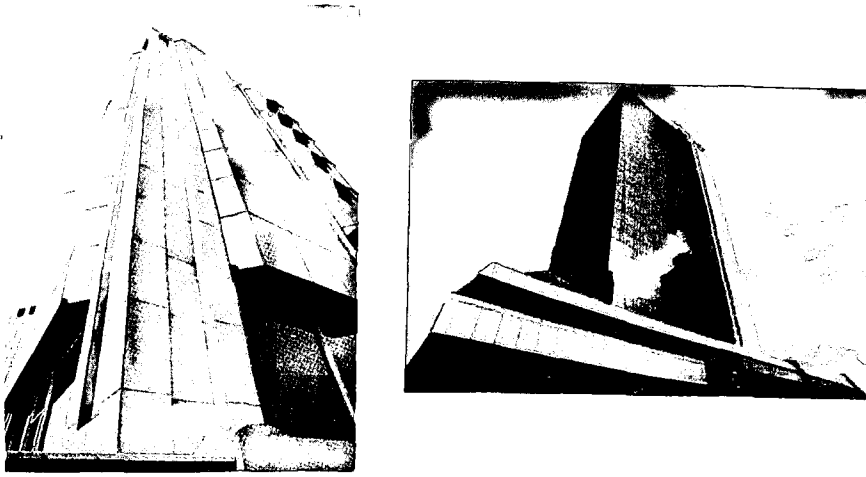
Resim 4 Metal kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı.

Metal kaplama malzemelerinin tuğla, taş ve beton gibi kagir duvar çekirdeği üzerine uygulanması, malzemenin kalınlık ve boyutuna göre, değişik biçimlerde olabilir. Bu kaplamalar ekstrüzyonla profilli olarak da üretilebilir. Profillendirilmiş metal malzeme özel şekilli kalıplara takılarak, ya da duvara yatay veya düşey olarak tespit edilmiş, metal, ahşap gibi taşıyıcılara vidalanarak uygulanmaktadır [140, s.229].

Cam malzeme, genelde kaplama malzemesi olarak cam mozaikler veya giydirme cephelerde, bir binanın taşıyıcı sistemine dıştan tespit edilen bir ızgara sisteme takılan paneller şeklinde kullanılmaktadır (Resim 5).

Bu grup içersinde opak camlar; 5 x 10 cm boyutunda, 6 mm kalınlıkta, arka yüzü yivli, ön yüzü parlak cam yüzey olarak üretilmekte ve taze ince sıva yüzeyi üzerine çimento hamuruyla derzli yapıştırılmaktadır [140, s.215].

Cam mozaikler ise; duvar yüzeyine ince bir harç tabakası ile uygulanan 31.5 x 31.5 cm. boyutunda bir kağıt üzerinde çeşitli formda, renk ve boyutta (1.2 x 1.2-5 cm) olan kaplamalardır [62, s.288].



Resim 5 Cam kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı

Dış sıvalar; karışım sıvı kaplama malzemesi olarak da gruplanabilir. Dış duvar yüzeylerine bir karışım sonucu uygulanan çimento veya plastik bağlayıcı sıvaları, plastik esaslı çeşitli koruyucu film tabakalarını ve boyları bu grup içinde toplayabiliriz. Sıvalarda gerektiğinde renkli veya renksiz taş pirinci kullanarak mozaik veya serpmeye şeklinde uygulamalar yapmak mümkündür. Sıva bittikten sonra belli süre sonra silme, taraklama gibi işlemler yapılarak dekoratif yüzeyler elde edilebilir [62, s.230].

Genellikle bir sıvadan beklenen özellikleri; yeterli aşınma dayanımı göstermesi, bünyesinde su olmaması ancak nem ve hava alışverişi yapacak kadar gözenekli olması, yapışma gücünün yeterli, donmaya ve dış etkilere dayanımının iyi ve kılcal çatlakları önleyebilecek güçte bir elastikiyetinin bulunması şeklinde sıralayabiliriz [61, s.38]. Sıvalara, güneş ışınlarıyla ayrışmasını, renk atmasını, küf, mantar ve bakteri üremesini önleyen özel katkıları ile ve kaba agrega katılabilir [74, s.18]. Tamamen su geçirimsiz yüzey elde etmek için epoksi, poliüretan gibi plastik reçineleri de bağlayıcı olarak kullanılmaktadır.

Ahşap malzeme, dış duvar kaplaması olarak tuğla ve beton duvar yüzeylerine yatay ve düşey olarak uygulanmaktadır. Duvara kaplanabilmesi , öncelikle bunları taşıyacak bir ahşap ızgaranın duvara tespiti ile mümkündür (Resim 7). Dış cephelerde kullanılması, koruma yöntemleriyle dayanımı artırılıp bozulmaya karşı önlem alınmasıyla mümkündür. Koruyucu türlerinin ahşap malzemeye uygulanması yüzeysel ve derinlemesine koruma yöntemleri olmak üzere başlıca iki şekilde yapılmaktadır. Özellikle derinlemesine koruma yöntemlerinde uygulanacak basınçlı yöntemler ahşabın hücrelerine kadar koruyucunun nüfuzunu sağlamak açısından daha tatmin edici sonuçlar

vermektedir. Ayrıca gama ışınları kullanılarak yapılan ahşap korumaları da mevcuttur [60, s.119].



Resim 6 Ahşap kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı

Plastik malzeme , organik malzeme grubu içinde yer alan ve kaplama elmanı olarak kullanılmaları giderek yaygınlaşan , polimer malzeme olarak da nitelendirilen malzemedir.

Polimer esaslı malzeme, hafif olmaları nedeniyle cepheye fazla yük getirmedikleri ve ısı problemini de bir ölçüde çözümledikleri için tercih edilmektedir. İklimsel etkenlere, yapının yöresel karakterine ve cephelerin durumuna göre plak elemanlar, profil elemanlar, koruyucu ince kaplamalar olarak çeşitlenebilmektedir (Resim 7).



Resim 7 Polimer kaplama malzemesinin dış cephelerde kullanımı

Atmosferik etkilere karşı dayanıklılık, ısıya karşı duyarlılık ve renk özelliğini koruması gibi çeşitli koşullar altında gösterecekleri performans, polimer malzemenin türünü seçmekte en önemli kriterlerdir. Polimer malzeme türlerinin doğrudan cephe kaplaması olarak kullanılması; atmosfer koşullarına, güneş ışınlarına dayanıklılık, eskime gibi etkiler nedeniyle sınırlıdır. Bu malzeme grubu arasından seçilmiş olan PU ve PVC' nin kaplama malzemesi özellikleri ve kullanım özellikleri ayrıntılı şekilde 1.2 bölümünde ele alınacaktır.

Polimer malzemeye cam takviyesi ile kompozit malzeme olarak üretilen, cam takviyeli plastik (CTP) de aynı sistem kurgusu içinde cephe elemanları biçiminde kullanılmaktadır. Farklı yöntemlerle üretilen bu elemanlar düz levha şeklinde veya şekilli olabilmekte, yüzeyine, kalıbın özelliklerine bağlı olarak istenen doku verilebilmektedir. Boya ile değişik renklerde yapılan bu ürünlerin, çok tabakalı sandviç cephe panoları şeklinde üretimi de yapılabilmektedir [63, s.161].

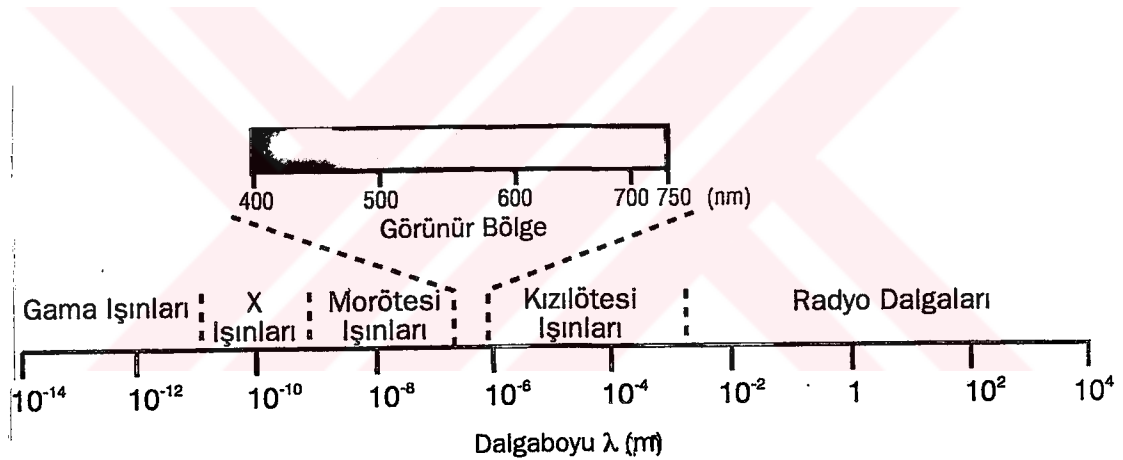
1.1.3.Yapı Fiziği Açısından Cephe Sistemlerinde Etkili Olan Dış Çevre Faktörleri

Cephe sistemleri, binanın en dıştaki yüzeyi olduğundan dış çevre faktörlerinden ve özellikle atmosferik olaylardan direkt olarak etkilenmektedirler. Atmosferdeki olaylar ışınım, sıcaklık, yağış, rüzgar, sis olarak kendini gösterirken, atmosferik kirlenme ve korozyonla da kimyasal oluşumlar görülmektedir.

ASTM E 632 Standardında bozulma mekanizmaları atmosferik, biyolojik, mekanik etkenler ve olası bozulma mekanizmaları olarak yer almakta ve kullanılacak koşulların malzemenin karakteristik niteliklerine göre belirlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Yapılan çalışmada seçilecek atmosferik etkiler belirlenirken plastik malzeme için hızlandırılmış koşulların deney standartları incelenmiş ve etki mekanizmalarından radyasyon (UV) , ısı , suyun farklı deney koşullarında oluşabilecek etkileri konu olarak seçilmiştir:

Radyasyon, cephe sistemlerini etkileyen dış iklimsel faktörlerden en önemli olanıdır. İklimdeki değişiklikler tüm yönü ile Güneş'ten bize gelen radyasyonla oluşur. 200-3000 nm dalga boyundadır. [119, s.3]. Güneşte oluşan helyum miktarı, harcanan hidrojen miktarından daha azdır. Aradaki fark güneş ışınımı ile oluşan enerjiyi verir. Çeşitli dalga boylarında ışınlar halinde dünyaya ulaşır [135, s.1].

Radyasyon; ışınım yolu ile herhangi bir ara taşıyıcıya gereksinim göstermeden, elektro manyetik dalgalar şeklinde malzemeye geçiş sağlayan ısısal iletim şeklidir [62,s.63] ve dalga boylarına göre sınıflandırılmaktadır. Bunlar; gamma , beta, X ışınları, UV (ultraviyole-mor ötesi) radyasyon, görünür ışık, I.R (infrared-kızıl altı) radyasyon, mikro dalgalar ve radyo dalgaları olarak sıralamak mümkündür. Ayrıca nükleer kökenli partiküller (nötronlar, kozmik ışınlar ve diğer çekirdekler) veya helyum çekirdekleri (α alfa ışınları) tarafından oluşturulan değişik tipte ışınlar bulunmaktadır [7, s.226](Şekil 3).



Şekil 3 Radyometrik spektrum (Kaynak:TÜBİTAK UME dokümanı).

Yukarıda belirtilen çeşitli ışınlar iyonlaştırıcıdır. Atomların dış tabakasındaki elektronları fırlatıcı özelliğe sahip olduklarından oluşan iyonlar çok yüksek bir kimyasal tepki gösterebilirler. Canlı sistemlerde iyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik etki meydana getirebilmeleri radyasyonun absorbe edilmesiyle ve hücrelerde dağılmasıyla mümkün olabilmektedir. Radyasyonun ilk etkileri biyolojik bozuklukların ortaya çıkmasıyla kendini gösterirken serbest radikallerin ve uyarılmış moleküllerin oluşmasına neden olmaktadır [7, s.226].

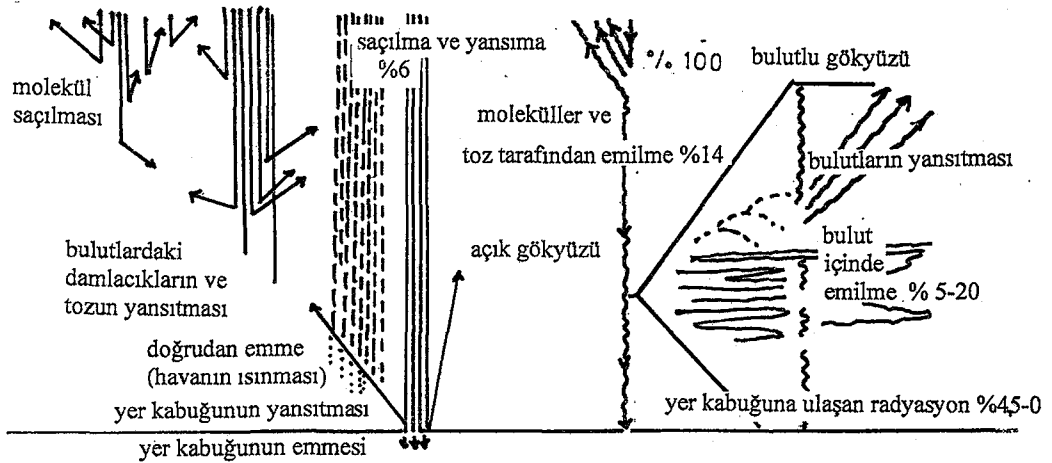
Güneş yayınladığı bu elektromanyetik dalgalardan başka uzaya yüklü parçacıklar da fırlatır. Özellikle Güneş'teki patlamalarla şiddetli bir mor ötesi (UV) yayılım ile elektron, proton ve başka iyonlardan oluşan yüklü parçacık fırtınaları meydana gelir [52, s.2]. Güneş'ten çıkan bu kozmik ışınlar ve enerji yüklü parçacıklar Dünya'nın manyetik alanı tarafından yakalanırlar.

Atmosfer dışında $1m^2$ alana 1 sn'de 1353 Joule'luk enerji bırakan radyasyon Dünya atmosferine girince, içinden geçtiği atmosferin özelliklerine ve aldığı yola bağlı olarak enerjisini azaltan ve saptıran olaylarla karşılaşır. Güneş ışınları atmosfer içinde, yeryüzüne 85 km'den daha yakın mesafeye eriştiğinde x ışınlarının hemen tamamı ile ultraviyole radyasyonunun bir bölümü yutulmuş olur [50, s.325].

Atmosferdeki doğal filtrelerden geçerek yeryüzüne ulaşan enerji , toplam enerjinin yaklaşık %50'sidir[16,s.173] ve radyasyonun 240-1400 nm dalga boyu aralığındaki ışınlarıdır.

- 175 nm'ye kadar olan dalga boylarındaki radyasyon, 75 km yükseklikle bulunan oksijen tabakası tarafından ,
- 175-290 nm aralığındaki radyasyon 20-30 km yüksekliğindeki ozon tabakası tarafından ,
- 1400 nm üzerindeki radyasyon da bulutlar tarafından absorblanmaktadır. [55, s.85].

Şekil 4 'de atmosferde güneş radyasyonunu azaltan ve saptıran olaylar görülmektedir:



Şekil 4 Atmosferde güneş radyasyonunu azaltan ve saptıran olaylar [55, s.326].

Yeryüzüne ulaşan ışınların küçük bir bölümü doğrudan yansır; geri kalanı ise Dünya'yı ısıtır. Bu kez ısınan dünya kızılötesi ışın yaymaya başlar. Ancak Dünya'nın yaydığı bu ışınlar uzaya yayılmadan atmosferdeki sera gazlarınca (su buharı, karbon dioksit, metan gazı) soğrulur ve tekrar Dünya'ya yansıtılır [134, s.39]. Ultraviyole (UV) enerji ise atmosfer dışındaki toplam güneş enerjisinin % 6 gibi (TS 8106-1) küçük bir bölümünü oluşturmakla beraber, neden olduğu olaylar nedeniyle önem kazanmaktadır.

UV radyasyonunu yer aldığı dalga boyu ve etkileme oranlarına göre üç gruba ayırmak mümkündür;

1. *U.V. A radyasyonu türü:* Dalga boyu 315 nm - 400 nm arasındadır (ASTM G 113). U.V. radyasyonunun en zararlı olan şeklidir ve dünyaya büyük miktarlarda erişir.

2. *U.V. - B radyasyon türü:* Dalga boyu 280 nm - 315 nm arasındadır (ASTM G 113). Potansiyel olarak oldukça zararlıdır. Ancak U.V. - B radyasyon türü, stratosferdeki ozon tabakası tarafından büyük oranda yutulur.

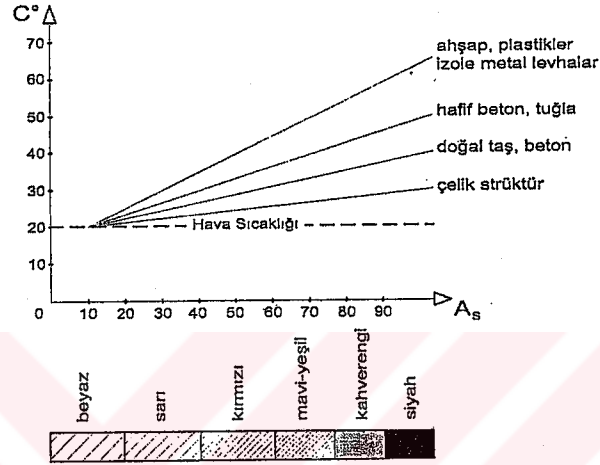
3. *U.V. - C radyasyon türü:* Dalga boyu 200 nm - 280 nm arasındadır (ASTM G 113). Enerji düzeyi en yüksek olan radyasyon tipidir ve potansiyel olarak en fazla zararlı olandır. Fakat tamamı stratosferdeki oksijen ve ozon tabakası tarafından yutulur ve dünya yüzeyine erişemez [57,s.62].

Isı etkisi ise, radyasyonun malzeme yüzeyi üzerindeki Güneş radyasyonunun verdiği ısı değerine, radyasyonun dalga uzunluğuna, malzemenin yüzey emiciliğine, yüzey rengine, dokusuna, pozisyonuna, komşu yüzeylerin rengine bağlı olarak değişir [133, s.2] ve malzemenin yansıtma, geçirgenlik ve yutma değerlerine, kalınlığına, pürüzlülük derecesine, kristal veya amorf yapı gibi yüzey morfolojisine, opak, saydam ya da yarı saydam olma özelliğine [56, s.200], kırılma katsayısına bağlı olarak artar veya azalır. Maksimum enerjinin olduğu kısa dalga boyunda, malzeme yüzeyinde en yüksek ısı değeri oluşur [133, s.5]. Güneş ışınımı yüzey üzerine düştüğünde, yüzey tarafından bir kısmı yansıtılır, bir kısmı yutulur ve büyük bir kısmı geçirilir Bunun sonucu olarak malzeme yüzeyinde ve bünyesinde şu oluşumlar görülmektedir:

- Yüzey dış ortam sıcaklığının üstüne çıkmakta,

- Yüzeyden dış ortama doğru konveksiyon ve yayınımla (radyasyon) enerji kaybedilmekte,
- Malzemenin bünyesinde ısı akımı meydana gelmektedir [53, 54].

Yüzeyler üzerindeki sıcaklık değeri, yüzey rengine bağlı olarak ortam sıcaklığının 40°C fazlasına kadar çıkabilmektedir. Şekil 5' te yatay eksende yer alan sıcaklık absorpsiyon katsayısı (A_s), her bir renk bölgesi için sıcaklık yüzde miktarını vermektedir [119, s.5].

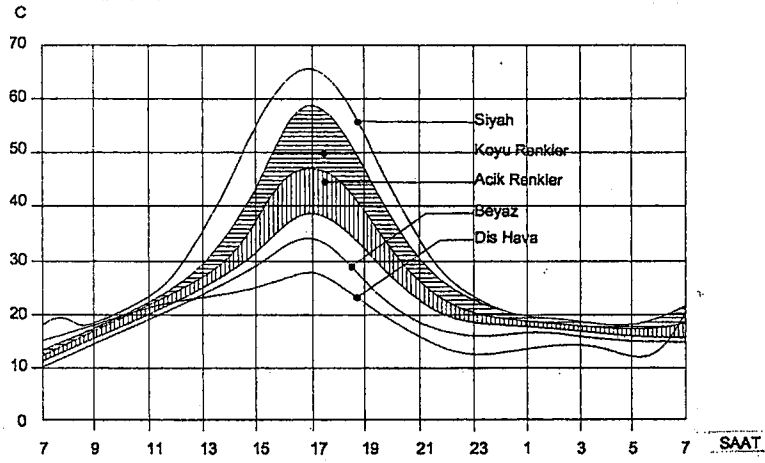


Şekil 5 Organik kaplamalarda renklere göre yüzey sıcaklık değerleri [119, s.5]

Yüzeylerde ısı absorblama oranını etkileyen faktörler, malzemenin mikro-strüktüründe, atomların dizilişleri, atomlar arası bağların cinsi ve yönü, bağlayıcı elektronların artı yüklü iyon çekirdeklerine göre enerji seviyeleri ve konumlarıdır [57, s.58]. Yüzey sıcaklığını artıran en önemli parametrelerden biri yüzeyin yutuculuk özelliğidir. Yutucu yüzey kaplamaları, güneş ışınımı fazlasıyla yutar ve ısıya dönüştürür [135, s.29]. Siyah yüzeyin güneş ışınımı yutma miktarı (% 90-98) yüksektir. Buna karşılık yayıcılığı da çok yüksek boyutlardadır.

Seçici yüzey kaplamaların özelliği ise, kısa dalga boylu ışınımın tamamına yakını yutması, buna karşılık uzun dalga boylu ışınımı yayıcılığını en aza indirmesidir. [135, s.29].

Işınım geçirmeyen (opak) yüzeyler ise renklerine bağlı olarak (Şekil 6), gelen ışınımın yüzey tarafından yutulmayan bölümünü yansıtırlar [48, s.25].



Şekil 6 Batı yönünde düşey konumdaki yüzeylerin renklere bağlı, Temmuz ayı günlük sıcaklık değerleri [48, s.25].

Tablo 1 'de renkle ilişkili , PVC membranların yüzey sıcaklık değerleri görülmektedir:

Tablo 1 Haziran 1987, 1988, öğlen saat 12'de güneş ışınımı etkisinde kalan yüzeylerin sıcaklık değerleri [109, s.14].

Saat 12'de Etki Altındaki Örnekler	Haziran 1987 C°	Haziran 1988 C°
1. PVC membran beyaz	56.6	60.4
2. PVC membran açık gri	69.4	74.8
3. PVC membran siyah	81.3	85.4
Çevre sıcaklığı °C	42.8	45.4
Güneş ışınımı W/m ²	994.4	943.4

Çeşitli renk ve malzeme için yüzeysel emicilik katsayıları (a) % olarak şöyledir: (Tablo 2) [62, s.141].

Tablo 2 Çeşitli renk ve malzemede yüzeysel emicilik katsayıları [62, s.141].

Yüzey Rengi	Malzeme Türü	Yüzeysel emicilik katsayısı
Beyaz	Mermer, beyaz sıva, cilalı metal, alüminyum, alçı, kireç, beyaz boya	0,2-0,3
Sarı, turuncu, açık kırmızı	Taş, tuğla, beton, metal, seramik plastik	0,3-0,5
Açık mavi	Taş, seramik, plastik	0,5-0,7
Koyu mavi	Seramik, boya, plastik	0,7-0,9
Koyu kahverengi, siyah	Taş, seramik, boya, plastik	0,9-1,0

Güneş radyasyonunun etkisiyle dış yüzey sıcaklığında değişiklikler olurken iç yapısında da bazı kimyasal değişimler söz konusudur: Örneğin mor ötesi (UV) ışınların getirdiği α parçacıkları özellikle organik maddelerin molekül yapısını bozmakta, eskime ve renk değişimlerine neden oluşturmaktadır [62, s.142]. Sıcaklık, malzeme üzerinde etkisini fiziksel ve kimyasal olarak iki şekilde göstermektedir: Sıcaklık değişimleri fiziksel olarak, yapı, yapı elemanları ve yapı malzemesi üzerinde hacimsel ve boyca uzama ve kısalmalara neden olmaktadır. Bu değişim malzemeyi oluşturan atomların sıcaklık artması karşısında yaptığı ısıl titreşimlerin büyümesinden kaynaklanır ve önlenemeyecek nitelikte bir fiziksel olaydır [140, s.12]. Malzemede genleşme ve büzülmeyle, iç gerilmeler oluşmakta, bunun sonucunda malzemenin sertlik, dayanıklılık gibi mekanik özellikleri de değişmekte, deformasyon ve parçalanmalar oluşabilmektedir.

Yüksek sıcaklıklarda, kimyasal etkinin bir sonucu olarak, malzemenin kristal suyunun kaybolmasıyla molekül yapısında da değişiklikler olabilmektedir.

Su , cephe sistemlerini etkileyen diğer bir atmosferik olaydır. Belirli atmosfer şartları altındaki bulutlardaki su buharı yoğunlaşarak ısı derecesine ve basınca göre yağmur, kar, dolu, çığ olarak yeryüzüne düşer ve malzeme üzerinde kendini yüzeysel ıslanma şeklinde gösterir. Diğer etki ise buhar hareketiyle ortaya çıkan durumdur. Her şekilde de tüm malzemede, yüzeysel ıslanma özelliğine veya su emme kapileritesiyle ilişkili, günün değişik saatlerinde, hava sıcaklığına ve nem oranına bağlı olarak ıslaklık veya nem görmek mümkündür.

Malzemenin yüzeyleri ile temas eden su ve su buharı, herhangi bir basınca gerek kalmadan higroskopik emicilikle malzeme içinde yayılabilir. Elektro-ozmos olayı da nemin, malzeme içinde yayılmasına neden olur [107, s.146]. ıslanma sonucu kaplama malzemesi şişebilir. Şişme olayı, bünyesinde değişik nitelik ve boyutta boşluk içeren malzemenin ıslanması sonucu hacminin artması olarak tanımlanabilir. Genellikle cisimlerin su emdiği zamanki şişme miktarıyla kurduğundaki büzülme miktarı arasında daima bir fark vardır. Bu farklılık cismin kurduğunda daha fazla büzüldüğünü göstermektedir. Bu mekanizmadan dolayı malzemede çatlaklar oluşabileceği gibi, mevcut çatlakların daha da genişlemesi olasılığı vardır [140, s.62].

Malzemenin dokusu, doku düzeni, gözenekliliği, su buharı geçirgenliği ve su emme derecesi, su moleküllerinin geçişinde etkili olan özelliklerdir. Malzemenin ıslanabilirliği,

adhezyonun (yüzeyle su arasındaki elektriksel çekim kuvveti) kohezyondan (su moleküllerinin kendi atomları veya moleküllerinin elektrik yükleri) fazla olmasıyla mümkündür. Yüzeysel ıslanma veya hidrostatik basıncın artması durumunda kaplamanın adhezyonun azalmasıyla kabarmalar oluşabilmektedir.

Organik yapı malzemesinin pek çoğu gözeneksiz ve hidrofobiktir. Bu nedenle inorganik malzemeye göre suyun donma-erime durumlarına karşı daha dayanıklılık göstermektedirler [90, 18].

Gözenekli yüzeylerde ise su damlacıkları kurutma kağıdı gibi yüzey tarafından emilebilir. Gözenekli malzemenin su emme hızı yağışın sürekli olması durumunda, azalacağından yüzeydeki sıçrama ve akma oranı artma gösterecektir [106]. Pürüzsüz yüzeylerde ise su damlacıkları, film oluşturmak yerine, akmaya daha yatkındır. Su etkisinin zarar verici özelliği rüzgar hızıyla artar. Ayrıca rüzgar faktörüyle atmosferdeki kimyasal maddelerin, toz, kurum gibi partiküllerin taşınması kolaylaşmaktadır [36, s.4].

Atmosferdeki sülfür dioksit (SO_2), nitrojenoksit (NO_2) ve klorürler gibi asidik gazlar, havada bulunan su molekülleriyle birleşmesi durumunda organik malzemenin bozulmasına, ayrışmasına neden olmaktadır.

Havadaki nemi kullanarak reaksiyona giren SO_2 en tehlikeli bozulmayı oluşturmaktadır. Havadaki oksijen ve global radyasyonla reaksiyonlar oluşturarak ortaya çıkan H_2SO_4 konsantrasyonu tüm organik ve inorganik yüzeyler için aktif bir tehlike olmaktadır [119, s.9].

Diğer önemli gazlardan karbon dioksit ve nitrojen etkisiz inert atmosfer koşullarında, organik malzemeyle genelde tepkimeye girmezken, rüzgar ve yağışın etkisiyle reaksiyonlar olabilmektedir [18, s.6].

Yüzeysel ıslanma, zeminden gelen suların etkisiyle çiçeklenmelere de neden olabilmektedir. Kaplama malzemesinden sızan ve zeminden kılcallık yoluyla gelen sular, içinde değişik kimyasal maddeler (ajanlar) taşımaktadır. Bu ajanlar temas ettikleri malzemeyi bozan bir etkiye sahiptir. Malzeme bünyesinde buharlaşan su, buharlaşma anında beraberinde sürüklediği çözünmüş tuzlarla malzemenin dış yüzünde çiçeklenme adı verilen yüzeysel bir oluşuma neden olmaktadır [140, s.61] ve bu ortamda genellikle

mikrobiyolojik yaşam koşullarının da oluşması mümkündür. Oluşan mikrobiyolojik faaliyetler, buradan beslenir ve metabolizmaları gereği salgıları ile ayrışmayı hızlandırmaktadır [49, s.91].

Dış yüzeyde kaplama malzemesini etkileyen su; malzeme bünyesinde ısıl farklılıklar sonucunda terleme ve yoğuşma olarak da görülür.

Terleme, yapı elemanın yüzeyinde sıcaklık düşmesi ile meydana gelen buharın su haline dönüşmesidir. Yoğuşma ise, farklı buhar basınçlarından dolayı yapı elemanının malzemeleri arasında meydana gelen buharın su haline dönüşmesi olayıdır [61, s.39]. Terleme ve yoğuşma olayları, yapı elemanı içinde ısı tutucu malzemenin değerini düşürmekte, metalik bileşim elemanlarını korozyona uğratmakta, ahşabın deformasyonuna sebep olmakta, akış yönünde yüzeysel çiçeklenmelere veya kaplama malzemesinin kabarma ve dökülmelerine neden olmaktadır [62, s.111].

1.2. DIŞ CEPHE KAPLAMASI OLARAK POLİMER ESASLI MALZEME

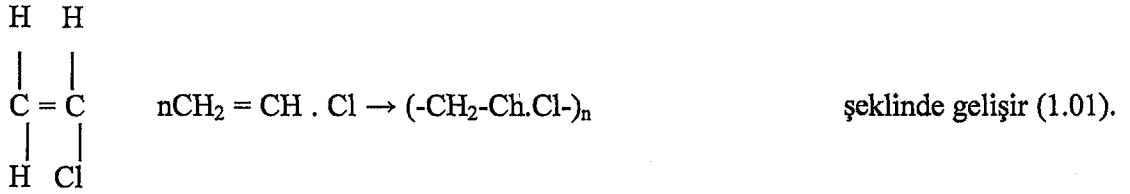
1.2.1. Polimer Malzeme

Polimer malzeme; başta hidrojen, oksijen ve azot olmak üzere karbonun organik bileşimlerinden meydana gelen, makromoleküler, organik esaslı malzemedir.

Polimerler, polimerizasyon reaksiyonları ile elde edilmektedir. Polimerizasyon bir çok molekülleri bir araya bağlama reaksiyonudur [6, s.75]. Polimer moleküllerini oluşum reaksiyonları açısından katılma (adisyon) ve yoğunlaşma (kondansasyon) olarak iki temel gruba ayırmak mümkündür.

Karbon düzgün dört yüzlü biçimindeki bağ şekline farklı olan bağ düzenlerinde bulunduğu bir karbon atomu diğer bir karbon atom ile ikili bir bağ, başka atomlar veya atom grupları ile de iki tane tekli bağ yapar. Aynı düzlemde olan bu bağlar arasındaki açı 120°'dir. Bu tip molekülde polimerleşme reaksiyonu sırasında karbon-karbon çift bağı genellikle bozulur. İki karbon atomu tek bir bağla bağlanır. Her karbon atomunun çift bağı açılması ile ortaya çıkan dördüncü bağı reaksiyona giren diğer atoma bağlanır. Bu tip reaksiyonlara "**katılma reaksiyonları**" denir. Katılma polimerizasyonunu lineer polimerler oluşturur. Bileşenler doymamış bileşenlerdir [81, s.148].

PVC oluşumu katılma işlemiyle şöyle gelişir. Her monomer molekülündeki çift kovalent bağ açılır ve moleküllerinin karbon atomlarının uzun zincirlerini oluşturmak üzere birbirleriyle birleşmesini sağlar. Bu durumda tek bir kovalent bağ oluşur ve;



Görüldüğü gibi bu şekilde uzun molekül zinciri oluşturulabilir.

Birçok organik molekülde, karbon ve hidrojenden daha aktif olan gruplar bulunur. Bu tip bileşiklerin polimerleşme reaksiyonu karakterini bu aktif gruplar belirler. Organik bileşikler arasındaki reaksiyonlar genellikle bu fonksiyonel gruplar arasındaki reaksiyonlar ile oluşur. İki molekülün fonksiyonel gruplarının su veya başka bir basit molekül oluşturarak birleşmeleri ile meydana gelen bu tip reaksiyonlara da "yoğunlaşma reaksiyonu" denir [153, s.281].

Yoğunlaşma polimerizasyonu, ya lineer polimerler oluşturabilir, ya da sert, rijid ağ yapı verebilir. Lineer polimer malzemenin, dallanma ve çapraz bağ reaksiyonlarıyla özellikleri değiştirilerek lineer olmayan yapılara dönüştürülebilir [81, s.148].

Yoğunlaşma tipi reaksiyonlarda başlatıcıya gereksinim yoktur [81, s.151]. Bu reaksiyonlar suyun ayrılmasıyla gerçekleşmektedir [139, s.5]. Poliüretanlar bu yapıya örnek gösterilebilir [6, s.76].

Katılma ve yoğunlaşma polimerizasyonu polimerizasyon yöntemlerinin temelini oluştururken kullanılan diğer polimerizasyon yöntemleri de blok (kütle) çözelti polimerizasyonu, süspansiyon ve emülsiyon polimerizasyonu olarak gruplanabilir [139, s.11]. Bu işlemlere ek olarak bir çok polimerleştirme yöntemi de geliştirilmekte, bu konudaki araştırmalar devam etmektedir [124, s.322].

Polimerler için çeşitli şekillerde sınıflandırma yapmak mümkündür;

1. Kimyasal bileşimlerine göre; **organik, inorganik,**
2. Doğada bulunuşuna göre; **doğal, yapay,**

3. İşleme esasına ve ısının etkisi altındaki davranışına göre; **termoplastik, termoset, elastomer,**
 4. Zincirdeki monomer sayısı ve dizilişine göre; **homopolimer, kopolimer,**
 5. Fiziksel yapısal (morfolojik) özelliğine göre; **amorf, yönlenmiş, kristalin,**
 6. Molekül zincirlerinin şekline göre; **doğrusal (lineer) , dallanmış, çapraz bağlı,**
 7. Polimer moleküllerinin oluşum reaksiyonlarına göre; **katılma (adisyon) ve yoğunlaşma (kondansasyon) polimerizasyonu**yla oluşan polimer,
 8. Molekül ağırlıklarına göre; **oligomer, makromoleküler polimer.**
- [6, 23, 34, 35, 75, 76, 117, 130, 148, 153, 176]

1. Organik, inorganik polimerler

Organik polimerlerde başta karbon olmak üzere hidrojen, azot ve halojen atomları bulunur. İnorganik polimerlerde ise ana zincirde C yerine silisyum (Si), germanyum (Ge), bor (B), fosfor (P) gibi elementler vardır. Ana zincirde bulunan elementlerin bağ enerjileri, organik polimerlerde bulunan elementlerin enerjilerinden daha yüksektir. Bu nedenle, inorganik polimerler daha yüksek ısı ve mekanik dayanıklılığa sahiptirler [6, s.11].

2. Doğal , yapay polimerler

Doğal polimerler yapıları farklı olan değişik ünitelerin bir araya gelmesiyle tekrarlanan ünitelerden oluşmaktadır. Bu tür polimerlere örnek olarak proteinler, nükleik asit (DNA, RNA) ve enzimler gösterilebilir.

Endüstriyel uygulamada kullanılan plastikler ise genellikle yapay polimerlerdir. Bu şekilde elde edilen polimerler grubu, tekrarlanan birimin kimyasal adının önüne "poli" sözcüğü konularak oluşturulur [6, s.10].

3. Termoplastik, termoset, elastomer

Termoplastik (ısıyoğruk) polimer, ısı ve basıncın altında yumuşak, akan; bu durumda herhangi bir şekli alabilen ve soğutulduğunda sertleşebilen (katı halini alabilen) polimerdir [6, s.12]. İstenildiğinde bu katı polimer tekrar ısıtılıp ergitilebilir, soğutulup katılaştırılabilir. Tamamen fiziksel ve tersinir olan bu dönüşüm tekrarlanabilir [117, s.12]. Genel olarak termoplastik polimerler kovalent olarak bağlanmış uzun karbon

zincirlerinden oluşmuş lineer polimerlerdir [81, s.15]. Çoğu birbirine ortaklaşım bağıyla bağlı (Atom'lar arasında elektronların ortak kullanılmasıyla oluşan, bölgesel olarak yönlendirilmiş, nispeten büyük bağ kuvvetleri), çok uzun karbon atomları zincirlerine sahiptir. Asılı atomlar ve atom grupları bu ana zincir atomlarına ortaklaşım ile bağlanır [124, s.307-308].

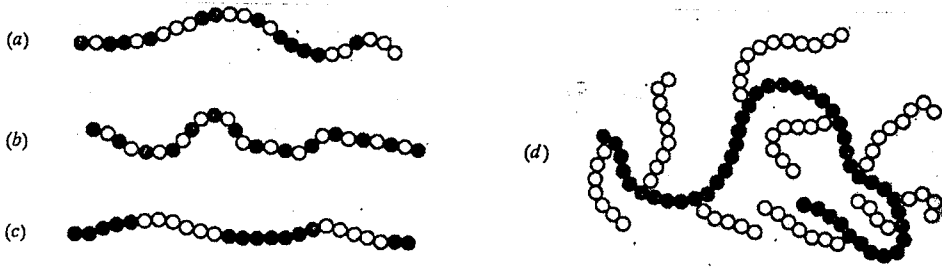
Termoset (ısılsert) polimer, ısı işlemiyle bir defa istenilen şekil alabilen polimerdir; tekrar ısıtılmakla şekillendirilemez [124, s.12]. Yumuşamaz ve ergimez. Isının yükselmesine karşın ilk katı durumunu korurlar. Ancak polimer sistemini oluşturan polimer zincirlerindeki bağlar, ısıtılmaya karşı bir sınır değere kadar direnebilir. Belli yüksek sıcaklık değerlerine ulaşıldığında bağlar kopabilir ve termoset malzeme "bozunarak" tersinmez şekilde tepkime verir [117, s.13]. Termosetler polikondansasyon reaksiyonu ile elde edilirler ve genellikle çapraz bağlı bir yapıya sahiptirler.

Elastomer de termoplastik malzemenin bir grubudur. Oldukça düşük yükler altında yüksek deformasyon veren, düşük elastiklik modülüne sahip polimerdir. Yük kaldırıldıktan sonra orijinal boyutlarına dönerler. Lineer polimer yapısına ve çok az miktarda moleküller arasında çapraz bağa sahiptirler. Yükün kaldırılmasından sonra eski boyutlarına dönmeleri çapraz bağlardan dolayıdır [81, s.153].

4. Homopolimer, kopolimer,

"**Homopolimer**" lerde polimer zinciri boyunca tekrar eden birim (mer) aynıdır. Birim (mer) A ise zincir AAAA şeklinde bir yapı gösterir.

"**Kopolimer**" lerde ise, polimer zinciri boyunca tekrarlanan birim türü birden fazladır. Yani bu polimerler iki veya daha fazla değişik türde monomerden elde edilmiştir. Bu monomerlerin polimer zincirinde diziliş şekline göre kopolimerler bir kaç farklı tipte olabilmektedir [117, s.15]. Rastgele, dönüşümlü, demetli ve aşılı kopolimerler (Şekil 7) [126, s.317] de görülmektedir.



Şekil 7 Kopolimer dizilimleri. a)Farklı birimlerin rastgele dağıldığı, rastgele kopolimer. b)Birimlerin belirli bir sırada dizildiği dönüşümlü kopolimer. c)Birimlerin demetler halinde bir araya geldiği demetli kopolimer. d)Birimlerin bir diğer zincire takıldığı aşılı kopolimer

Polimerler, katı, sıvı veya çözelti halinde bulunabilirler. Bütün bu durumlarda farklı yapılar gösterirler. Yapı ile polimerlerin termal, mekanik ve diğer fiziksel özellikleri yakından ilgilidir. Yapıda polimerin yerel yapısını belirleyen kimyasal formülünün yanısıra makro yapısını belirleyen morfolojisi de önemlidir. Morfoloji katı haldeki yapısında bulunan kristalin veya amorf bölgelerin varlığı , bunların büyüklüğü, biçimi, yerleşme düzeni ve yapı içindeki dağılımıdır. Yapı içindeki dağılım yani zincirlerin birbirine göre düzenlenmesidir.

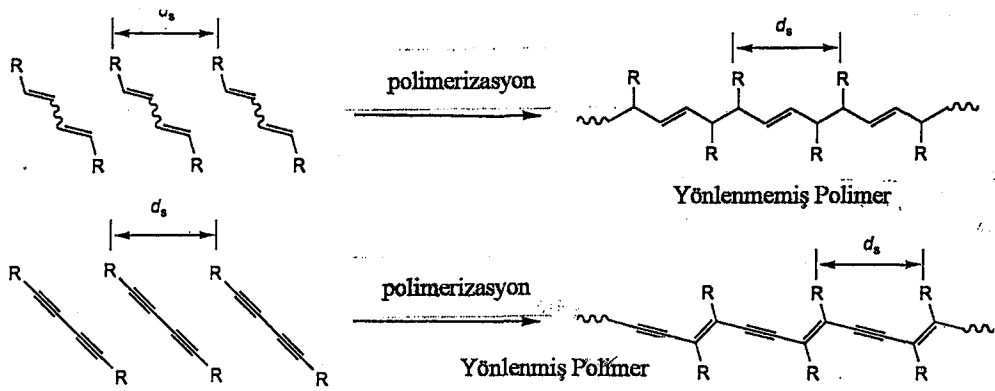
5. Amorf, yönlenmiş, kristalin polimerler

Polimerlerde üç temel intermoleküler düzen bulunmaktadır:

Amorf polimerlerde, polimer zincirleri yapısal bir düzen göstermez. Moleküller arasında kendi kendini tekrar eden, düzenli boşluklar ve mesafeler yoktur [117, s.17]. Yapı içinde polimer molekülleri sürekli hareket halindedir. Zincirler bir biçimden ötekine, gelişigüzel dönme ve bükülme hareketleri yapabilirler. Bu hareketler camsı geçiş sıcaklığında başlar ve sıcaklık arttıkça artış gösterirler. Camsı geçiş sıcaklığının altında polimer segmentleri bu hareketler için yeterli enerjiye sahip değildir. Yapı donmuş gibi, camsı ve kırılmandır [153, s.296]. Transparant ve serttir, geniş bir ergime sıcaklığı aralığı vardır. Kristalin malzemeye göre çekme değerleri düşüktür [30, s.102].

Amorf yapıya sahip olan plastiklerin çoğunda çekme zorlanmalarının etkisi altında, molekül zincirleri , çekme yönünde bir yönlenme göstermektedir (Şekil 8). Bu olaya

yönlendirme özelliği denilmektedir ve bu özelliğe sahip amorf yapı daha yüksek çekme mukavemetine sahiptirler.

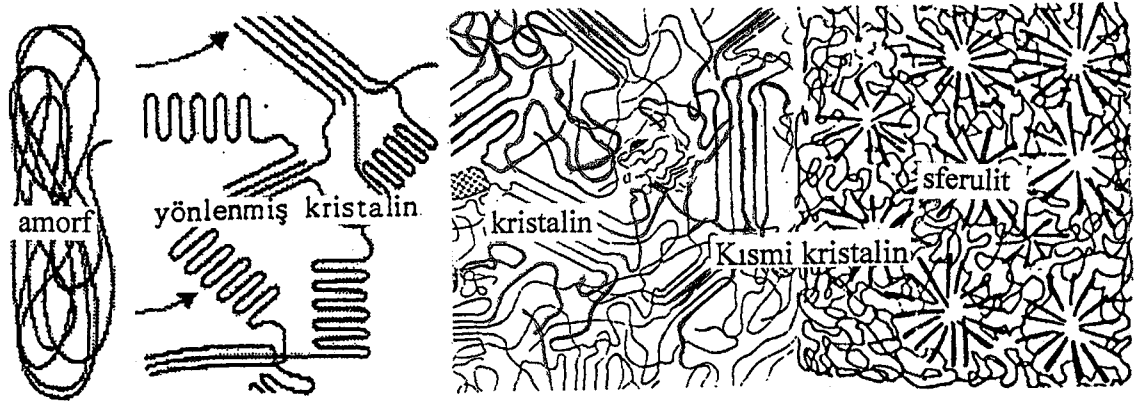


Şekil 8 Polimerlerin farklı tipte düzenli bir şekilde yönlendirilmesi [97, s.102]

Kristalin polimerlerde atomlar belirli noktalara yerleşmiş ve hareketsiz bir düzen içindedirler [153, s.297]. Zincirlerin bazı bölümleri bir araya gelerek düzenli biçimde dizilebilmekte, moleküller arasında kendi kendini tekrar eden, düzenli boşluklar ve mesafeler oluşabilmektedir [117, s.171]. Molekül yapısı tamamıyla üniform ve düzenlidir ve moleküller arası kuvvetleri yenebilecek kadar yüksek termal enerjilere karşılık gelen sıcaklıklarda erime olabilmektedir [153, s.297].

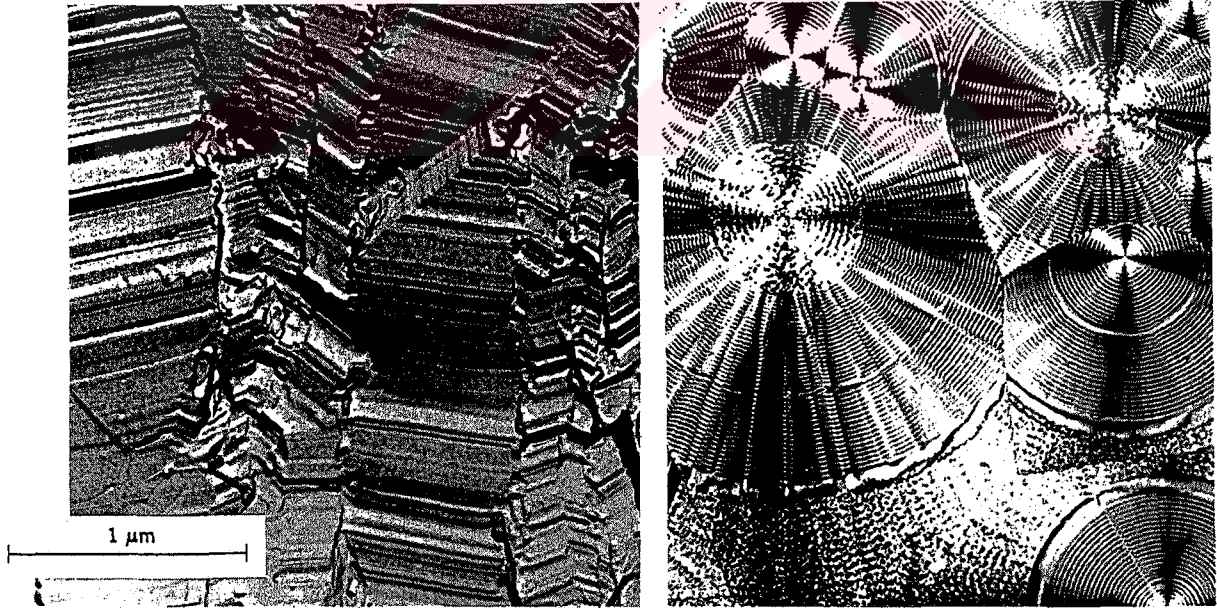
Kristalleştirmeyi kolaylaştıran birçok yapı faktörleri vardır. Lineer polimerin zayıf bağları, izotaktik polimerin kombinasyon kolaylığı, doymamış polimerin düzensizlikleri kristalleşmeyi daha kolaylaştırmaktadır [143]. Lineer molekül zincirlere sahip plastikler oldukça büyük bir kristalleşme yeteneği gösterirlerken çapraz bağlı ve dallanmış zincirler birbirlerine çok yaklaşamazlar ve kolay bir şekilde kristalin halini alamazlar; bunlar genelde amorf bir yapı oluşturmaktadırlar [6, s. 37]. Termoset plastikler bu grupta yer almaktadır.

Kristalin polimerler mikrostrüktür olarak, dairesel simetriye ve merkezden çembere doğru lamellere sahip, sferulit denilen bir iç yapı şeklindedir. (Şekil 9, 10) [6, s.39].



Şekil 9, 10 Amorf, yönlenmiş, kristalin, kısmi kristalin polimerin yapısı [6, s.39] [31, s.227]

Kristalitlerin büyümesi sırasında sferulitlerin etrafında bir takım şekil değiştirmeler, gerilmeler ve bu gerilmelerin meydana getirdiği bir takım hatalar ve boşluklar, bunun sonucunda da malzemenin kopmasına neden olan çatlaklar meydana gelmektedir (Resim 8).



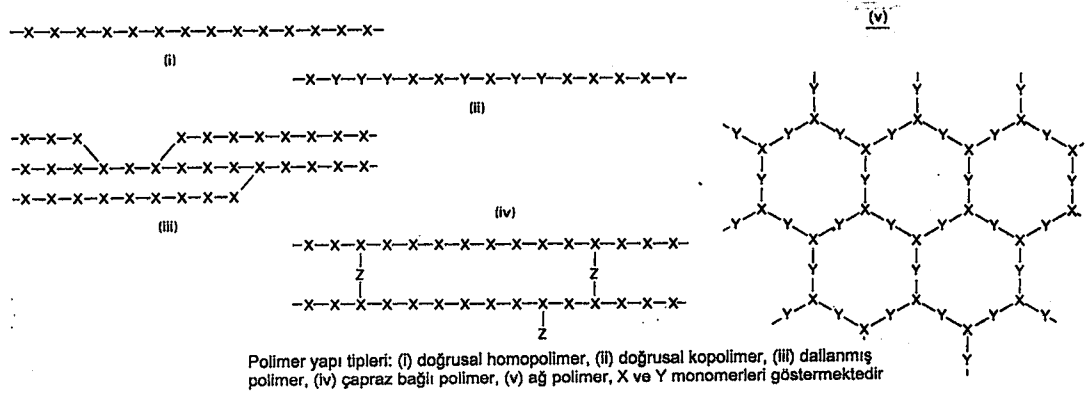
Lineer polyethylene'nin yüzey kristalizasyonu

Çapraz bağlı poly (trimethyle)

Resim 8 Yönlenmiş, kristalin, kısmi kristalin polimerin yapısı [31, s.279]

6. Doğrusal (lineer) , dallanmış, çapraz bağlı polimerler

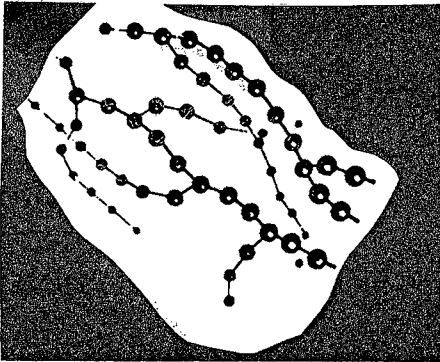
Molekül zincirlerinin şekline göre polimerler gruplandırıldığında , (Şekil 11);



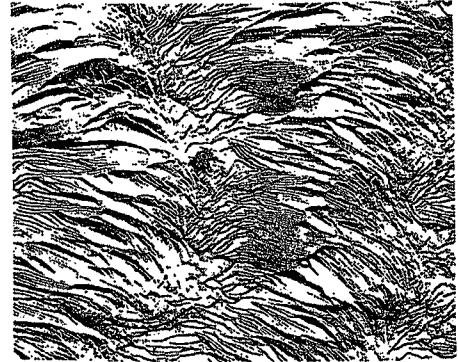
Şekil 11 Polimer molekül zincirlerinin şekilsel anlatımı

Doğrusal polimerler uzun molekül zincirlerinden oluşur ve bu molekül zincirleri homopolimerden veya kopolimerden oluşabilir [81, s.154]. Zinciri oluşturan ünitelerin arasında çok kuvvetli kovalent bağlar bulunmaktadır; bu bağlar zincirin mukavemetini sağlamaktadırlar. Moleküller arasında ise zincirleri birbirine göre yakın tutan zayıf elektrostatik çekme kuvvetleri vardır. Bu kuvvet (Vander Wall's) zincirlerin birbirine göre hareketlerini engelleyen, ısıya karşı duyarlı bir kuvvettir. Bu nedenle plastik ısıtıldığında daha zayıf, soğutulduğunda daha kuvvetli olur [81, s.27].

Dallanmış polimerde moleküller, bir seri kenar grup zincirlerin bağlanmış olduğu lineer zincirden oluşmuştur [81, s.154] (Şekil 12) (Resim 9).



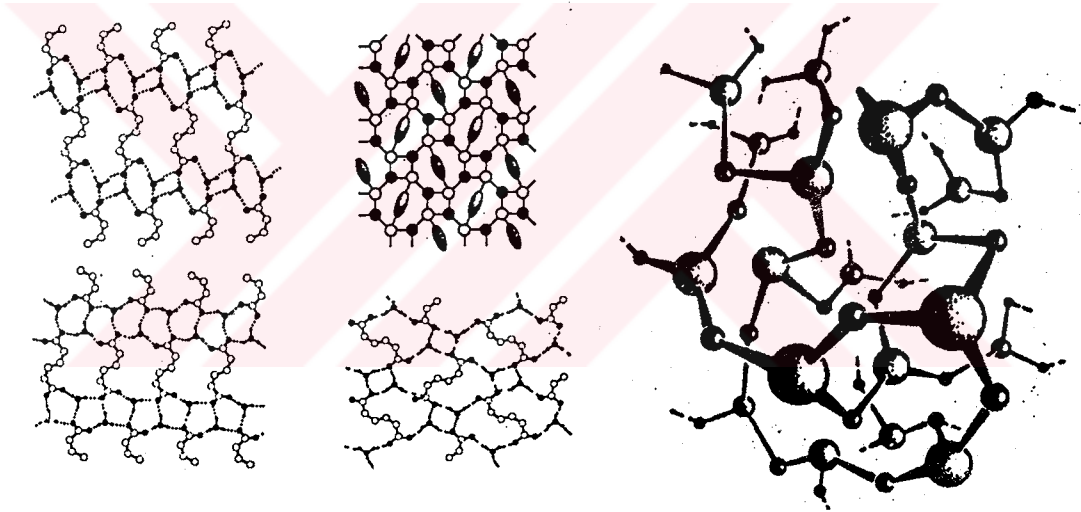
Şekil 12 Lineer yapının dallanması



Resim 9 Dallanmış yapının elektron mikroskop kaydı [30, s.281]

Dallanma ile plastik malzemenin yoğunluğu arasında sıkı bir bağlantı vardır [6, s.27]. Dallanma , maddenin ortalama molekül ağırlığını ve ergime sıcaklığını artırırken dallanmalar birbirleri içerisine girerek polimerin rijidliğini ve dayanıklılığını da yükseltmektedir [80, s.156].

Polimer zincirleri birbirine ara zincirlerle bağlanarak bir (üç boyutlu) ağ yapı oluşturuyorsa **çapraz bağlı** olarak tanımlanır [117, s.9]. Çok uygulamalı ünitelerin yapısını oluşturan bu kafes yapıdan kayma, lineer polimerlere göre çok daha zordur. Termosetlerde yapıyı oluşturan tüm moleküller, birbirine sıcaklığa karşı tersinir olmayan, kuvvetli bağlarla bağlanmış olur; yani tüm yapı büyük bir tek molekül halini alır (Şekil 13).



Şekil 13 Çapraz bağlı ağ yapılı polimerin model anlatımları [97, s.104, 143, s.195]

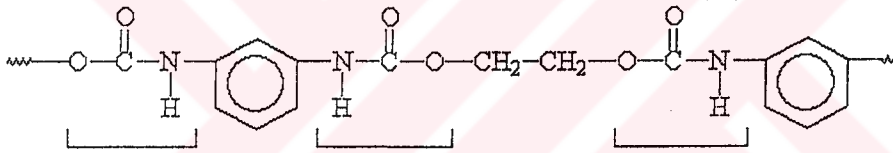
7. Katılma (adisyon) polimerizasyonu ve yoğunlaşma (kondansasyon) polimerizasyonu ayrıntılı biçimde bölümün başında anlatılmıştır. (s.20, 21)

8. Oligomer, makromoleküler polimer olarak yapılan diğer bir sınıflandırma; polimerlerde tekrarlanan birimlerin çok küçük ya da çok büyük olması durumudur.

1.2.1.1. Poliüretan Malzeme (PU) (PUR)

Poliüretan, polimer zincirinde üretan tipi yapısal birimlerin tekrarlandığı bir polimerdir (TS-2380-Ocak 1991).

Üretan köpüğü, yumuşak, lineer bir yapı ile dallanmış sert ve katı bir yapı arasında geniş özellikler gösterebilen hücresel yapılar olup, polihidroksi bileşenlerin su ve organik poliizosiyanatlar ile reaksiyona girmesi sonucu meydana gelen maddelerdir (TS 8689/Ocak 1991). Poliüretanlar genellikle diizosiyanat ve poliollerin kondansasyon polimerizasyonu ile, herhangi bir yan ürün vermeksizin üretilen çok geniş bir polimer ailesidir. Polimer zincirinde tekrarlanan birim Şekil.14' de gösterilen üretan gruplarıdır (O-C=O-NH-R). Dallanmış veya çapraz bağlı hem termoplastik hem de termoset poliüretan üretimi mümkündür [112, s.125].

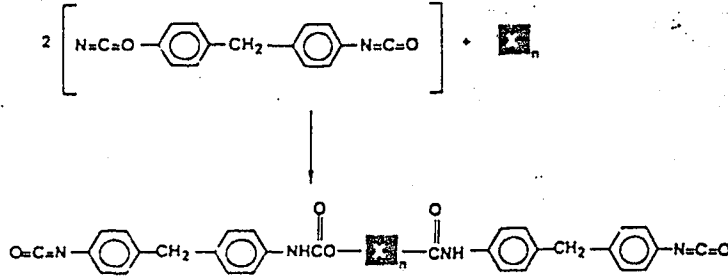


Şekil 14 Poliüretanda birim [112, s.125]

Poliüretan endüstrisinde temel yapı maddesi izosiyanatlardır. İzosiyanatlar, organik fonksiyonel grup içinde çok fazla çeşitle reaksiyona girebilme özelliğindedir. İzosiyanatların reaksiyonlarında, içinde bulunduğu duruma göre 2 grup vardır. Birinci grup, aktif hidrojenleri içeren ve reaksiyonu başlatan en önemli kategoridir. Bir veya daha fazla hidrojen grupları çeşitli koşullar altında değişebilme özelliğine sahiptir. İkinci grupta ise hidrojen reaksiyonları hareketsizdir ve lineer polimerizasyondadır [75, Chapter 2.9-10].

Poliüretan sentezinde üretan oluşum reaksiyonları katalizör varlığında çok hızlı ve yüksek verimle gerçekleşir ve ekzotermiktir (Isının açığa çıkması). Şekil 15 'de 4.4-diizosiyanatdifenil metan ile etilen glikol arasındaki üretan oluşum reaksiyonu poliüretan sentezine örnek olarak verilmiştir. İki fonksiyonel uca sahip monomerler oldukça reaktif

olduklarından hızlı bir yoğunlaşma reaksiyonu ile başlangıç hammaddelerinin tamamı reaksiyona girmektedir, yan ürün oluşumu söz konusu değildir.



Şekil 15 Poliüretan monomeri [38, s.163]

Poliüretan köpükler, polimerizasyon karışımına şişirme ajanlarının ilavesi sonucu gaz çıkışı sağlanarak üretilmektedir. Esnek köpüklerin hazırlanması için ortama su ilavesi yeterlidir. Su, izosiyanat ile reaksiyona girerek köpük oluşumunu sağlayan karbondioksit gazını oluşturur. Sert köpükler için şişirme ajanı olarak reaksiyon ortam sıcaklığında gaz haline gelen bileşikler, örneğin hidrokloroflorokarbonlar (HCFC), hidroflorokarbonlar ve pentanlar kullanılmaktadır [112, s.128].

Poliüretan köpükleri termoset malzemedir. Poliester veya polieter bileşimlerinden elde edilebilen bu reçineler, aynı yoğunluklarda yumuşak ve esnek veya sert ve rijid olabilir [6, s.116].

Çapraz bağlanma derecesi, oluşan ürünün sertliğinde önemli rol oynadığından esnek köpük üretimi için daha az çapraz bağlanmış bir polimer ağı kurulması gerekirken sert köpük eldesi için yüksek çapraz bağ yoğunluğu istenmektedir.

Rijid köpükler; camsı duruma geçiş sıcaklığı, oda sıcaklığının çok üstünde olan polimerlerden elde edilirler. Hücre büyüklüğü, esnek köpüklerinkileri ile aynı olmakla beraber, rijid köpükler %90 kapalı hücrelerden meydana gelmektedir. Bu nedenle su absorpsiyonu düşüktür.

Poliüretanlar farklı başlangıç maddelerinden ayrı yapılarda sentez edilebildiklerinden ürünlerin özellikleri de beklendiği gibi birbirinden değişiktir. Diğer polimerlerde olduğu

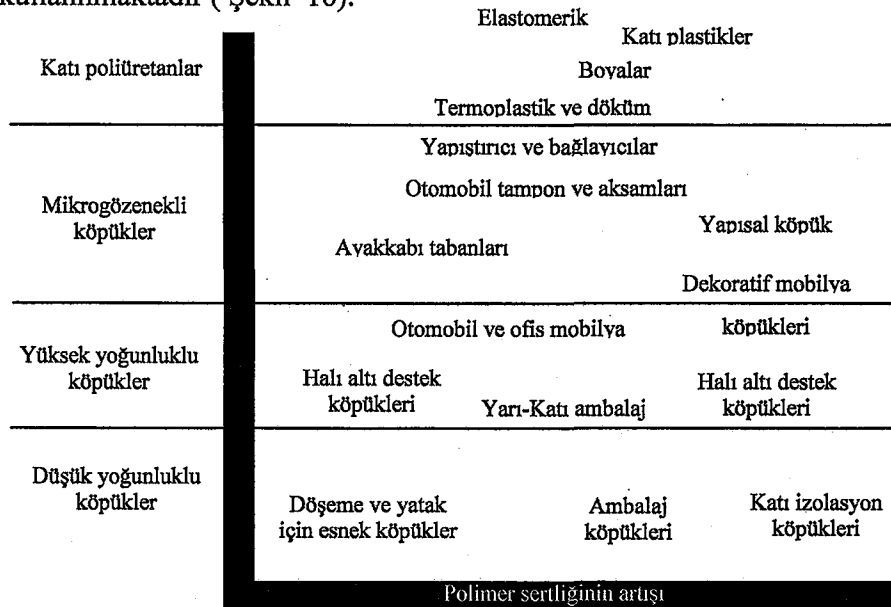
gibi molekül ağırlığı ve dağılımı yanı sıra moleküler arası kuvvetler, zincir esnekliği ve dayanıklılığı, kristalizasyon ve çapraz bağlanma vb. gibi özellikler poliüretanlarda da sonuç ürün performansını belirler [112, s.128]. Ayrıca kolaylıkla birçok adhesivle birleşebilir ve böylelikle adhesivlerle formüle edildiğinde yüzeyin aşınma ve solventlerle temizlenmesine karşı dayanıklılık kazanırlar [75, Chapter 9.91].

Poliüretanlar aşağıda verilen karakteristik özellikleri ile tanınırlar (Tablo 3).

Tablo 3 Reaktif enjeksiyon kalıplama ile üretilmiş PU malzemenin tipik özellikleri [112, s.129]

Özellik	Değeri	ASTM No
Yoğunluk (gr/cm ³)	0.24	D 792
Shore Sertliği (D)	28	D 2240
Kopmada Uzama (kN/m ²)	3860	D 638/D 412
Kopmada Uzama (%)	7	D 638/D 412
Bükülme Modülü (MPa)	22	D 790
Bükülme (MPa)	6.5	D 790
Sıkıştırma (MPa)	2.9	D 395
Çarpma	4	

Poliüretanlar, polimer sertliğine ve köpük yoğunluğuna göre farklı alanlarda kullanılmaktadır (Şekil 16).



Şekil 16 Çeşitli yoğunluktaki poliüretanların kullanım alanları [112, s.132].

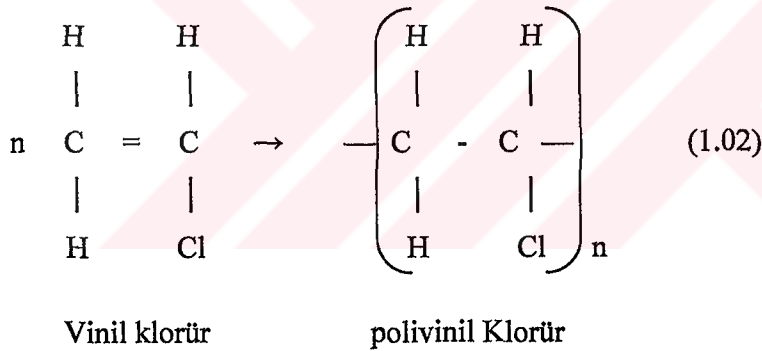
1.2.1.2. Polivinil Klorür Malzeme (PVC)

Poli (vinil klorür) polimeri; esas, çoğunlukla vinil klorür monomerinden oluşan bir polimerlerdir (TS. 2380).

Vinil kökü: $\text{CH}_2 = \text{CH}-$

Bu grupları taşıyan monomerler ile çok sayıda polimer üretilmektedir. Polivinil klorür, vinil köküne Cl ilavesiyle yapılır.

Vinil klorür monomeri katılma polimerizasyonu ile oluşan lineer bir polimerdir. Vinil Klorür ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$), genellikle klorürün etilene tek veya iki basamaklı ilavesi ile yapılır. Her monomer molekülündeki çift kovalent bağ açılarak karbon atomlarının uzun zincirlerini oluşturmak üzere birbirleriyle birleşir. Bu durum ;



şeklinde gösterilir [65, s.73]. "n" tekrarlanan birimi göstermekte ve günümüzde üretilen PVC türleri için 700-1500 arasında değişmektedir.

Görüldüğü gibi bu şekilde uzun molekül zinciri oluşturulabilir. Fakat zincirin sonunda kullanılmayan bir kovalent bağ olacaktır. Bu durumda başka bir madde alınır. Bu madde reaksiyona girebilecek bir maddedir. Çok az ölçüde ilave edilerek reaksiyona sokulur ve böylelikle uçta kalan kovalent bağların kapanması yani molekül zincirlerinin kapanması sağlanır [81, s.151].

PVC'nin ana zinciri üzerindeki her iki karbon atomundan birine takılan büyük klor atomları, amorf ve kristalleşmeyen bir polimer malzeme meydana getirir. PVC polimer zincirleri arasındaki yüksek çekim kuvvetlerinin başlıca nedeni, klor atomlarının çift kutup momentleridir. Bu molekül hareketsizliği türdeş polimerin işlenmesinde güçlük yarattığından, PVC, işlenmesini kolaylaştıran katkılar katılmadan son ürün haline pek şekillendirilmez [126, s.339].

PVC polimerlerinin kalite ayrımı genellikle molekül ağırlığı ve dağılımına bağlı olarak yapılmaktadır. Genellikle yüksek molekül ağırlıkları daha iyi mekanik dayanım vermekle beraber malzemenin işlenme güçlükleri artmaktadır [121, s.21]. Tipik bir yüksek darbe dirençli PVC'nin darbe direnci, İzod darbe testlerine göre, normal PVC'den 15 defa daha yüksektir [64, s.29].

PVC kesinlikle tek başına kullanılmaz. İşlemeyi mümkün kılmak amacı ile daima ısı stabilizanları, yağlayıcılar, plastifiyanlar, dolgular ve diğer katkı maddeleri ile karıştırılmaktadır. Bunların her biri fiziksel ve mekanik özelliklerini etkiler[65, s.74] ve sınıflandırma genelde işlenme sırasında katılan bu maddelere göre yapılmaktadır.

- Rijid PVC; (-plastifiyansız) toplam katkı miktarı % 10'un altında olan plastikleştirilmemiş PVC ,
- Esnek PVC (-plastifiyan katılmış-yoğunlaştırılmış) plastikleştirilmiş PVC dir.

[126, 153]

Plastikleştirici yüzdesi arttıkça PVC'nin özgül ağırlığı ve çekme dayanımı azalır, kopmada uzama artar.

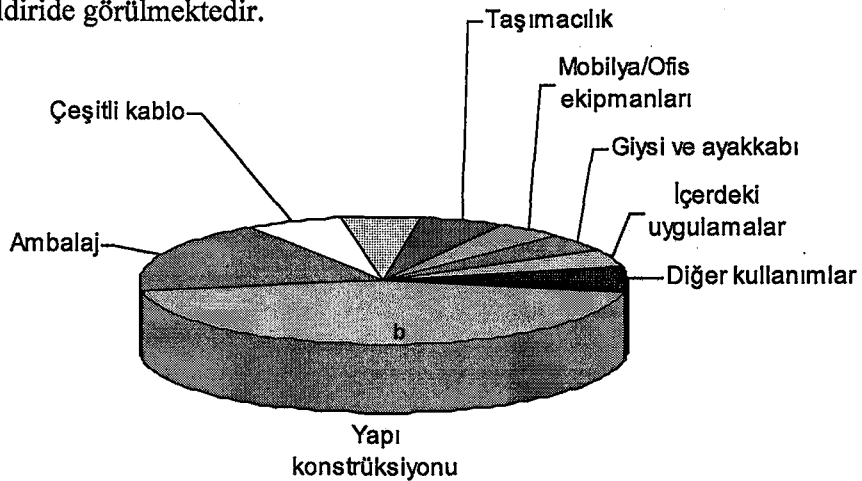
Rijid PVC'nin ışığa veya havaya davranışı stabilizasyona bağlı olarak değişebilmektedir [61, s.76]. Rijid PVC sert, tok, çeşitli takviye malzemesi ile ateşe dayanıklı, kendi kendini söndürebilen, termal ve elektriksel yalıtkanlığı iyi olan bir malzemedir [153, s.313]. Çoğu plastikleştirilmemiş PVC (PVC-U) ürünleri, yanmayı önleyici katkı malzemesi katılmasa bile yanmaya dirençlidir [65, s.76]. (Tablo 4) Rijid PVC özellikle, epoksilerle, üreanlarla ve termoset akriliklerle çok kolayca bağlanabilir ve formülasyonları uyumludur [75, ch. 9.90].

Tablo 4 Rijid PVC ' nin tipik özellikleri [65, s.75]

Özellik	Test	Birim	Değer
Çekme kuvveti (23°C)	BS 2782; 301G ISO R527	Mpa	55
Çekme modülü (%1 strain, 100 sn)	BS 4618 ISO R899	GPa	2.7-3.0
Çekme modülü (%1 strain, 3 yıl)	ISO R899	GPa	1.7
İzod darbe direnci	BS 2782; 306 A ISO R 180	Fib/in	2 (modifiye olmamış) 10 (modifiye)
Spesifik gravite	ISO R 1183	-	1.38-1.45
Doğrusal ısısal genişleme katsayısı	BS 4618; 3.1	K ⁻¹	6 x 10 ⁻⁵
Isısal iletkenlik katsayısı	-	W/mk	0.14
Yanabilirlik (oksijen indisi)	ASTM D 2863	-	45
Hava şartlarına direnç	-	-	Çok iyi (özellikle beyaz ise)

Vinil polimer ve kopolimerleri arasından polivinil klorür özellikleri ve düşük maliyette ürün olmasından dolayı tercih edilen polimerdir.

Dünya PVC üretimi 1996 yılı için yaklaşık 25 milyon tondur [75,s.98]. Genel olarak dünya pazarında ürün dağılımındaki paylaşımlar 1998'de 6.60 milyon tonu Amerika , 1997'de 5.60 milyon tonu Batı Avrupa ve 1997'de 224,650 tonu Japonya [12,13,14] şeklindedir. PVC ürün paylaşım oranları, Vinil üreticileri Avrupa Birliği tarafından yayınlanan bildiriye görülmektedir.

**Şekil 17** PVC'nin Avrupa 'da ki ürün paylaşım oranları

Ticari olarak PVC üretimi için, süspansiyon (dünya üretiminin %80'i), emülsiyon (%12) ve kütle (%8) olmak üzere üç ana proses vardır [40,103]. PVC kullanımı ilaç sanayinden

gaz tanklarına, endüstriyel ürünlere, dış cephe kaplamalarına kadar her alanda hızla artmaktadır. Yapı işlerinde plastikleştirilmiş bükülebilir PVC yerine "rijid" PVC kullanılmaktadır. Rijid PVC'den levha şeklinde çok farklı karakterde parçalar yapılabilmektedir (Tablo 5) [65, s.87].

Tablo 5 PVC'nin kullanım alanları [65, s.87]

Uygulama	Rijid PVC	Esnek PVC
İnşaat	Pencere çerçevesi, oluklar, borular, ev panelleri, tavan kaplaması	Su geçirmez membranlar, kablo izolasyonu, tavan kaplaması, seralar
Ev içi	Kornit, laminatlar, ses ve video teyp kasetleri, plaklar	Döşeme, duvar kağıdı, duş perdesi, suni deri, hortum
Ambalaj	Şişeler, kabarcıklı filmler, şeffaf paketler	Yapışkan film
Nakliye	Otomobil koltuk arkaları	Sızdırmazlık, tavan kaplamaları, tel izolasyonu, pencere sızdırmazlık malzemeleri, dekoratif süsler
Tıbbi		Oksijen çadırları, kan ve diyaliz torbaları ve serum hortumları
Giysi	Güvenlik malzemeleri	Balıkçılar ve acil servisler için su geçirmez yağmurluk, can yelekleri, ayakkabı ve botlar, önlük ve bebek giysileri
Diğerleri	Bilgisayar disket kabı ve kredi kartları	Konveyör kayışları, suda yüzer malzemeler, spor malzemeleri oyuncaklar

Ekonomistlerin değişik plastik ürünler arasında, satış eğilimleriyle ilgili yaptıkları araştırmalarda en fazla oransal artış gösteren ürün olarak PVC kaplamalar gösterilmiştir. Ev ürünleri marketlerindeki satışlar 1999 yılındaki araştırmada %6 oranında %13.8'ler seviyesine çıkmıştır. 1.53 milyon ünite de kullanılan bu ürünlerin artışıyla, yeniden düzenleme için ayrılan masraflarda %1.4 oranında düşüş olduğu görülmektedir [41, s.1].

1.2.2. PU Malzemenin Yapıda Dış Cephe Kaplaması Olarak Kullanımı

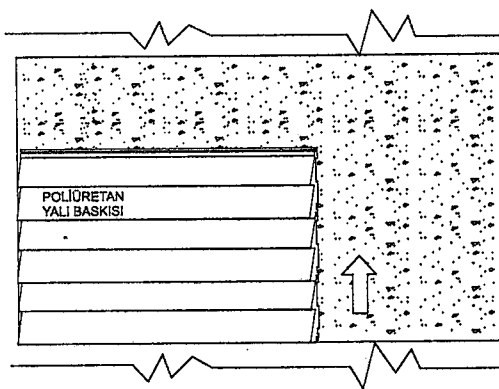
PU malzeme dış cephede kaplama olarak çeşitli uygulama biçimleriyle kullanılmaktadır. PU malzemenin ince (boya) kaplamalar şeklinde olanı, püskürtme ve fırça ile uygulanabilen ve üst kalınlık limiti 0.5 mm'yi geçmeyen sıvı kaplamalardır. Bu kaplama malzemesi izosiyanatların içlerinde hidrojen atomları bulunan çeşitli bileşiklerin reaksiyonlarından elde edilirler. Reaksiyonlara girebilecek bileşiklerin çokluğu dolayısıyla bu kaplamaların pek çok tipleri olabilmektedir.

Uygulamada normal olarak yüzeye önce bir astar çekilmekte, sonra istenen kalınlığa göre arka arkaya izosiyanat polyester rezin tabakaları uygulanmaktadır. Gerekirse pigmentler katılarak karışmış bileşiğin birkaç saatten fazla bekletilmemesi gerekir. Bu sistemlerden yapılan kaplamaların en büyük üstünlükleri, çevre sıcaklıkları en az 15°C olmak kaydıyla, hiç ısı işlem gerektirmemesidir [64, s.144].

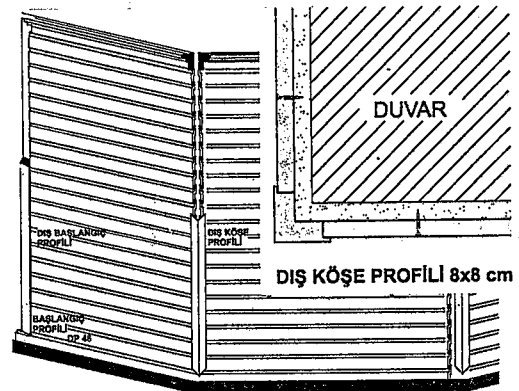
Kalınlıkları 0.5 mm'den 10 mm'ye kadar olan çeşitli kaplama metodlarının uygulandığı, farklı yüzeylerin kaplanabildiği bu grup içinde en çok kullanılan alkit poliüretan, akrilik poliüretan, epoksi poliüretan ve vinil poliüretan tipleridir. Ayrıca su ile kür edilen poliüretanlar da bulunmaktadır [153, s.244].

PU malzemenin, rijid (sert) köpük sistemleri , dış cephelerde kullanılan diğer bir gruptur. Esas olarak iki bileşenli poliüretan köpüklerdir. I. bileşen polioli sistemler, II. bileşen olarak izosiyonatlar kullanılarak karışım oranları; genelde polioli 100 birim, izosiyonatlar 100-160 birim olarak hazırlanmaktadır. Kullanım oranları, köpüğün kullanıldığı yer ve yoğunluğa göre belirlenebildiğinden değişiklikler mümkündür.

Pek çok özelliğiyle değişik amaçlarla yer alan PU malzemenin kaplama levhalar şeklinde kullanımı, termoplastik kaplamalarda olduğu gibidir. Kaplamalar, birbiri üzerine "geçme sistemi" ile yapıştırılarak, ya da istenirse karkas bir uygulama üzerine vidalanarak yüzeye uygulanmaktadır (Şekil 18, 19).



Şekil 18 Yalı baskısı kaplama türleri



Şekil 19 Kaplama malzemesi köşe profilleri

Uygulama cephe hareketine ve yüzeyin özelliğine göre düzenlenmektedir (Resim 10,11). Mevcut sıva üzerine yapılacak uygulamalarda karkasa gerek kalmaksızın PU kaplamaların duvara temas eden yerleri PU esaslı yapıştırıcı sürülerek dubel veya vida

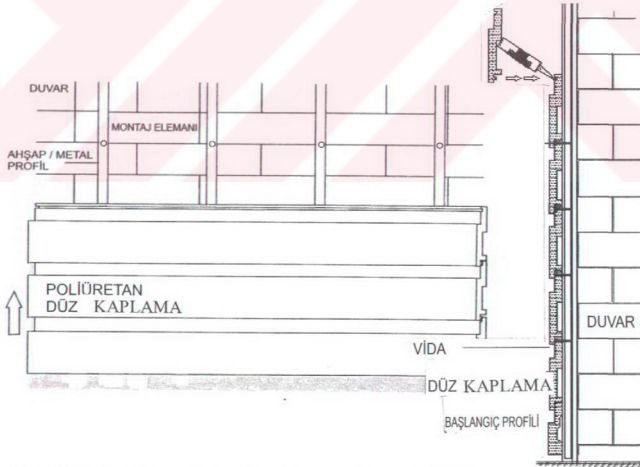
ile duvara monte edilmektedir. Tuğla üzerinde bozuk yüzeylerde uygulama ise , 50 cm aralıklarla ahşap veya metal karkas üzerine olmaktadır (Şekil 19).



Resim 10 PU kaplama malzemesi uygulanmış konut



Resim 11 PU kaplama malzemesi uygulanmış yönetim binası



Şekil 20 PU dış cephe kaplamaları uygulama şekilleri

1.2.3. PVC Malzemenin Yapıda Dış Cephe Kaplaması Olarak Kullanımı

PVC malzeme dış cephe kaplaması olarak kullanımı geniş bir ürünler bölgesini kapsamaktadır. Boya bileşimlerinde ve astar olarak kullanımı çelik konstrüksiyonda ağır metaller üzerinde atmosferik etkilere karşı başarılı sonuçlar vermektedir.

Vinil klorür-vinil asetat kopolimerlerine dayanan kaplama sistemleri, daha çok duman, sıçrama ve atmosferik korozyon etkilerine karşı koruyucu kaplama olarak kullanılmaktadırlar. Bununla beraber 65°C dolaylarında olan düşük ısı dirençleri nedeniyle bu uygulamalarda fenolik-epoksi rezin ve poliüretan kaplamalar gibi geniş kapsamlı değildirler; buharla temizlenemezler [64, s.147]. Vinil kaplamalar asitlere, alkalilere, yağlar ve alkoller gibi bazı eritkenlere genellikle dirençlidirler.

PVC malzemesinin dış cephede kullanım şekli boyaların dışında yapı elemanları şeklinde de olabilmekte ve bu kullanım giderek yaygınlaşmaktadır (Resim 12).



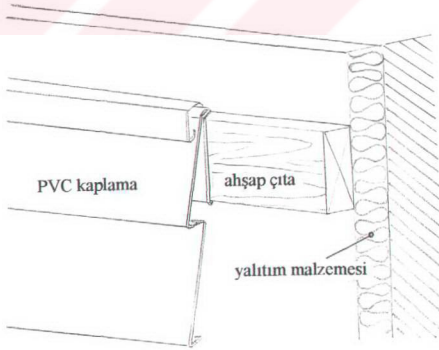
Resim 12 PVC malzeme ile cephe uygulaması [140, s.252]

Levha biçiminde olan kaplamalar, değişik genişlikte ve standard boylarda, uygun profillerde atölye üretimi olarak önceden hazırlanmaktadır. Çeşitli renkte ve ahşap kaplama etkisi verebilecek yüzeysel dokuda olabilmektedir. Genelde taşıyıcı sisteme tespit edilerek uygulanmaktadır. Düşey ya da yatay düzenlemeler yapılabilmekte, tuğla, beton, ahşap ya da çelik konstrüksiyon üzerine tek katlı veya çok katlı binalarda kullanılmaktadır (Resim 13).



Resim 13 PVCyalı baskısı uygulaması

Cepesi düzgün olmayan veya çelik konstrüksiyon binalarda OSB uygulanmaktadır. Üzerine, binanın izolasyon durumuna göre, köpük, bina yüzeyine karkaslanan çıtaların arasına nem dengeleyici yerleştirilmektedir (Şekil 21).



Şekil 21 Yalıtım malzemesinin düzenleniş biçimi

Kaplamanın iklim koşullarında ısı değışikliklerine göre esneyip büzölme yapabileceği düşünölüp profiller arasında çalışma payının bırakılması gerekmektedir. Bu boşluk, uygulama sırasındaki hava sıcaklığına bağlı olarak 6 mm - 9 mm arasında, kaplamaların asıldığı çivi aralıklarının düzenlenmesi ve vida yataklarının genişlikleri de malzemenin genişleyip büzölmesine izin verecek şekilde olmaktadır.

PVC kaplamalar, elyaf takviyesi olmadan üretildiğinden kırılmaya karşı duyarlılığının en aza indirgenmesi amacıyla tasarında katlamalı sistemlere gidilmektedir. Ancak katlamalı profiller, çeşitli parçaların yüzey üzerindeki yerleşmeleri sırasında teknik sorunlara ve özel profil çeşitliliğine neden olduğundan cephe üzerindeki uygulama biçimlerinin önceden tasarlanması gerekmektedir.

Duvarla malzeme arasında boşluk kalacak şekilde hava boşluklu uygulanan sistemlerde, katlamalı PVC cephe elemanıyyla, bina yüzeyi üzerindeki hareketlerin beraberliği, fiziksel etkenler ve estetik görünüm açısından önem taşımaktadır. Çıkabilecek yapısal sorunları, özel detaylardaki uygulamalarla ve köşe elemanlarının yeterli toleransı gösterebilecek genişlikte üretilmesiyle çözümlenmek mümkündür.

PVC kaplamaların ürün sertifikaları, ASTM D3679-92, standardının belirlediği koşullarda deneylerinin yapılması ve amaçlanan ölçütlerin, değişik kaliteler için test edilmesiyle verilmektedir. PVC kaplama için "Architectural Testing, Inc." Test laboratuvarı tarafından yapılan kalite kontrol programı ve performans deney sonuçları Tablo 6' da görölmektedir.

Hava koşullarına karşı performans deneyleri 2 yıl süreli kullanıma yönelik olarak yapılmıştır.

Tablo 6 PVC kaplamaların performans sonuçları

ASTM D 3679-92 DENEY SONUÇLARI		
DENEY	AMAÇ	SONUÇ
Uzunluk ve Genişlik	Tavsiye edilen ve güvenli olan uzunluk ve genişliğin sağlanması.	Uzunluk: Üç noktadan alınan ortalama. Genişlik: Parça yerleştirildiğinde görülen genişlik ölçüsü
Kalınlık	Tavsiye edilen ve güvenli olabilecek kalınlığın minimum 0.035" olması.	5 ya da daha fazla noktadan alınan ölçülerin ortalaması, "inch" in bininci değeri
Renk	Üründe rengin sürekliliğinin sağlanması, en az iki yıl içinde minimum kayıp göstermesi.	Dayanımın tüm renkler için okunması yapılmalıdır.
Parlaklık Cila	Parlaklıklarını koruma da güvenilirliği	Aynı markanın değişik parçalarında yansıma değerlerinin ölçülmesi, lekelenmelerin yüzdesi hesaplanmalıdır.
Sıcakta Çekme Payı	Yapıldıktan sonra ölçülerin çekme payları	Sıcak havalarda ya da su ve hava fırınlarında %3 oranından fazla çekme payı olmamalıdır.
Ölçülerde Yayılma, Uzama	Aşırı sıcaklık değişimlerinde eğilip ve bükülmeme güvencesini taşıması	(-30 °C dan + 12 °C) sıcaklık farklılıklarında ölçülerde yayılma, çekilme büzülme görülmektedir.
Yüzey bozulması	Ateş karşısında erimemeli, dalgalanmamalı veya bükülmemesi.	Duvar üzerinde parçalarda 49 °C daki sıcaklık denetlenebilmektedir.
"Vuruş" Darbeye Dayanım	Uygulama sırasında kesmeye veya "tırnak" dan oluşabilecek zararlara dayanımı olması	60 inch- pounds'a eşit bir güçte kırılmamakta ve darbe karşısında da yırtılmamaktadır.
Rüzgar Taşınmasına Karşı Önlem	Duvar üzerindeki ağır rüzgar yüklerini taşımaya yetenekli olması.	Duvar üzerine gelebilecek yüksek derecedeki (kasırga) rüzgar gücüne karşı koyabilmektedir (80 mph)
Hava Koşulları Performansı	Siding'in uzun süre güvenle soyulmadan yıpranmadan, kırılmadan ve rengini kaybetmeden kalabilmesi	Farklı iklim şartlarına göre, (kuru, kurak, soğuk, ıslak, sıcak ve nemli hava koşulları yaratılarak 2 yıl süreli kullanım için testler yapılmaktadır.

** www.vinylbydesign.com. "An information resource for building design professionals.

1.3. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Yapıda dış cephe kaplamaları, atmosferik etkenler karşısında, cephe sistemlerinin ilk etkilenen yüzeyleri olduklarından, kullanım sürecinin her evresi için seçilmiş ve beklenen performans faktörleriyle denenerek, sonuçlandırılmış değerlerle karşılaştırılarak kullanılmalıdır.

Malzeme performans analizlerinde çok çeşitli çalışma yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler etmenlerin önceliklerine göre gruplandırılabilir. Ancak, performans analizlerinde genellikle izlenen yol, çevre faktörleriyle, çeşitli etmenlerin birbirleriyle uyum ilişkisinin sağlanması şeklindedir.

Dış cephe kaplama malzemesini kökenine göre yapılabilecek bir sınıflandırmayla inorganik malzeme ve organik malzeme olarak gruplandırmak mümkündür. Taş, pişmiş toprak, metal, cam kaplama malzemesi inorganik, ahşap, polimer esaslı kaplamalar gibi malzeme organikdir. Özellikle organik malzeme grubundan polimer malzeme için, araştırmada seçilmiş olmasından dolayı detaylı bir şekilde ele alınma gereği duyulmuştur.

Yapı fiziği açısından cephe sistemlerinde dış çevre faktörlerinden özellikle atmosferik olaylar, malzeme üzerinde direkt olarak etkili olmaktadır. Yapılan araştırma kapsamında, güneş ışınımı , ısı, suyun malzeme üzerinde etkisi araştırılmıştır. Dış cephe kaplama malzemesi seçimlerinde; dış etmenlerin malzeme üzerindeki etkilerini malzeme özellikleriyle birarada değerlendirerek, genel bir yorum yapmak mümkündür. Ancak malzeme seçiminde kullanıma bağlı amaçlar; doğrudan kullanıcının biyolojik, psikolojik ve sosyal yapısıyla ilişkili olarak geliştiğinden çevre ve insana ilişkin etmenlerin de diğer etmenlerle bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir.

Araştırma konusunda belirlenen PU ve PVC dış cephe kaplaması , sıvı kaplama, ya da rijid levha şekliyle kullanılmaktadır. PU, polimer sertliğine ve köpük yoğunluğuna göre çeşitli şekillerde üretilmektedir. Çok farklı başlangıç maddelerinden değişik yapılarda sentez edilebildiklerinden ürünlerin özellikleri de birbirinden ayrı olabilmektedir. PVC; molekül yapısı , morfolojisi ve katkı maddeleriyle fiziksel ve mekanik özelliklerinin farklılaşabildiği , çok geniş kullanım alanı olan, kaplamalarda rijid levhalar şeklinde kullanılan bir polimerdir. PU; dış cephe kaplaması olarak, sert, rijid köpükler şeklindedir. Her iki kaplama malzemesinin kullanım alanları atmosferik etkilere karşı dayanımlarının katkılarıyla iyileştirilmesiyle yaygınlaşmaktadır.

2. BÖLÜM UV, ISI VE SU KOŞULLARININ POLİMER MALZEMENİN YÜZEY DAYANIKLILIĞINA ETKİLERİ

2.1.POLİMER MALZEMEDE UV ETKİSİ

UV, özellikle iyonize eden radyasyon, elektromagnetik spektrum içinde büyük oranda enerjili radyasyonlardır. Enerjinin, malzemenin molekül bağlarını tutan enerjiden daha yüksek olduğu durumda, kimyasal bağlarda farklılıklar görülmektedir [45 , s.208].

UV ve UV etkisiyle oluşan ısı, polimer malzeme için kritik durumlar yaratabilecek etkilerdendir. Bir atom veya molekül radyasyon absorpladığında, radyasyonun enerjisinin miktarına bağlı olarak "uyarılmış" hale gelerek yüksek enerji seviyesine ulaşmakta [105, s.1-2] ve dalga enerjisi, maddenin iç enerjisi haline dönüşmüş olmaktadır. Bu enerjinin bir bölümü tekrar çevreye dönerken, sistem içinde kalan kısmı ise, sistemde hal değişikliği söz konusu olmadığı sürece, yüzeydeki atom veya moleküllerin titreşim hızında ve genliğinde bir artış meydana getirmekte, bunun sonucunda da yüzey sıcaklığı artmakta ve elektromanyetik dalga enerjisi ısı enerjisine dönüşmektedir [53, s.18].

Elektronik geçişler, elektronların başlangıç seviyesinden daha yüksek bir enerji seviyesine çıkmaları sonucunda meydana gelmektedir. Bir elektronik geçişi (tranzisyonu) başlatmak için 100 ile 12000 kJ/mol'lük bir enerjiye gereksinim olduğunu söyleyebiliriz. Bu miktarlardaki enerji, kovalent bağların (200-600 kJ/mol derecesindeki kuvvetlere sahiptirler) çoğunu koparmaya yetecek büyüklüktedir ve boyarmaddelerin solması olayı gibi bir fotokimyasal reaksiyona neden olmaktadır [105, 1-2].

Fotokimyasal bozulma, radyasyon fotonları tarafından kimyasal bağların kırılması sonucu olur. Her kimyasal bağ için yeterli enerjiyle reaksiyona neden olan, ışığın kritik dalga boyları vardır. Işığın kısa dalga boyları bağları kırabilirken, ışığın daha uzun dalga boyları, yoğunluğuna rağmen bu bağları kıramaz [15, 115, 121]. Yıpranma derecesi ultraviyole ışınların dalga uzunluğu, radyasyonun şiddeti, polimerin yapısı gibi faktörlere bağlıdır. Bazı polimerlerin yüksek sıcaklıklarda ultraviyole ışınlarına tutulması monomer oluşturan ve fotoliz (ışık ve çözülme) denilen depolimerizasyon olayına neden olmaktadır [6, s.218].

X ışınları, alfa-beta ve gamma radyasyonuna tutulan polimerlerde, yıpranma meydana geldiği görülmüştür. Bu radyasyonlar polimer molekülünü uyardır ve molekül serbest radikallere veya bir radikal ve bir iyona ayrılmaktadır. İyonların ömrü çok kısa olduğundan, serbest radikaller değişik kimyasal reaksiyonlara girerek lineer, dallanmış ve çapraz bağlı polimerler gibi yıpranma ürünleri meydana getirmektedirler [86, s.219].

Radyasyon ve oksijen etkisinden teknik olarak fotooksidasyon olarak söz edilir. Oksijen radyasyon etkisini çok hızlandırabilir.

Radyasyonun neden olduğu depolimerizasyonla malzemedeki zincir parçalanmalarıyla büyük bozulmalar görülebilir. Örn. polimetil sitren, UV radyasyonu olmaksızın yüksek derecedeki sıcaklıklardan (115 °C) etkilenmezken, 25 °C' de UV aydınlanmayla 70 kat fazlasıyla etkilenmektedir [20, s.4].

Radyasyon etkisiyle bozulmayı diğer atmosferik koşulların biraraya gelmesi hızlandırmaktadır. Atmosferik kirlenmenin özellikle NO₂ ve O₃, hidrokarbonların PVC üzerindeki etkileri kimyasal yapılarda bozulmaya kadar gidebilmektedir [24, s.45]. Suyun yalnız başına etkisinin olmayacağı sürelerde, radyasyon-su kombinasyonunun davranışı iklimsel koşulların ve malzemenin nemli kalma sürelerine bağlı olarak değişebilmektedir. Radyasyon suyun etkisini aktif hale getirirken su etkisi de radyasyon etkisini hızlandırabilmektedir [17, s.1].

Birçok reçine derecesi, UV absorpsiyonunda katkı olarak hava oluşumlarının düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bazı renkler diğerlerine göre hava koşullarına karşı daha dayanıklılık göstermektedir [121, s.118].

2.1.1. PU Malzeme Yapısında UV Etkisi

PU malzeme ve bileşimlerin UV ışınımı etkilerine dayanıklılığı yönünden pek çok polimere göre üstünlüğü vardır. Bu özelliğinden dolayı PU, uçak ve otomotiv endüstrisinde en çok tercih edilen polimerdir. Atmosferik koşullara dayanım testlerinde, özellikle UV etkisine karşı malzemenin tepkisinin ve uzun süreli performansının bilinmesi gerekmektedir. Bu bilgi malzemenin ömrünün değerlendirilmesi açısından kaçınılmazdır [94, 39].

PU kaplama sistemlerinde gelişmeler, hava koşullarının neden olduğu bozulmaların sonuçlarıyla ilgili olduğundan, bozulma seviyelerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Geleneksel yöntemlerle ortaya çıkarılan ağırlık ve parlaklık kaybı sonucunun nedenleri ve bozulma etkenlerin dereceleri henüz bilinmemektedir. Son yıllarda X-ışını foto elektron spektroskopisi (XPS) ve Fourier Transform infra-red spektroskopisi (FTIR) ile yapılan incelemelerde polimerlerin kimyasal analizleri yapılmaya başlanmıştır.

Ayrıca Atomik Güç Mikroskopisi (AFM) ve Tarayıcı Elektronik Mikroskopisi (SEM) ile yüzey üzerindeki fiziksel ve kimyasal değişikliklerin topografik yansımaları ve bozulmalardaki erken oluşumları görmek mümkün olmaktadır [43, 82].

Doğal dış çevre koşullarının deneyleri çok uzun süreler aldığından son 40 yıldır, hızlandırılmış hava koşullarını veren tekniklerin geliştirilmesi için çalışılmaktadır. Bu hızlandırılmış deney yöntemleri ; doğal stres mekanizmalarının yüksek dozda (UV radyasyonu ve ısının) uygulanması şeklindedir [156, s.341]. PU malzeme yapısı üzerinde çalışmalarda bulunan Yang, 4 saat 60 °C, tekrar eden 4 saatte su ile beraber 55 °C hızlandırma deney koşulları yaratmıştır. Yüzey kaplaması başlangıçta yüksek parlaklığa sahip olduğu halde deneyler sonunda yüzey üzerinde düzensiz, düzgün olmayan görüntüler gözlenmiştir.

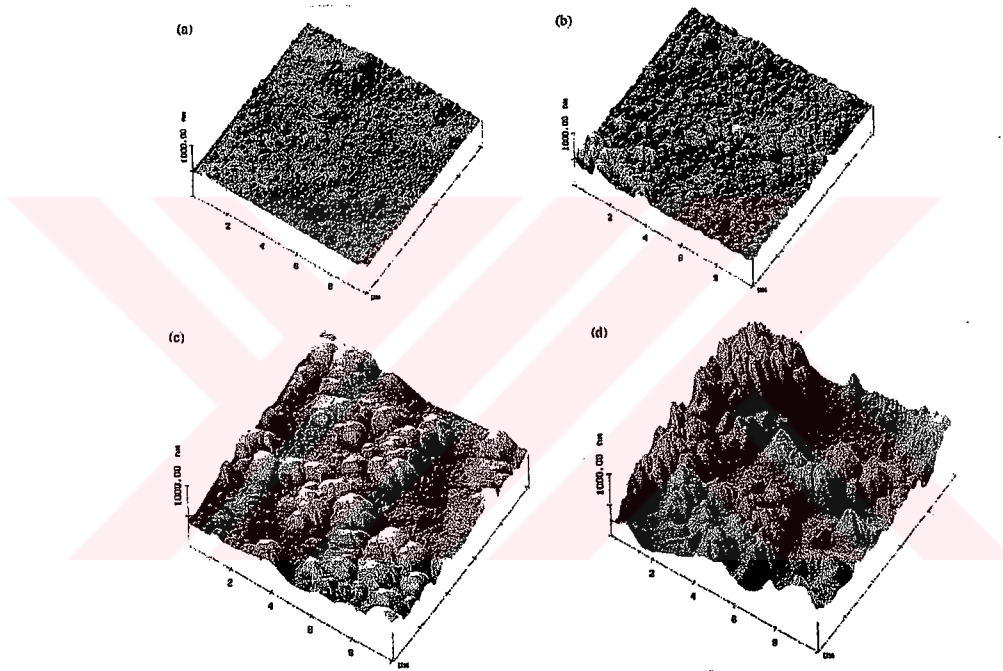
Yüzeyde oluşan kabarcıklar film oluşumunda solventlerin buharlaşmasıyla ortaya çıkmış, ancak malzemenin performansını etkilemeyecek şekilde , tüm kalınlığın 1/1000' oranında kalmıştır. Oluşan girintilerin, kaplama kalınlığının, film yüzeyinin performans ve görüntüsünü azaltacak oranda olmadığı ortaya konmuştur.

Yapılan bu araştırmada belirlenen zamanlarda UV etkisiyle yzey pürüzlülüğünün ölçü değerleri tablo 7 ' da görölmektedir:

Tablo 7 UV etkisinde PU kaplamanın pürüzlülük değerleri

Zaman (Hafta)	0	3	7	9	13	18
Pürüzlülük (μm)	18	41	61	84	126	169

Çok parlak poliüretan kaplamalardaki 2, 5, 9, 18 haftalık periyotlarda topografik değişimler AFM ile şöyle görüntülenmiştir (Resim 14) [155, s.105].

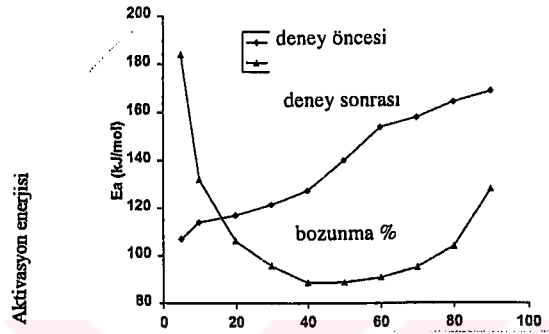


Resim 14 Yüzeyde pigmentlerin verdiği strüktürler (a)2; (b)5; (c)9; (d)18 hafta

UV karşısında polimerlerin kimyasal, fiziksel veya mekanik karakteristiklerini, bozulmalarını araştıran pek çok farklı yöntemle, deney çalışmaları yapılmaktadır.

Govorcin-Bajcis ; yumuşak segmentlerin (polyol) molekül ağırlıklarının etkilerini ve sert segmentlerin (üretan) ve poliüretan elastomerlerin UV ışınımı etkisindeki ışınsal bozulmalarını, Guzzo; fotooksidasyon reaksiyonları, Decker; hızlandırılmış yaşlandırmayla kimyasal oluşumlardaki değişiklikleri ve renk kayıplarını, Sommer; dış ortam koşullarına dayanıklılık değerlerini araştırmıştır [94,s.157]. Yapılan çalışmalarda yaşlandırmayı hızlandıran ve ürünün servis ömrünü azaltan faktörlerden radyasyon

sorumlu tutulmuştur. Ancak bu etkilenme; sayısız faktörleri içeren coğrafik konuma ve iklimsel koşullara bağlı olarak değişmektedir. Bu hızlandırılmış deneyler "Atlas Ci 300 Xenon Weatherometer" cihazında otomotivde kullanılan parçaların bileşimlerinin performansını görmek için yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir (Grafik 1) [94, s.167].



Grafik 1 UV ışınımı öncesi ve sonrasında PU kaplama malzemesinin ayrışması

Daha sonraki aşamalarda, üretan bağlarında, oksijenin varlığıyla foto oksidasyon meydana gelebilmekte, çok sayıda serbest radikallerle, zincir ilerlemeleri ve sayısız kimyasal reaksiyonlar olabilmektedir [160, s.2035].

2.1.2. PVC Malzeme Yapısında UV Etkisi

PVC, stabilize edilmediği takdirde hidrojen klorür açığa çıkararak bozunur. Güneş ışığı bu bozunmayı hızlandırmaktadır. Yapılan çalışmalarla bozulmaya neden olan en büyük oluşumların ışımsal, ısısız, radyoaktif ve kimyasal kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır.

[37, 83, 84, 129, 141, 142]

UV etkisi, PVC'de zincirdeki bağ kopmasına ve zincir uzunluğunun azalmasına veya farklı şekillerde biçimlenmesine neden olurken, fiziksel ve kimyasal yıpranmayı da oluşturmaktadır [161, s.3089]. PVC'nin dış atmosfer koşullarında ışığa, ısıya, iyon radyasyonuna maruz kaldığı süreç, kimyasal reaksiyonlar ve mekanik baskılarda oluşan bozulmalara, klorun iyonlarına ayrılmasına ve polien biçimlenmelerine (renk bozulma

nedenleri), zincir bölünmelerine, karşı bağlanmalara ve oksidasyona neden olmaktadır [37, 77, 80, 142].

PVC ayrışırken HCl zincirden ayrılır ve çekilen çift bağlar, $\{-(CH=CH)_n-\}$, polimer zincirin içinde oluşur. İyonik radikal ve moleküler ayırma mekanizmaları HCl' nin otokatalitik etkisiyle oluşumu açıklamaya çalışmakta, fakat hiç biri gözlenen olaylara tam bir açıklık getirememektedir [50, 123, 124, 152]. Çift bağların sayısı 6'yı geçtiğinde polyenler ışığın görülen spektrumun mavi bölgesini emmeye başlamakta ve malzemeyi sarıya dönüştürmektedir [8, 9, 10, 32].

PVC' de UV ışınımı karşısında karbonil bağlarının oluşumunda değişik tipte düzenlemeler olmaktadır. PVC strüktürü içinde en kolay oksidasyon oluşturabilen yapılar α veya β kloroketonlar, aldehidler, karboksilik asitler, esterler, peresterler ve laktonlardır [37, 141, 142].

PVC'nin ışınal ayrışması UV radyasyonunun uzun dalga boyunda gamma radyasyonuna kadar ki ışık bölgesinde (alanında) çeşitli araştırmalarda kapsamlı olarak ele alınmıştır. Bu çalışmalarda, polimerin içinde çok sayıda n taneli polyen yaratmak için, PVC malzeme solar radyasyonuna benzetilmiş ortamlarda 1000 saat boyunca ışına maruz bırakılmıştır.

[11, 32, 73, 77, 78, 116, 118, 146, 147].

Dehidroklorinasyonun maksimum oranının 370 nm'de olduğu belirlenmiştir [10,11, 78]

Civa lambaları ile aydınlatılan PVC örnekleri oldukça hızlı bir şekilde bozulmakta ve PVC'nin UV görünür bölgedeki ışını (Şekil 3) içindeki belirgin değişiklikleri 1-3 saat içinde belirlemektedir. Oksijen varlığı; aydınlatılmış örnekler için yüzey oksidasyonu ve polienik dizilerin ayrışması olarak sonuçlar göstermiştir [67, s.1885]. Başlatma reaksiyonlarının nedenleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

[42, 44, 67, 85, 152].

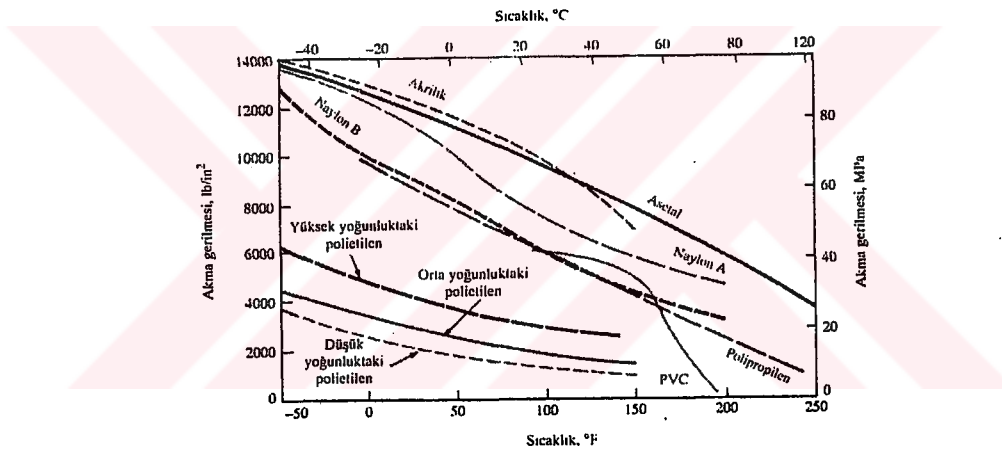
Işınal ayrışma ile ilgili yapılan hızlandırılmış UV koşullarının sağlandığı çalışmalarda ; [91, s.1658] çeşitli kompozisyonlardaki yöntemler farklılık göstermektedir. PVC üzerinde UV etkisi ve bu etkilenmeyi azaltmak amacıyla yapılan değişiklikler, kullanılan

katkı maddeleri çeşitlidir. Genelde stabilize olarak opak PVC'de kurşun ya da baryum tuzları, geçirgen PVC'de ise %1-2 oranında kalay tuzları kullanılmaktadır [153, s.313]. Poly vinyl asetat, (PVAC) , [84, s.878] demir ve kobalt klorürlerle yapılan değişik [83, s.232] gruplar da araştırılmaktadır. Ancak fotokimyasal reaksiyonda farklılıklar tuz tipine, zaman faktörüne bağlı olarak ortaya çıkmaktadır [102, s.68].

Aynı şekilde ağırlıkça %50 oranında TiO_2 pigmentleri katılımıyla plastikleştirilmemiş PVC nin, 6 saat süresince UV-A ışınımı (365 nm) altında tutulduğunda fotoaktiviteye karşı dayanıklı olduğu, ancak uzun sürelerde, pigmentin cinsine ve yoğunluğuna bağlı olarak kaplamanın bozulabileceği ya da bozulmayı hızlandırabileceği belirlenmiştir [151, s.682]. Termogrametrik metoduyla yapılan çalışmalarda metal oksitlerin, özellikle metal klorürlerin reaksiyonların takip eden basamaklarında ısıl bozulmadan kaynaklanan oluşumlarda rol oynadığı saptanmıştır [72, s.69].

2.2. POLİMER MALZEMEDE ISI ETKİSİ

Uzun süre (aylar, yıllar) ısı etkisi altında kalan polimerler, oksijen ve ozon etkisiyle bir takım kimyasal reaksiyonların sonucu yıpranmaktadır; bu yıpranma tamamen bozulmaya kadar varabilmektedir. Burada yıpranma zamanı, ısının yanı sıra havanın kirlenme derecesi ve ultraviyole radyasyonun varlığı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır [6, s.214]. Isı, malzemenin mekanik özellikleri üzerinde çok etkili olmaktadır. Isı karşısında termoplastik gibi çapraz bağ içermeyen maddelerde yumuşama görülürken çapraz bağ içeren termosetler belli dereceden sonra bozulur [18, s.5]. Termoplastik malzemenin bir özelliği, ısı yükseldikçe yumuşamalarıdır. Grafik 2 bir grup termoplastik malzemenin bu davranışını göstermektedir. Isı yükseldikçe molekül zincirleri arasındaki ikincil bağ kuvvetleri zayıflar ve termoplastiklerin dayanımı düşer.



Grafik 2 Sıcaklığın bazı termoplastikler için çekmedeki akma dayanımları üzerine etkisi [126, s.382]

Termoset malzeme de ısıtıldıklarında zayıflamakta, ancak atomları birinci derecede ağ halindeki kuvvetli ortaklaşım bağlarıyla birbirine bağlandığından, yüksek ısılarda ağdalaşma göstermemekte, en yüksek kullanım sıcaklıklarının üstüne çıkınca da bozularak kömürleşmektedirler [126, s.282].

Çevre koşullarında polimerik kaplamaların fiziko-kimyasal özellikleri, mikro ve makro seviyede termal analizlerinin değerlendirilmesi (TA) durabilite kontrolleri açısından önemlidir. Dış ortamda kullanım sürecine çoklu bileşimde bulunan sistem birimleri

kendi aralarında etkileşime uğrayarak malzeme performanslarında önemli sayılabilecek bozulmalara neden olabilirler [94, 139, 140].

Isının etkisi kimyasal direnç üzerinde önemlidir. Yüzeyde önce radyasyon absorpsiyonuyla çeşitli oluşumlar harekete geçer ve ısının düşük enerji fotonu veya enerji/ısı salınımına dönüşmesi yoluyla transferi söz konusu olur. Bu enerji, bağları koparacak güçteyse bozulmalar ardarda gelebilir [46,155].

Yüksek sıcaklıklar karşısında tüm polimerler arasında tetrafloroetilen, C-C ve C-F bağlarından dolayı oldukça yüksek dayanım gösterir [34, s.1]. Düşük sıcaklıklar termoplastik malzemenin sertliğini artırırken bir çoğunun kırılmalıkları değişmez. Ancak termal şoklar özellikle periyodik olan ısı değişimleri polimer, malzemenin çatlamasına veya akmasına neden olur. Katkı maddeleriyle formüle edildiklerinde ısıl genleşme ve yumuşamaya karşı dirençleri de artar. Renklendirmede kullanılan metalik oksitler, katkı maddeleri de ciddi anlamda fiziksel ve mekanik özelliklerin değişmesinde rol oynar [20, 82, 98, 100, 109, 146]. Polimerlerde, ısının mevcut olduğu bir ortamda, havada bulunan oksijen ve ozon gibi oksidantların etkisiyle oksidatif yıpranma görülebilir. Üç atomla düzenlenmiş yapıdaki "ozon" aşırı derecede tepki oluşturabildiğinden reaksiyona kolaylıkla katılabilir [18, s.6].

Polimerlerin oksidatif yıpranmaya direnci, malzemenin yapısında ve özellikle makro molekülde kolayca oksidlenebilen grupların ve bağların bulunmasına bağlıdır. Oksidlenebilen karbon zincirli makromolekül bileşikler, doymamış hidrokarbonlardır. Ana zincirde bulunan çift bağlar, yan zincirlerin çift bağlarından oksidasyona daha elverişlidirler. Bu nedenle lineer polienler oksidatif yıpranmaya maruz kalmakta; dallanmış polienler ise yıpranmayıp , üç boyutlu yapılar oluşturmaktadırlar [6, s.215].

2.2.1. PU Malzeme Yapısında Isı Etkisi

PU malzemenin termoset olan rijid köpükleri kapalı hücre yapısına sahiptir. Bu nedenle ısı transferi düşük oranlardadır. Bu özelliğiyle, değişik bileşimleri bina kaplama sistemlerinde, buzdolabı endüstrisinde çok tercih edilmektedir. Ayrıca PU malzeme pek çok katkı maddesiyle kullanıldığında termal karakteristikleri iyileştirilebilmekte, termal bozulmaların neden olabileceği adhesyon kaybını önleyen katkılarla da daha iyi duruma getirilmektedir [31, s.447].

PU kaplamaların ısı karşısında dayanıklı olmasına karşın kritik bozulma dereceleri vardır. PU rijid köpüklerinde ısı transferi mekanizmaları ve termal performans değerlendirmeleriyle ilgili çalışmalardan [29, 59] ısı yükselmelerinin, radyasyon enerjisinin absorpsiyonu ve transferiyle de daha etkili hale gelerek malzeme üzerinde kimyasal reaksiyonları başlatarak bozulmalarına neden olabildiği saptanmıştır.. Her ne şekilde olursa olsun ısı derecelerindeki farklılıklar zaman faktörüyle de PU malzemesi üzerinde fiziksel özelliklerin kaybını başlatarak morfolojisi ve viskoelastik özelliklerinde değişiklikler yapabilmektedir.

Termogravimetrik ¹ analizlerle (TGA) poliüretan kaplama sistemlerinde, farklı derecelerde sonuçlar değerlendirilmektedir. Markovic, G., M., Choudhury, R.N., Dimopoulos, M., Motison, J.G.'nin Güney Avusturya Üniversitesi Araştırma Enstitüsünde, modifiye edilerek yüzey kaplaması olarak uygulanan PU plastik bileşimlerin değişik derecelerdeki sıcaklıklarda ve 800 saat UV etkisi uygulanarak ya da uygulanmaksızın Elastiklik Modülü (E' - storage modülü)² değerleri karşılaştırılmıştır (Tablo 8) [94, s.159].

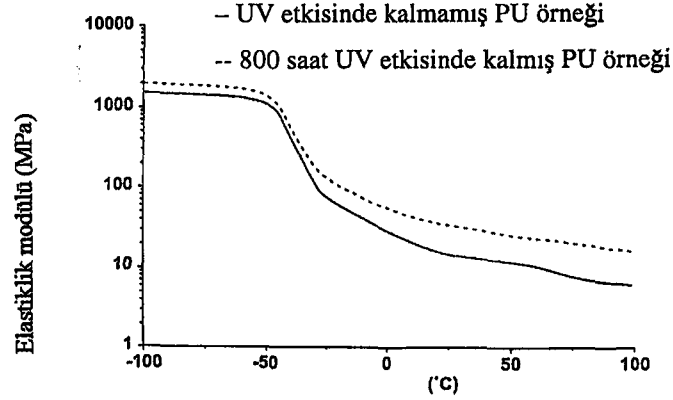
Tablo 8 E modülü ve sıcaklık, UV etkileri [94, s.159]

Örnek	UV Etkisi	E Modülü			
		-50°	-25°	0°C	25°C
S _{1cc}	0	1215	103.2	48.9	24.8
	800	1270	128.5	63.2	41.7
M _{1cc}	0	1257	141.6	59.9	31.6
	800	1159	178.1	78.1	51.5
P _{1cc}	0	1089	70.9	27.4	15.4
	800	1429	122.9	54.3	33.3
N _{2cc}	0	1060	180.3	91.2	58.3
	800	1082	178.6	90.6	63.9
T _{3cc}	0	1228	154.2	73.9	29.9
	800	1318	144.4	71.3	49.2

¹ Termogravimetri (TG), kontrollü bir sıcaklık programına maruz bırakılan bir maddenin kütlesinin sıcaklığın bir fonksiyonu olarak ölçülmesi tekniğidir. TS, 2380/Ocak 991, s.81).

² Storage Modulus. (E') Depolama Modülü, Elastiklik Modülü (TS 2880/1991)

Poliüretan esaslı malzeme örneğinin Elastik Modülü'nün ısı ve UV etkisi altında değişim grafiği aşağıda görüldüğü gibidir (Grafik 3) [94, s.159]. Isı etkisiyle değişim gösteren E modülü, malzemenin sertliği ve esnekliğini, dayanıklılığını etkilemektedir.



Grafik 3 Sıcaklığın Elastik Modülü'ne etkisi

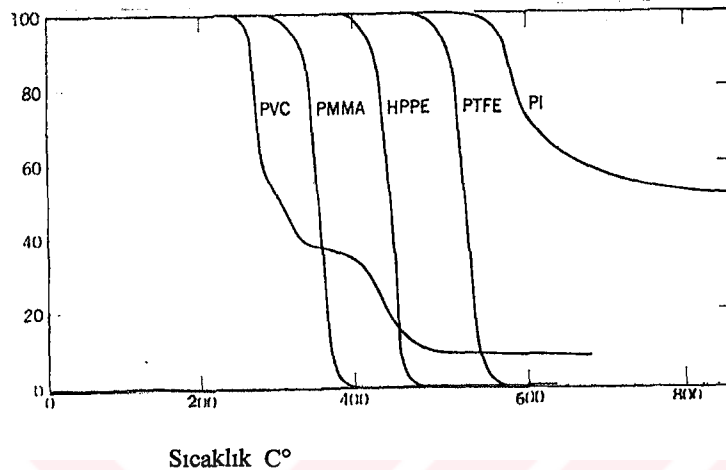
2.2.2. PVC Malzeme Yapısında Isı Etkisi

PVC malzeme, işlenmesine olanak sağlanması açısından asla tek başına kullanılmadığından (1.2.4. Bölüm) yapısındaki katkı maddelerinin özelliğine göre, ısı karşısında tepkileri farklıdır. Katı olmayan PVC'nin ısıya direnci maksimum 66-105°C iken, katı PVC'de 66-74°C, klorlanmış PVC de ise 110°C dir [87, s.321]. Bu nedenle bozulma mekanizmaları araştırılırken PVC ve katkı maddelerinin de bileşimdeki etkileri bir arada değerlendirilmektedir.

PVC'nin plastikleştirilmemiş ise, 60 °C' nin üzerindeki sıcaklıklarda rijidliği ve mekanik dayanımı büyük çapta azalmaktadır. [148, s.321]. Isıl genleşme katsayısı polietilenden düşük olmakla beraber çelikten 7 defa daha büyüktür [64, s.21]. PVC, diğer termoplastiklerde olduğu gibi, yüksek sıcaklıklarda kimyasal direnci de azalmaktadır.

PVC'nin ısı karşısındaki bozulma mekanizmaları yıllardır tartışılmaktadır. Pek çok araştırmacı bozulmanın sorumlusu olarak polimerizasyon oluşumundaki kararsız değişen strüktürleri göstermektedirler [96, s.3944].

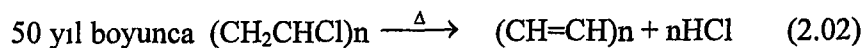
PVC sıcaklık karşısında HCl salarak bozunmakta, bu mekanizma sonucunda, polien oluşmakta ve bozunma PVC'nin mekanik özelliklerini yitirmesine neden olmaktadır [32, s.4]. Diğer polimerler ve PVC'nin ağırlık kaybıyla ilgili termogravimetrik analiz Grafik 4 'de görülmektedir.



Grafik 4 Sıcaklık karşısında malzemede kayıplar [31,s.245]

Bu grafikte görüldüğü gibi (PVC) , HCl kaybederek, daha sonra kısım kısım bozularak devam etmektedir [31, s.245]. Hidrojen klorür gazının çıkışıyla başlayan bozulmalar, renklendirilmemiş polimerlerde fiziksel ve mekanik yönde düşüslere neden olmaktadır [5, 80, 102]. Yüksek ısı ana problemdir. PVC, UV radyasyonu sırasında veya sonrasında sıcaklık etkisiyle daha hızlı bir şekilde bozulma göstermektedir [17, s.3]. Isı etkisiyle birbirini izleyen, birbirinin yerine geçebilen formlarda reaksiyonlar başlamaktadır [100, s.496].

Çalışmalardan çıkan sonuca göre; En erken aşamada, alışılmış düzende (baş-kuyruk) PVC'nin içerdiği sırasal dizilemenin hidrojen klorür moleküllerini kaybetmesi termal bozulmanın nedeni olmaktadır [80, s.60].

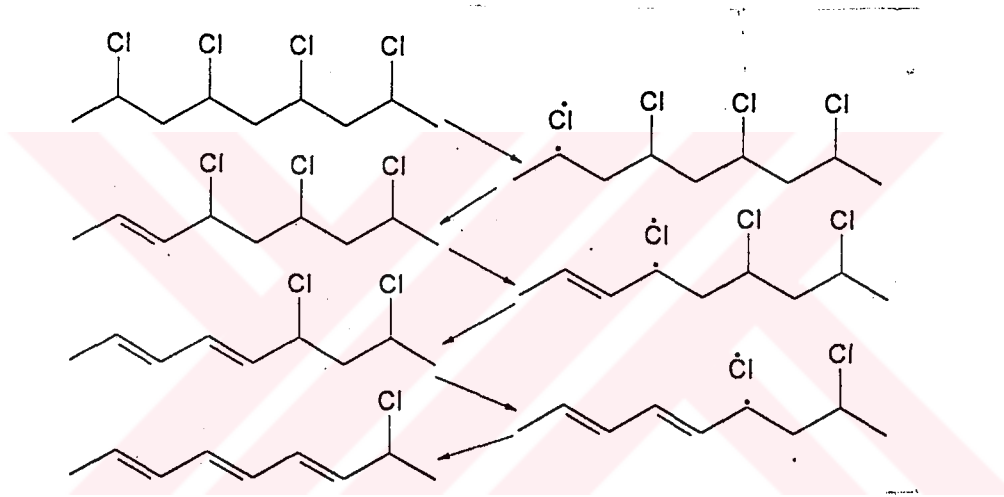


Bu sonuç üzerine bu yüzeysel basit oluşumun mekanizmasının anlaşılabilmesi için sayısız çalışmalar yapılmakta, devamıyla birlikte birçok önemli sorunun yanıtı aranmaktadır. Strüktürel sonuçlanmada, atmosferik oksijen ve HCl etkisi bozulmayı hangi anlamda ve nasıl etkilemektedir? Yayılma ve bu başlangıcın kimyasal

mekanizması nedir? [131, s.2134]. Başlangıç evresinin ve safhalarının matematiksel modelleri nasıl gelişmektedir? [113, 125, 137, 138].

Termal ayrışmanın nedenlerini saptamaya ilgili çalışmalar; eritici, katkı maddelerinin, [114] yapısal düzensizliklerin (karbon-karbon çift bağları), plastikleştiriciler gibi kirliliklerin PVC'nin dayanıklılığını düşürdüğünü ve dehidroklorinasyon reaksiyonlarını başlattığını göstermektedir [25, 26, 80, 99, 128]. Kullanılan katkılar ve olası mekanizmaları hala tartışılmaktadır [11, 21, 22, 82, 98, 131].

Isısal dehidroklorinasyon reaksiyonu polimer zincirlerinde çeşitli siteler arasında geçişlere neden olmaktadır (Şekil 22) [32, s.9].



Şekil 22 PVC bozulmasındaki radikal mekanizma

PVC'nin termal kararlılığını yeniden düzenlemesi amacıyla, bozulma sırasında çift bağların reaksiyona girmesini geciktirebilen stabilizatörler geliştirilmektedir. Bu stabilizatörler hidrojen klorür gazının oluşmasını nötralize ederken katalitik hareketin bozucu etkisini de geciktirmektedir [100, 123, 136]. Metalik sabunların [28, 71, 92, 132] yanısıra yeni organik stabilizörler grubu geliştirilmektedir [79, 115].

Stabilizatörlerle ilgili yapılan çalışmalarla sabun stabilizatörlerin, [144, 145] organik stabilizatörlerin [157, 158, 159] en iyi şekilde geliştirilmesi ve yarar sağlanması amaçlanmaktadır. Zayıf gruba ayrı parça eklenmesiyle güçlendirilen kopolimerizasyonla [3, 4] veya diğer termal kararlılık gösteren polimer ile bağlanması araştırılan yeni metodlardır [101, s.1733].

Bu stabilizatörlerin kullanımındaki farklı yöntemler, çabuk değişebilen kaymaya meyilli bağlar arasında oluşan yer değiştirmeye, kimyasal olarak modifiye edilmesi [2, 3, 5, 146]veya polimere ilaveler şeklindedir [129, s.7043]. Bu son iki metod polimerin doğal yapısına uygun düşerken aynı zamanda mekanik özelliklerinin gelişmesine de yardımcı olmaktadır [149, s.308].

Yüksek derecelerdeki sıcaklığın neden olduğu , ışınların çeşitli tiplerinde ve oksijenin etkisi altında oluşan bozulmalar, çok çeşitli, ancak birbirine benzeyen çalışmalarda ele alınmıştır.

[32, 80, 93, 99, 127]

2.3. POLİMER MALZEMEDE SU ETKİSİ

Suyun yüzeye tutunarak, konsantrasyonunun ara yüzeylerde artması; adsorpsiyon, adsorpsiyon kimyasal bağların oluşumunu kapsarsa kemisorpsiyon, sadece fiziksel olarak rol oynarsa fizisorpsiyon şeklinde tanımlanmaktadır [66, s.26].

Uzun karbon zincirlerinden oluşan polimerlerin hemen hepsi, kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak üretim aşamasına gelene kadar çeşitli oranlarda nem bünyelerine alırlar. Plastiklerin nem alma yüzdesi, ilk polimerize edilip üretildikleri anda kimyasal olarak belirgindir ancak üretime gelene kadar ortam şartlarına bağlı olarak plastiğin içerdiği nem oran yüzdesi artabilir [104, s.200]. Her çeşit reçine moleküler zincirleri arasında belirli bir miktar nem tutabilir. Örneğin poliamid ağırlığının % 2'si kadar nem içerebilir. PE, PP, PVC gibi higroskopik olmayan reçineler nem çekmezler ama bunlar yüzey nemine sahip olabilmektedirler [104, s.200].

Polimerler, suyun ve ayrıca asitlerin, alkalilerin ve tuzların, sulu çözeltilerin etkisi altında bozulup, yıpranabilirler. Hidroliz olarak tanımlanan bu yıpranma, molekül bağların koptuğu yerde su moleküllerinin ilave edilmesiyle oluşmaktadır [102, s.67].

Normal sıcaklıklarda organik malzemenin çoğu hidrofobik ve gözeneksiz yapılarından dolayı suya karşı dayanıklıdır [17, s.36]. Ancak radyasyonun neden olduğu ısı yükselmesiyle hidroliz ortamı doğmaktadır [17, s.1].

Herhangi bir kimyasal yıpranmada olduğu gibi burada da yıpranma, hidroliz ajanına, bunun çözelti içerisindeki yoğunluğuna ve sıcaklığa bağlıdır. Bu faktörlere bağlı olarak yıpranma hızlı veya yavaş olabilir ve malzeme özelliklerinde meydana gelen değişiklikler daha kısa veya uzun bir zamanda ortaya çıkabilir [6, s.215].

Polimerlerin çoğu suda çözünmezler, fakat bir miktar su absorbe ederler. Önemli olan absorpsiyonun hangi derecelerde, hangi sürelerde, malzemenin özelliğini yitirmesine neden olacağıdır. Polyester ve vinilester reçineleri molekül strüktürlerinden dolayı su bozulmalarına eğilimlidir.

Radyasyonla suyun aynı andaki etkisi ise çok güçlüdür. Çapraz bağlardan kaynaklanan esneklik kaybı malzemeyi kırılgan duruma getirirken [17, s.1] fizisorpsiyona neden olabilmektedir. Islak kalma süresine ek olarak özellikle kısa dalga boylu UV ışınları, kaplamanın bozulmasına etki eder. Renkli pigmentin kireçlenmesi ya da bozulması, renk değişimine ya da solmasına neden olarak malzemenin yıpranmasını hızlandırmaktadır [121, s.132].

Su absorpsiyonu polimerin özelliklerinde değişim meydana getirerek etkinliğini düşürebilir. Örn. elektriksel özellikler göze çarpacak kadar bozulur, mekanik dayanım azalır [153, s.293].

Osmos ortamında suyun hücreler üzerindeki akışkanlık basıncı 700 psi'ye ulaşacak kadar artmaktadır. Basınç sonucunda, laminatta veya jelkot üzerinde biçim değişiklikleri, çarpıklıklar veya çatlamlar, yarılmalar olabilmektedir.

Güçlendirilmiş reçinelerle yapılmış laminatlar çok yüksek standartlarda dayanıklılık gösterebilir. Reçine sistemlerinin içinde etkisine karşı en yüksek performans gösteren reçine epoksilerdir. Aynı zamanda bu sistemler kimyasallara karşı mükemmel dayanım gösterirler.

Polimer malzemenin yüzey dayanıklılığını etkileyen oluşumlar birbirinin etkisiyle daha da güçlü olabilmektedir. UV ve oluşan ısı polimer malzeme için kritik durumlar yaratırken atmosferik etkiler, atmosferdeki kirlenme de farklı reaksiyonlar oluşturabilmektedir [1, 24].

2.3.1. PU Malzeme Yapısında Su Etkisi

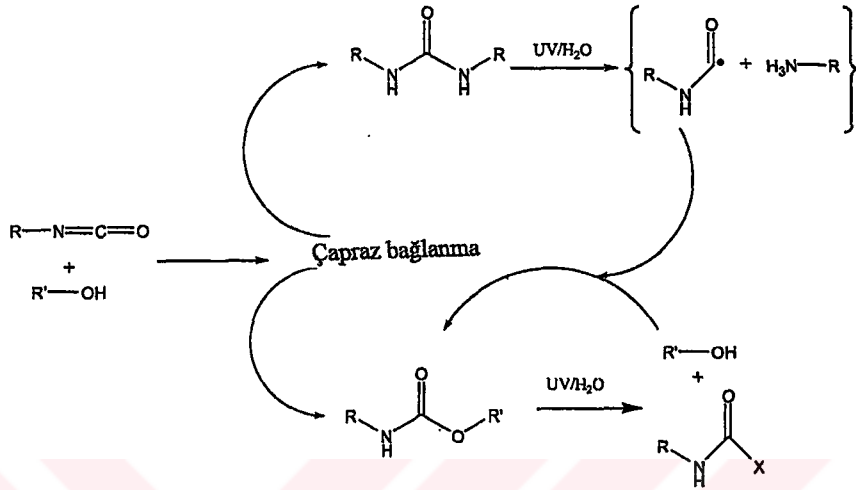
PU malzemenin su absorpsiyonu, çeşidinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre değişmektedir. Su emiciliği, malzemenin hem fiziksel hem de kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır [104, s.206].

PU' nun rijid olan köpüklerinin hücre büyüklüğü, esnek köpüklerinki ile aynı olmakla beraber, rijid köpükler %90 kapalı hücrelerden meydana gelmektedir; bu nedenle su absorpsiyonu düşüktür [6, 117]. PU kaplama malzemesi hidrolize karşı dayanıklılık gösterirken radyasyonun eklenen etkisiyle ve zaman faktörüyle de ilişkili olarak çözülebilir ve bozulabilirler.

UV ve sıcaklıkla oluşan pürüzler, bozulmayı başlatan fiziksel mekanizmalardır. UV radyasyonu bozulmanın başlangıcına neden olurken, aynı zamanda nem etkisi ve özellikle oksijen varlığı sonucunda oluşan oksidasyon, yüzeyin formunu bozmaktadır [155, s.103]. Yüzey formunun bozulması, yüzeyin kabarcıklanması şeklinde kendini gösterir. Yüzeyde oluşan bu kabarmaların kısa sürelerde alt katmanlara zarar verdiği söylenemez. Ancak zaman periyodunun artırılmasıyla çözülebilir bozulmalar oluşabilmektedir. Suyla ıslanmış yüzeylerde penetrasyonla, kuru periyodda bile geri dönülemeyecek çözümler olabilmektedir. Kaplama yüzeyinde oluşan pürüzler, nemli ve kuru olma durumundaki dönüşümle ortaya çıkan osmotik basınç etkisiyle lokal oksidasyon bölgelerini oluşturabilmektedir [156, s. 341].

Yapılan araştırmalarda PU kaplamanın özelliği çeşitlendirilerek (mat ya da parlak olması), zaman alternatifleri, kuru-ıslak periyodlar, UV etkisi gibi farklı koşullar seçilerek performansları incelenmektedir. Bu araştırmaların karşılaştırmalı kimyasal bozulmaları ve fiziksel düşüşleri henüz detaylı olarak sonuçlandırılmamıştır. Araştırmalar arasında Yang'ın çeşitli etkileme mekanizmalarını denediği çalışmaları vardır. Örneklerin bazılarında alınan değerler kaplama sisteminin vulkanizasyon aşamasına geldiğini göstermektedir [155, 156].

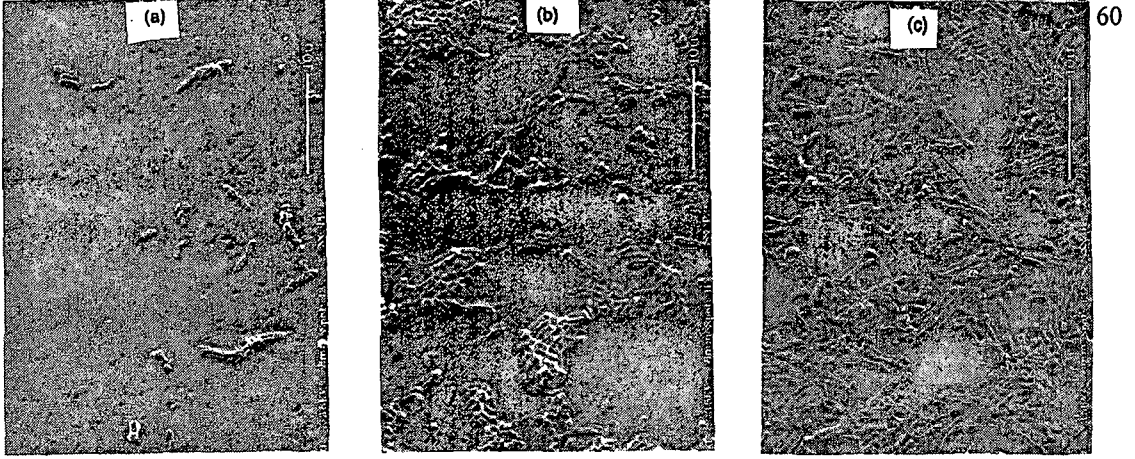
Şekil 23 'de kaplama sistemindeki su ve UV etkisiyle bozulmalar sonucundaki zincir bölünmeleri, bu oluşumun yeni ve farklı biçimlenmelere neden olması görülmektedir [156, s.350].



Şekil 23 PU malzemede su ve UV etkisiyle bozulma mekanizması [156, s.350]

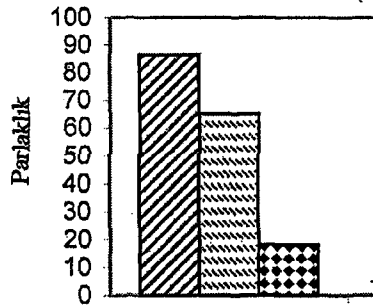
Suyun PU üzerindeki etkisi, sıcaklık derecesiyle de artış göstermektedir. Tropikal bölgelerdeki PU yüzeyinin sıcaklığı, en sıcak günlerde solar radyasyonun emilmesiyle $70^{\circ}C$ 'ye kadar ulaşabilir. Bu termal yüklenme sonucunda su veya nemin de katılımıyla fotokimyasal bozulma hızlanmaktadır [47, s.187]. Bu konu bölüm 2.2.1'de ele alınmıştır.

X.F. Yang'ın liflerle biçimlendirilmiş PU kaplama sistemlerinde su ve nemin etkisini araştırdığı çalışmada, suyun taşıdığı ve yüzeyin bozulmasına neden olan çözülebilir kirlilikler ve osmotik hücrelerin oluşmasıyla gelişen yüzey değişikliklerini incelemiştir. Bozulma mekanizmasında suyun en az üç şekilde etki yaratacağı belirtilmiştir: Birinci etki ester veya amid bağlarının hidrolizi şeklinde olan kimyasal etkidir. İkinci etki alt tabaka veya pigmentlerle bağların birleşimindeki zayıflamaların olduğu fiziksel etkidir. Üçüncü etki ise fotokimyasal etkidir: Hidroksil radikallerin veya diğer kimyasal türlerin oluşması şeklinde görülmüştür. [154, s.391] Yüzey bozulmaları SEM ile görüntülendiğinde 2, 4, 8 günlerde liflerin ipliksi şekillerde çoğalarak kabarcıklar oluşturduğu gözlenmiştir (Resim 15).



Resim 15 Lif takviyeli PU kaplama sisteminde su ve nem etkisiyle oluşan değişimlerin SEM ile alınmış görüntüleri [154, s.392]

X.F. Yang bir başka araştırmasında, alüminyum yüzey üzerine PU esaslı malzemeyle püskürtülerek boyanmış kaplamalarda çeşitli koşullarda ve sürelerdeki bozulmaları ve parlaklık kayıplarını incelemiştir. Oluşturulan deney koşulları ASTM "G 53-88 Standard Practice for Operating Light and Water Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials" Standardı doğrultusunda; 4 saat UV, 60 °C sıcaklık, devam eden 4 saatte 50 °C sıcaklık ve su etkileri şeklinde düzenlenmiştir. Örnekler üzerinde çeşitli zaman periodlarında oluşan değişimler incelenmiştir. Parlak yüzeye sahip PU kaplamalarda koşullara ve zaman periyoduna bağlı olarak parlaklığında azalmalar görülmüştür (Grafik 5) [155, s.108].



/// Deney öncesi // 9 hafta sonunda ●●●● 17 hafta sonunda

Grafik 5 Farklı sürelerde PU yüzeyinde parlaklık kaybı [155, s.108]

Tezin deney koşullarının oluşturulması aşamasında, literatür kapsamında yapılan deneyler incelenmiş, sıcaklık derecelerinin belirlenmesinde Yang'ın araştırmasında uyguladığı deney koşullarındaki değerler yönlendirici olmuştur.

2.3.2. PVC Malzeme Yapısında Su Etkisi

PVC malzeme, plastikleştirilmiş ve plastikleştirilmemiş yapısıyla su etkisine karşı oldukça dayanıklıdır.

Rijid PVC' ler su şebekesinde boru, cam çerçevesi, esnek PVC tel ve kablo izolasyonunda, mineral su şişelerinde, esnek film ve kaplama için kullanılmaktadır [6, s.112]. Suya karşı dayanımı çok iyi olmasının yanısıra, plastikleştirilmemiş PVC'nin kimyasal direnci mükemmeldir ve özellikle oksitleyici malzemeye ve eritkenlere karşı direnci poliüretandan daha yüksektir [64, s.22]. Korozyona dayanıklı olma özelliğinden dolayı PVC özellikle laboratuvarlarda masa, tezgah ve duvar kaplamaları ile korozif duman boruları ve davlumbazlarında çok kullanılmaktadır. Plastikleştirilmemiş PVC ile yapılan borular korozif zeminlerdeki ana su boruları, soğuk su şebeke boruları, bina dışı gaz boru şebekeleri, minerali alınmış su sistemleri; tuzlu su, soğutma suyu boruları ve laboratuvar drenaj sistemlerinde kullanılmaktadırlar [64, s.91]. PVC kaplamalar kimyasallara, alkalın gazlara ve asitlere dayanıklı olması nedeniyle endüstriyel atmosferik koşullarda rahatlıkla uygulanabilmektedir [121, ch.7, s.98].

Yumuşama noktasını artırmak amacıyla PVC' nin ya çözücü ya da süspansiyon halinde klorlanması ile elde edilen Klorlu PVC (CPVC) ise [65, s.86] çok yüksek sıcaklık derecelerinde suya karşı dayanım gösterebilmektedir. Bu özelliğiyle Amerika ve Avrupa'da bakır boruların yerini almıştır [150, 2.6].

PVC malzemenin dış kaplama olarak kullanılması durumunda UV zararlı ışınları soğurmak üzere bazı katkıların ve pigmentlerin katılması, malzemenin niteliklerini değiştirebilmektedir.

2.4. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Bu bölüm, araştırma konusunda atmosferik etkenler arasından seçilmiş olan UV, ısı ve su koşullarının polimer malzeme üzerindeki etkilerini içermektedir.

UV ve UV etkisi ile oluşan ısı, polimer malzeme için oluşan kritik durumlar yaratabilecek etkilerden biridir. Radyasyonun absorblanmasıyla yüksek enerji seviyesine ulaşan atom veya moleküller uyarılmış hale gelerek kazandığı iç enerjiyle, malzeme üzerinde çeşitli fiziksel farklılıklar oluşturabildiği gibi iç yapıda kimyasal bağları da etkileyebilmektedir. Her kimyasal bağı etkileyebilen ve reaksiyon oluşturabilen ışığın kritik dalga boyları vardır. Işığın uzun dalga boyları daha yoğun olmalarına karşın bu bağları kıramazken, ışığın kısa dalga boyları kovalent bağların kopmasına ve fotokimyasal reaksiyonlara neden olmaktadır.

Yıpranma ve bozunma derecesi UV ışınlarının dalga uzunluğuna, şiddetine ve polimerin yapısı gibi faktörlere bağlıdır. Ayrıca oksijen varlığı radyasyon etkisini hızlandırarak fotooksidasyona, malzemede zincir parçalanmaları şeklinde görülen depolimerizasyona ve sonuçta az ya da çok bozunmalara neden olmaktadır.

Su , polimer malzemede yalnız başına etkili olmazken, radyasyonun varlığıyla aktif hale gelebilmekte ve bozulmaları hızlandırabilmektedir. PU ve PVC malzeme yüzeyi üzerinde UV + su etkisi altında uygulanan hızlandırılmış deneyler sonrasında , kabarcıklar ve çatlamlar görülmektedir. Ancak malzemenin performansını hangi derecelerde etkilediği konusu tam bir açıklık kazanmamıştır.

PVC' nin ayrışması, HCl' nin zincirden ayrılması ve dolayısıyla mekanik özelliklerinin yitirilmesi şeklinde olmaktadır. UV ışınımı karşısında karbonil bağlarının oluşumunda değişik tipte düzenlemeler ortaya çıkmakta ve oksijenin de varlığıyla reaksiyonlar başlayabilmektedir.

Bölümde çalışmayı yönlendiren ve ona dayanak oluşturan literatüre değinilmiş, bu bağlamda polimer malzemenin yüzey dayanıklılığını etkileyen koşullar ve etkilenme dereceleri sonuçları incelenmiştir.

İncelenen literatürden her iki malzeme üzerinde yapılan çalışmalarda, malzeme içine konan katkıların bu bozulmayı hızlandırabildiği ya da yavaşlattığı konusunun da araştırıldığı, çeşitli kompozisyonlar üzerinde farklı yöntemlerle hızlandırılmış deneyler yapıldığı görülmüştür.

Isı etkisi, uzun süreli olduğunda oksijen ve ozonun da etkisiyle malzemede yıpranmalara neden olmaktadır. Isı, PVC' nin molekül zincirleri arasındaki ikincil bağ kuvvetlerini zayıflatarak malzemenin dayanımını düşürmektedir.

Sıcaklık yükselmesiyle PVC yumuşar ancak bu reaksiyon tersinirdir. PU ise en yüksek kullanım sıcaklıklarının üstüne çıkınca bozularak kömürleşmektedir.

Isı derecelerindeki farklılıklar, zaman faktörüyle birleşerek PU malzeme üzerinde, fiziksel özelliklerin kaybını başlatarak morfolojisi ve vizkoelastik özelliklerinde değişiklikler yapabilmektedir.

Su etkisinin, PU malzeme üzerinde etkisi köpük yoğunluğuna bağlıdır; PU malzeme rijid olan köpüklerden, rijid köpükler de %90 kapalı hücrelerden meydana geldiğinden su absorpsiyonları düşüktür. Ancak UV etkisiyle yüzeyde kabarcıklanmalar oluştuysa su absorpsiyonu artmakta, bozulma mekanizması başlamakta ve çözülebilir bozulmalar oluşabilmektedir.

PVC, suya karşı oldukça dayanıklıdır. Plastikleştirilmemiş PVC korozif ortamlarda, endüstriyel atmosferik koşullarda rahatlıkla uygulanabilmektedir. Ancak UV zararlı ışınlarını soğurmak üzere bazı katkıların ve pigmentlerin kullanılması nitelikleri değiştirebilmektedir.

3.BÖLÜM POLİMER MALZEMENİN YÜZEY DAYANIKLILIĞI İLE İLGİLİ STANDARDLAR VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Bu bölüm, polimer malzemenin dayanıklılığıyla ilgili olan mekanik deneyler arasından araştırmada uygulanmak üzere seçilmiş; ışıksal özellikler ve parlaklıkla ilgili deney yöntemleri, etkilenme mekanizmalarının hızlandırma yöntemleri hakkında bilgi verilmek üzere hazırlanmıştır.

3.1. IŞIKSAL ÖZELLİKLER İLE İLGİLİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Beyaz ışık farklı dalga boyundaki ışıkların karışımından ibarettir. Bu ışık prizmadan veya optik kafesten geçirildiğinde bir dizi renkli bant (spektrum) oluşur.

Kaynakta ve atmosferik koşullarda meydana gelebilecek değişikliklerin bir sonucu olarak "spektral enerji dağılımı" (SED) eğrileri, yani gün ışığının farklı formlarının görünür ve yakın U.V. spektrumundaki her bir dalga boyunda yaydığı toplam enerjinin oranı önemli ölçüde değişmektedir. Spektral enerji dağılımı deneysel olarak tanımlanabilen, fiziksel olarak gerçekleştirilebilecek bir ışıktır. Bir ışık kaynağının SED değeri kesin olarak belirlendikten sonra bu ışık kaynağı bir Standard ışık kaynağı olarak tanımlanabilir [105].

Optik tekniğe dayalı ölçü aletleri içinde en çok uygulama alanı bulan spektrofotometredir.

Spektrofotometre, renkli ve bazı renksiz maddelerin çözeltilerinin absorbe ettiği ışık şiddetinin ölçülmesi ile yapılan miktar belirleme yöntemidir [108]. Madde tarafından absorblanan ışığın ölçülmesi absorpsiyon spektrofotometresinin temelini oluşturmaktadır. Bu yöntemde, madde üzerine belirli dalga boylu elektromagnetik radyasyon gönderilir.

3.1.1. CIE Standard Kaynakları

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE) tarafından kullanılması öngörülen temel renk standartları, 1931 yılında modern renk ölçümlerinin temelini oluşturan öneriler gereğince kararlaştırılarak standartlaştırılmıştır ve mevcut olan, spektral karakterleri bilinen temel kaynaklardan bir seri aydınlatıcının

renk ölçümü için kullanımını önermiştir. Bunlar gün ışığı ve tungsten filamanlı lambalardır.

CIE A tipi aydınlatma: Çıkış gücü, iç aydınlatma seviyesi (2856 °K)

CIE B tipi aydınlatma: 4874 °K'deki direkt gün ışığı

CIE C tipi aydınlatma: 6774 °K'deki ortam gün ışığı

CIE D tipi aydınlatma: Gün ışığının farklı zamanlardaki aydınlatması (D55-5500 °K, D65-6500 °K, D75-7500 °K)

Kolorimetri ve CIE Sistemi

Bir cismin renginin algılanmasında ışıklandırma, cismin boyutu ve ortamın diğer renkleri etkindir. Ayrıca cismin dokusu ve parlaklığı da rengin doğru algılanmasında önemli unsurlardır.

Günümüzde modern renk ölçümünün temeli CIE Sistemine dayanmaktadır.1931 yılında oluşturulan bu sisteme günümüze kadar , temel yapı ve sistemde değişiklikler yapmaksızın yeni eklemeler yapılmıştır.

CIE Sistemi renk algılama teorilerinden çok deneysel gözlemlere dayanmaktadır. Renk ölçümünde; ışık kaynağı, gözlemci ve yüzey özellikleri dikkate alınmalıdır.

Gökkuşağında görülen spektrum renklerinin bir prizmadan geçirilerek bir araya getirilmesiyle beyaz ışık elde edilir. Ayrıca beyaz ışık, "primer (birincil) renkler olarak bilinen "kırmızı", "yeşil" ve "mavi" ışıkların bir araya getirilmesi ile de oluşturulmaktadır.

Primer renklerin ikili karışımlarından elde edilen renkler "Sekonder" renkler olarak adlandırılır. "Sekonder (ikincil)" renkler tablo 9' da görüldüğü gibi magenta, sarı ve turkuazdır.

Tablo 9 Renk karışımları

Cismin Rengi	Yansıtılan Işık	Absorplanan Işık
Magenta	Mavi + kırmızı	Yeşil
Sarı	Kırmızı + yeşil	Mavi
Turkuaz	Mavi + yeşil	Kırmızı

3.1.2. Işığın Aditif Karışımlarının Özellikleri

Kırmızı (red), yeşil (green) ve mavi (blue) ışıklar sırasıyla, [R], [G] ve [B] ile temsil edildiğinde c miktardaki [C] ışığını aşağıdaki şekilde elde edebiliriz.

$$c[C] = R[R] + G[G] + B[B]$$

Her primer rengin kullanılan miktarı R, G ve B [C] renginin "tristimulus değerleri" olarak bilinmektedir. "r", "g" ve "b" şeklinde primer renklerin oranları gösterilecek olursa;

$$r = R/(R+G+B)$$

$$g = G/(R+G+B)$$

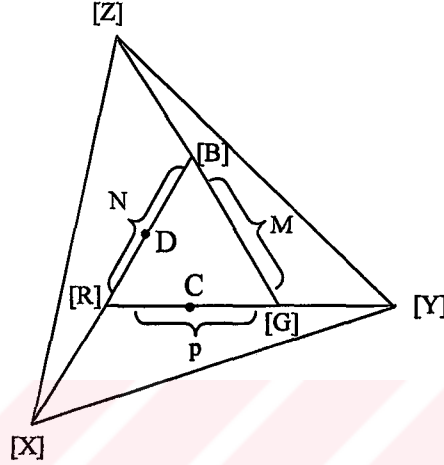
$$b = B/(R+G+B)$$

$$r+g+b=1$$

Şekil 24' de ki "C" noktası için $r=0.5$, $g=0.5$ ve $b=0$ ' dır. Aynı şekilde [R] için $r=1$, $b=0$ ve $g=0$ ' dır.

[R] [G] [B] üçgeninin içersindeki her nokta primer renklerin belirli oranlarda karıştırılmasıyla oluşmaktadır.

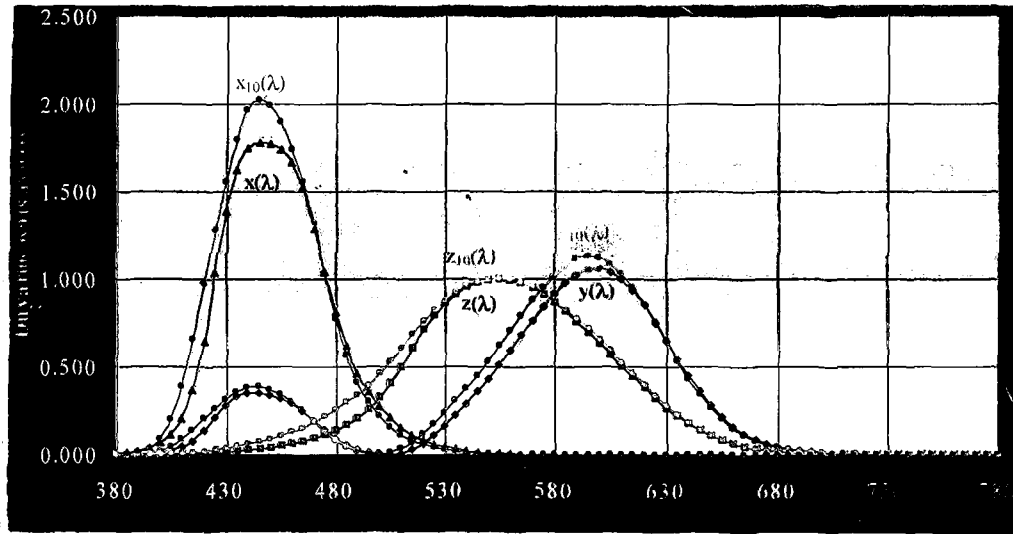
[R] [G] [B] üçgeninin sınırları spektrumunun tüm renklerini içine alacak şekilde birer birim uzatıldığında yeni oluşan üçgen [X] [Y] [Z] üçgenidir.



Şekil 24 Renklerin iki boyutlu olarak gösterimi [105, 4-5]

Tüm gerçek renkler [X], [Y] ve [Z] noktalarında yer alan bu üç gerçek olmayan hayali rengin pozitif oranlarının kullanılması ile elde edilebilmektedir. Bu sistemde “reflektans ölçümleri” gibi fiziksel ölçümlerin tristimulus değerlerine dönüştürülebileceği bir durum mevcut değildir. Bunu Standard gözlemci ve renk eşleme fonksiyonları yerine getirir.

[R], [G] ve [B] primer renklerinin belli bir oranda eşleştirilmeye çalışılmaktadır. [R], [G] ve [B] primerleri kullanılarak görünür bölge boyunca her bir dalga boyundaki enerjinin bir birimini oluşturmak için gerekli miktarlar, r , g ve b (dağılım katsayıları) olarak ifade edilmektedir. [R], [G] ve [B] gerçek primer renk olduğundan (sırasıyla 700, 546.1 ve 435.8 nm dalga boylarına sahip ışınlar) hesaplanan değerlerin bazıları negatiftir. Dolayısıyla CIE sistemi gerçek olmayan primer renkleri [X], [Y] ve [Z]’yi esas almaktadır ve bu primer renklere ait olan “renk eşleme fonksiyonları” “ x , y , z ” ile gösterilmektedir (Şekil 25).



Şekil 25 1931 ve CIE 1964 Standardı gözlemci bilgileri (Tübitak Eğitim Hizmetleri dokümanı)

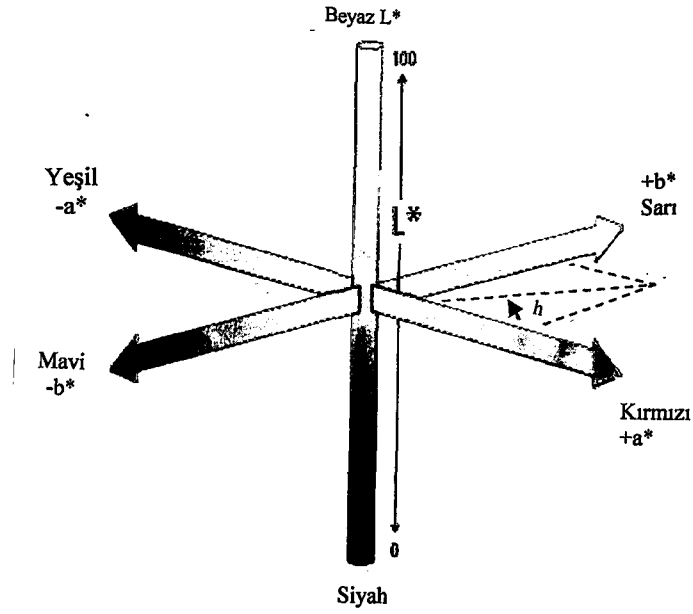
1931 CIE sisteminde standard gözlemci ile yapılan deneyler 2°'lik görüş alanının kullanımını esas almaktadır. 1964 yılında yapılan eklemelerde, standard gözlemci kullanımı ile yapılan deneylerde kullanılan 2°'lik gözlem alanı yerine, daha geniş bir gözlem alanı (10°'lik) kullanılmıştır.

Rengin iki boyutunu ifade etmek için öncelikle “kromatisite koordinatlarının” (x, y ve z) ve daha sonra y' ye karşı x grafiğinin tanımlanması gerekmektedir.

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}, \quad z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

olur ve tüm renkler için $x + y + z = 1$ 'dir.

1976 yılında CIE görsel olarak uniform kabul edilen iki renk sisteminin kullanımını tavsiye etmiştir. CIE lab sistemi, rengin daha kolaylıkla anlaşılabilir bir tanımını yapmak üzere X, Y, Z tristimulus değerlerinden hesaplanabilen (L*, a* ve b*) şeklindeki üç koordinatı kullanılmaktadır. Şekil 26' da birbirine dik açı yapan ve nötral noktada kesişen (parlaklığa bağlı olarak gri veya beyaz) a* ve b* eksenleri görülmektedir.



Şekil 26 Üç boyutlu ve yaklaşık olarak homojen renk uzayı [105]

L^* , a^* , b^* dikdörtgen koordinatları, CIE Lab renk sisteminde L^* = parlaklığın bir ölçüsüdür. Aynı rengin farklı tonları a^* ve b^* eksenleri tarafından oluşturulan düzlem içerisinde nötral noktadan dışarıya olan doğrultu üzerinde yer almaktadır. Burada kırmızıdan sarıya doğru artış gösteren dönme açısı " h " (derece cinsinden) rengin bir ölçüsüdür. Nötral noktadan uzaktaki bir nokta "kroma"yı (C) ifade eder ve bu da belirli parlaklıktaki (L^* değerindeki) bir rengin canlılığının bir ölçüsüdür.

Bir renk, ya L^* , a^* , b^* koordinatları ile ya da L^* , C^* ve h değerleri yardımıyla belirlenebilmektedir. Her iki durumda da L^* rengin parlaklığının bir ölçüsünü ifade etmektedir. L^* nin değerleri, siyah için '0' değeri ile beyaz için '100' değeri arasında değişmektedir. Çok parlak renkler için a^* ve b^* 'nin en yüksek değerleri, yaklaşık +80 ve -80 arasındadır. Nötral nokta ($a^* = b^* = 0$) etrafında çizilen bir çember, sabit kromaya sahip bir renk çemberini tanımlamaktadır ve kırmızıdan başlamak üzere h açısı (derece cinsinden) rengin ölçüsüdür.

Toplam renk farklılığı ise aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$\Delta L^* = L^*$ numune - L^* standard işleminin değerinin pozitif olması numunenin standarddan daha parlak olduğunu, negatif olması ise daha koyu olduğunu göstermektedir.

3.2. HIZLANDIRILMIŞ KOŞULLAR İLE İLGİLİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Uzun yıllardan beri yüzey kaplamalarının dayanıklılığının ölçülmesinde güvenilir ve hızlandırılmış sonuç alınabilmesi için genel olarak 2 yöntem uygulanmaktadır.

- Atmosferik koşulların hızlandırılması.
- İklimlendirme (WOM) makinesinde atmosferik koşulların hızlandırılmış simülasyonu.

Bir ürünün gerçek anlamdaki dayanıklılığı ve ömrünü belirlemek ancak gerçek kullanımla anlaşılabilir. Hızlandırılmış deneyler için kısa dönemlere gereksinim olduğundan, dayanıklılık hakkında güvenilir sonuçların elde edilmesi oldukça güç olmaktadır. Bu nedenle "hızlandırma faktörlerinin" kullanıldığı dayanıklılık deneyleri ile hızlandırılmış koşullardaki dayanıklılık deneylerinin ilişkilerinin doğru verilmesiyle bir ölçüde gerçek sonuçlara ulaşılabilmektedir [89, s.258].

3.2.1. Hızlandırılmış Koşullar Ve WOM Gelişimi

Bu konu üzerinde yapılan deneyler, koşullar ve dayanıklılığın öngörülmesindeki sınırlandırmalar çeşitlenmektedir.

ASTM D-1435, DIN V 53386, ISO 460 Standardı esas alınarak yapılan çalışmalarda deney panelleri Güney Florida'nın iklim koşulları verilerine uygun (global ve UV radyasyonu ve aynı nem yüzdesi, günlük ortalama değerin iki katı) etkiye bırakılmıştır. Deneyler, farklı iklim koşulları için ayrı periyotlarda düzenlenerek oluşturulmuştur.

ISO 2810-1974 deney panellerinin konumları ile ilgilidir. Deneyler; panellerin 45° ya da 90° lik açıyla konumlandırılmasıyla yapılarak, 45° lik açı ile yerleştirilen panellerin 90°yle konumlandırılmış panellere göre aynı sonucu verebilmesi için 2 katı süreye gereksinimi olduğu açıklanmaktadır.

Hızlandırmayla ilgili diğer bir sistem Arizona (USA) da geliştirilen "EMMAQUA" olarak isimlendirilen bir deney aletidir. Bu düzenek ile yaklaşık 1800 j/cm² olan tüm radyasyon, aynalar yoluyla 10 kez yoğunlaştırılmış değere ulaştırılmıştır. Panellere nem, periyodik olarak damıtılmış su şeklinde, spreyle verilmiştir. Teorik olarak bu uygulamanın , işlemi 10 kat hızlandırdığı esas alınmıştır.

Bu deney aleti (EMMAQUA), sonraki yıllarda, laboratuarlardaki weatherometer (WOM) için liderlik yapmıştır. Organik esaslı kaplamalar için bozulmayı veren değerlendirilmenin parametreleri; parlaklığın, tebeşirlenme derecesinin ve rengin kalıcılığıdır. Dış ortamda yapılan deneylerde az ya da çok güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Ancak sonuçların alınmasında süreler oldukça uzamaktadır. Örneğin Florida'da bu süre 2 yılı bulmaktadır. Weatherometrelerle süreler çok kısılırken, bu uygulamanın malzeme dayanıklılığını olumsuz yönde etkileyeceğini düşünen Prof. J. Scheiber "laboratuar ortamında gerçeğe dönüştürülen deneylerin, yeni doğan bebeği bir süre yıkamayıp, sonra kaynar suya daldırmaya benzediği" değerlendirmesini yapmıştır [119,s.127]. Gerçekte bütün yöntemlerden elde edilen sonuçlar, doğanın ılımlı koşullarıyla karşılaştırılacak olunursa mantıksız ve aşırı abartılmış olarak çıkacaktır. Bundan dolayı güvenilir sonuçlar için tüm deney yöntemleriyle, doğal hava koşullarının karşılaştırılmasına gereksinim vardır.

Ancak yapılan çalışmalarda 100 saatteki WOM cihazıyla dış hava koşullarının kaç yılının birbirleriyle bağlantılı olduğu bilinmemekteydi. 1984'deki İsviçre Fatipcon-Congress'de WOM yoluyla test edilen organik kaplamaların dayanıklılık tahminlerinin ortalama olasılığının %50-80 olduğu ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

F. Stieg tarafından geliştirilen "Dew-Cycle" olarak adlandırılan yöntemde, UV filtresi olmaksızın, Carbon ark lambaları kullanılmış ve sistemin koşulları geleceğin weatherometer cihazları için olması gereken özelliklerin belirlenmesinde yardımcı olmuştur.

Dikkate alınması gereken bu koşullar şöyle sıralanmaktadır:

- UV radyasyonunun konsantrasyonu

Global radyasyon 300-3000 dalga boyundadır ve 300-400 nm aralığında, % 6 oranında en yüksek enerjiyi içermektedir. Uygun lamba ve filtre seçiminde, bu dalga boylarındaki radyasyon konsantrasyonu dikkate alınmaktadır.

- Isı Kontrolü

Pek çok sayıda lamba, genelde doğal kaynağı aşacak şekilde ısı radyasyonu vermektedir. Polimer malzemede ısı, doğal ortam sıcaklığından daha yüksek tutulduğunda (hızlandırma için toplam bozulma mekanizması değerlerin yüklenmesi

gerekmektedir) doğal ortamdan farklı olarak gelişmektedir. Bu nedenle polimerler için maksimum sınır değerler gerekmektedir (40-60°C). Bu sıcaklığın üstündeki değerlerde malzeme kontrol edilemeyen bir bozulma göstermektedir [119, s.128].

- Nem ve Çiğ

Uygulanan değişim periyodlarında nemli zamanın, tüm zamanda % 15-50 oranı gibi dar bir alanda tutulması gerekmektedir. Çiğ oluşumu veya nemli ortam damıtılmış saf suyun püskürtülerek verilmesiyle tamamlanabilir. Bu işlemle gerekli ısı aşağıya çekilerek 'çiğ' etkisi sağlanmaktadır [119, s.128].

- Işık Kaynağının Seçimi

WOM lambaları UV radyasyon kaynağını veren en önemli parçalardır F.B. Stieg, Carbon ark lambalarıyla hızlandırılan deneylerde, 50-100 saati, 2000-3000 saat karşılığı almıştır. Sonuçların değişkenliği , ASTM D 822-79: "Standard practice for operating light and water exposure apparatus (carbon ark type) for testing paint, varnish, lacquer and related product." standardında sınırlandırılmıştır.

Işık kaynağının seçimindeki ilk önemli adım ksenon lambalarının kullanılmasıyla atılmıştır. Ksenon lambalar istenmeyen ışınların elemine olduğu ve doğal global radyasyonla bağlantı kurulabilen en uygun lambalardır. ASTM Standard G 26-77 bu kullanım özelliklerini belirlemektedir.

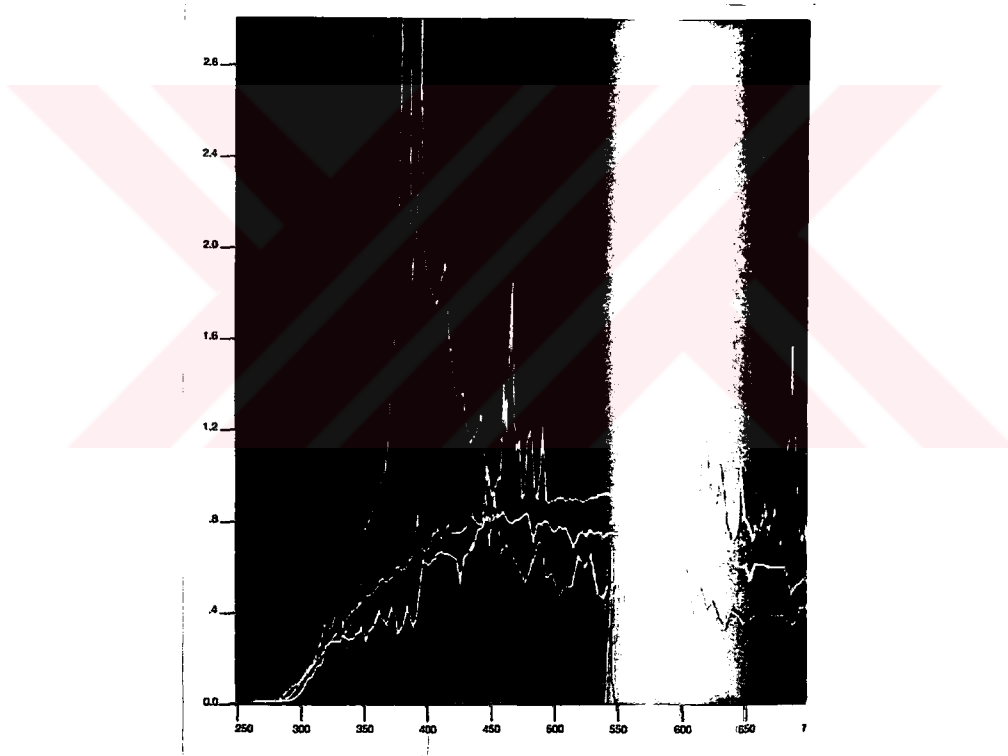
Son on yıldır, UV radyasyonu için fluoressan lambalar da denenmektedir. UV radyasyonunda % 97 gibi büyük oranda randıman vermektedir. ASTM G 53-83, 313 nm'ye çıkabilen UV radyasyonu yayan fluoressan lambaların kullanımıyla ilgili standarddır.

Ksenon lambalardan, karbon ark alevinden ve bazı fluoressan lambalardan yayılan ışınlarda, gün ışınlarında bulunmayan kısa dalga boylu UV ışınları büyük oranda bulunmaktadır. Uygun filtreler kullanılarak , ksenon ve karbon ark lambalarından yayılan kısa dalga UV ışınlarının büyük bir bölümü yok edilebilmektedir. Fluoressan lambaların ise, güneş ışınlarında bulunan UV ışınlarını verecek şekilde seçilebilmesi mümkündür. Ksenon ark lambalarından gelen ışınlar, uygun bir filtreden geçirilecek

olursa, güneş ışınlarının UV ve görünür bölgedeki ışın dağılımının aynısını verebilmektedir.

Polimerlerin büyük çoğunluğu gün ışınlarının değişik dalga boylarından etkilenmektedir. Laboratuarda kullanılan ışın kaynağının, doğal gün ışınları tarafından polimer malzeme üzerinde meydana getirdiği foto kimyasal reaksiyonun aynısını meydana getirebilmesi için, gün ışınlarının spektral güç dağılımının aynısı yapay ışın kaynağı tarafından da karşılanmalıdır.

Güneş ışını ve yapay ışık kaynaklarının spektral enerji dağılımı karşılaştırılması aşağıda görülmektedir (Grafik 6).



Grafik 6 Doğal ve yapay ışık kaynağı karşılaştırması

Sarı - Güneş Işığı - Direkt Global Radyasyon 45° Güney-Miami

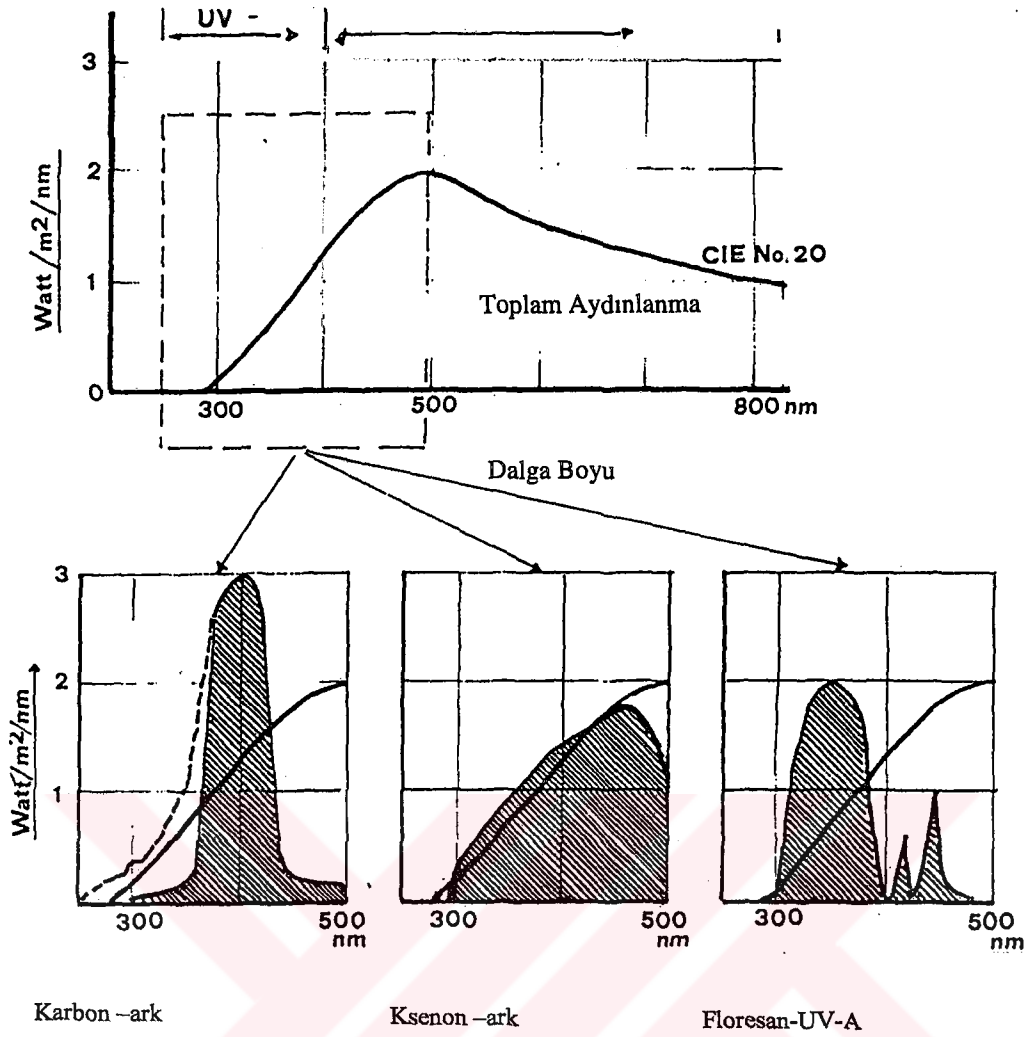
Mavi - Karbon-ark gün ışığı lambası

Yeşil - ksenon arc lambası

Kırmızı - Fs-40 Floresan gün ışığı lambası

[Atlas Weathering Services Groups]

WOM'larda kullanılan lambaların global radyasyonla ilişkisi Grafik 7 'de görülmektedir.



Grafik 7 WOM için ışık kaynağı ve global radyasyonla ilişkisi [119,s.129]

Tüm standartlarda ışık kaynağının etkileme süresini belirlemede, her iklim bölgesi için dağılım değerleri farklı olduğundan WOM koşullarının doğal koşullarla ilişkisi çok açık, net bir şekilde konulamamaktadır [68].

3.2.2. Hızlandırma Faktörleri Tanımı Ve Koşul Verileri Değerlendirilmesinde Kullanılması

Kaplama sistemlerinin, çeşitlendirilmiş hızlandırma koşullarındaki dayanıklılık potansiyellerinin tahminleri, malzeme araştırmalarında kullanılan oldukça önemli yöntemlerdir. Farklı yöntemlerle hızlandırılmış koşulların deney sonuçlarının birbirleriyle karşılaştırılmaları ve birbirleriyle olan ilişkileri, malzeme dayanıklılığı hakkında önceden karar vermede yardımcı olmaktadır. Florida'nın hava koşulları benzetilerek uygulanmış laboratuvar deneylerinde HIZLANDIRILMIŞ DEĞİŞTİRİLEBİLİR FAKTÖRLER (ASF-Acceleration Shift Factor)

karşılaştırıldığında 2'den 60'a kadar çeşitlenebilen yöntem olduğu görülmektedir. Malzemenin dış görünüşünü ve fiziksel özelliklerini yitirmeden kalabildiği sürenin belirlenmesi için uygulanan ASF tahminleri, Florida bölgesi uzun periyotlarda , 5 yıldan başlayıp , daha uzun zaman periyotlarını da içine alacak şekilde düzenlenmektedir.

Deney gelişiminde; naturel UV konsantrasyonu ile ve ışık kaynaklarıyla hızlandırılmış yöntemlerde, kimyasal değişimlerin değerlendirilmesi elektron spin resonance (NMR) ve kızılötesi spektrometre ile mümkün olmaktadır [69,70, 86, 88, 120].

Sonraki aşama, bu deneylerin sonuçlarının değerlendirilmesinin gerçeğe uygunluk çalışmasıdır. EN ISO 4892-1: 2000'de referans kaynak olarak gösterilen J.A. Simms'e ait çalışmada, değerlendirme analizleri, hızlandırılmış tüm laboratuvar deney sonuçlarının bir araya toplanarak, güvenilir oranların karşılaştırılması şeklindedir [122, s.45-53]. Araştırmada , bütün etki koşullarının periyotları için en uygun olan hızlandırma faktörü ve uygun düşen eğri seçilmektedir. Bu hızlandırılmış verilerin zaman eksenleri, hızlandırılmış verilerin değişebilir oluşumlarının gerçek zaman eğrilerini verirler. Birçok hızlandırma faktörlerinin arasında en uygun olan faktör seçilirken ya, iki eğri arasında kalan en aza indirgenmiş alanın hesabı yapılmakta, ya da operatörün görüşüne bırakılarak en uygun olanın kararı verilmektedir. Bulunan değer hızlandırma faktörünün oranını "AF "(Acceleration Factor) olarak tanımlanmaktadır. Hesaplanan değer bir yıla uygun katsayıyı vermektedir.

Bu yöntemde;

Tavsiye edilen hızlandırılmış deney sistematiği ;

- Uygun zaman aralıklarının kullanımıyla hızlandırılma verilerinin elde edilmesi,
- Tahmini performans sonuç eğrisinin sağlanması,
- ASF yönteminin gösterdiği olası en doğru sonucun, Florida için deney sonuçlarının karşılaştırılması şeklinde gelişmektedir.

Çalışmalarda, çeşitli koşulların, kaplama malzemesi üzerindeki etkisi araştırılırken, malzemenin parlaklık ve çekme dayanımındaki değerlerine bakılmıştır. Sonuçların birbirleriyle karşılaştırmalarında iki deney yöntemi ele alınmıştır. Bunlar Florida bölgesi

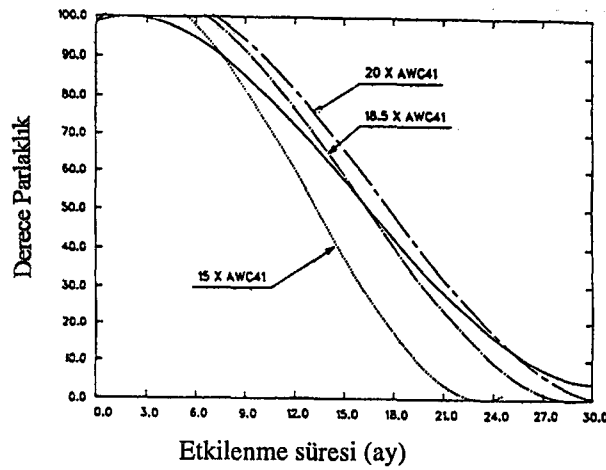
için uygulamak üzere yapılmış olan açık raf sistemi ve kapalı siyah kutu ile hızlandırılmış deney yöntemleridir.

AWC 41 yöntemi; (Accelerated Weathering Cycle) yüksek yoğunluktaki merkuri lambalarıyla önce 6 dakika aydınlatmayı kapsayan, sırasıyla 1 dakika su spreyi ile ıslatılan ve 3 dakika karanlıkta ıslak bırakılma olarak sürdürülen bir uygulamadır. Sıcaklık 40°C derece olarak sabit tutulmakta, UV lambası seçiminde özellikle doğal güneş ışınına en yakın ışını veren tipte olmasına dikkat edilmektedir.

Farklı yöntemlerin sonuçları özel olarak düzenlenmiş karşılaştırmalı bilgisayar programında değerlendirildiğinde 5 yılın Florida ortalama yıllık iklimsel değerlerinin karşılığı olan "zaman katsayısı" aranmıştır. Yöntemler ve simüle edilen zaman aralıkları tablo 10'dadır. Bu tablonun karşılaştırmalı sonuçları ise parlaklık için grafik 8'dedir [122, s.49].

Tablo 10 Açık raf sistemiyle 5 yılın simüle edilmiş zaman aralıkları [122, s.49]

<u>ASF</u>	<u>Saat</u>	<u>Yorum</u>
1	43.800	Hızlandırma Olmaksızın
2	21.900	Siyah Kutu Hızlandırması
5	8.770	AWC 41 (düşük seviyede çalışan)
10	4.380	AWC 41 (alışılmış devir)
15	2.920	AWC 41(Akrilik lak ve parlak boyalar için uygulanan devir)
40	1.090	AWC 41 (gözlem için kullanılan aralık)



Grafik 8 Beyaz akrilik boyalı yüzeyde AWC 41 koşulları ve farklı katsayılarla yapılan deneyler sonrasındaki parlaklık değerleri [122 , s.51]

Araştırmalarda, hızlandırma faktörleri, her malzeme için farklılık göstereceğinden en uygun verinin ne olacağı ve malzeme ömrünün tahmini olarak ne kadarına karşılık geldiği konusu daha netleştirilmek istenmiştir. Bu çalışma doğrultusunda, aşırı koşullar uygulanmaksızın 1 yıl Florida iklim koşullarının 500 saatte simule edildiği hesaplanarak, 1 yılda $24 \times 365, 25 \text{ gün} = 8766 \text{ saat}$ 500'e bölündüğünde AF olarak 17.5 bulunmuştur. Bu katsayının aynı malzeme için, farklı deney koşullarında da aynı olması gerektiği belirtilmiştir.

Ancak katsayının seçiminde malzemenin özellikleri önem taşımaktadır. Örneğin M. Köhl, hızlandırma faktörleriyle ilgili çalışmasında polimerik olmayan, üstü parlak ve düz yüzeyli, güneş ışığını absorbe edebilen kaplamalar için (hızlandırma faktörünü" 500 olarak almış ve 10 yıllık kullanım sürecinin karşılığının 1 hafta olarak eşitlendiğini belirtmiştir. Hızlandırma faktörlerinde , yükleme zamanının referans zaman aralığı ile , gereksinim duyulan zaman aralığının ilişkisi çeşitli şekillerde formülize edilmiştir [43, 89, 95].

Yüklenen ısı, yaşlandırma deneylerinde çok büyük rol oynamaktadır. Sıcaklıkta çok küçük bir değişiklik oynaması, örneğin $200 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den $300 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye çıkması, hızlandırma faktörünün 100'den 10.000'e çıkmasına neden olabilirken enerji de 100'den 200 kJ/mol'e çıkabilmektedir [89, s.261].

Deneylerde sıcaklıkların artırılması malzemenin kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Polimer olmayan emici yüzeylerde bu formülasyonlar olabilirken, polimer esaslı malzemenin ısıya dayanıksızlığı göz önünde tutularak sıcaklık derecelerinin yüksek tutulamayacağı ve tek bir hızlandırma faktörü alınamayacağı görülmektedir. Deney koşullarının malzemenin spesifik özelliklerine uygun, aynı

zamanda doğal hava koşullarının değerleri düşütülerek formülüze edilmesi gerekmektedir. The Society of Automotive Engineers (SAE), Industrial Fabrics Association International (IFAI)'in Güney Florida ve Arizona için birçok malzemeyi kapsayan hızlandırma yöntemleri bulunmaktadır (SAE J 1885, SAE J 1960 Ksenon lambalarının kullanımları). Ancak deneylerin sonucundaki karşılaştırmalar iyi sonuçlar vermesine karşın %100 eşdeğer olabilecek güvenilirlikte olmadığı belirtilmiştir.

BS EN ISO 4892-1 Standardında bölüm 4.1.3 de hızlandırma faktörlerinden söz edilmektedir. Hızlandırma faktörünün, hızlandırılmış laboratuvar deneylerinde kullanılmasında etki sürelerinin , saat, ay, yıl olarak ilişkisinin kurulması yönünde çalışmaların sonuçsuz kaldığı belirtilmektedir. Neden olarak;

- Her malzeme için farklı formülasyonların gerekmesi,
- Laboratuvar koşulları ile doğal koşullardaki etkilenmenin farklı bozulma oranlarında sonuçlanması olasılığı ve böylece hızlandırma faktörünün de değişebileceği gösterilmektedir.

Hızlandırma Faktörü ile ilgili açıklamalar ve yapılan çalışmaların referans kaynakları ISO 4892-1:2000 Standardında olmasına karşın, TS'de bu konuyla ilgili hiçbir standardda, ISO 4892-1' Standardının karşılığı olarak gösterilen 8106-1 Standardında da herhangi bir biçimde yer almamakta, hızlandırma faktör sayısından söz edilmemektedir.

3.2.3. "Gün Işığı " Kullanılarak Hızlandırılmış Koşullar İle Ölçüm Yöntemleri (Outdoor Weathering Test)

Plastiklerde ışığa maruz bırakma deneyleri, dış hava şartlarına maruz bırakılmasıyla (Fresnel aynalarıyla şiddetlendirilmiş gün ışığı cam filtreden geçirilmiş gün ışığı) ya da yapay ışık kaynakları kullanılarak hızlandırılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Kullanılan düzenekler ve yöntemler tümüyle farklıdır. İlgili Standardlar aşağıda gruplandırılmıştır.

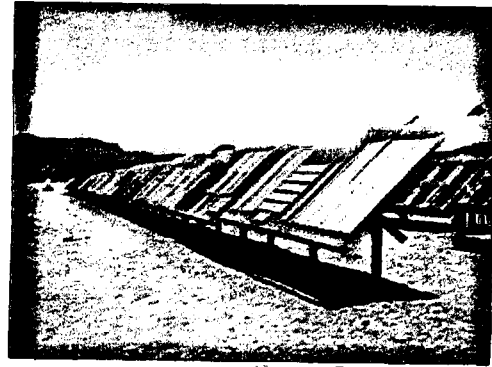
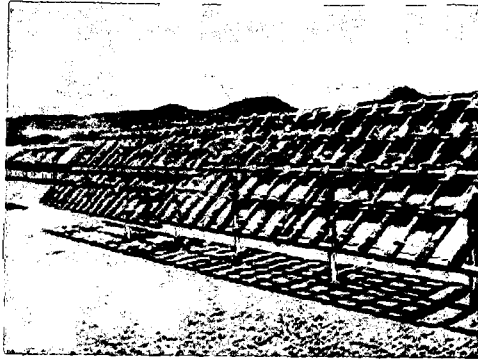
ASTM D - 1435.85 ASTM G7, GM 9163 (2)

ISO. 4607, BS. 2782 (5.550 A), DIN. V. 53386

EN ISO.877, 1998, SAE J1976

TS. 7309. Plastikler-Doğrudan-Gün Işığına Maruz Bırakma Metodları

Bu standartların koşullarında örnekler, açık havada 45° eğimle ve yüzeyleri "güneş yönüne" bakacak şekilde hazırlanan arkası açık, ya da kapalı olan raflara yerleştirilmektedir (Resim 16, 17). Deney sonunda karşılaştırma yapılabilmesi için, açık havaya bırakılan örneklerin eşleri; laboratuvar ortamında tutulmaktadır.



Resim 16 Arkası açık raf sistemi

Resim 17 Arkası kapalı raf sistemi ile

ile gün ışığına bırakma yöntemi

gün ışığına bırakma yöntemi

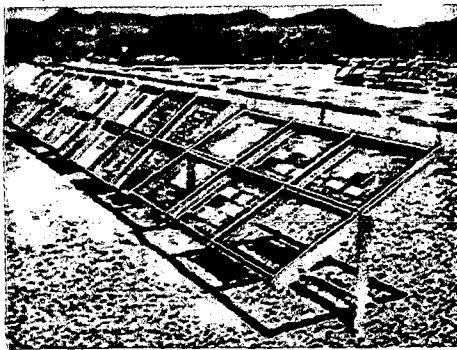
ASTM G 24 (A)

ISO 877

ISO 105-B01

Ford BI-160-01 Standardlarındaki uygulama ise;

Örneklerin, güneş ışınımına karşı fazla geçirgenliğe sahip camlar (ASTM STP 1202-geçirgenliği fazla olan camların özellikleriyle ilgili) altına, bir önceki deney yöntemi ile konumlandırılması ve sonuçların karşılaştırılması şeklindedir (Resim 18).



Resim 18 UV güneş ışınımı geçirgenliği olan cam raflar üzerinde örneklerin konumlandırılması. (Camlara, deney öncesinde min. 3 ay ışınım yaşandırması yapmak gerekmektedir).

ASTM G 7

ASTM D 4141-82

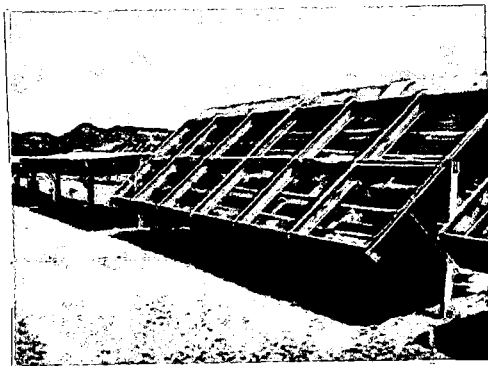
SAE J1976

ASTM GM 9163 (2) Standardlarında uygulama, örneklerin değişik açılarda konumlandırılmaları şeklindedir.

Çerçevelerin gereksinimine göre eksen etrafında dönebilen tipleri kullanılmaktadır. 45° güney konumda raflar üzerine yerleştirilen örneklerin bozulma oranının, 90°lik konuma göre daha fazla olduğu belirtilmekte, bunun nedeni olarak, kritik hava değişimlerinin 45°lik yönlenmede artması gösterilmektedir.

G7 standardının 5° lik açıyla konumlandırılan uygulamaları da vardır. Standard koşullarında örnekler , siyah boyanmış metal çerçevelerle kapatılmış kutular içerisine yerleştirilmektedir. Ayrıca cam altında 45°-5° değişebilen açılarda yerleştirilebilen uygulamalar bulunmaktadır. (G 24.B, Ford BI-106-01). Bu sistemle Arizona'daki uygulamada, kutu içindeki sıcaklık derecesi, 80 °C'yi geçmiştir. (Resim 19).

Uygulanan hızlandırma yöntemi, otomotivde kullanılan hızlandırma koşullarının benzeri şeklindedir.



Resim 19 Camlı çerçevelerin uygulama biçimi.CTH (Controlled Temperature and Humadity), Herculite (Safety Glass), kullanılan tiplerden bazılarıdır.

Standardların deney koşullarında güneş ışınımının yanı sıra, saptanan periyotlarda sprey uygulaması da bulunmaktadır. (General Motors Standards)

ASTM G 90-98, ASTM D 4364

EN ISO 877 /1998

ASTM STP No 646 (1978) SAE J 1961

TS 7309 Standardlarında Fresnel yoğunlaştırıcı aynaları, birçok plastik maddenin hızlandırılmış dış hava şartlarına maruz bırakılması deneylerinde kullanılmaktadır. Uygulamalarda, bir tam yıldan daha kısa süreli deneylerden alınan sonuçlarda, mevsimlerin etkisi görülmektedir. Deney yöntemleri seçilirken, hava koşulları değerlendirilerek, malzemenin herhangi bir mevsim için en ağır koşullara maruz bırakılması gerekliliği dikkate alınmaktadır. Uygulama yerlerinin, ağaç ve binalardan uzakta açık alanlar olması belirtilmektedir.

Fresnel yansıtıcı ayna sistemi ile yapılan deneyler, kuru, yıllık gündüz ortalama bağıl nem oranı %30' dan düşük olan iklimlerde en iyi sonucu vermektedir.

Deney yöntemlerinde su püskürtmeli uygulamalarda, su içindeki silika oranının 0.01 mg/L'den ve toplam katı maddelerin 20 mg/L'den az olması gerektiği belirtilmektedir. Su püskürtme çevrim süreleri, seçilen plastik malzemenin kullanım koşullarına göre değişebilmektedir.

Tüm standartlarda , elde edilen sonuçların, gün ışığının meydana getirdiği değişiklikler hakkında sadece genel bir fikir verdiği belirtilmektedir.

3.2.4. "Laboratuar Ortamında" Hızlandırılmış Koşullar İle Ölçüm Yöntemleri

İlgili Standartlar;

ASTM D 2565-92, ASTM D 4329-92, ASTM D 5071-91 ,

ASTM G 23, G 26, G 53, G 151, G 152, G 153, G 154, G 155, Practice for Exposing Nonmetallic Materials in Accelerated Test Devices Laboratory Light Sources (Carbon-arc, Xenon-arc, fluorescent UV) With and Without Water for Exposure of Nonmetallic Materials,

Publication C.I.E. No 85 (1989) Solar Spectral Irradiance,

DIN 53384 Testing of Plastics: Artificial Weathering or Exposure in Laboratory Exposure Apparatus to UV Radiation,

BS EN ISO 4892-1, 4892-2, 4892-3 (2001). ISO 105 B 02, ISO 105 B 04, ISO 105 B 05, ISO 105 B 06, Plastics-Methods of Exposure to Laboratory Light Sources,

TS 10883/Nisan 1993 Dış Cephede Kullanılan Sert Polivinilden Yapılmış Kaplama Levhalarının Hava Şartlarına Dayanıklılık Tayini,

TS 2826 Kasım 1986 Polimerik Malzemeler- Hızlandırılmış Yaşlandırma Deneyleri,

TS 8106-1, 8106-2, 8106-3. Plastikler Laboratuar Işın Kaynaklarına Maruz Bırakma Metodları,

TS 10261-Nisan 1992. Plastikler-Cam Altında Gün Işığında, Normal Hava Şartlarına veya Suni Işığa Maruz Bırakıldıklarında Renginde ve Özelliklerinde Meydana Gelen Değişikliklerin Tayini,

olarak gruplanabilir.

Hızlandırma deneylerinde, malzemenin üzerine düşen ışınların spektral dağılımını değiştirmeksizin kullanılan UV kaynağı, plastiğin türüne, öngörülen kullanım alanına ve elde edilmeye çalışılan bilgiye göre değişmektedir. Kapalı veya açık alevli "karbon ark" veya su soğutmalı "ksenon ark" lambaları, fluoraslan lambaları en yaygın kullanılan UV ışın kaynaqlarıdır.

Yapay ışık kaynakları kullanılarak hızlandırılmış yöntemlerde, istenilen bilgileri kısa zamanda elde etmeye gereksinim vardır. Doğal hava koşullarına maruz bırakmanın aksine, yapay ışın kaynaklarıyla hızlandırılarak yapılan uygulamalar, polimerin bozulmasına neden olabileceğinden, kontrollü şartlar altında yürütülmek üzere tasarlanması zorunluluğu bulunmaktadır. Ancak, hızlandırma yöntemlerinde, koşul verileri ve malzeme özelliklerinin bir arada değerlendirilmesi gerekliliğinden yapılan deney koşulları farklılıklar taşımaktadır. Yalnız UV, UV+nem, UV+yağış, UV+yağış+karanlık, gibi değişik etkilene mekanizmaları ve sürelerinin uygulandığı programlar bulunmaktadır. Uygulamalarda, örneğin ;

American Institute for Conservation'da (AIC) yapılan, akrilik-silikon reçine karışımı için hızlandırılmış deneylerde yöntem ve periyodlar, 0.01 ml H₂SO₄ asit solusyonuyla 4 saatlik periyodlarda buhar işlemi, 20 saat iklim odasında kurutma (125 W UV lambası , 280-380 nm), 50°C sıcaklık ve %70 nem koşulları olarak yaratılmış, çevrim, toplam 21 kez tekrarlanmıştır.

ASTM G 26 Standardı 5.4 maddesine göre, su çevrim süresi her dakika için 1 ya da 2 kez olarak düzenlenmektedir. Deney yöntemi A'da ise 102 dakika ışınlamaya ek olarak, 18 dakika ışın+su püskürtme programı uygulanmaktadır.

Deney yöntemi B'de ise aydınlık-karanlık ve aralıklı su püskürtmeli uygulamalar bulunurken, yöntem C ve D su püskürtülme uygulamalarıdır.

ASTM D 2565-92 A Standardında "su püskürtmeli" olan deney yönteminde 102 dakika kuru, 18 dakika ıslak periyod uygulanmaktadır.

EN ISO 4892-2 Standardında ıslaklığın tercih edildiği seçeneklerde (madde 6.3) önceden belirlenen bir uygulamanın yapılabileceği belirtilirken, genelde önerilen çevrim süresi ; kuru 102± 0.5 dakika, su püskürtmeli 18 ± 0.5 dakika 'dır.

Institute for Research in Construction kapsamında yapılan diğer bir dayanıklılık deneyinde Kanada iklim verileri kullanılarak, organik malzeme için; 102 dakika yalnız radyasyon; 18 dakika su spreyi ve radyasyon olarak 2 saat çevrimli; 10 saat radyasyon, 5 1/2 saat su çevrimli; ve 1 saat radyasyon, 1 saat radyasyon olmaksızın yüksek nemle çevrimli uygulamalar yapılmıştır. Işık kaynağı olarak ksenon ark, açık ve kapalı karbon arklı lambalar kullanılmıştır [19, s.5].

Deney örneklerinin ışınlara tutulma sürelerine ilişkin standartların belirlediği farklı süreler bulunmaktadır:

ASTM D 5071-91 standardının 8. maddesine göre doğal gün ışığı etkisi veren 45 W/m² gücündeki lamba ile 4 haftalık aydınlanma sürecinde 100 Mj/m² değerinden fazla UV radyasyonu sağladığı belirtilmektedir. Güvenilir sonuçların elde edilebilmesi açısından aydınlanma sürelerinin saptanmasında, malzemenin bozulma gösterebileceği kritik değer sınırlarının düşünülmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

ASTM D 4329-92 Standardında flourasan UV lamba tipiyle ASTM G 53 standardı referans alınarak, plastik malzemenin genel uygulamaları için 60 °C de 8 saat UV etkisi, otomotivde kullanılan parçalar için 70 °C, 8 saat UV etkisi, plastik yapı malzemesi için 50 °C, 8 saat UV etkisi simule edilmiştir (ASTM 4329-92; bölüm 7.3.1, 7.3.2, 7.3.3). Madde 8.de etkilenme süresinin toplam saatinin belirlenmesi konusunda net bir değer verilmemiştir.

G 26 Standardında ise ; UV, su veya su kullanmaksızın , karanlık veya aydınlık olarak 4 deney yöntemi bulunmaktadır. Sürekli UV ışınımı için aydınlatma süresi madde 4.1.5 de görüldüğü gibi tercihler doğrultusunda belirsiz bırakılmıştır.

ASTM D 2565-92 Standardında aydınlatma süresinin toplam UV değerleri esas alınarak, alternatif uygulamaların olabileceği belirtilmektedir.

TS 10883/Nisan 1993 , 2.3.9. maddesinde TS 8106 referans verilerek 72 saat aydınlatma süresi verilmiştir.

TS 2826/Kasım 1986-Standardında süre olarak; 85 ±1 °C de 20 saat, 105 ±1 °C de 3 saat verilmiştir. Ancak bu sürelerin, doğal atmosferik koşullardaki etkilenme süresi olarak karşılığı belirtilmemektedir.

BS EN ISO 4892-1:2001 ve TS 8106-1 Standardlarında, malzemenin doğal atmosferik koşullarda karşılaştığı ısı, nem ve diğer etkiler karşısında özelliklerinin değişimi ile, laboratuvar ışık kaynaklarıyla kontrol edilerek yapılan hızlandırılmış deneyleri karşısında fiziksel, kimyasal özelliklerinin değişimi arasında geçerli bir bağıntının olması , ayrıca dayanıklılık ile ilgili araştırmaları yapan laboratuvarların elde ettiği sonuçların karşılaştırılması ve ilişki kurulması gerektiği vurgulanmaktadır.

Standardda, sınırlar konularak yapılmış olan laboratuvar deney sonuçlarıyla doğal atmosfer koşulları etkisi altında kalmış malzemedeki meydana gelen değişiklikleri ilişkilendirmenin güçlüğü ; nedeninin de, doğal UV radyasyon değerlerinin, nemli ortam süresinin, ısının, kirlilik ve diğer faktörlerin, bölgelere göre farklı olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda güneş ışınlarının yeryüzündeki şiddetinin ve niteliğinin bulunan yere ve zamana göre değiştiği gerçeği nedeniyle ışınım sürelerine ilişkin bilgi verilememektedir.

Bu araştırmada, deneylerde kullanılan ışın kaynağının etki sũresi belirlenirken, konuyla ilgili yukarıda da belirtilen tũm ulusal ve uluslararası standartlar incelenmiş, deney yũntemlerinin esnek olduğu, malzemenin Ȗzelliđine ve toplam UV değerlerine gȖre değişebildiği gȖrũlmũřtũr. Bu doğrultuda araştırmada Ȗzgũn deney koşullarının yaratılmasına karar verilmiştir.



DENEYSEL ÇALIŞMA

4.BÖLÜM PU, PVC ESASLI MALZEMEDE YÜZEY DAYANIKLILIK DENEYLERİ

Bu deneysel çalışmanın sistematğinde ASTM E 632-82 "Standard Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials" Standardı belirleyici olmuştur. Malzeme performansının belirlenmesi amacıyla, standartta izlenen yol, ortaya konulan yöntemler ve uygulama biçimleri esas alınarak çalışmanın disiplini sınırlandırılmıştır.

Araştırma kapsamında; PU ve PVC malzemenin;

- Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış malzemenin yüzey dayanıklılık deneyleri,
- Çeşitlendirilmiş koşullar ve sürelerde deneyler uygulanarak yaşlandırılmış malzemenin dayanıklılık deneyleri,
- Her iki malzeme için, deney sonuçlarından elde edilen verilerle, aynı koşullarla sürelerin uzaması durumunda malzemenin dayanıklılığının istatistiki değerlendirilmesi

olarak üç aşama programlanmıştır.

PU ve PVC malzeme için servis ömürlerinin öngörülmesi; koşul ve süreçlere göre çeşitlendirilmiş deneyler uygulandıktan sonra performansların karşılaştırılması, her iki malzemenin istenen performanslarıyla, elde edilen verilerin olası hava koşulları altında, seçim kriterlerine uyup uymadığının değerlendirmesi şeklinde olacaktır.

Yapılacak deneyler ve uygulanacak yöntemler belirlenirken, TS 10261/ Nisan 1992 (Plastikler- Cam Altında Gün Işığında , Normal Hava Şartlarına veya Sun'i Işığa Maruz Bırakıldıklarında Renginde ve Özelliklerinde Meydana Gelen Değişikliklerin Tayini) Standardı' ndaki malzemenin görünüş ve yüzey özellikleri, mekanik ve diğer özelliklerde yer alan deneyler incelenmiş, bu deneyler arasından PU ve PVC

kaplama malzemesinin kullanım koşullarına uygun olan renk, parlaklık ölçümleri, yüzey sertliği, çekme dayanım deneyleri seçilmiştir. Malzemenin UV, ısı ve su bileşik etkisi karşısında göstereceği performans deneylerinin referans belgeleri, belirlenen sınırlandırmalar ve uygulanan yöntemler bölümlerin içeriğinde bulunmaktadır.

Deney sonuçlarının istatistiksel yorumu TSE 2629/ Mart 1997 “İstatistik-Test Sonuçlarının İstatistiksel Yorumu-Ortalamanın Tahmini” Standardı doğrultusunda yapılmıştır.

Normal dağılımın ortalaması

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Standart sapma

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Değişim katsayısı

$$v = \frac{s}{\bar{x}} 100 \% \text{ hesaplanarak kalite kontrolünün}$$

değerlendirilmesi yapılmıştır [62, s.178].

İstatistiksel değerlendirmeler yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre; tasarlanan deney koşullarında ortaya çıkabilecek olası verilerin istatistiklerinin yorumlanması şeklindedir. İstatistik verilerin elde edilmesinde tahmin aralıkları

Aralık Tahmini : $\hat{x} = t \frac{\alpha}{2} n - 1 \frac{1}{\sqrt{n}} (s_1^2 + s_2^2)$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

4.1 STANDARD ATMOSFER KOŞULLARINDA KONDİSYONLANMIŞ PU, PVC ESASLI MALZEMEDE YÜZEY DAYANIKLILIK DENEYLERİ

Standard atmosfer koşulları, hava sıcaklığı, nem değeri , atmosfer basıncının sınır aralığı ve hava dolaşım hızının belirlendiği sabit atmosferdir. Bu koşulların normal bileşenlerinin dışında radyasyon etkisi dahil bir başka bileşen içermemesi gerekmektedir (Tablo 11, 12) TS 720 EN ISO 291/Nisan 1999.

Tablo 11 Standard atmosfer koşulları TS 720 EN ISO 291/Nisan 1999.

Standard Atmosfer Sembolü	Hava Sıcaklığı t (°C)	Bağıl Nem U(%)	Açıklamalar
23/50	23	50	Aksi belirtilmedikçe bu şartlar kullanılır
27/65	27	65	Tropik ülkelerde kullanılabilir

Tablo 12 Kabul edilebilen farklı sapmalara karşılık gelen standard atmosfer sınıfları TS 720 EN ISO 291/Nisan 1999.

Sınıf	Kabul edilebilen sıcaklık sapması	Bağıl nemdeki kabul edilebilen sapma %	
		23/50	27/65
1	±1	± 5	± 5
2	±2	±10	±10

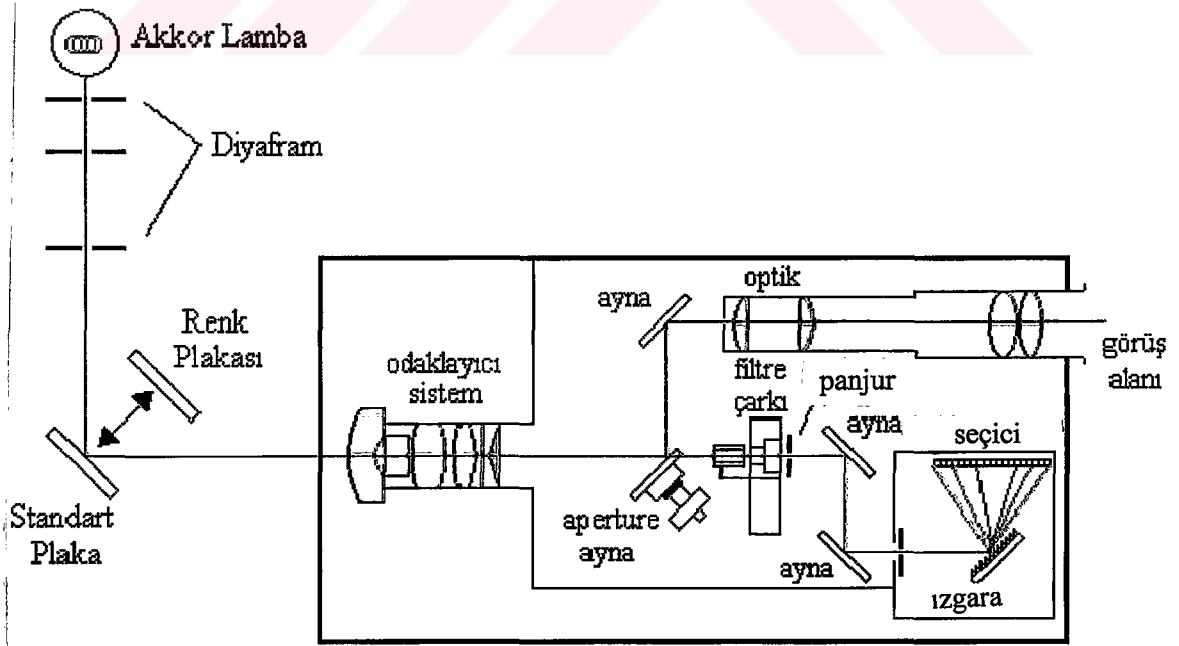
Deney uygulanan deney parçası üzerinde, sıcaklığın ve nemin belirgin bir etkisi yoksa standarda göre her ikisi de kontrol edilmemektedir. Bu durumda, atmosfer koşulu “ortam sıcaklığı olarak adlandırılır”. “Ortam sıcaklığı” deyimini, hava sıcaklığının belirli bir aralıkta olduğu ortamı tanımlamakta, böyle bir ortam için bağıl nem, atmosfer basıncı veya hava dolaşım hızı dikkate alınmamaktadır. Genelde hava sıcaklığı aralığı 18 °C’den 28 °C ‘ye kadardır. (TS 720. EN ISO 291/ Nisan 1999- Plastikler- Deney ve Kondisyonlama İçin Standard Atmosfer Şartları).

Araştırmada her örnek parçası 1. sınıf standard atmosfer koşullarında “88 saat” kondisyonlanmış, dayanıklılık deneyleri bu örnekler üzerinde yapılmıştır. Bu deney grubu verileri “kondisyonlanmış” tanımlaması altında yer almaktadır.

4.1.1. Renk Değerleri Deneyi

Deney Düzenineğinin Tanıtımı

CIE Sisteminde renk ölçüm düzeneği ;



Şekil 27 Renk değerleri ölçüm düzeneği



Resim 20 Renk değerleri deneyi

Ölçümde Kullanılan Referans

Lamba	: W-Filamanlı Standart Lamba
Üretici Firma	: Osram GmbH/Almanya
Model	: Wi41/G
Seri No	: 825
İzlenebilirlik	: UME.FOP. 2003.114
Düzenek	: Spektrokolorimetre
Üretici Firma	: Photo Research/ABD
Model	: RP 650
Aksesuar	: SRS3-Beyaz Dağınık Yansıma Plakası
Tip	: Baryum Sülfat, BaSO ₄
Seri No	: 94 2305 - 2
İzlenebilirlik	: UME. FOB. 2003. 112
Işık Kaynağı	: CIE-65
Geometri	: d/8°, 2° Görüş Açısı

Deney Ortam Koşulları

Sıcaklık	: (23.0 ± 0.2) °C
Bağıl nem	: (%45.0 ± 5.0)

Ölçüm Standardı ve Yöntemi

Renk ölçümleri ve hesaplamaları CIE Colorimetry 15.2 önerisine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

PU ve PVC kaplama örneğinin renk değerlerinin ölçülmesinde;

CCT = 2856 K'de çalışan CIE-A tipi ışık kaynağı ve referans olarak standard renk ölçer (RP-650) cihazı kullanılmıştır. Ölçümlerin $d/8^\circ$ geometrisinde yapılabilmesi için toplama küresi kullanılmış ve 2 derecelik görüş açısı için UME referans beyaz dağınık yansıma standardı ve deney plakası ile alınan değişimli ölçümlerin ardından, deney parçasının CIE-D65 tipli ışık kaynağı için L^* , a^* , b^* renk değerleri ölçülmüştür.

Ölçüm Belirsizliği

Renk ölçümlerindeki toplam ölçüm belirsizliği % 1.5 olarak hesaplanmıştır.

Ölçümdeki belirsizlik "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM, ISO 1993)" dökümanına uygun olarak hesaplanmıştır. Ölçüm belirsizliği genişletilmiş belirsizlik olup, güvenilirlik düzeyi % 95'tir ($k=2.0$).

Deney Parçası Özellikleri ve Kodlama Sistemi

Ölçümde kullanılan örnekler herhangi bir etkiye uğramamış, 3N firmasına ait PU, Pakpen firmasına ait PVC kaplamadır. Aralarından en çok tercih edilen renkler seçilmiştir.

Kodlama PU , r.b, PU , r.b,
PVC, r.m, PVC, r.m (r: renk , b: bej , m: mavi) şeklindedir.

Renk ölçümleri sonucunda deney parçası için elde edilen L^* , a^* ve b^* renk koordinatları renk değişkenliği değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 13).

Tablo 13 Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU ve PVC malzemesi renk değerleri deney sonuçları

Örnek no	Işık Kaynağı	Görüş Açısı	L*	a*	b*
PU, r.b	CIE-D65	2°	87.70	-0.18	21.41
PU, r.m			76.15	-9.81	-14.01
PVC, r.b	CIE-D65	2°	76.13	0.96	10.45
PVC, r.m			62.74	-2.35	-3.37

4.1.2. Parlaklık Değerleri Deneyi

Deney Düzenekinin Tanıtımı

Parlaklık; yansıma plakası ve parlaklık ölçer düzenekleri aracılığıyla ölçülmektedir.

Düzenek : Micra TRI-gloss parlaklık-ölçer

Üretici Firma : BYK Gardner

Model : 4520

Seri No : 764978

Aksesuar : Model-4522 Tam Parlak Plakası

İzlenebilirlik : UME.FOP.145

Deney Ortam Koşulları

Sıcaklık : (23 ± 0.2) °C

Bağıl Nem : % (45.0 ± 5.0)

Ölçüm Standardı ve Yöntemi

Ölçümler DIN 67 530 ve ASTM D 523-89 standardlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

PU ve PVC örneğinin parlaklık ölçümleri, UME standard parlaklık ölçüm düzeneği ve çalışma standardı parlaklık plaka seti kullanılarak (yerine koyma metoduyla)

gerçekleştirilmiştir. Parlaklık plakası parlaklık değerleri, ilgili DIN 67 530 ve ASTM D 523-89 uyarınca tekrarlı ölçüm sonuçlarından elde edilmiştir.

Ölçüm Belirsizliği

Verilen görüş açılarından ölçülen parlaklık değerlerindeki toplam ölçüm belirsizliği ± 1.0 dir. Parlaklık ; (C) olarak belirlenmiştir.

Ölçümlerdeki belirsizlik "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM, ISO 1993)" belgesine uygun olarak hesaplanmıştır. Ölçümün toplam belirsizliği genişletilmiş belirsizlik olup, bileşik belirsizlikten kapsam faktörü $k=2.0$ kullanılarak elde edilmiştir. Güvenilirlik düzeyi % 95'tir.

Deney Parçası Özellikleri ve Kodlama Sistemi

Açık renkli örnekler tercih edilmiştir.

Deney parçası örnekleri 10° açılı geometriyle yerleştirilmiştir.

Kodlama PU r.b., PU r.m ,
PVC r.b, PVC r.m şeklindedir. b. bej rengi, m. mavi olarak kodlanmıştır.

Tablo 14 PU ve PVC malzemesi standard atmosfer koşullarında parlaklık değerleri deney sonuçları

Örnek	C	Belirsizlik (P.B)
PU r.b	21.41	± 1.0
PU r.m	17.10	± 1.0
PVC r.b	10.49	± 1.0
PVC r.m	4.13	± 1.0

4.1.3. Sertlik Deneyi

Deney Düzeneginin Tanitimi

Shore D

Marka : Bareiss
Tip : Digi test
Seri no : DTAA 5054/01



Resim 21 Sertlik deney düzeneği

Deney Ortam Koşulları

Sıcaklık : 22.0 ± 1.0 °C
Bağıl Nem : $\% 45.0 \pm 5.0$

Ölçüm Standardı ve Yöntemi

Deney koşulları; ASTM D 2240-91 Durometer Hardness, EN ISO 868, TS 1181 (Shore Sertliği) Standardı koşullarına bağlı kalınarak sağlanmıştır.

Deney ölçüm yöntemi olarak her iki malzeme için de Tip D durometre yöntemi kullanılmıştır. Ölçüm sonuçlarındaki değerler, Tip D durometrenin uygulanması koşulunu getirmektedir. (TS, 1181, madde 8.1) "Tip A durometre ile elde edilen değerler 90' ın üzerinde ise ölçmeler Tip D durometre ile, Tip D durometre ile elde edilen değerler 20'nin altında ise ölçmeler Tip A durometre ile yapılır."

Bu yöntemler, kontrol amacıyla kullanılan ampirik deneylere dayanmaktadır. Deneyi yapılan malzemenin ana özellikleri ile bu yöntemle belirlenen batma sertliği arasında bir bağlantı bulunmamaktadır (TS 1181, madde 1.2).

Deney Parçası Özellikleri ve Kodlama Sistemi

PU kaplama malzemesi deney parçaları:

Kalınlık : 8 mm, 6 cm x 6 cm boyutlarında hazırlanmıştır. Ön ve arka yüz 2 ayrı grupta, gruplar da kendi içinde 3'er adettir.

PVC kaplama malzemesi deney parçaları ise;

"Deney parçasının kalınlığı en az 6 mm olmalıdır." (TS 1181; madde 5.1) koşulu doğrultusunda 6 tabaka üst üste konulmasıyla gerekli kalınlık elde edilerek hazırlanmıştır.

Kalınlık : 6 adet x 1.1 = 6.6 mm, 6 cm x 6 cm boyutlarındadır.

Örnekler; kaplama yüzeyi ve arka yüzey farklı dokularda olduğu için "2" ayrı grup şeklinde, gruplar da kendi içinde 3'er adettir.

Deney Parçalarının Kodlanması;

PU deney parçalarının dokulu ön yüzleri A, arka yüzleri B, PVC deney parçalarının dokulu ön yüzleri C, arka yüzleri D grup olarak kodlanmıştır.

Her grupta 3 adet deney parçası vardır. Bir deney örneğinde 3 okuma yapılmış, her okuma, örnek numarasıyla kodlanmıştır.

Toplam bir grup için 9 okuma yapılmıştır. Örnek üzerindeki okumalar 6 mm aralıklarla farklı noktalardan uygulanmıştır.

Batma ve okumanın yapıldığı zaman aralığı 15 sn' dir.

Uygulanan kuvvet, mN, $F=445 H_D$ (D tipi durometrede okunan sertlik)

Okumalar; D : Durometre tipi;
 15 : durometrenin deney parçasına temas ettirilmesi ile okumanın arasında geçen zaman.
 - : Okunan değer olarak.,
 D/15 : şeklindedir.

Tablo 15 Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU malzemesi sertlik deneyi sonuçları

Grup	Örnek No	D/15 sn	Grup	Örn. No	D/15 sn
A (Ön yüz)	A, 1.1	22.8	B (Arka yüz)	B, 1.1	23.2
	A, 1.2	24.0		B, 1.2	22.4
	A, 1.3	23.3		B, 1.3	25.1
	A, 2.1	24.0		B, 2.1	23.4
	A, 2.2	22.7		B, 2.2	24.3
	A, 2.3	24.3		B, 2.3	23.0
	A, 3.1	24.4		B, 3.1	25.3
	A, 3.2	24.5		B, 3.2	25.5
	A, 3.3	23.5		B, 3.3	25.2

İstatistik Değerlendirme

Ön yüz

Arka Yüz

$$\bar{x} = 23.7$$

$$\bar{x} = 24.1$$

$$s = 0.67$$

$$s = 1.17$$

$$v = 2.82$$

$$v = 4.8$$

Tablo 16 Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PVC malzemesi sertlik deneyi sonuçları

Grup	Örnek No	D/15 sn	Grup	Örn. No	D/15
C (Ön yüz)	C, 1.1	72.4	D (Arka yüz)	D, 1.1	73.6
	C, 1.2	72.5		D, 1.2	75.4
	C, 1.3	72.5		D, 1.3	75.1
	C, 2.1	72.9		D, 2.1	75.2
	C, 2.2	72.9		D, 2.2	75.7
	C, 2.3	72.6		D, 2.3	75.2
	C, 3.1	72.2		D, 3.1	74.9
	C, 3.2	72.8		D, 3.2	75.3
	C, 3.3	72.1		D, 3.3	74.7

İstatistik Değerlendirme

Ön yüz

$$\bar{x} = 72.5$$

$$s = 0.27$$

$$v = 0.38$$

Arka Yüz

$$\bar{x} = 75.01$$

$$s = 0.6$$

$$v = 0.27$$

4.1.4 Çekme Deneyi

Deney Düzeneginin Tanıtımı

Çekme Deney Makinası

Kullanılan Kuvvet Dönüştürücü : Zwick/Roell

Çalışma Aralığı : 0-250 kN

Tipi : BZ250/SN5A

Seri No : 156275/2002

Kullanılabilir Kuvvet Dönüştürücü : 500N



Resim 22 Çekme deney düzenegi

Deney Ortam Koşulları

Sıcaklık : 21.0±1.0 °C

Bağıl Nem : % 45.0±5.0

Ölçüm Standardı ve Yöntemi

Ölçüm; ASTM D638-91 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics-EN 10002 ,

TS 1398-2 EN ISO 527-2 Nisan 1997 - "Plastikler" - Çekme Özelliklerinin Tayini - Bölüm 2: Kalıplama ve Ekstrüzyon Plastikleri İçin Deney Şartları , standardında belirtilen kurallara uygun olarak yapılmıştır.

Çekme Deneyinde; maksimum. Çekme Mukavemeti ; σ_m

$$\sigma_m = \frac{F_{maksimum}}{A_o(\text{alan})} \text{ Mpa} = \text{N} / \text{mm}^2$$

Uzamada artışın olduğu ilk gerilme-Akma anında çekme gerilmesi;

Akma Gerilmesi ; σ_y

$$\sigma_y = \frac{F_{akma}}{A_o}$$

(%2.0 uzamanın olduğu noktada elastik doğruya çizilen paralelin çekme eğrisini kestiği nokta akma noktası olarak alındı.)

Elastiklik Modülü; (E Modülü)

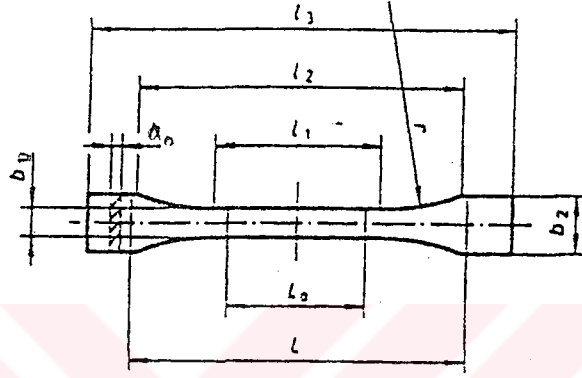
TS. 1898-1 madde 4.6 ya göre; iki farklı gerilme / uzama noktası kullanılarak yapılan (E) belirlenmesi, bilgisayar destekli cihazlar yardımıyla bu noktalar arasındaki eğri üzerine uygulanan lineer taşıma işlemiyle yapılmıştır.

Uzama Değerleri; ϵ F maksimum, ϵ_B kırılma, (% olarak) hesaplanmıştır.

Değerlerin birbirleriyle karşılaştırmalarında, tüm değerlerin % 'leri de alınmıştır.

Deney Parçası Özellikleri ve Kodlama Sistemi

Örnekler: "Plastikler-Çekme Özelliklerinin Tayini-Bölüm 2: Kalıplama ve Ekstrüzyon Plastikleri için deney şartları" Standardında Ek A4'da "1 BA" tipi için belirtilen ölçüler doğrultusunda her deney koşulu için 5' er adet numune hazırlanmıştır (Şekil 28).



Şekil 28 Çekme deneyinde kullanılan deney parçaları biçimi

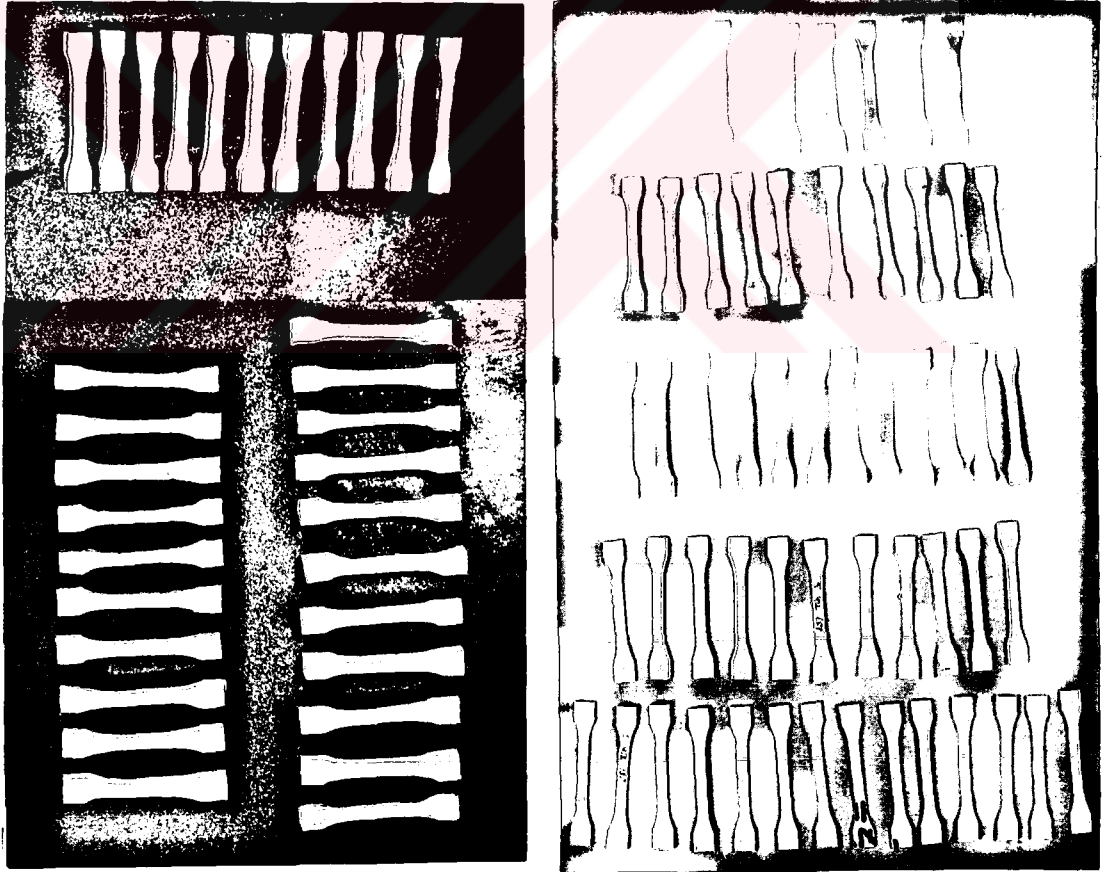
	<u>Ölçüler mm.dir.</u>
l_3 Toplam Uzunluk	≥ 75
l_1	30 ± 0.5
r Yarıçap	≥ 30
l_2 Paralel Yüzeyle Geniş Bölgeler Arasında Mesafe	58 ± 2
b_0 Uçlardaki Genişlik	$10 \pm 9b_5$
b_0 Dar Bölgenin Genişliği	5 ± 0.5
a_0 Kalınlık	≥ 2
l_0 Ölçme Uzunluğu	25 ± 0.5
l Çeneler Arasındaki Başlangıç Mesafesi	$L_2 + 2_0$

- Deneylerde kullanılan PU kaplama örnekleri; "3N" Firmasından, "izowood" markası olarak kullandığı seriden, PVC kaplama örnekleri "Pakpen" Firmasından "paksiding" markası olarak kullandığı prestij serisinden alınmıştır.

- PU örnekler; kaplama malzemesinin profil özelliğinden dolayı aynı doğrultu üzerindeki düzlemlerden alınmıştır.
- Çekme deney aleti çenelerine oturabilmesi ve standarda uygun biçimde olması amacıyla, arka yüzeydeki eğim düzlenmiştir.
- Deney örneği parçaları 1398-2 standardında küçük deney parçaları için verilen boyutlara uygun kesilerek hazırlanmıştır (Şekil 28).

PU VE PVC malzeme için iki grup deney serisi hazırlanmıştır. Her grup için hazırlanan örnek parça sayısı 5 adettir.

Gruplar içerisinde her örnek numaralandırılmıştır (Resim 23).

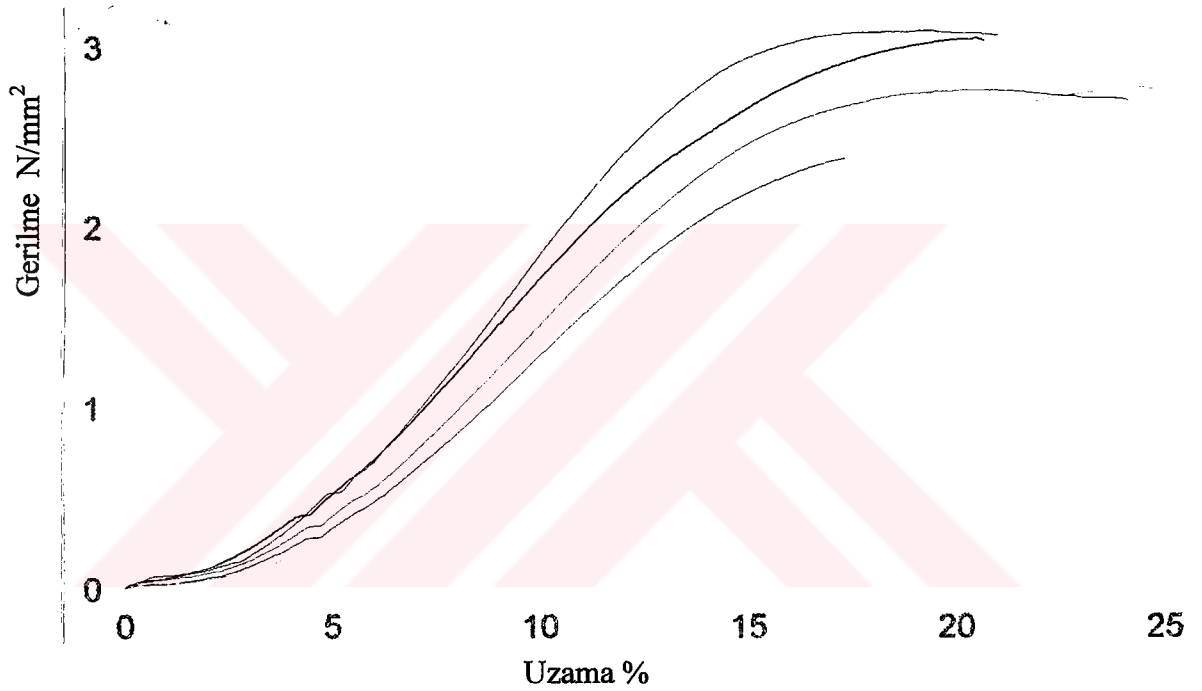


Resim 23 Çekme deneyinde kullanılan PU ve PVC deney parçaları

Tablo 17 Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU malzemesi çekme deneyi sonuçları.

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	12,8	6,6	45,00	1,98	40,24	2,39	17,29	17,29
2	14,85	6,7	45,00	1,91	43,67	2,77	24,40	24,78
3	9,2	6,6	45,00	2,35	33,33	3,05	20,47	20,66
4	12	6,3	45,00	2,23	39,77	2,76	20,40	24,11
5	8,7	6,2	45,00	2,62	34,82	3,09	19,25	20,99

Deney Hızı 25 mm/dak



Grafik 9 Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU malzeme, gerilme uzama grafiği.

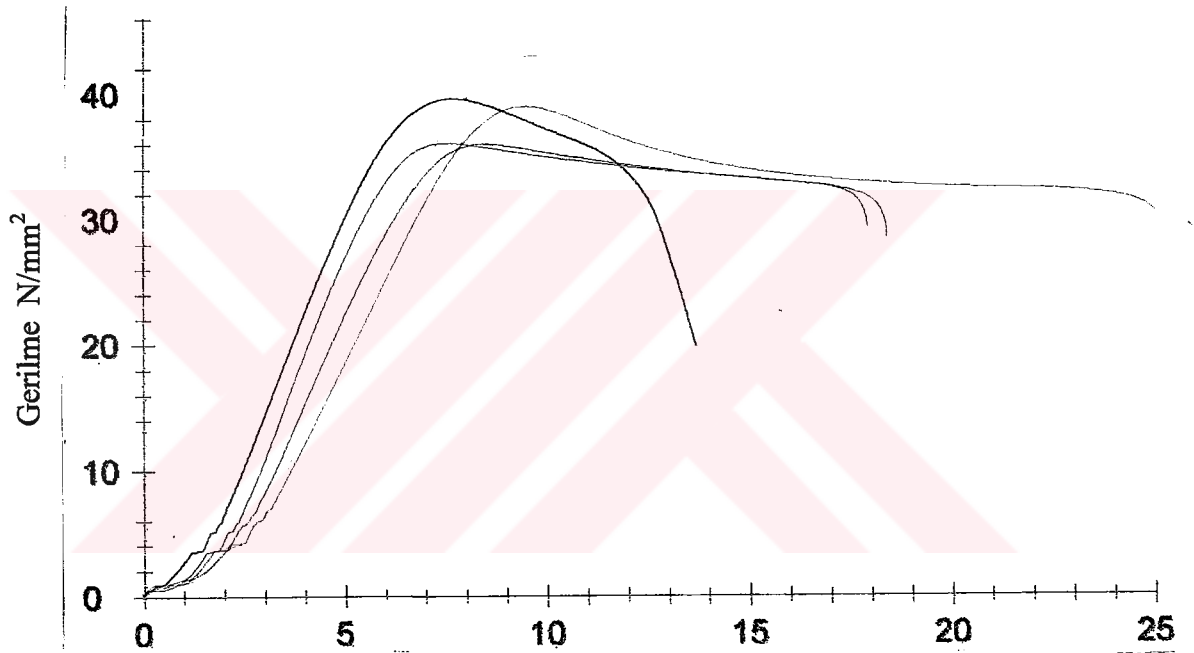
Tablo 18 Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PU malzemesi çekme deneyi istatistikleri

Seri n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
x	11,51	6,48	45,00	2,22	38,37	2,81	20,36	21,56
s	2,564	0,2168	0,00	0,29	4,23	0,28	2,60	3,01
v	22,27	3,35	0,00	12,95	11,02	10,07	12,76	13,95

Tablo 19 Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PVC malzemesi çekme deneyi sonuçları

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-M N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	1,19	6,1	40,00	32,41	771,08	35,99	7,57	17,94
2	1,16	5,75	35,00	36,89	729,78	42,94	9,77	17,37
3	1,19	6,05	45,00	35,75	758,29	39,53	7,67	13,71
4	1,25	5,25	37,00	36,13	637,65	38,91	9,52	26,40
5	1,1	6,1	36,00	30,79	712,73	35,91	8,48	18,43

Deney Hızı 25 mm/dak



Grafik 10 Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PVC malzeme, gerilme uzama grafiği

Tablo 20 Standard atmosfer koşullarında kondisyonlanmış PVC malzemesi çekme deneyi istatistikleri

Series n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
x	1,178	8,85	38,60	34,39	721,91	38,66	8,60	18,77
s	0,0545	0,3657	4,04	2,64	52,41	2,91	1,02	4,65
v	4,63	6,25	10,46	7,69	7,26	7,52	11,86	24,79

4.2 ÇEŞİTLENDİRİLMİŞ SÜRE VE KOŞULLARDA YAŞLANDIRILMIŞ PU, PVC ESASLI MALZEMEDE YÜZEY DAYANIKLILIK DENEYLERİ

Yapılan araştırmayı yönlendiren deney koşullarının belirlenmesi, uygun değişkenlerin seçilmesi aşamasında; yapılacak deneylerin birbirleriyle ve hava koşullarıyla ilişkisinin kurulması istenmiştir. Bu nedenle değişkenlerin neden olduğu değişimlerin niteliklerine bakılmıştır. Genel anlamda, değişim, tek bir kimyasal ya da fiziksel bir değişimle oluyorsa ve çalışma aralığında bu fiziksel ya da kimyasal olayın niteliği değişmiyorsa; bir değişimi, etki mekanizmalarını daha yüksek değerlerde tutarak (UV, sıcaklık, su, nem, O₂ konsantrasyonuyla) ya da daha yüksek fiziksel aşındırmayla (kum, rüzgar) yapıp bu değerlerin normal atmosfer koşullarında ne olacağını temel fizik ve temel kimya kanunlarıyla hesaplayabiliriz. Ancak, bu araştırma kapsamında incelenen polimerlerin bozunma reaksiyonları tek bir kimyasal ya da fiziksel değişiklikle oluşmadığı için bu konuda bir interpolasyon, extrapolasyon katsayısı ya da formülü bulmak zordur ve yine bu nedenle belli değerler üzerinde zorlamalı koşullarda yapılan deneyler dikkate alınmamıştır.

Araştırmada, fiziksel çevre etkileri arasından;

- UV radyasyon etkisi
- Isı etkisi
- Su etkisi alınarak, çeşitli koşullar yaratılmış ve 4 ayrı zaman periodunda farklılaştırılarak uygulanmıştır.

Deney koşullarının ve yapılan deney düzeneğinde kullanılan donanımların özellikleri;

Işınlama süreleri ve ışın kaynağı; ISO 4892-2 Standardına göre 290 nm-800 nm dalga boyları arasında 550 W/m² ışınlama şiddeti referans olarak seçilmiş (CIE No 20) ancak başka ışınlama şiddetlerinin de alınabileceği belirtilmiştir.

Deneyde seçilen ışın kaynağı; 400 W/D Osram-Powerstar HQI-E UV lambasıdır ve deney süresince söndürülmeksizin kullanılmıştır. Servis ömrü olan 1000 saatte değiştirilmiştir. Lamba;

-Tridonic-ignitor 2RM 6-Es/B 220/240 V,50/60 Hz ateşleyiciyle ve

-Philips BHL 400 L-220V trafo sabitleyicisiyle birlikte kullanılmıştır.

Güneş ışınım şiddeti değerleri ve buna bağlı olarak ışınlama süreleri belirlenirken , deneyleri yapılan malzemenin Türkiye'deki kullanım sürelerindeki dayanıklılığının araştırılacağı düşüncesiyle 1.Bölge-Güney, 2.Bölge-Kuzey bölgelerindeki yıllık toplam global ışın değerleri incelenmiştir (Ek 1-TS 825, s.58). Araştırmada deneylerdeki ışınım değerleri ve zaman periodlarının düzenlenmesinde bu bölgelerdeki kabul edilebilir süre ve ışınım değerleri yönlendirici olmuştur.

Sıcaklık değerleriyle ilgili olarak standartlarda belirli sınırlarda değişik değerler bulunmaktadır. Araştırmada öncelikli olarak faydalanılan kaynaklardan EN ISO 4892-2 Standardında sıcaklık değerleri $65 \pm 3^{\circ}\text{C}$ veya $100 \pm 3^{\circ}\text{C}$ verilmiştir. ASTM G 26-92'ye göre seçilmesi uygun görülen sıcaklık değeri $63 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 'dir. Ancak başka değerlerin de seçilebileceği belirtilmiştir.

ASTM D 2565-92 a, ASTM D 4329-92, EN ISO 4892-2, TS 8106-2 Standardlarında (-) değerlerin uygulamasına yönelik bir deney yöntemi bulunmamaktadır. Genelde, plastik malzeme için uygulanan hızlandırma koşullarında malzemenin dayanabileceği üst sıcaklık değerleri yüklenmektedir. Bu nedenle yapılan araştırmada deney koşullarının sıcaklık değerleri belirlenirken (-) değerler alınmamıştır.

Deneylerde sıcaklıkla ilgili değerlerin kararlaştırılmasından önce, PVC açık renk malzeme Güney Batı yönünde 4 katlı konut çatısına rüzgar almayacak ve öğle güneşine dik olacak şekilde konmuştur. 20-28 Temmuz 2003 ve 20-28 Temmuz 2004 tarihlerinde günün her saati hava sıcaklığı ve malzeme yüzeyinden sıcaklık dereceleri ölçülmüş (Tablo 21, 22), deneylerde alınacak değerlerin gerçekçi olması açısından bu değerler göz önüne alınmıştır.

Tablo 21 Temmuz 2003, hava ve malzeme yüzeyi sıcaklıkları (°C)

2003 Yılı Temmuz Ayı Hava ve Malzeme Yüzeyi Sıcaklıkları (°C)														
Temmuz	21		22		23		24		25		26		27	
Saat	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C
10. ⁰⁰	30	31.1	31.5	32.3	28	29.2	27	28.5	27	28.6	28	29	28	29.3
11. ⁰⁰	30.6	31.8	31.7	32.7	28.5	31.3	27.7	30.3	27.8	29.8	28.8	30.6	28.7	30.8
12. ⁰⁰	31	32.5	32	33.6	29	31.9	28	31.8	28	30.8	29	31.6	29	31.8
13. ⁰⁰	31.3	33	32	34.2	29.5	32.8	28.7	32.2	28.7	31.4	29.7	32.2	29.7	32.4
14. ⁰⁰	31.5	33.5	32.4	34.7	30	33.8	28.5	32.4	28.2	32.4	30	33.6	29.5	33.7
15. ⁰⁰	31.3	34.5	32	35.8	29.5	34.5	28.4	32.5	28	32.5	29.6	34.3	29	34.2
16. ⁰⁰	30.4	34.5	31.8	35.8	29	34.7	27.8	32.5	27.4	32.5	28.2	34.4	28.7	34.2

Tablo 22 Temmuz 2004, hava ve malzeme yüzeyi sıcaklıkları (°C)

2004 Yılı Temmuz Ayı Hava ve Malzeme Yüzeyi Sıcaklıkları (°C)														
Temmuz	21		22		23		24		25		26		27	
Saat	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C	H °C	M °C
10. ⁰⁰	27.2	28.6	28	29.2	28.2	29	28	29.3	29	30.3	30	31.1	30.2	31.3
11. ⁰⁰	27.7	29	28.5	31.3	28.7	30.6	28.6	30.9	29.7	31.8	30.6	31.7	30.7	31.8
12. ⁰⁰	28	30.3	29	32.8	29	31.3	29	32.2	30	32.8	31	32.5	31	32.9
13. ⁰⁰	28.6	31	29.5	33.5	29.4	32.3	29.5	32.8	30.2	33.4	31.2	33	31.3	33.2
14. ⁰⁰	28.2	32.2	30	34.7	29.5	33.7	29.7	33.7	30.5	34.7	31.4	33.5	31.5	33.8
15. ⁰⁰	27.8	32.5	29.5	34.8	29	33.6	29.2	33.9	30	34.2	31.3	34.5	31.3	34.5
16. ⁰⁰	27.4	32.5	29	34.8	28.5	34.6	28.7	34.4	29.7	34.2	30.4	34.5	30.5	34.6

H : Hava sıcaklığı M: Malzeme yüzeyi sıcaklığı

A ve C Deneş Koşulu için 2. Bölge İstanbul ısı dereceleri de düşünülerek max. 45 °C (Ek 2, 3, 9) , B ve D Deneş Koşulu için 1. Bölge Akdeniz (Antalya) için max. 55 °C (Ek-2, 3, 4) alınmıştır. Isı' yı sabitlemek üzere; ısı algılayıcısına bağılı termostat sistemi kurularak “fan” yardımıyla yükselen ısıнын düşürülmesi sağlanmıştır

Termostat “lae-electronic” ısı algılayıcısı ve 220 volt'u, 12 volt'a düşüren trafo ile birlikte çalışmaktadır.

Su püskürtme çevrimi; çalışmada kullanılan zamanlama araçlarının otomatik çalışma prensipleri, 15' er dakikalık aralıklar şeklindedir. Periyod düzenlemesinde standartlar ve iklimsel verilerden faydalanıldığında; A ve C Deneşleri için 90 dakika kuru, 15 dakika yağış , B ve D Deneşleri için 60 dakika kuru, 15 dakika yağış periodu uygulanmıştır (Ek 8 , 4). Kullanılan su standartlara uygun şekilde 16 ± 5 °C sıcaklıktadır.

Bağılı nem için standartlarda belirtilen değerler $\%50 \pm 5$ ve $\%65 \pm 5$ 'dir.

Deneşde, $\%50 \pm 2$ bağılı nem sağlanmaktadır. Ölçüm; nem ölçme aracı Lae HT 2W Humidity Transmitter ile yapılmıştır.

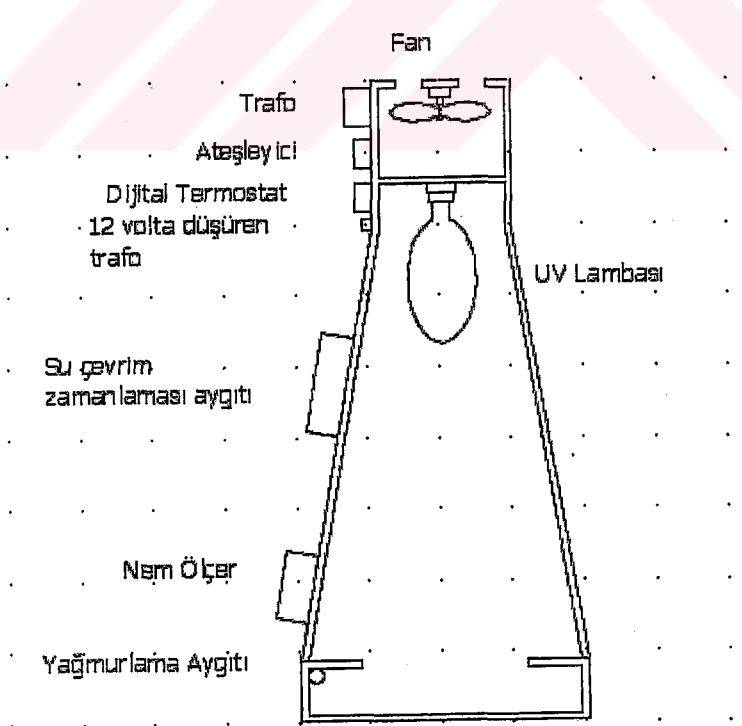
Gece-gündüz periodu ile ilgili, ısı farkının malzeme üzerinde çok fazla etkisinin olmayacağı düşüncesiyle herhangi bir program seçilmemiştir.

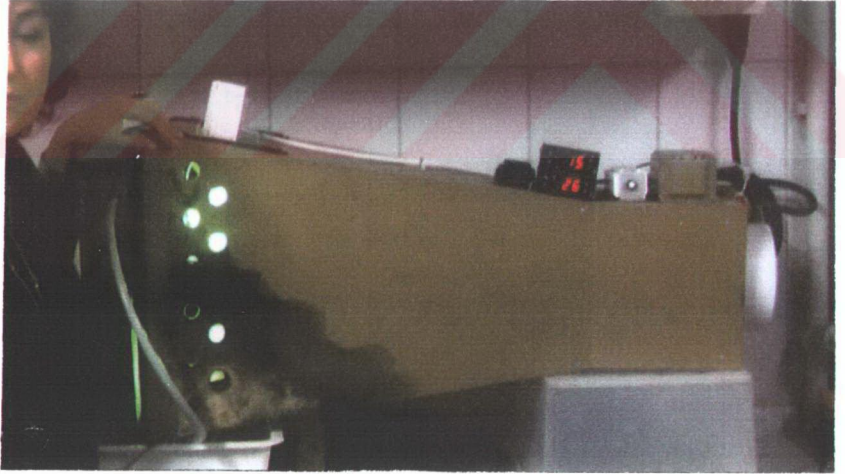
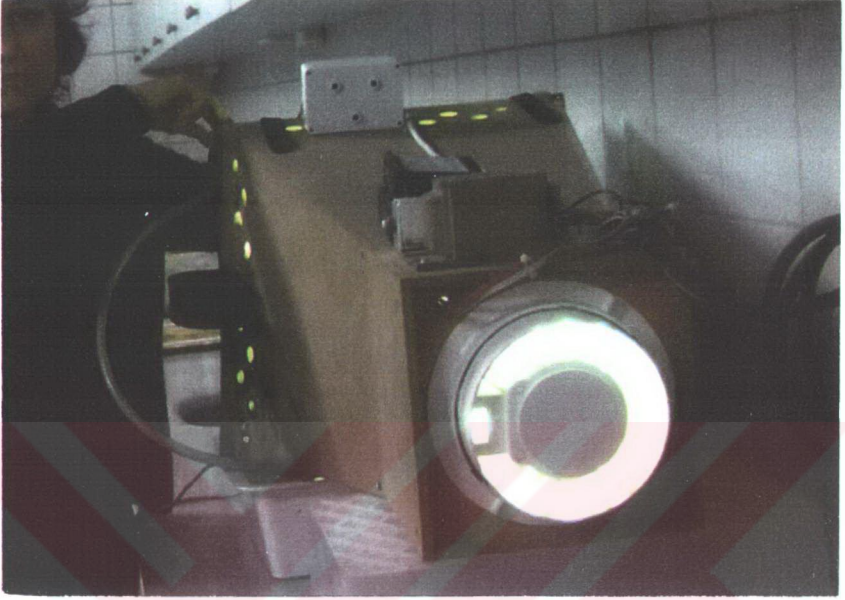
Araştırmada düzenlenen deneş süre ve koşulları; “Tablo 23”de de görüldüğü gibi belirlenmiş, her iki malzeme için aynı koşullar ayrı olarak uygulanmıştır.

Tablo 23 Deney koşul ve sũreçleri

	Sũre (saat)	Sıcaklık (°C)	Su çevrimi
A Deney Koşulu	500	UV+ 45 °C	90 dakika kuru+15 dakika yağış
B Deney Koşulu	900	UV+ 55 °C	60 dakika kuru+15 dakika yağış
C Deney Koşulu	1000	UV+ 45 °C	90 dakika kuru+15 dakika yağış
D Deney Koşulu	1800	UV+ 55 °C	60 dakika kuru+15 dakika yağış

Bu dũzenlemelere uygun olarak hazırlanan deney dũzeneęinin Şekil ve fotoğrafı aşağıda gũrũlmektedir (Şekil29) (Resim 24) .

**Şekil 29** Farklı atmosferik koşulları sağlayıcı prototip özel deney dũzeneęi



Resim 24 Özel tasarımı prototip deney düzeneği

4.2.1. Renk Değerleri Deneyi

Tablo 24 PU malzeme renk değerleri deney sonuçları

Örnek no	L*	a*	b*	h	ΔE_{ab}
A Deney Koşulu					
PU, r.b	85.21	0.06	21.26	89.84	2.52
PU, r.m	77.07	-10.10	-13.18	232.54	1.27
B Deney Koşulu					
PU, r.b	87.94	0.51	22.65	88.71	1.44
PU, r.m	77.96	-10.12	-13.51	233.18	1.90
C Deney Koşulu					
PU, r.b	87.45	-0.58	22.80	91.46	1.47
PU, r.m	75.49	-11.71	-10.01	220.53	4.47
D Deney Koşulu					
PU, r.b	86.31	-0.82	20.76	92.27	1.66
PU, r.m	77.03	-11.45	-12.87	228.35	2.18

* Işık Kaynağı - CIE-D65

Tablo 25 PVC malzeme renk değerleri deney sonuçları

Örnek no	L*	a*	b*	h	ΔE_{ab}
A Deney Koşulu					
PVC, r.b	77.77	1.12	12.67	84.94	2.77
PVC, r.m	63.00	-2.81	-3.67	232.49	0.61
B Deney Koşulu					
PVC, r.b	75.40	1.10	10.90	84.23	0.87
PVC, r.m	63.11	-2.75	-4.08	235.99	0.89
C Deney Koşulu					
PVC, r.b	75.29	1.18	11.03	83.88	1.05
PVC, r.m	62.75	-2.43	-3.34	232.92	0.09
D Deney Koşulu					
PVC, r.b	75.40	1.34	11.44	83.33	1.29
PVC, r.m	61.79	-2.56	-4.25	238.99	1.32

* Işık Kaynağı - CIE-D65

4.2.2. Parlaklık Değerleri Deneyi

Tablo 26 PU malzeme parlaklık değerleri deney sonuçları

Örnek no	C	ΔC	ΔL
A Deney Koşulu			
PU, r.b	21.26	-0.15	-2.50
PU, r.m	16.60	-0.50	0.92
B Deney Koşulu			
PU, r.b	22.65	1.24	0.23
PU, r.m	16.88	-0.27	1.81
C Deney Koşulu			
PU, r.b	22.80	1.39	-0.25
PU, r.m	15.40	-1.70	-0.66
D Deney Koşulu			
PU, r.b	20.78	-0.63	-1.39
PU, r.m	17.23	0.13	0.88

* Işık Kaynağı - CIE-D65

Tablo 27 PVC malzeme parlaklık değerleri deney sonuçları

Örnek no	C	ΔC	ΔL
A Deney Koşulu			
PVC, r.b	12.72	2.23	1.64
PVC, r.m	4.62	0.51	0.26
B Deney Koşulu			
PVC, r.b	10.96	0.46	-0.73
PVC, r.m	4.92	0.81	0.37
C Deney Koşulu			
PVC, r.b	11.10	0.60	-0.84
PVC, r.m	4.13	0.02	0.01
D Deney Koşulu			
PVC, r.b	11.52	1.03	-0.73
PVC, r.m	4.96	0.85	-0.96

* Işık Kaynağı - CIE-D65

4.2.3. Sertlik Deneyi

Tablo 28 PU malzeme sertlik deneyi sonuçları

A Deney Koşulu		B Deney Koşulu		C Deney Koşulu		D Deney Koşulu	
Örnek No	D/15 sn	Örnek No	D/15 sn	Örnek No	D/15 sn	Örnek No	D/15 sn
1.1	19.1	1.1	25.5	4 1	14.7	4 1	17.3
1.2	19.2	1.2	24.9	4 2	14.8	4 2	16.9
1.3	19.4	1.3	25.6	4 3	15.1	4 3	17.1
2.1	19.8	2.1	21.7	5 1	16.4	5 1	19.4
2.2	19.7	2.2	22	5 2	16.1	5 2	19.5
2.3	19.8	2.3	21	5 3	16.2	5 3	19.2
3.1	19.5	3.1	25.8	6 1	17.1	6 1	19.4
3.2	18.9	3.2	24.9	6 2	16.8	6 2	18.9
3.3	18.7	3.3	25.1	6 3	16.7	6 3	19.4

İstatistik Değerlendirme

A Deney Koşulu	B Deney Koşulu	C Deney Koşulu	D Deney Koşulu
$\bar{x} = 19.34$	$\bar{x} = 24.06$	$\bar{x} = 15.98$	$\bar{x} = 18.6$
$s = 0.4$	$s = 1.9$	$s = 0.9$	$s = 1.12$
$v = 2.06$	$v = 7.8$	$v = 5.6$	$v = 6$

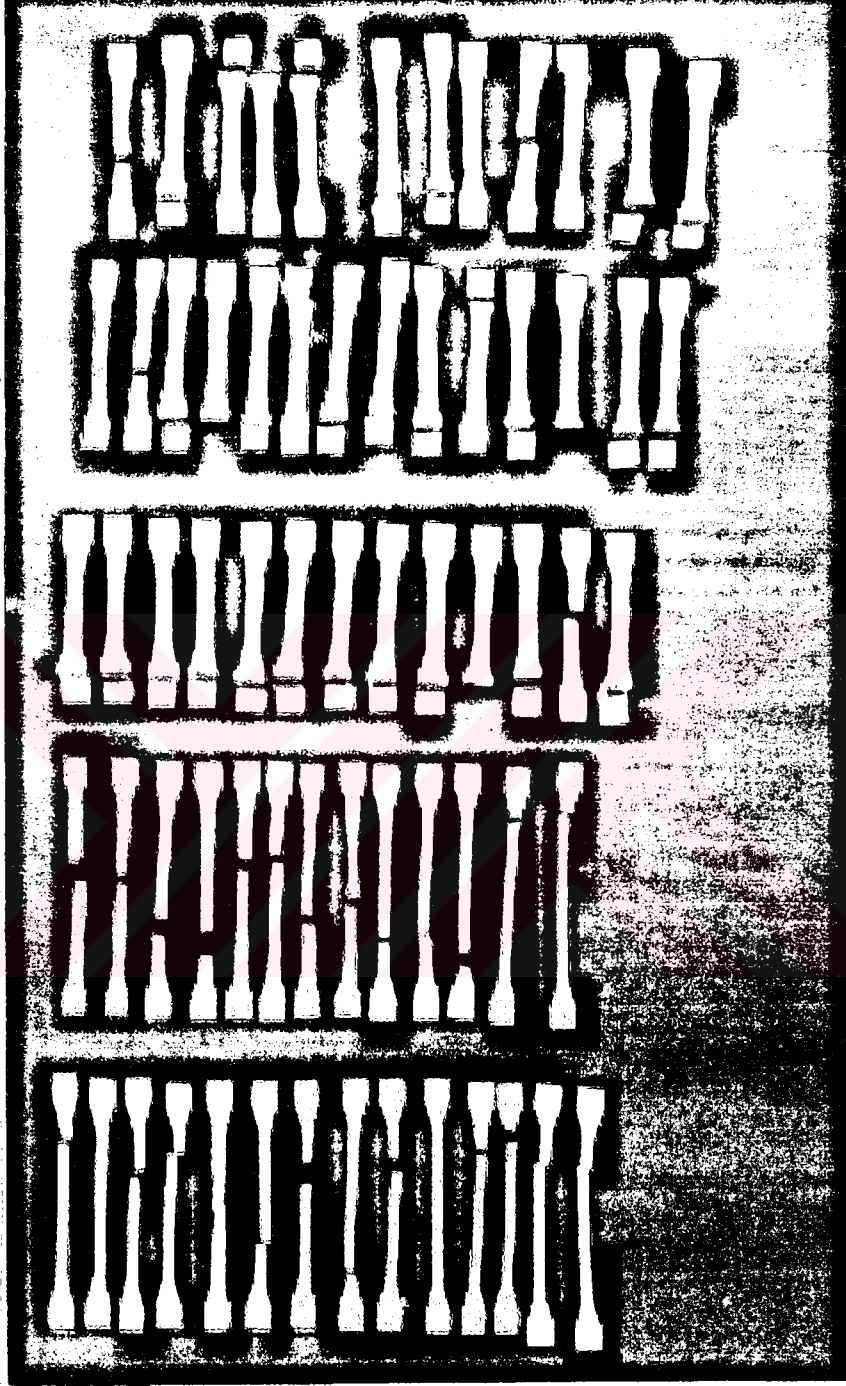
Tablo 29 PVC malzeme sertlik deneyi sonuçları

A Deney Koşulu		B Deney Koşulu		C Deney Koşulu		D Deney Koşulu	
Örnek No	D/15 sn	Örnek No	D/15 sn	Örnek No	D/15 sn	Örnek No	D/15 sn
1.1	76.7	1.1	76.2	4 1	76.8	4 1	74.1
1.2	78.3	1.2	24.9	4 2	76.4	4 2	74.3
1.3	77.2	1.3	25.6	4 3	76.5	4 3	74.3
2.1	78.3	2.1	21.7	5 1	77.0	5 1	75.8
2.2	78.5	2.2	22	5 2	76.8	5 2	75.4
2.3	78.8	2.3	21	5 3	77.6	5 3	75.3
3.1	77.9	3.1	25.8	6 1	76.7	6 1	72.8
3.2	78.1	3.2	24.9	6 2	77.4	6 2	72.1
3.3	78.4	3.3	25.1	6 3	77.7	6 3	71.3

İstatistik Değerlendirme

A Deney Koşulu	B Deney Koşulu	C Deney Koşulu	D Deney Koşulu
$\bar{x} = 78.02$	$\bar{x} = 76.62$	$\bar{x} = 76.98$	$\bar{x} = 73.93$
$s = 0.66$	$s = 0.56$	$s = 0.47$	$s = 1.55$
$v = 0.84$	$v = 0.73$	$v = 0.61$	$v = 2.09$

4.2.4 Çekme Deneyi

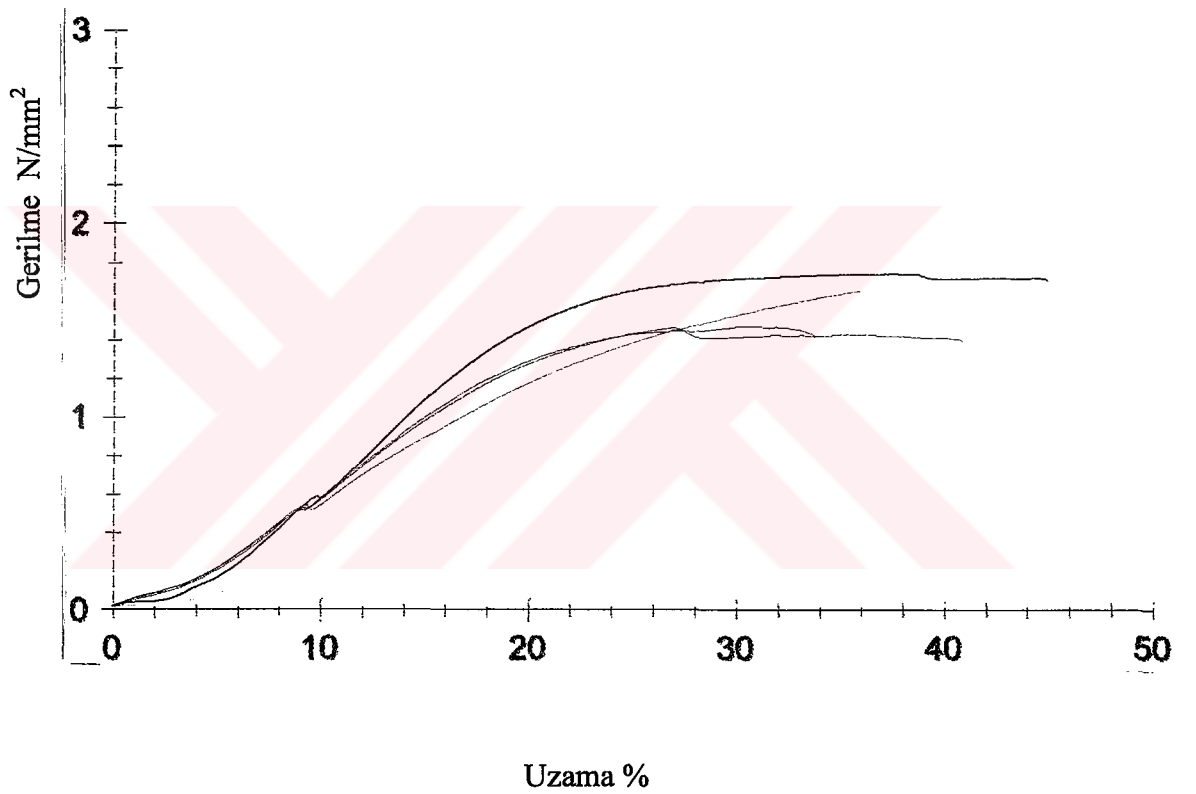


Resim 25 ekme deneyinde kullanılan PU ve PVC deney parçaları

Tablo 30 PU malzeme A Deney Koşulu , çekme deneyi sonuçları

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	7,2	8,85	40,00	1,44	5,62	1,44	27,50	41,01
2	6,55	9,3	40,00	-	2,68	1,38	43,64	46,61
3	6,8	7,6	40,00	1,73	4,73	1,73	37,56	44,98
4	5,95	7,2	40,00	1,43	5,71	1,65	36,02	36,04
5	7,2	8,7	40,00	1,45	5,77	1,46	30,77	33,84

Deney Hızı 15 mm/dak

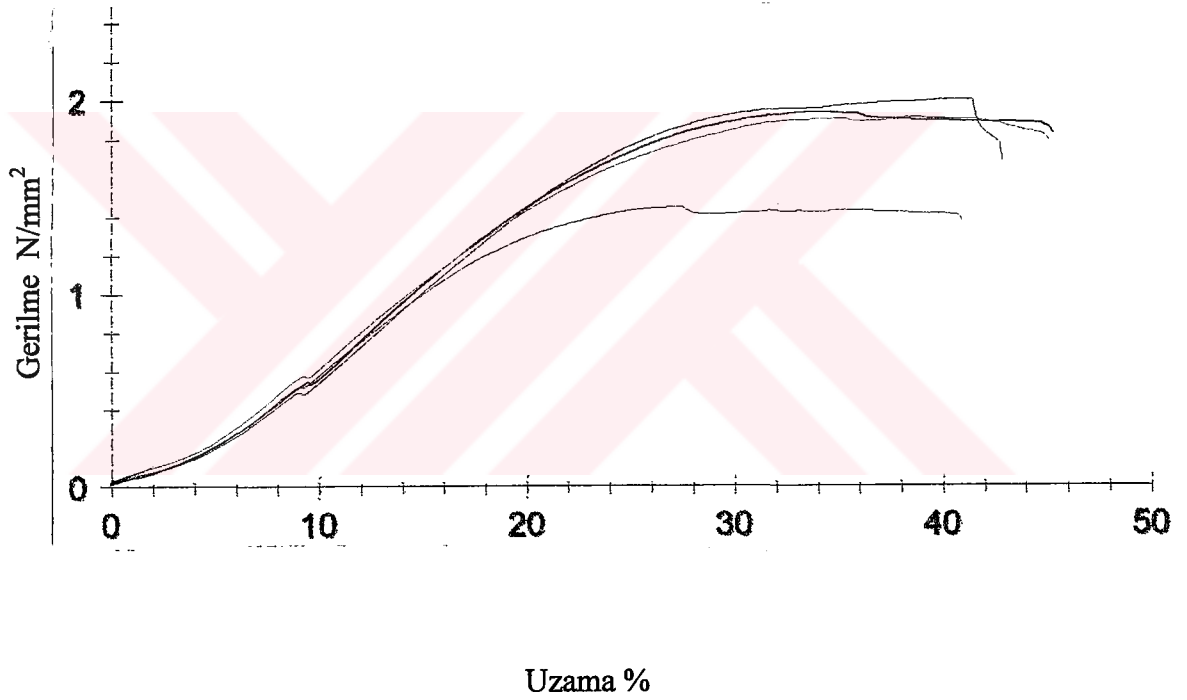
**Grafik 11** PU malzeme A Deney Koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği**Tablo 31** PU malzeme A Deney Koşulu , çekme deneyi istatistikleri

Seri n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	$\epsilon_{Fmax.}$ %	ϵ_B %
x	6,74	8,33	40,00	1,51	4,90	1,53	35,50	40,50
s	0,5213	0,8885	0,00	0,15	1,31	0,15	6,25	5,52
v	7,73	10,67	0,00	9,68	26,74	9,92	17,81	13,63

Tablo 32 PU malzeme B Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	6,8	7,85	40,00	2,00	5,01	2,00	41,28	42,94
2	6,52	7,65	40,00	1,20	10,51	1,59	28,43	32,87
3	6,85	7,1	40,00	1,92	5,63	1,93	34,11	45,39
4	6,55	7,5	40,00	1,90	5,59	1,91	38,77	45,21
5	7,2	8,85	40,00	1,44	5,62	1,44	27,50	41,01

Deney Hızı 15 mm/dak

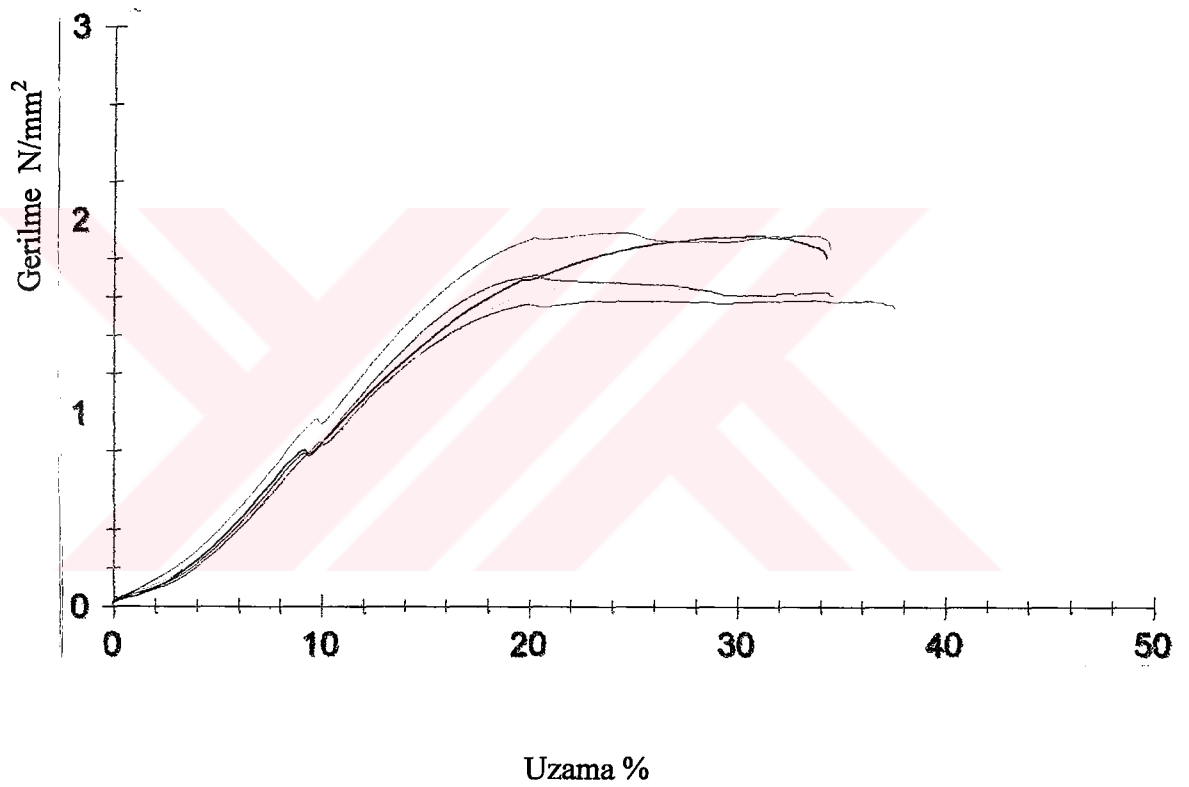
**Grafik 12** PU malzeme B Deney Koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği**Tablo 33** PU malzeme B Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri

Seri n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
x	6,784	7,79	40,00	1,69	6,47	1,77	34,02	41,48
s	0,2748	0,533	0,00	0,35	2,27	0,24	6,10	5,14
v	4,05	8,39	0,00	20,85	35,14	13,75	17,94	12,39

Tablo 34 PU malzeme C Deney Koşulu , çekme deneyi sonuçları

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	6,6	8,7	40,00	1,55	8,75	1,58	33,74	37,60
2	6,6	7,5	40,00	1,63	8,36	1,64	21,39	37,42
3	6,8	8,2	40,00	1,67	9,48	1,91	30,84	34,29
4	6,8	7,9	40,00	1,89	10,24	1,93	24,45	34,49
5	6,3	8,6	40,00	1,70	9,41	1,71	20,33	34,62

Deney Hızı 15 mm/dak

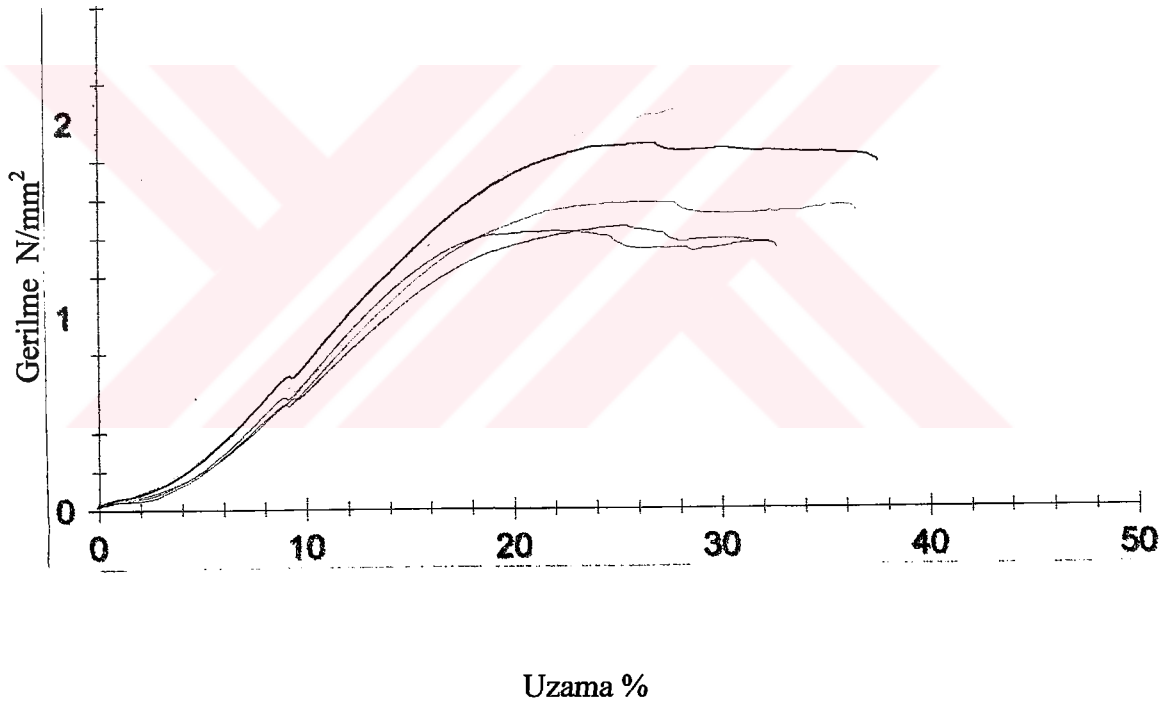
**Grafik 13** PU malzeme C Deney Koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği**Tablo 35** PU malzeme C Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri

Seri n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
x	6,62	8,18	40,00	1,69	9,25	1,75	26,15	35,68
s	0,2049	0,497	0,00	0,13	0,72	0,16	5,89	1,67
v	3,10	6,08	0,00	7,42	7,84	9,15	22,53	4,69

Tablo 36 PU malzeme D Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	7,1	9,2	40,00	1,42	5,66	1,45	25,49	32,39
2	5,9	8,5	40,00	-	6,75	2,05	28,17	28,64
3	6,8	8,2	40,00	1,87	7,60	1,87	26,87	37,62
4	6,4	9,3	40,00	1,57	6,22	1,57	26,23	36,56
5	6,7	8,5	40,00	1,40	6,26	1,42	22,05	32,75

Deney Hızı 25 mm/dak

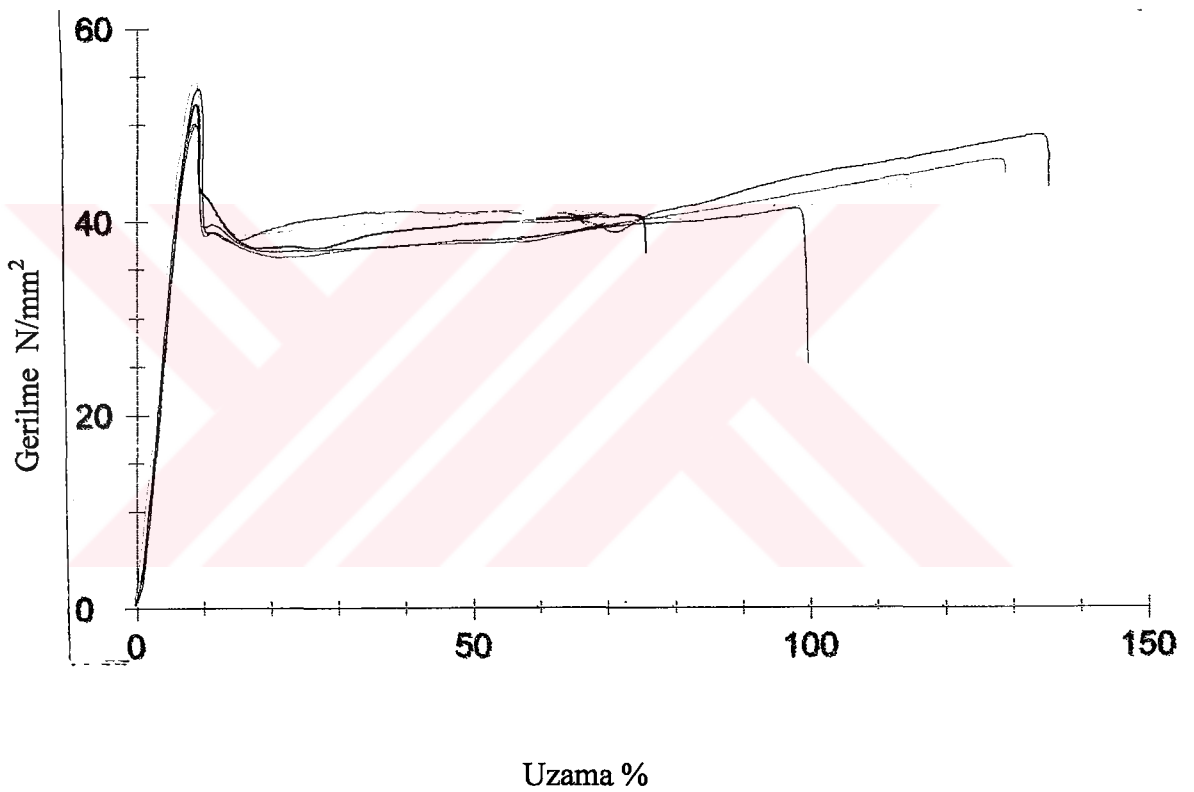
**Grafik 14** PU malzeme D Deney Koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği**Tablo 37** PU malzeme D Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri

Seri n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
x	6,58	8,74	40,00	1,56	6,50	1,67	25,76	33,59
s	0,455	0,4827	0,00	0,22	0,73	0,28	2,30	3,60
v	6,91	5,52	0,00	14,05	11,19	16,55	8,91	10,70

Tablo 38 PVC malzeme A Deney Koşulu , çekme deneyi sonuçları

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	1,1	5,8	40,00	45,34	810,19	53,61	9,16	135,47
2	1,2	5,8	40,00	46,96	772,00	54,63	8,78	115,19
3	1,14	5,8	40,00	45,27	754,60	52,06	8,88	75,82
4	1,15	5,8	40,00	42,99	772,09	49,88	8,88	129,15
5	1,14	5,75	40,00	42,97	793,38	50,00	8,88	99,82

Deney Hızı 15 mm/dak

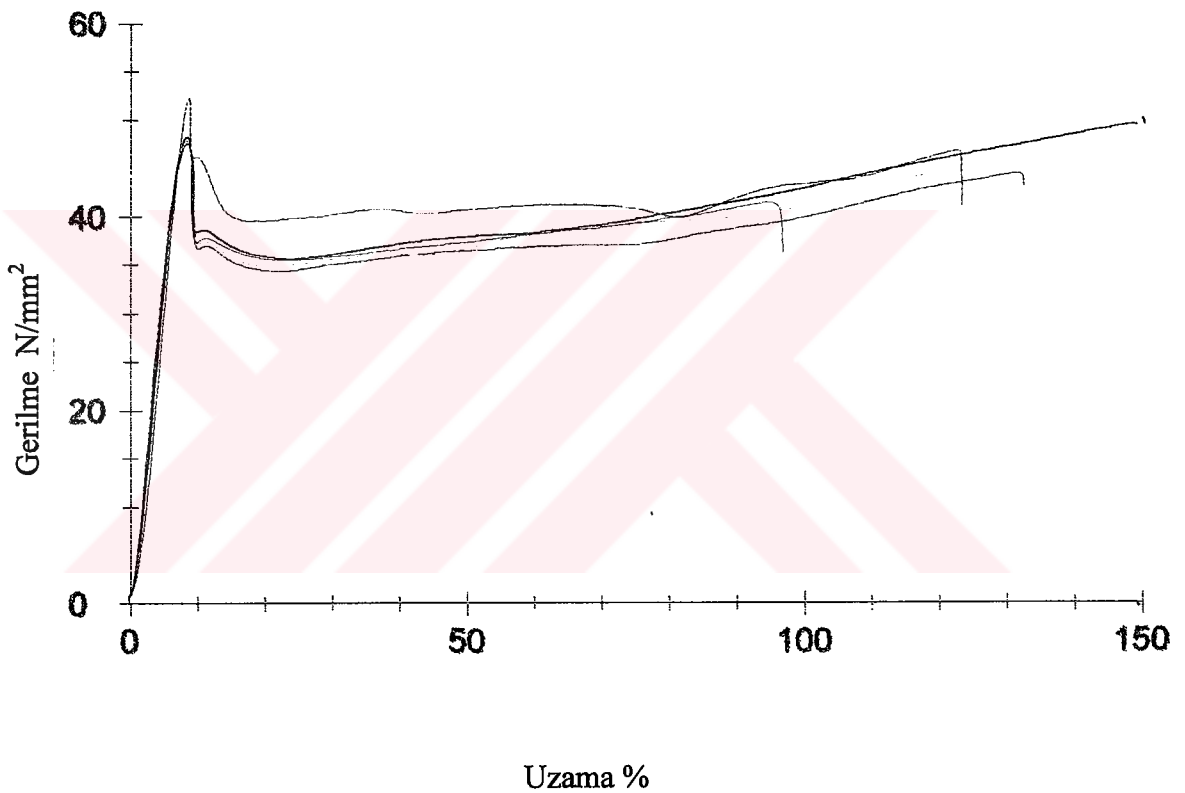
**Grafik 15** PVC malzeme A Deney Koşulu , çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği**Tablo 39** PVC malzeme A Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri

Seri n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
x	1,146	5,79	40,00	44,70	780,45	52,04	8,91	111,09
s	0,03578	0,02236	0,00	1,72	21,57	2,12	0,14	24,02
v	3,12	0,39	0,00	3,84	2,76	4,08	1,60	21,62

Tablo 40 PVC malzeme B Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	1,17	5,8	40,00	41,23	742,67	47,43	8,69	132,64
2	1,18	5,8	40,00	41,09	766,54	47,52	8,69	120,53
3	1,17	5,75	40,00	41,89	776,62	49,41	8,84	123,48
4	1,14	5,75	40,00	41,35	772,17	47,74	8,69	96,96
5	1,15	5,8	40,00	47,20	796,56	52,13	9,00	149,37

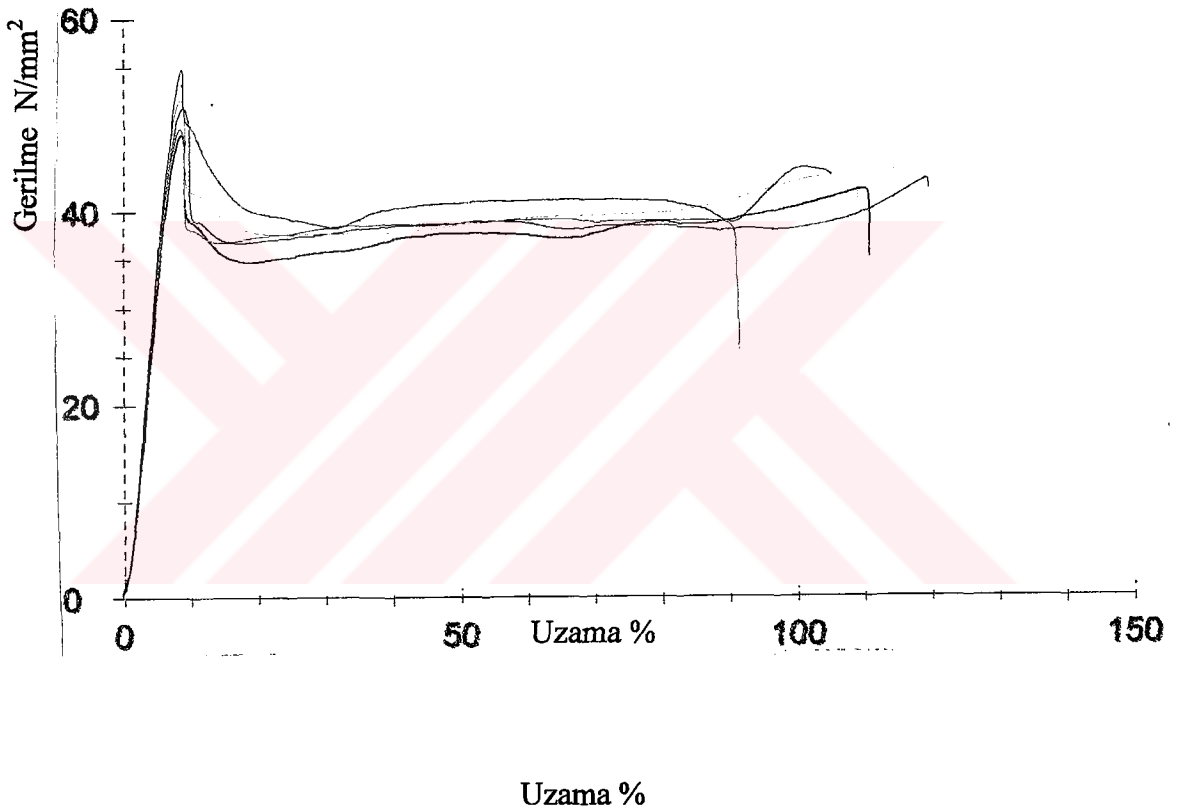
Deney Hızı 15 mm/dak

**Grafik 16** PVC malzeme B Deney Koşulu , çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği**Tablo 41** PVC malzeme B Deney Koşulu , çekme deneyi istatistikleri

Seri n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
x	1,162	5,78	40,00	42,55	770,91	48,85	8,78	124,60
s	0,01643	0,02739	0,00	2,61	19,42	2,01	0,138	19,10
v	1,41	0,47	0,00	6,15	2,52	4,11	0,31	15,33

Tablo 42 PVC malzeme C Deney Koşulu , çekme deneyi sonuçları

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	1,17	5,78	40,00	43,34	764,07	50,64	9,22	119,76
2	1,2	5,75	40,00	44,13	801,91	51,54	8,85	109,22
3	1,2	5,8	40,00	41,19	746,97	47,86	8,88	111,05
4	1,15	5,8	40,00	42,05	760,06	48,51	8,66	91,67
5	1,18	5,78	40,00	47,70	805,15	54,67	8,99	105,26

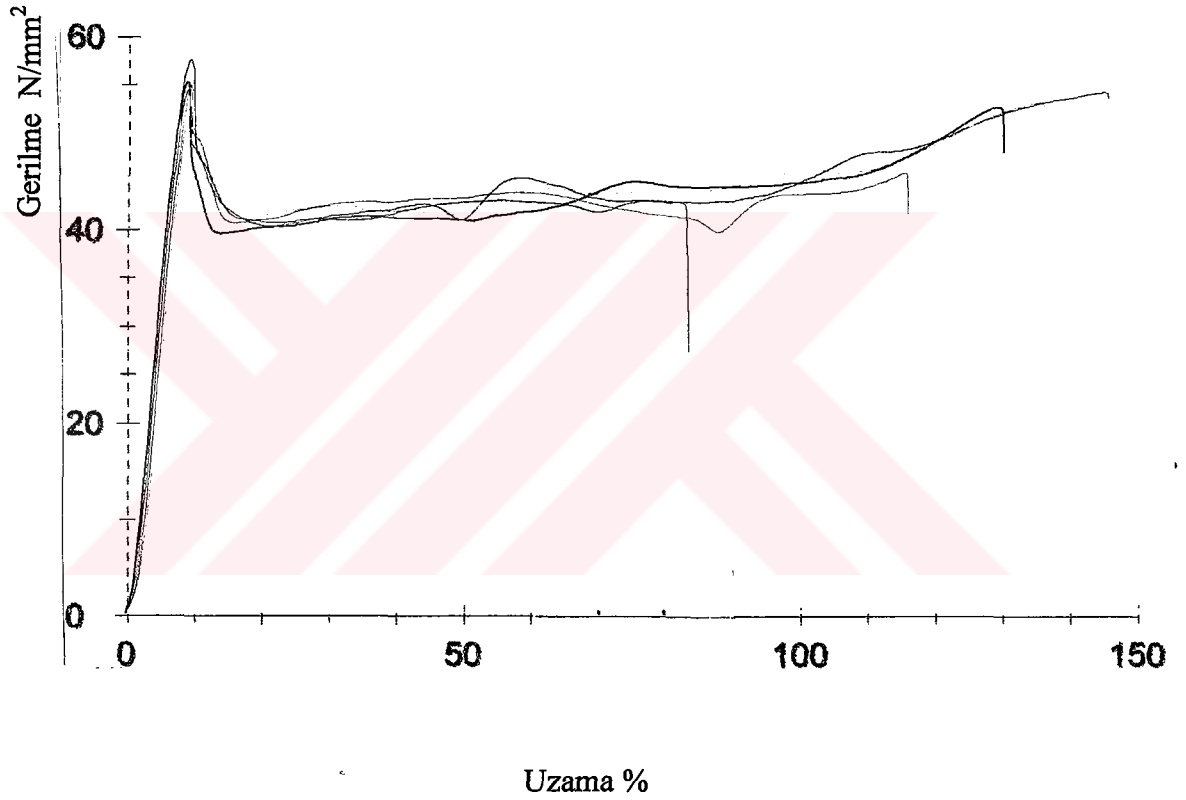
**Grafik 17** PVC malzeme C Deney Koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği**Tablo 43** PVC malzeme C Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri

Seri n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
x	1,18	5,782	40,00	43,68	775,63	50,64	8,92	107,39
s	0,02121	0,02049	0,00	2,52	26,27	2,70	0,21	10,27
v	1,80	0,35	0,00	5,76	3,39	5,34	2,32	9,56

Tablo 44 PVC malzeme D Deney Koşulu, çekme deneyi sonuçları

Nr	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
1	1,03	5,8	40,00	48,63	815,38	57,51	9,63	145,50
2	1	5,75	40,00	51,47	780,70	53,30	9,34	136,09
3	1,03	5,7	40,00	47,21	827,76	55,22	8,99	130,04
4	1,05	5,75	40,00	47,66	809,01	54,84	9,55	115,95
5	1,03	5,75	40,00	47,52	813,74	54,43	9,06	83,66

Deney Hızı 15 mm/dak

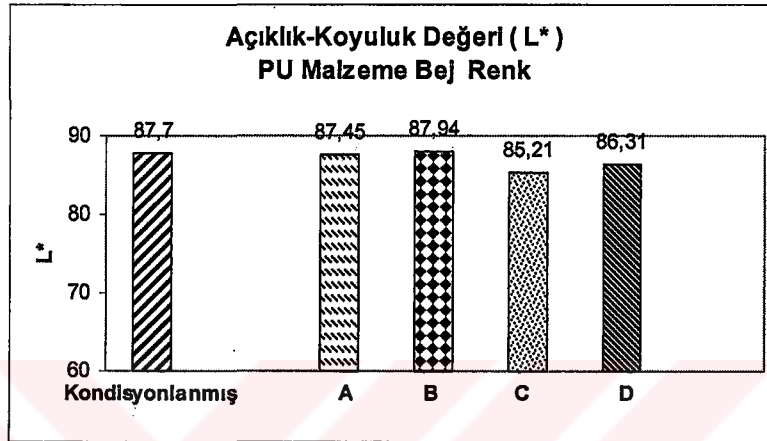
**Grafik 18** PVC malzeme D Deney Koşulu, çekme deneyi, gerilme-uzama grafiği**Tablo 45** PVC malzeme D Deney Koşulu, çekme deneyi istatistikleri

Seri n=5	a0 mm	b0 mm	l0 mm	$\sigma_y 0.2$ N/mm ²	E-Modul N/mm ²	σ_m N/mm ²	ϵ_{Fm} %	ϵ_B %
x	1,028	5,75	40,00	48,50	809,32	55,06	9,32	122,25
s	0,01789	0,03536	0,00	1,74	17,43	1,55	0,28	24,09
v	1,74	0,61	0,00	3,60	2,15	2,81	3,03	19,71

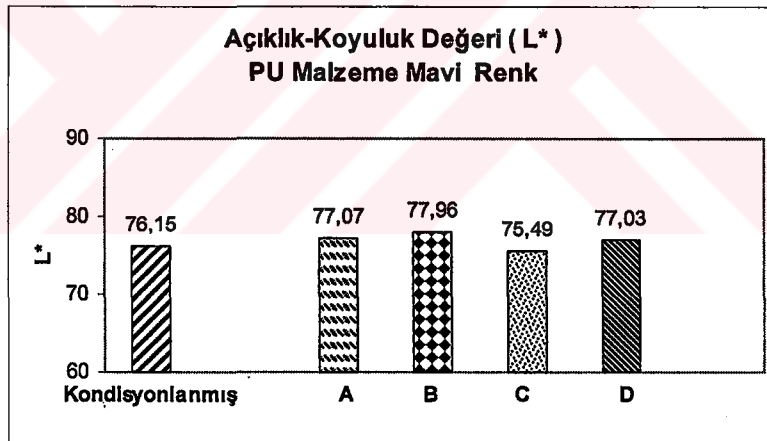
4.3 DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

PU ve PVC esaslı malzemenin, yüzey dayanımı ile ilgili, çeşitlendirilmiş koşullar ve sürelerdeki deney sonuçlarının karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır;

4.3.1. Renk Değerleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi



Grafik 19 PU malzeme koyuluk-açıklık değerleri (bej renk)

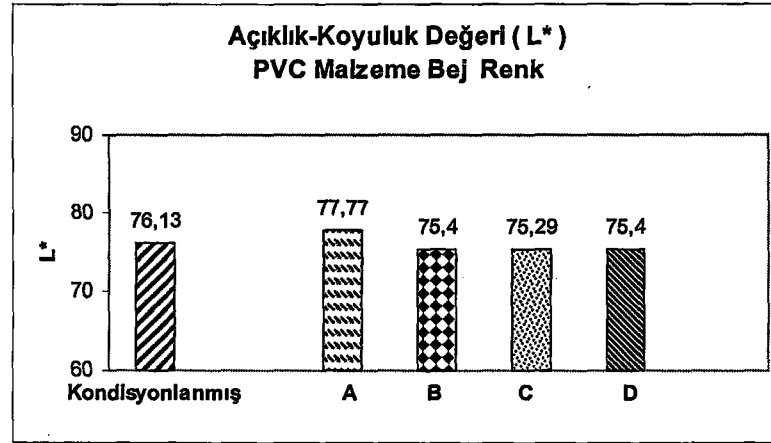


Grafik 20 PU malzeme koyuluk-açıklık değerleri (mavi renk)

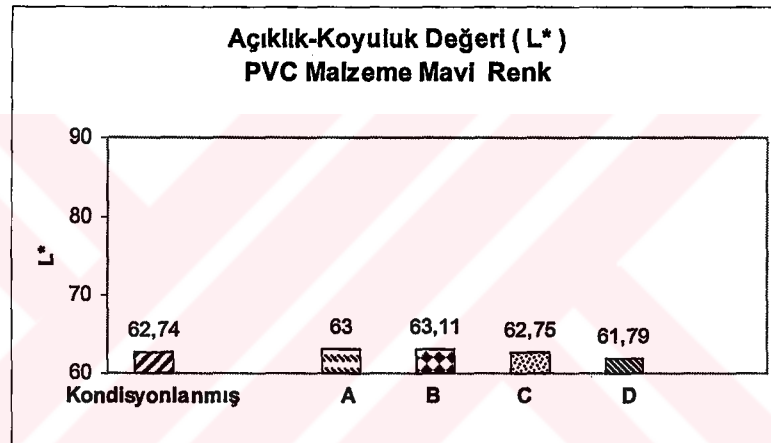
Tablo 46 PU malzeme koyuluk-açıklık değerleri (bej ve mavi renk)

	PU Bej		PU Mavi	
	L*	ΔL^*	L*	ΔL^*
Kondisyonlanmış	87.7	-	76.15	-
A Deney Koşulu	87.45	-0.25	77.07	0.92
B Deney Koşulu	87.94	0.23	77.96	1.81
C Deney Koşulu	85.21	-2.50	75.49	-0.66
D Deney Koşulu	86.31	-1.39	77.03	0.88

PU malzemedeki, bej renkli örneklerin açıklık değerlerinde; B Deney Koşulunda çok hafif bir açılmaya karşın diğer koşullarda çok az miktarda koyulaşma olduğu, mavi renkte ise C Deney Koşulu dışında açılma olduğu gözlenmiştir.



Grafik 21 PVC malzeme koyuluk-açıklık değerleri (bej renk)

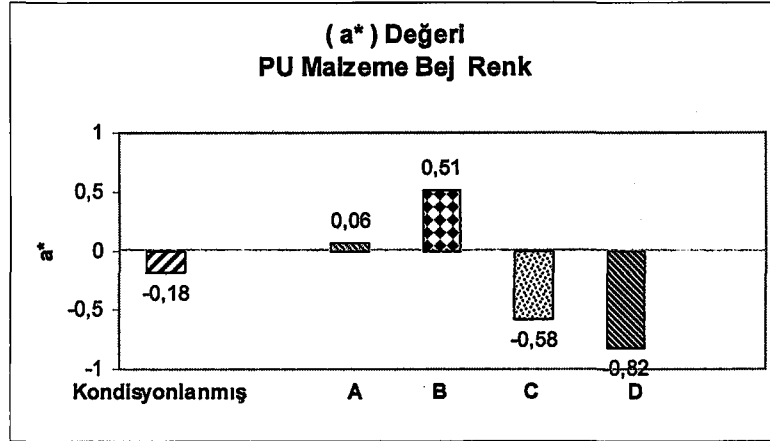


Grafik 22 PVC malzeme koyuluk-açıklık değerleri (mavi renk)

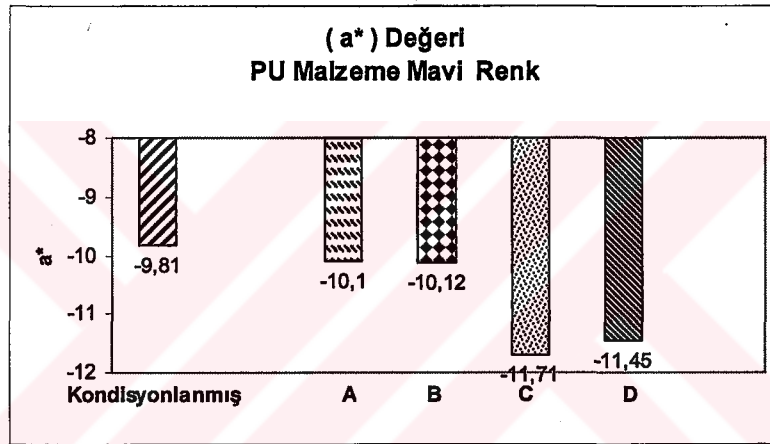
Tablo 47 PVC malzeme koyuluk-açıklık değerleri (bej ve mavi renk)

	PVC Bej		PVC Mavi	
	L*	ΔL^*	L*	ΔL^*
Kondisyonlanmış	76.13	-	62.74	-
A Deneş Koşulu	77.77	1.64	63	0.26
B Deneş Koşulu	75.4	-0.73	63.11	0.37
C Deneş Koşulu	75.29	-0.84	62.75	0.01
D Deneş Koşulu	75.4	-0.73	61.79	-0.96

PVC malzemedede , her iki renkte A Deneş Koşulunda hafif bir açılma varken, beş rengin B, C, D Deneş koşullarında koyulaştığı , mavi rengin fazla değışmediğı, C Deneş Koşulunda orijinal haline döndüğü görülmüştür.



Grafik 23 PU malzeme a* değeri (bej renk)



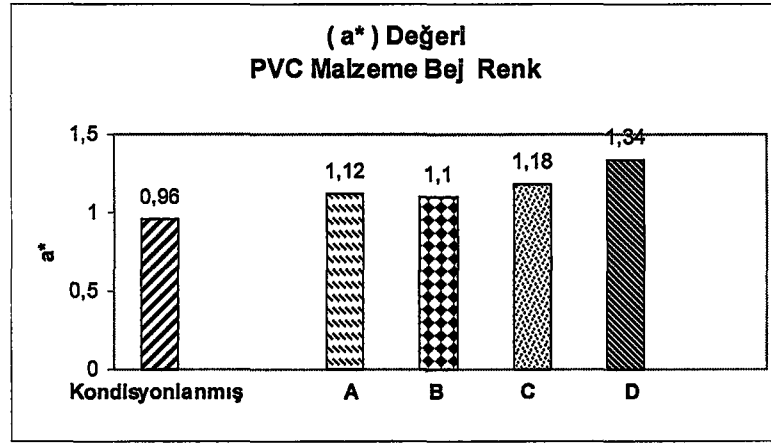
Grafik 24 PU malzeme a* değeri (mavi renk)

Tablo 48 PU malzeme a* değerleri (bej ve mavi renk)

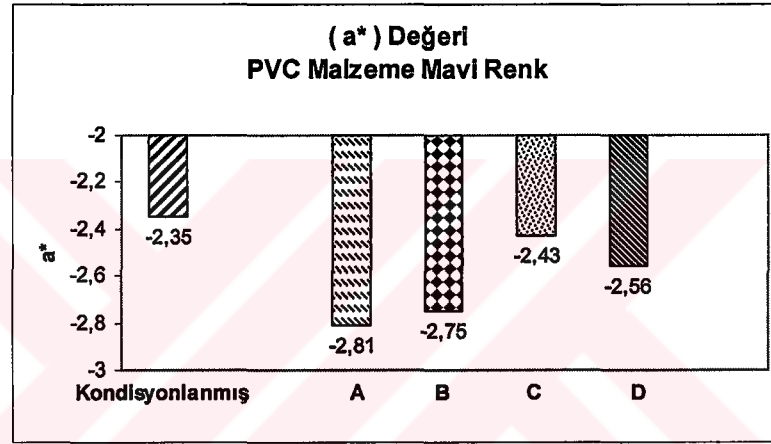
	PU Bej		PU Mavi	
	a*	Δa^*	a*	Δa^*
Kondisyonlanmış	-0.18	-	-9.81	-
A Deney Koşulu	0.06	0.24	-10.1	-0.29
B Deney Koşulu	0.51	0.69	-10.12	-0.31
C Deney Koşulu	-0.58	-0.40	-11.71	-1.90
D Deney Koşulu	-0.82	-0.64	-11.45	-1.64

PU malzeme bej renkli örnekte a* değeri A , B Deney Koşullarında kırmızı nüanslara yaklaşırken C ve D Deney Koşullarında yeşile doğru geçiş değerleri vermiştir.

Mavi rengin ise C ve D Deney Koşullarında yeşil renge doğru kaydığı görülmüştür.



Grafik 25 PVC malzeme a* değeri (bej renk)



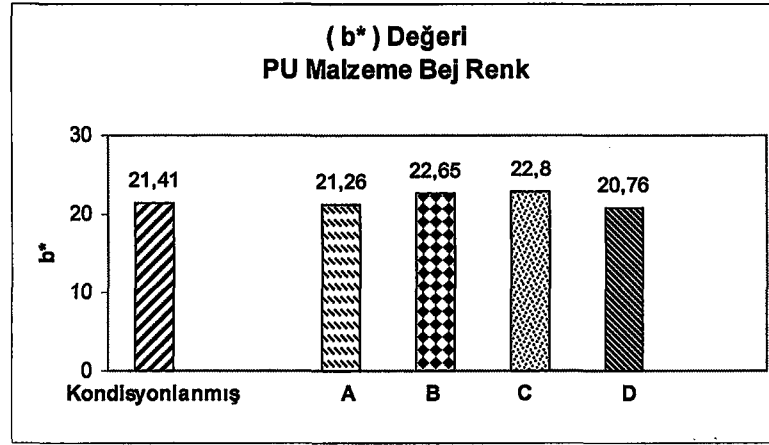
Grafik 26 PVC malzeme a* değeri (mavi renk)

Tablo 49 PVC malzeme a* değerleri (bej ve mavi renk)

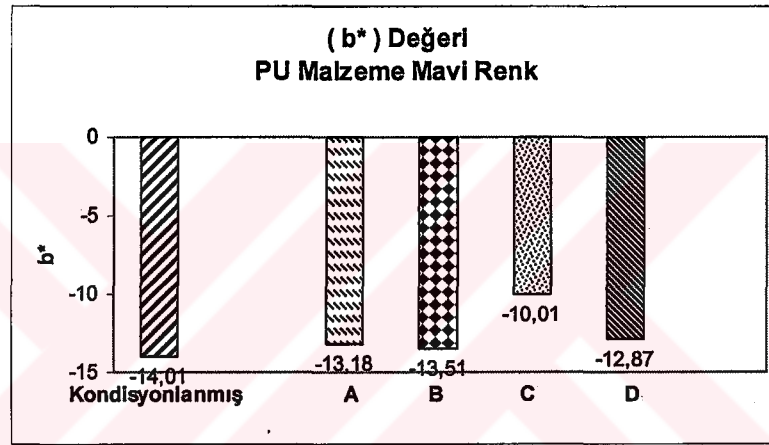
	PVC Bej		PVC Mavi	
	a*	Δa^*	a*	Δa^*
Kondisyonlanmış	0,96	-	-2,35	-
A Deneý Kořulu	1,12	0,16	-2,81	-0,47
B Deneý Kořulu	1,1	0,14	-2,75	-0,40
C Deneý Kořulu	1,18	0,22	-2,43	-0,09
D Deneý Kořulu	1,34	0,38	-2,56	-0,21

PVC malzeme bej rengi örnekte a* değerinin tüm deneý koşullarında kırmızı değerlere kaydığı,

mavi rengin A , B Deneý Kořullarında yeřile kaydığı, C ve D Deneý Kořullarında ilk renk nüansına daha çok yaklařtığı görölmüřtür.



Grafik 27 PU malzeme b* değeri (bej renk)



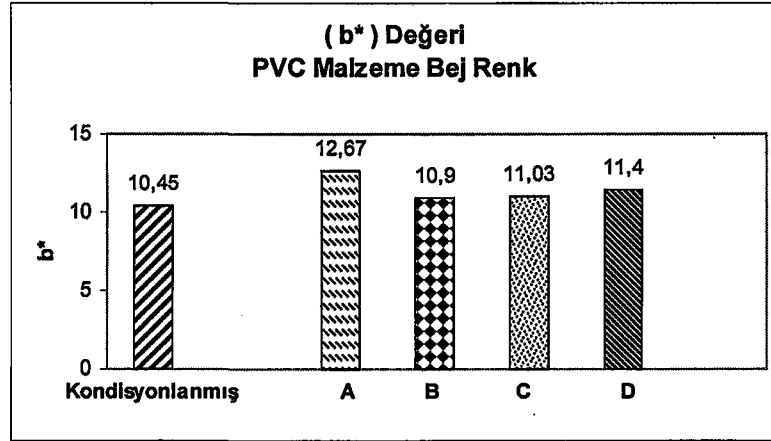
Grafik 28 PU malzeme b* değeri (mavi renk)

Tablo 50 PU malzeme b* değerleri (bej ve mavi renk)

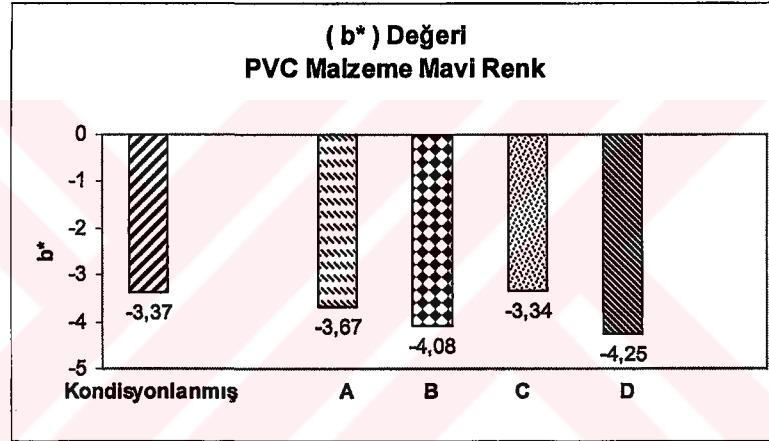
	PU Bej		PU Mavi	
	b*	Δb^*	b*	Δb^*
Kondisyonlanmış	21.41	-	-14.01	-
A Deneş Koşulu	21.26	-0.15	-13.18	0.83
B Deneş Koşulu	22.65	1.24	-13.51	0.49
C Deneş Koşulu	22.8	1.39	-10.01	4
D Deneş Koşulu	20.76	-0.65	-12.87	1.13

PU malzemede beş renkli örnek, B ve C Deneş Koşullarında orijinal rengine göre sararma göstermiştir. D koşulunda ise sarı renk azalmıştır.

Mavi renkte C Deneş Koşulunda en fazla olmak üzere sararma görülmüştür.



Grafik 29 PVC malzeme b* değeri (bej renk)



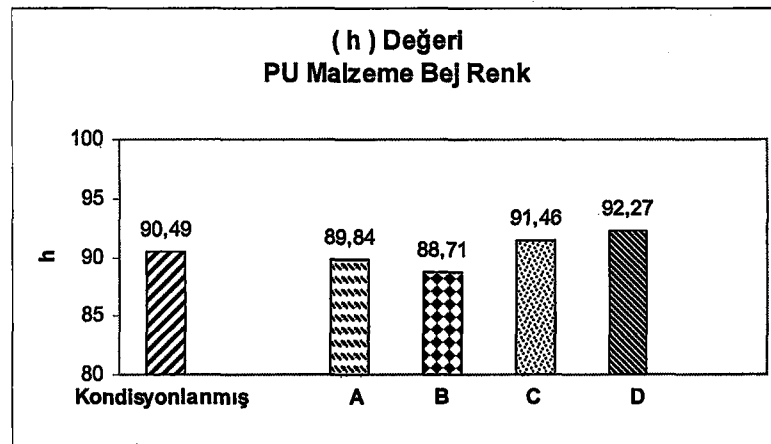
Grafik 30 PVC malzeme b* değeri (mavi renk)

Tablo 51 PVC malzeme b* değerleri (bej ve mavi renk)

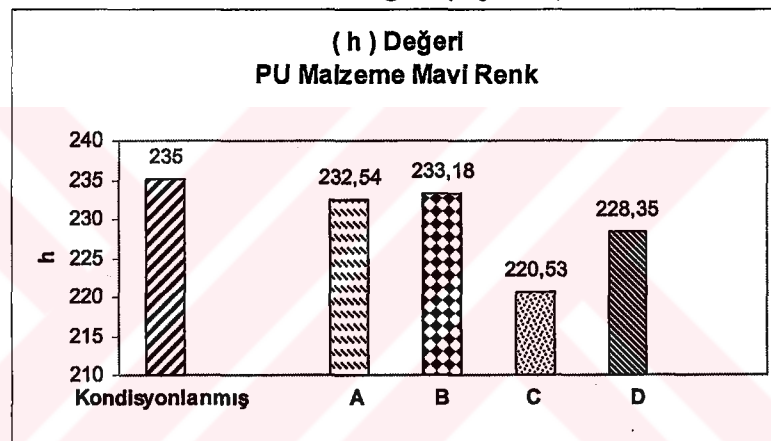
	PVC Bej		PVC Mavi	
	b*	Δb^*	b*	Δb^*
Kondisyonlanmış	10.45	-	-3.37	-
A Deney Koşulu	12.67	2.23	-3.67	-0.29
B Deney Koşulu	10.9	0.45	-4.08	-0.70
C Deney Koşulu	11.03	0.58	-3.34	0.03
D Deney Koşulu	11.4	1	4.25	-0.88

PVC malzeme bej rengi, tüm deney koşullarında sararma göstermiştir. Ancak bu değerler kabul edilebilir sınırlar içindedir.

Mavi renkte A, B ve D Deney Koşulunda daha mavileşme, C Deney Koşulunda ise orijinal renge yakınlaşma, D Deney Koşulunda mavi yöne geçiş grlmştir.



Grafik 31 PU malzeme h değeri (bej renk)



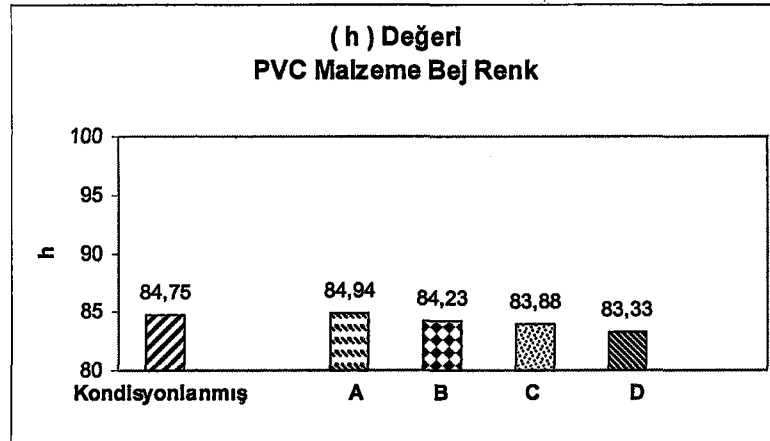
Grafik 32 PU malzeme h değeri (mavi renk)

Tablo 52 PU malzeme h değerleri (bej ve mavi renk)

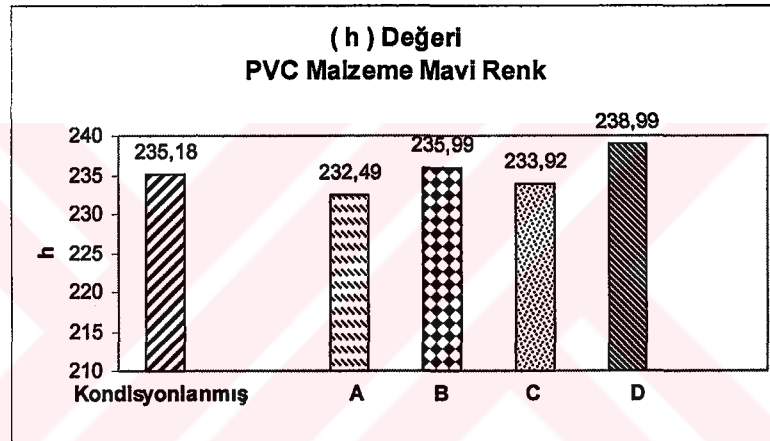
	PU Bej		PU Mavi	
	h	ΔH^*	h	ΔH^*
Kondisyonlanmış	90.49	-	235	-
A Deneş Koşulu	89.84	-0.24	232.54	-0.72
B Deneş Koşulu	88.71	-0.69	233.18	-0.54
C Deneş Koşulu	91.46	0.47	220.53	-4.09
D Deneş Koşulu	92.27	0.65	228.35	-1.99

PU malzeme beş renkte h değeri C ve D Deneş Koşullarında, A ve B Deneş Koşullarına göre daha fazladır.

Mavi renkte ise h değerinde C Deneş Koşulunda oldukça fazla kayma görülmüştür.



Grafik 33 PVC malzeme h değeri (bej renk)



Grafik 34 PVC malzeme h değeri (mavi renk)

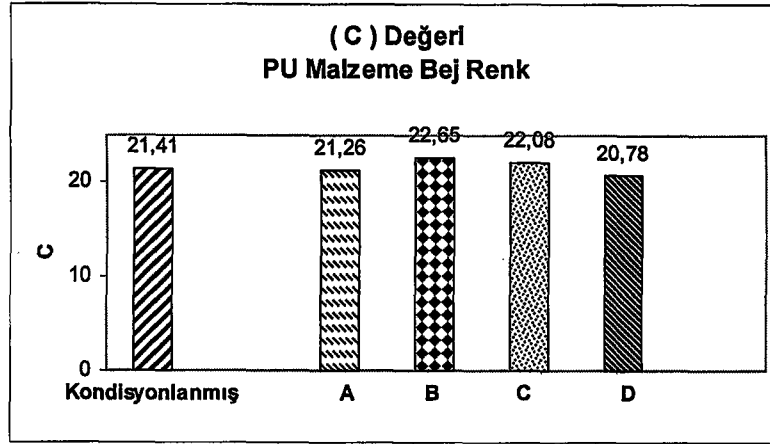
Tablo 53 PVC malzeme h değerleri (bej ve mavi renk)

	PVC Bej		PVC Mavi	
	h	ΔH^*	h	ΔH^*
Kondisyonlanmış	84.75	-	235.18	-
A Deneş Koşulu	84.94	0.04	232.49	-0.20
B Deneş Koşulu	84.23	-0.10	235.99	0.06
C Deneş Koşulu	83.88	-0.16	233.92	-0.09
D Deneş Koşulu	83.33	-0.27	238.99	0.30

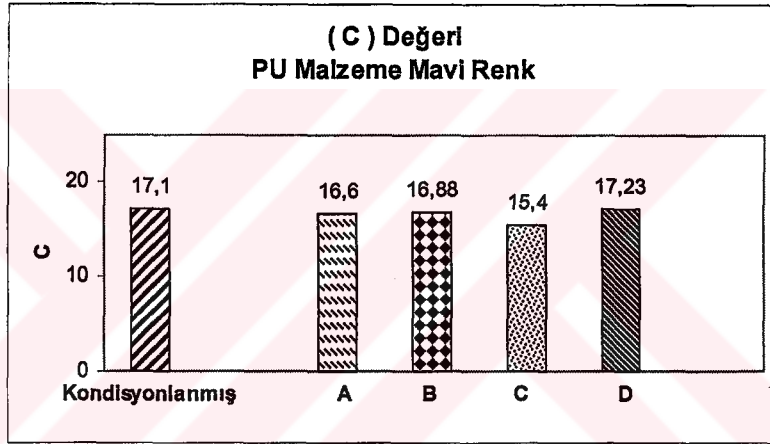
PVC malzemede beş rengeinde C ve D Deneş Koşullarında renk nıansları görülmüştür. Ancak bu renk geçişleri çok düşük değerdedir.

PVC malzemede mavi renk, daha kararlı bir durum göstermiştir.

4.3.2 Parlaklık Değerleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi



Grafik 35 PU malzeme C değeri (bej renk)



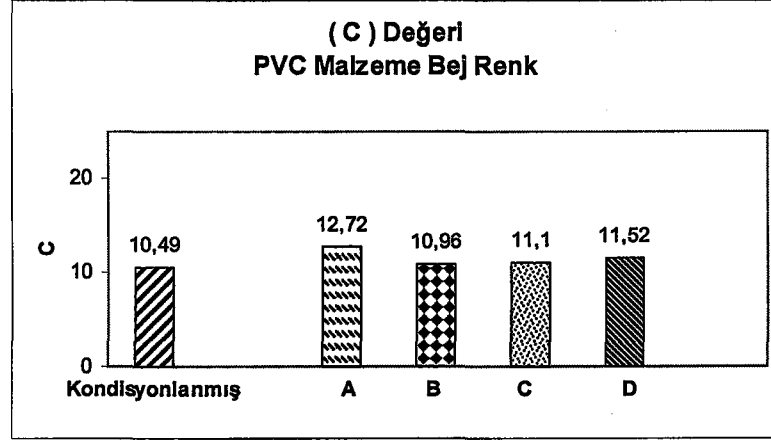
Grafik 36 PU malzeme C değeri (mavi renk)

Tablo 54 PU malzeme C değerleri (bej ve mavi renk)

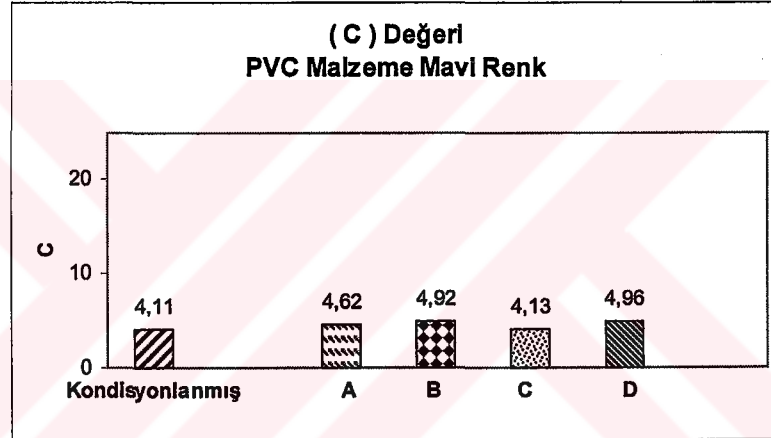
	PU Bej		PU Mavi	
	C	ΔC^*	C	ΔC^*
Kondisyonlanmış	21.41	-	17.1	-
A Deneş Koşulu	21.26	-0.15	16.6	-0.50
B Deneş Koşulu	22.65	1.24	16.88	-0.27
C Deneş Koşulu	22.8	1.39	15.4	-1.70
D Deneş Koşulu	20.78	-0.63	17.23	0.13

PU beş renkli malzeme, A ve D Deneş Koşullarında çok az değerde parlaklık kaybına uğrarken B ve C Deneş Koşullarında parlaklık kaybı olmamıştır.

Mavi renkli örnekte, A ve B Deneş Koşullarında parlaklık kaybı çok az değerdeyken C Deneş Koşulunda matlaşma görülmüştür.



Grafik 37 PVC malzeme C değeri (bej renk)



Grafik 38 PVC malzeme C değeri (mavi renk)

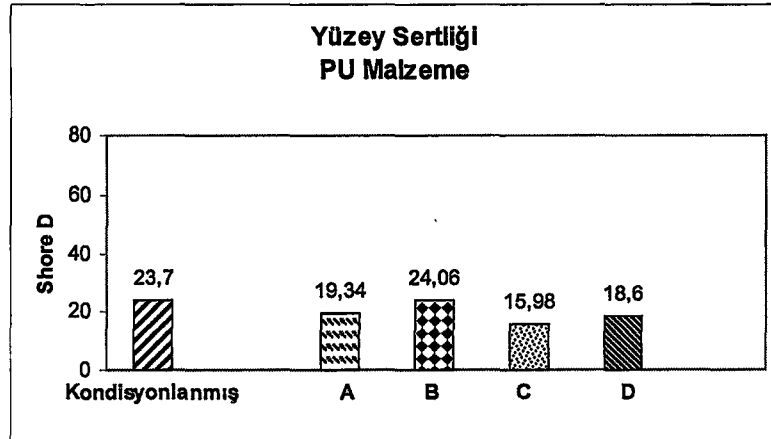
Tablo 55 PVC malzeme C değerleri (bej ve mavi renk)

	PVC Bej		PVC Mavi	
	C	ΔC^*	C	ΔC^*
Kondisyonlanmış	10.49	-	4.11	-
A Deneş Koşulu	12.72	2.23	4.62	0.51
B Deneş Koşulu	10.96	0.46	4.92	0.81
C Deneş Koşulu	11.1	0.60	4.13	0.02
D Deneş Koşulu	11.52	1.03	4.96	0.85

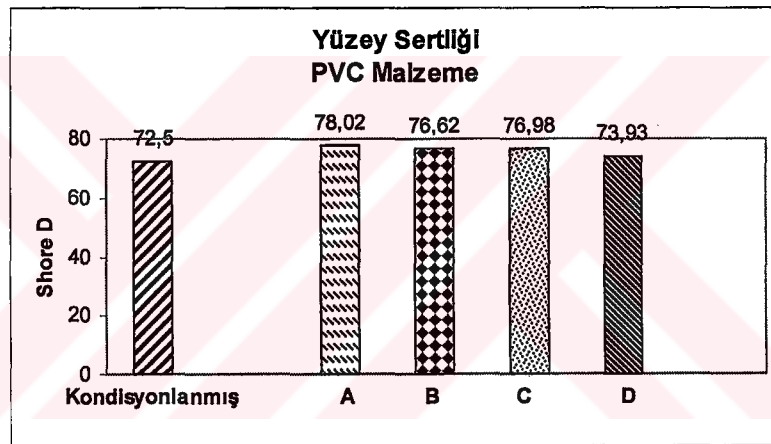
PVC beş renkli malzemede parlaklık, tüm deneş koşullarında artmıştır.

Mavi renkli malzemede de bir miktar parlaklık artışı olmuştur.

4.3.3. Sertlik Deneyi Sonuçlarının Değerlendirilmesi



Grafik 39 PU malzeme yüzey sertliği değeri



Grafik 40 PVC malzeme yüzey sertliği değeri

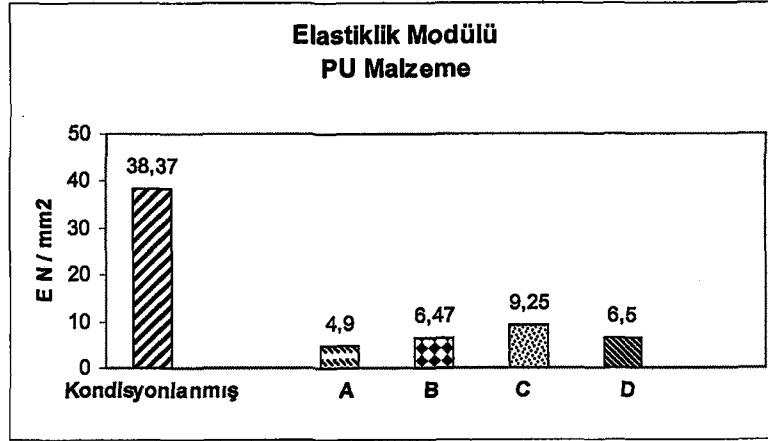
Tablo 56 PU ve PVC malzemede yüzey sertliği değerleri

	Shore D	PU	PVC
Kondisyonlanmış		23.7	72.5
A Deney Koşulu		19.34	78.02
B Deney Koşulu		24.06	76.62
C Deney Koşulu		15.98	76.98
D Deney Koşulu		18.6	73.93

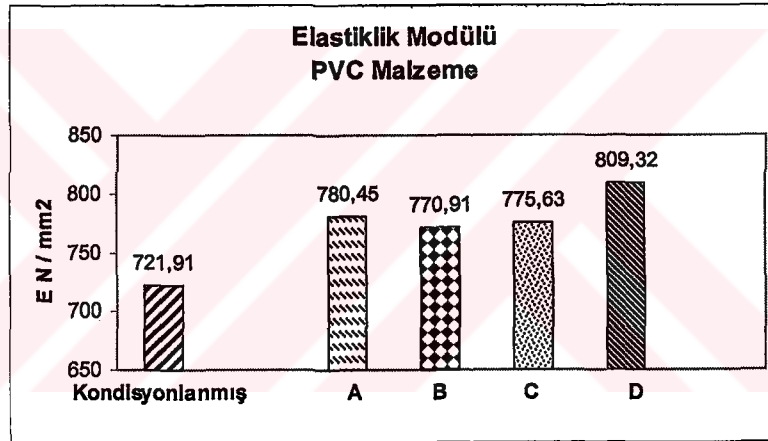
PU malzemede, yüzey sertliği; B Deney Koşulundaki artış dışında tüm deney koşullarında azalmıştır.

PVC malzemede, yüzey sertliği; tüm deney koşullarında artışlar göstermiştir.

4.3.4. Çekme Deneyi Sonuçlarının Değerlendirilmesi



Grafik 41 PU malzemede Elastiklik Modülü



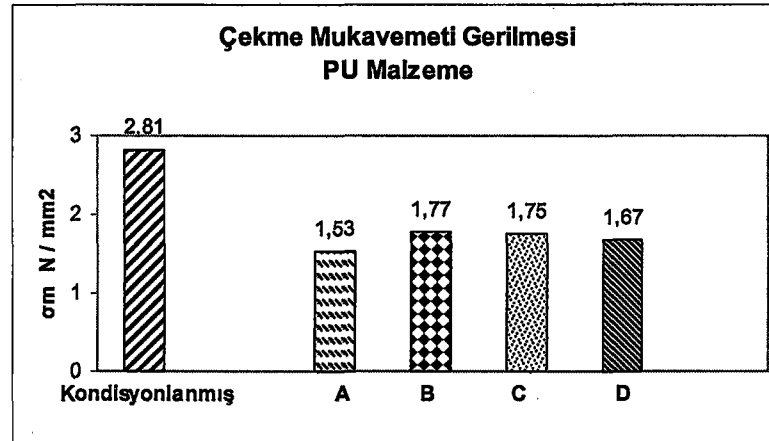
Grafik 42 PVC malzemede Elastiklik Modülü

Tablo 57 PU ve PVC malzemede Elastiklik Modülü

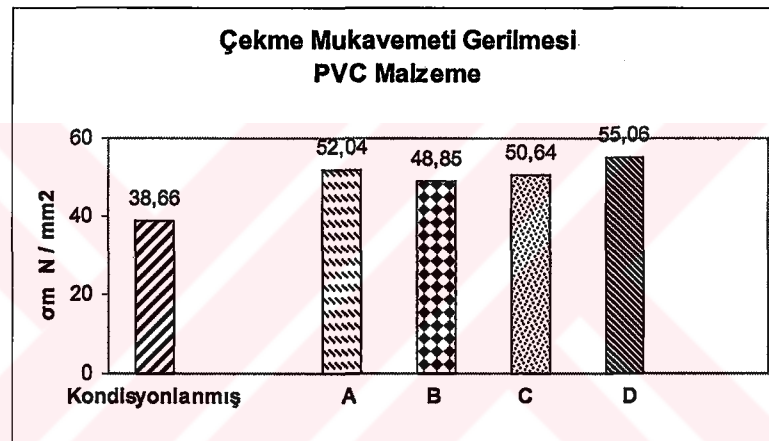
E N / mm ²	PU	PVC
Kondisyonlanmış	38.37	721.91
A Deney Koşulu	4.9	770.91
B Deney Koşulu	6.47	809.32
C Deney Koşulu	9.25	780.45
D Deney Koşulu	6.5	775.63

PU malzemede elastiklik modulünde A, B ve D Deney Koşullarında ani düşüşler görülmüştür. C Deney Koşulunda değer diğer periyodlara göre artış saptansa da bu değer fazla değildir.

PVC malzemede elastiklik modülü değerlerinde özellikle D Deney Koşulu olmak üzere tüm deney koşullarında artışlar görülmüştür.



Grafik 43 PU malzemede çekme mukavemeti gerilmesi



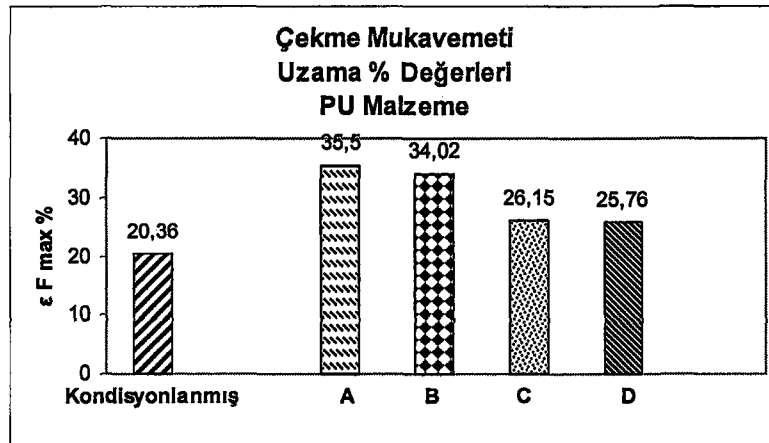
Grafik 44 PVC malzemede çekme mukavemeti gerilmesi

Tablo 58 PU ve PVC malzemede çekme mukavemeti gerilmesi

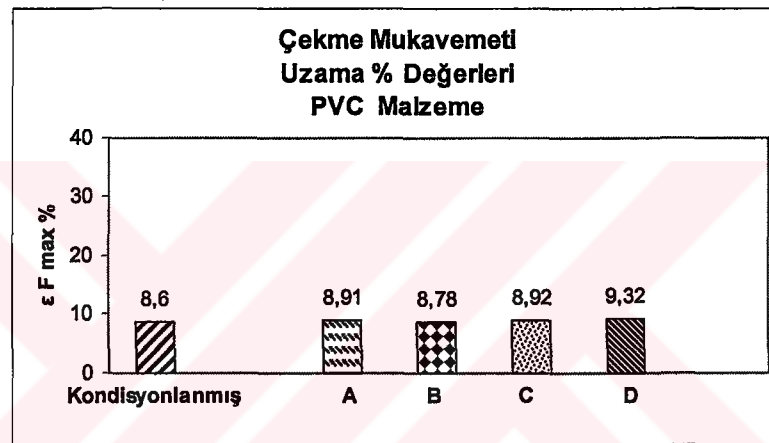
$\sigma m \text{ N / mm}^2$	PU	PVC
Kondisyonlanmış	2.81	38.66
A Deney Koşulu	1.53	52.04
B Deney Koşulu	1.77	48.85
C Deney Koşulu	1.75	50.64
D Deney Koşulu	1.67	55.06

PU malzeme, çekme mukavemeti gerilmelerinin deneyler sonunda standard atmosfer koşullarına göre daha düşük değerlerde olduğu görülmüştür.

PVC malzemede, çekme mukavemeti gerilmelerinde tüm süreçlerde artış görülmüştür. En yüksek değer D Deney Koşulundadır.



Grafik 45 PU malzemede çekme mukavemeti uzama değeri



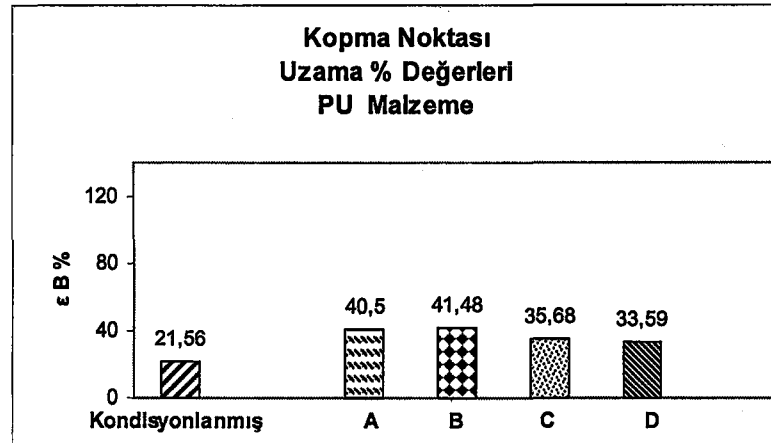
Grafik 46 PVC malzemede çekme mukavemeti uzama değeri

Tablo 59 PU ve PVC malzemede çekme mukavemeti uzama değerleri

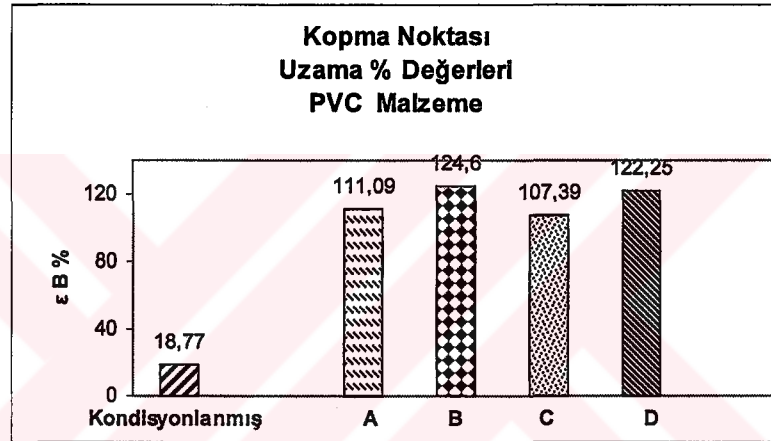
ε F max %	PU	PVC
Kondisyonlanmış	20.36	8.6
A Deney Koşulu	35.5	8.91
B Deney Koşulu	34.02	8.78
C Deney Koşulu	26.15	8.92
D Deney Koşulu	25.76	9.32

PU malzemede çekme mukavemeti uzama değerlerinde, özellikle A ve B Deney Koşullarında daha fazla olmak üzere,

PVC malzemede çekme mukavemeti uzama değerlerinde ise tüm deney koşullarında artışlar görülmüştür.



Grafik 47 PU malzemede kopma noktası uzama % değeri



Grafik 48 PVC malzemede kopma noktası uzama % değeri

Tablo 60 PU ve PVC malzemede kopma noktası uzama % değerleri

	ε B %	PU	PVC
Kondisyonlanmış		21.56	18.77
A Deney Koşulu		40.5	111.09
B Deney Koşulu		41.48	124.6
C Deney Koşulu		35.68	107.39
D Deney Koşulu		33.59	122.25

PU malzemede kopma noktasında uzama değeri, A ve B Deney Koşullarında artış göstermiştir. C ve D Deney Koşullarında hemen hemen aynı performansı göstererek bir miktar düşmüştür. Ancak bu değer standard atmosfer koşullarındaki değerden fazladır.

PVC malzemede kopma noktası uzama değeri, bütün deney koşullarında yüksek oranlarda artış göstermiştir.

4.3.5. Zamana Bağlı Olası Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

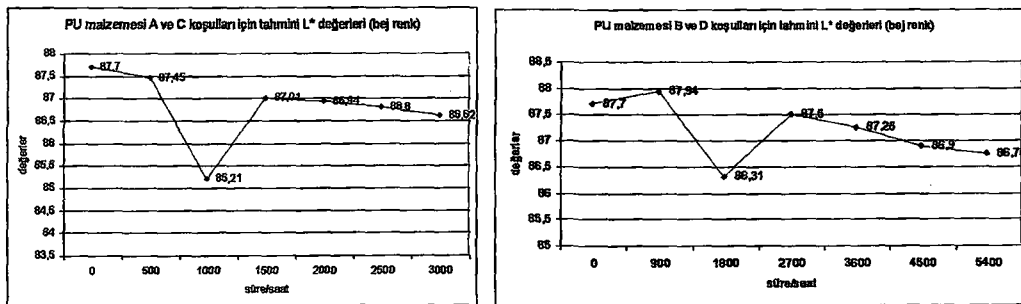
Araştırmada deney sonuçlarının değerlendirilmesinden sonra, her iki malzemenin uzun peridolardaki dayanıklılığıyla ilgili öngörü oluşturması açısından elde edilen veriler doğrultusunda istatistiksel değerlerin saptanması için bir çalışma yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmede; Regresyon analizi yapılmak suretiyle, tasarlanan zaman dilimlerinde malzemenin davranışları saptanmıştır. İstatistiklerde veriler, uygulanan deneylerde kullanılan 5'er adet örneğin "student dağılımıyla" tesbit edilen aralıklarından bulunmuştur.

İstatistikler, uygulanan koşulların zaman periodlarının uzatılması durumunda ortaya çıkan olası verilerin değerlendirmesidir. A ve C Deney Koşullarının tahmini değerlerin deney süreleri için uygulanan 500 ve 1000 saatlerin devamı olarak 1500, 2000, 2500, 3000 saatleri, B ve D Deney koşullarının devamı olarak 2700, 3600, 4500, 5400 saatleri alınmıştır.

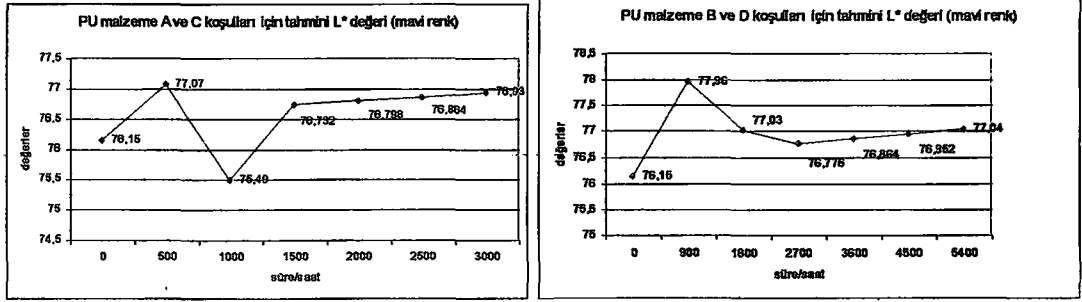
Renk Ve Parlaklık Değerleri

İstatistiki değerlendirmede bej renkli PU malzeme; her koşulda, uzun periodlara doğru değerlerin giderek koyulaşacağını, yeşillenerek sararacağını göstermektedir. Parlaklık kaybı ilk periodlarda olsa da, değerlerin son periodlarda ilk değerlere ulaşacağı görülmektedir (Grafik 49, 51, 53, 55).

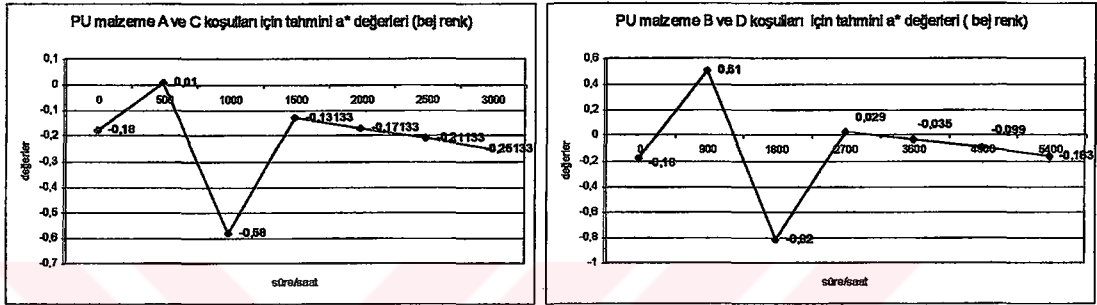
Sonuçlar; mavi renkli PU malzemede her iki deney koşulunda uzun periodlarda çok az açılma olacağını, renginin yeşilleşerek sararacağını, parlaklık kaybının B ve D Koşullarında görülmeyeceğini, ancak A ve C Koşullarında büyük ölçüde kayıp olacağını göstermektedir. (Grafik 50, 52, 54, 56).



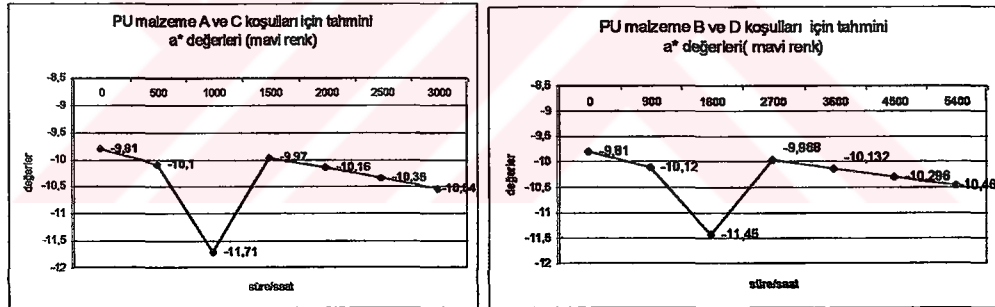
Grafik 49 PU malzeme istatistiki L* değerleri (bej renk)



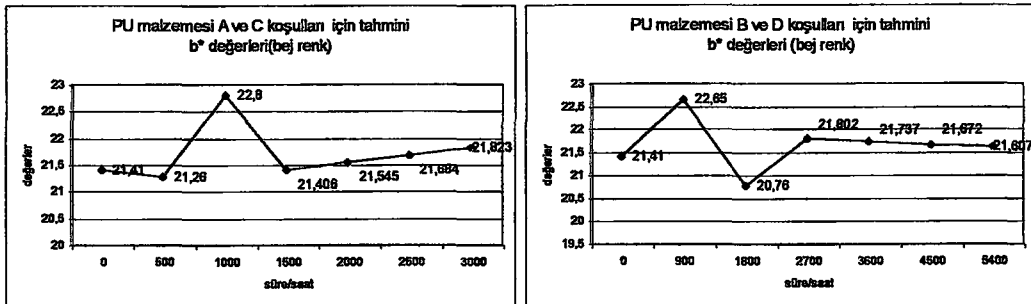
Grafik 50 PU malzeme istatistiki L* değerleri (mavi renk)



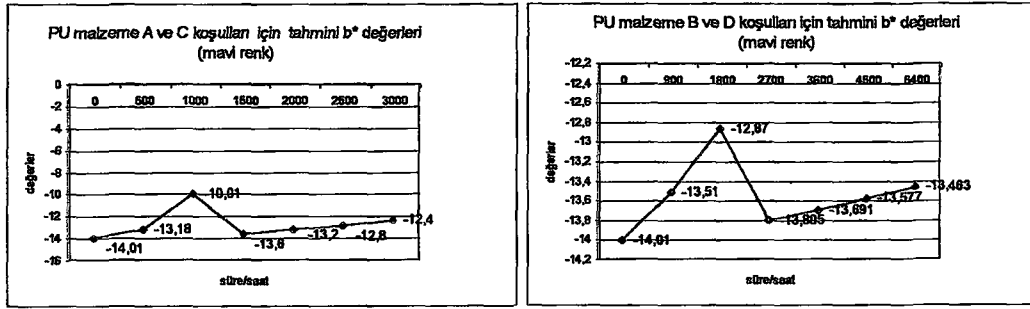
Grafik 51 PU malzeme istatistiki a* değerleri (bej renk)



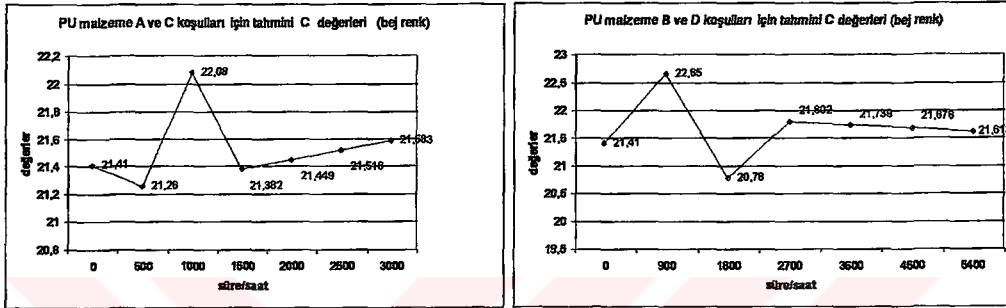
Grafik 52 PU malzeme istatistiki a* değerleri (mavi renk)



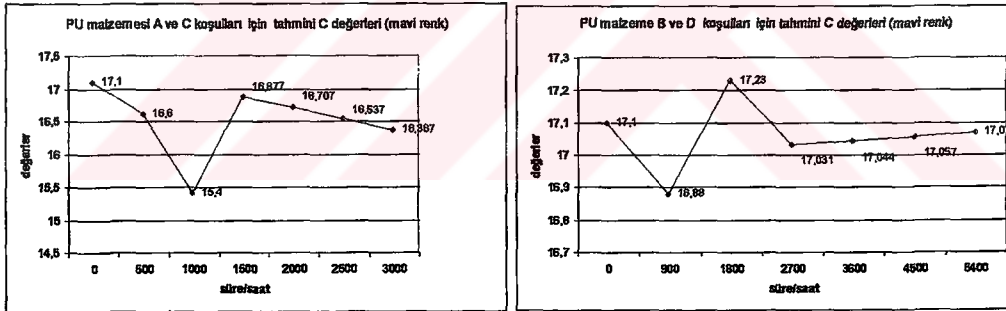
Grafik 53 PU malzeme istatistiki b* değerleri (bej renk)



Grafik 54 PU malzeme istatistiki b* değerleri (mavi renk)



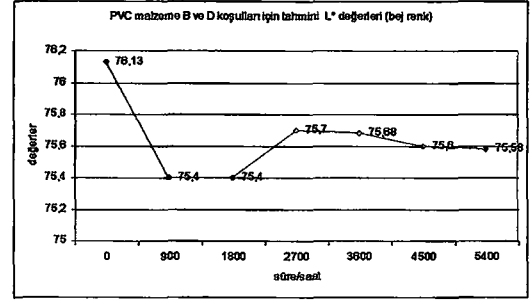
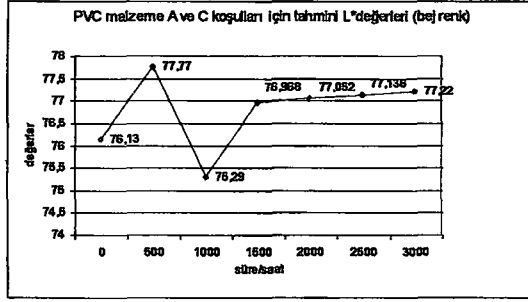
Grafik 55 PU malzeme istatistiki C değerleri (bej renk)



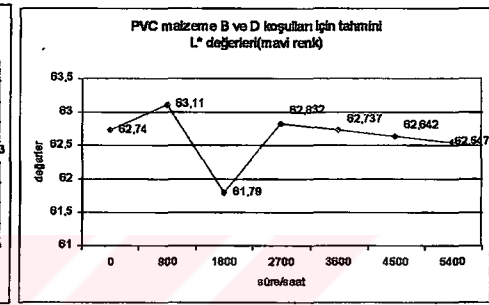
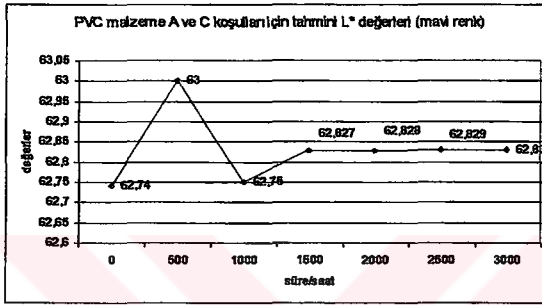
Grafik 56 PU malzeme istatistiki C değerleri (mavi renk)

İstatistiksel sonuçlara göre; bej renkli PVC malzemede; A ve C Deneş Koşulunda tonunun açılacağı, B ve D Deneş Koşulunda koyulaşacağı, renginin küçük değerlerde kızarıarak sararma göstereceğı, parlaklıkta artış olacağı (Grafik 57, 59, 61, 63),

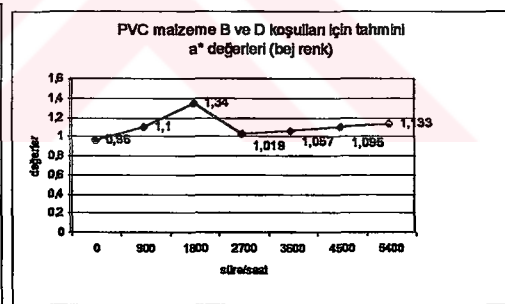
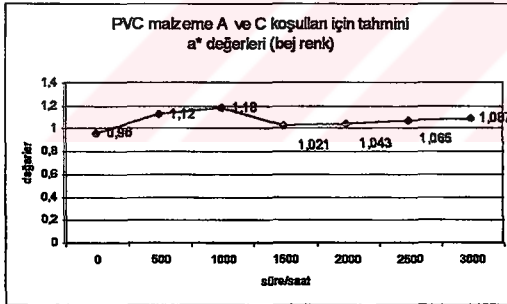
Mavi renkli PVC malzemede ise; renk tonunda ve parlaklığında fazla bir değışiklik olmayacağı, her iki koşulda uzun periyodda çok az bir yeşilleşmeyle birlikte sararacağı görülmektedir (58, 60, 62, 64).



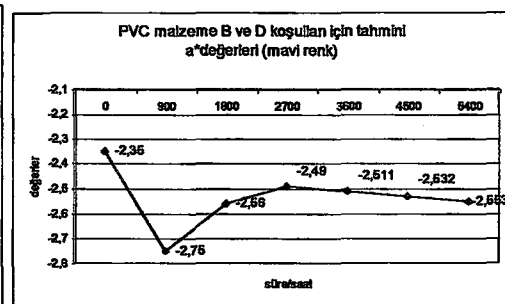
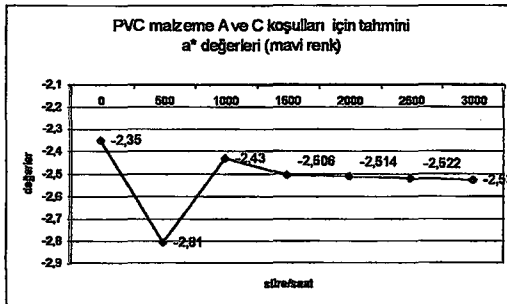
Grafik 57 PVC malzeme istatistiki L* değerleri (bej renk)



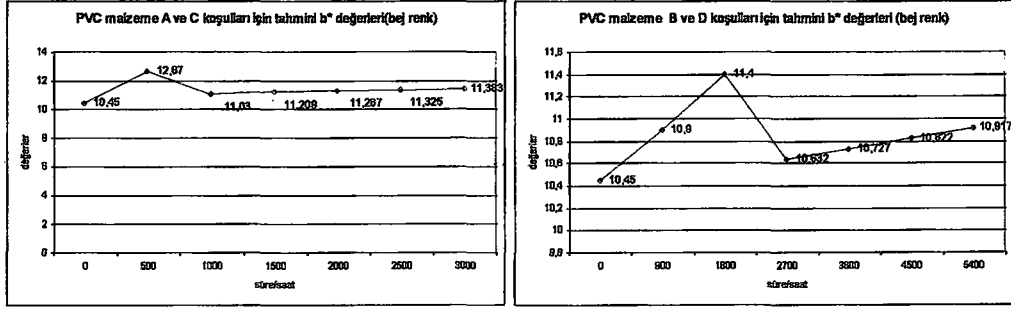
Grafik 58 PVC malzeme istatistiki L* değerleri (mavi renk)



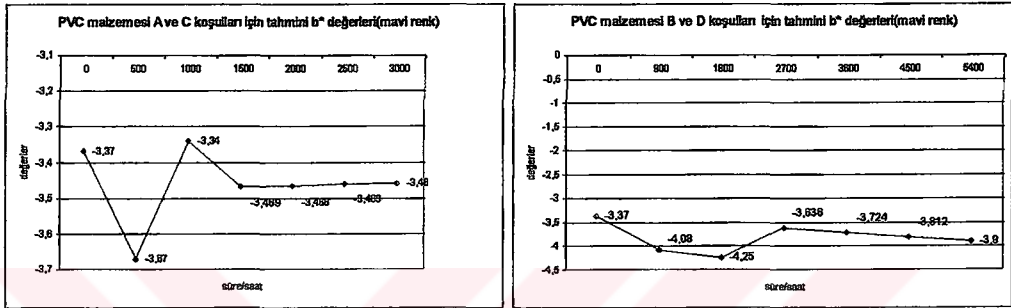
Grafik 59 PVC malzeme istatistiki a* değerleri (bej renk)



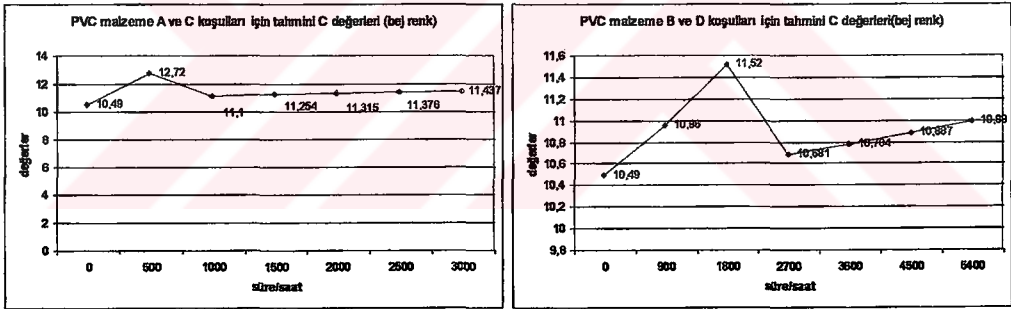
Grafik 60 PVC malzeme istatistiki a* değerleri (mavi renk)



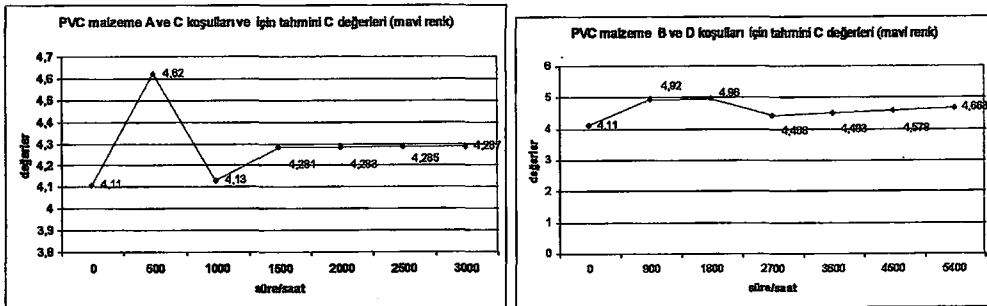
Grafik 61 PVC malzeme istatistiki b* değerleri (bej renk)



Grafik 62 PVC malzeme istatistiki b* değerleri (mavi renk)



Grafik 63 PVC malzeme istatistiki C değerleri (bej renk)

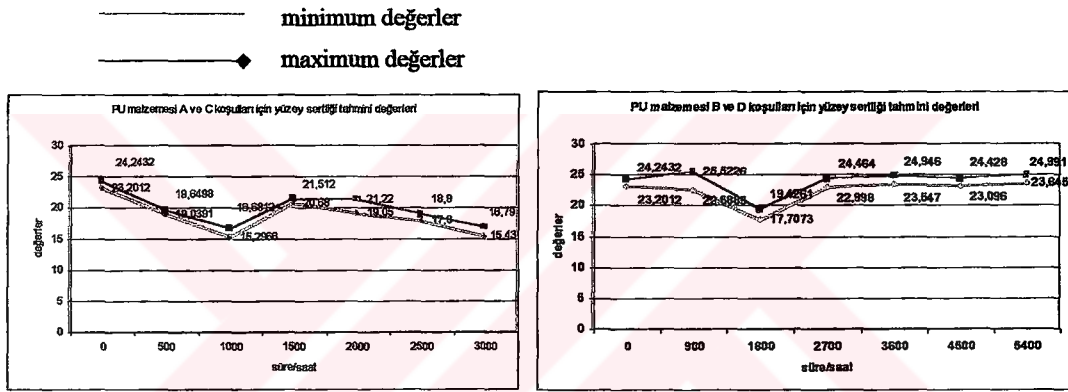


Grafik 64 PVC malzeme istatistiki C değerleri (mavi renk)

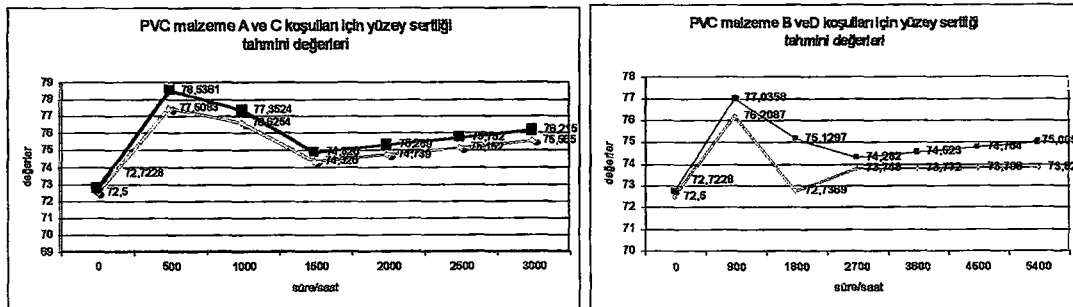
Yüzey Sertliği Değerleri

İstatistik sonuçların minimum ve maksimum değerleri; PU malzemede yüzey sertliğinin A ve C Deneş Koşulunda düşeceğini, B ve D Deneş Koşulunda ilk değerlere yaklaşarak artacağını göstermektedir (Grafik 65).

PVC malzemede yüzey sertliği değerlerinin her iki deneş koşulunda yükseleceğini görülmektedir (Grafik 66).



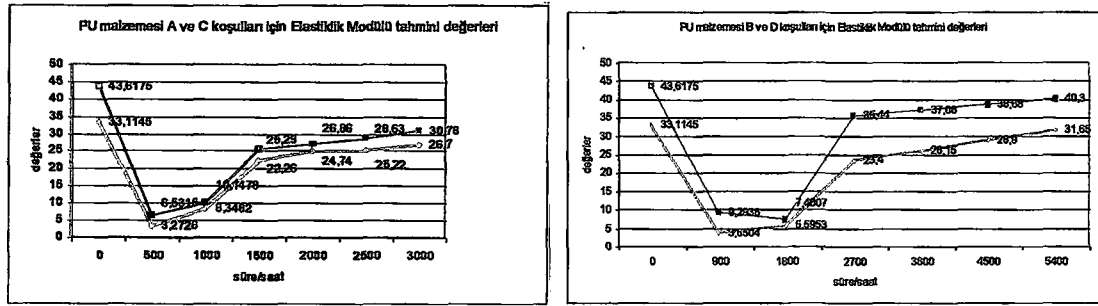
Grafik 65 PU malzeme yüzey sertliği istatistikî değerleri



Grafik 66 PVC malzeme yüzey sertliği istatistikî değerleri

Çekme Deneş Değerleri

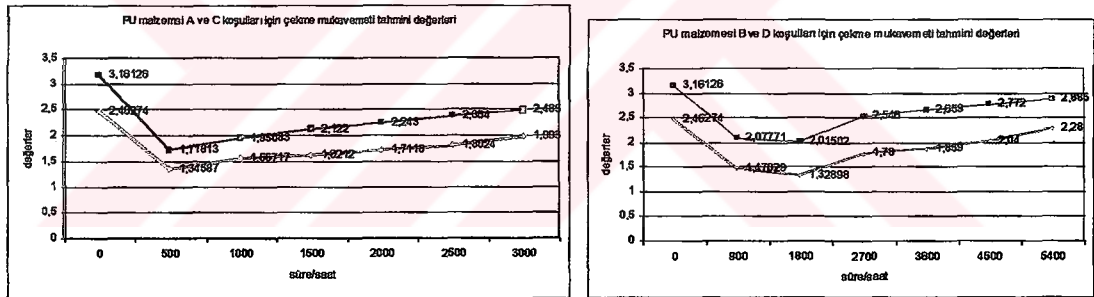
İstatistikî sonuçlara göre; PU malzemenin elastiklik modülü her iki koşulda da düşüş göstermektedir (Grafik 67).



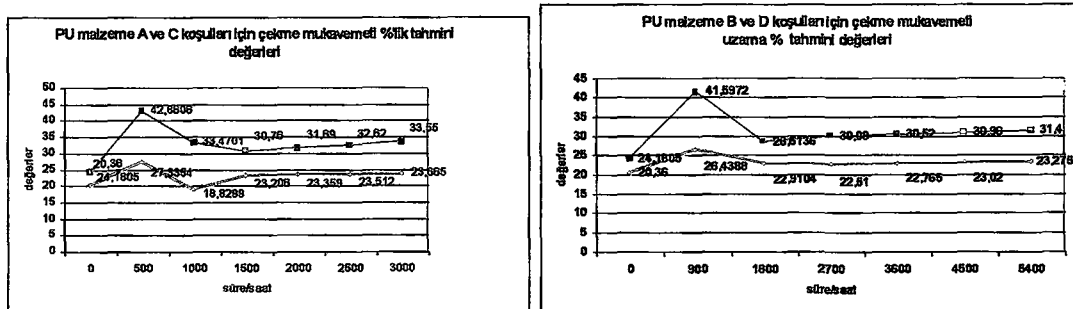
Grafik 67 PU malzeme elastiklik modülü istatistikî değerleri

PU malzemede çekme mukavemeti istatistikî değerleri ilk değerlere göre düşüş, (Grafik 68), çekme mukavemeti uzama % istatistikî değerleri yükselme göstermektedir (Grafik 69).

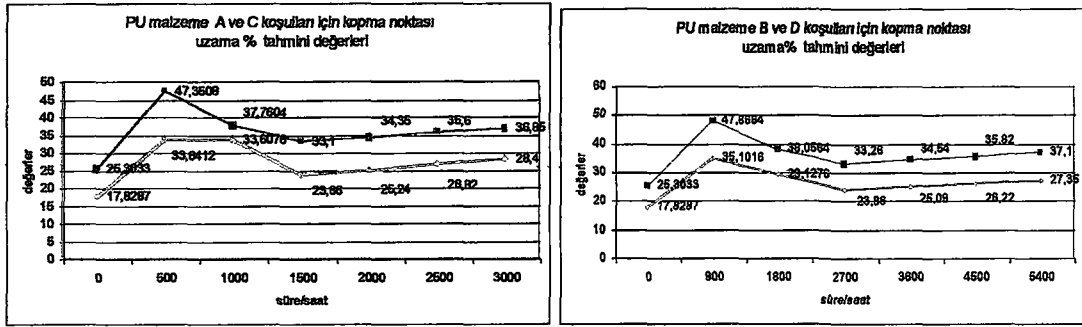
Kopma noktasındaki uzama % değerleri; tüm koşullarda (özellikle son periodlarda), ilk değere göre artış gösterdiğinden malzemenin az da olsa süneklik kazandığı görülmektedir (Grafik 70).



Grafik 68 PU malzeme çekme mukavemeti istatistikî değerleri

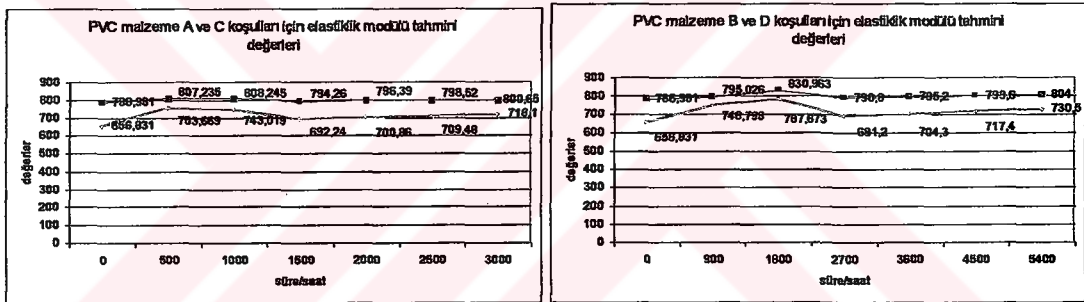


Grafik 69 PU malzeme çekme mukavemeti uzama % istatistikî değerleri

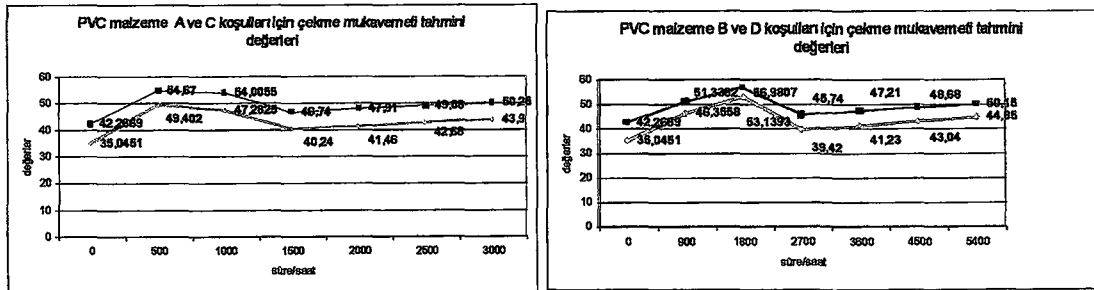


Grafik 70 PU malzeme kopma noktası uzama % istatistiki değerleri

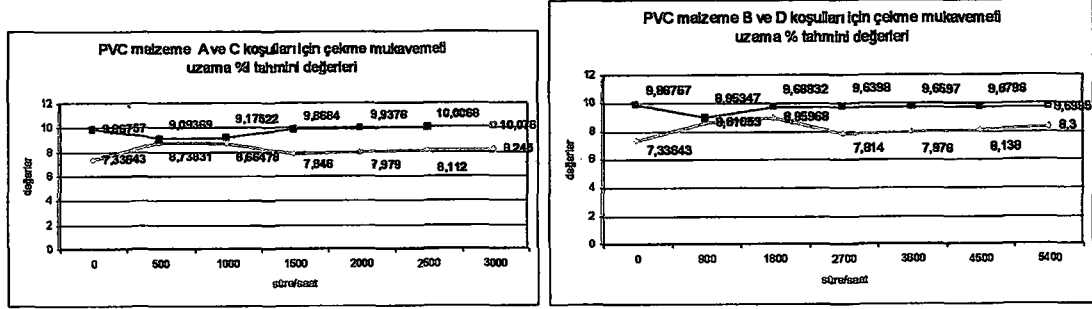
İstatistiki sonuçlara göre; PVC malzemenin tüm koşullarda elastiklik modülü ve çekme mukavemetinin artacağı görülmektedir (Grafik 71, 72). Aynı şekilde kopma noktasındaki uzama % değerleri tüm koşullarda artış gösterdiğinden malzeme süneklik kazanmakta , gevrekliği azalmaktadır (Grafik 73, 74).



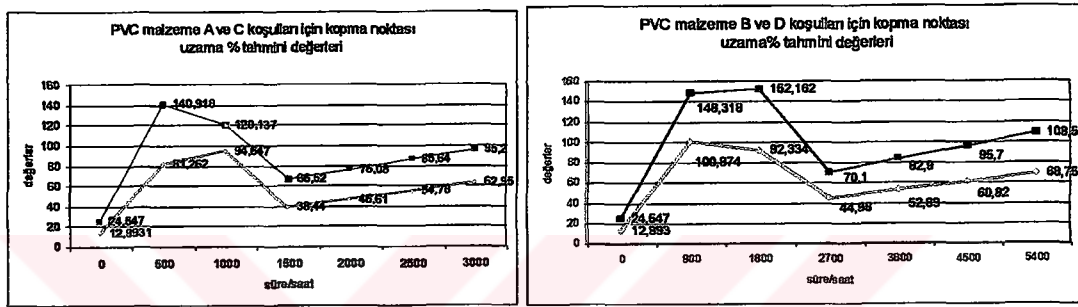
Grafik 71 PVC malzeme elastiklik modülü istatistiki değerleri



Grafik 72 PVC malzeme çekme mukavemeti istatistiki değerleri



Grafik 73 PVC malzeme çekme mukavemeti uzama % istatistiki değerleri



Grafik 74 PVC malzeme kopma noktası uzama % istatistiki değerleri

SONUÇ

Çalışmada uygulanan deney koşulları; süre ve UV değerleri dışında, sıcaklık ve yağmurlama periodları yönünden benzer koşullarda programlanmıştır. Dolayısıyla A ve C Deney Koşulları ile B ve D Deney Koşulları'nın birlikte gruplanabileceği kararına varılmıştır (Tablo 23, s.108).

Uygulanan çeşitlendirilmiş deneylerde esas alınan sıcaklık ve toplam UV değerleri ve Türkiye'nin farklı bölgelerine ait (1.Bölge "Akdeniz –Güney Bölgesi" ve 2.Bölge "İstanbul – Kuzey Bölgesi") sıcaklık ve toplam UV değerleri ile ilişkisi aşağıda belirtilmiştir (Ek 1).

A Deney Koşulu	İstanbul – Kuzey Bölgesi	(5 yıl)
B Deney Koşulu	Akdeniz –Güney Bölgesi	(5 yıl)
C Deney Koşulu	İstanbul – Kuzey Bölgesi	(10 yıl)
D Deney Koşulu	Akdeniz –Güney Bölgesi	(10 yıl)

İstatistiksel yöntemlerde kullanılan zaman verileri ise, çeşitlendirilmiş deneylerde esas alınmış zaman sürelerinin katları olarak uygulanmıştır. Bu sürelerin, her iki bölge için 15, 20, 25 ve 30 yıllık UV değerlerine karşılık geldiği hesaplanmıştır.

PU ve PVC malzeme için elde edilen bulgular;

- Uygulanan çeşitlendirilmiş deney sonuçları
- Çeşitlendirilmiş deney verileri esas alınarak hesaplanmış istatistiksel değerlerin sonuçları olmak üzere

ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Değerlendirmelerde PU ve PVC malzemenin;

- Renk ve Parlaklık
- Yüzey sertliği
- Çekme

Deneyi değerleri gözönünde tutularak sonuca varılmıştır.

1. PU Malzemenin Yüzey Dayanıklılığı İle İlgili Sonuç

1.1. Renk ve Parlaklık Değerleri

1.1.1. Uygulanan çeşitlendirilmiş deney sonuçlarına göre;

PU malzeme bej rengin; uzun periyotlarda çok az koyulaştığı, renk geçişlerinin orijinal haline döndüğü ve hafif parlaklık değişimleri olduğu görülmüştür.

Mavi rengin sadece C Deney Koşulu'nda koyulaştığı, orijinal renginden saptığı ve periyot uzadıkça sararma artışı ile birlikte renkte yeşile dönme eğilimi içinde olduğu saptanmıştır. Malzemenin parlaklığı önemli bir değişim göstermezken, renkte orijinallik kaybolmuştur.

1.1.2. İstatistik değerlerin sonuçlarına göre;

PU malzeme bej rengin; renk tonunun koyulaşacağı ve rengin yeşile kayarak sararacağı ve parlaklık kaybı olmayacağı şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Mavi renkte tüm deney koşullarının uzun periodlarında açılma, renginde yeşilleşerek sararma , A ve C Deney Koşulları'nda parlaklık kaybı olacağı görülmektedir.

1.2. Yüzey Sertliği Değerleri

1.2.1. Uygulanan çeşitlendirilmiş deney sonuçlarına göre;

PU malzeme'de yüzey sertliği değerleri, B Deney Koşulunda artış göstermiş, bu koşul dışında yapılan tüm deneylerde malzemenin yüzey sertliği değerleri düşmüştür.

1.2.2. İstatistik değerlerin sonuçlarına göre;

Malzemenin ilk yüzey sertliği değerinin A ve C Deney Koşulunda azalacağını B ve D Deney koşullarında fazla değişmeyeceğini göstermektedir.

1.3. Çekme Deneyi Değerleri

1.3.1. Uygulanan çeşitlendirilmiş deney sonuçlarına göre; PU malzeme’de elastiklik modülü değerleri düşmüş ve malzemenin “Elastik Bölge” deki biçim değişikliği artmıştır. “Plastik Bölge” deki biçim değişikliğinin de arttığı görülmüştür.

1.3.2. İstatistik değerlerin sonuçlarına göre; PU malzeme’de tüm koşullarda elastiklik modülünün düşeceğini göstermektedir. Verilerden; uzun periyotlarda malzemede “Plastik Bölge” deki biçim değişikliğinin artacağı ortaya çıkmaktadır.

2. PVC Malzemenin Yüzey Dayanıklılığı İle İlgili Sonuç

2.1. Renk ve Parlaklık

2.1.1. Uygulanan çeşitlendirilmiş deney sonuçlarına göre; PVC malzeme bej renkte orijinal rengin koyulaştığı ve sararma ile beraber kırmızının nüanslarına doğru bir renk değişiminin olduğu gözlemlenmiştir. Parlaklık artmıştır. Renkte genel olarak orijinalden uzaklaşma gözlenmiştir. Ancak, D Deney Koşulu sonunda renkteki değişim sınırlı kalmıştır.

Mavi renkte A ve B Deney Koşulları sonunda hafif bir renk açılması belirlenmiştir. D Deney Koşulu sonunda, rengin orijinaline göre biraz koyulaştığı ve az da olsa bir parlaklık artışı meydana geldiği görülmüştür. Renk tonunun değişikliği mavi ve yeşil bölgeye doğru gerçekleşmiştir. Mavi bölgeye geçişin daha fazla olduğu saptanmıştır.

2.1.2. İstatistik değerlerin sonuçlarına göre; PVC malzeme bej rengin uzun periyotlarda renk tonunun koyulaşacağını, kızarılarak sararacağını ve parlaklığında artış olacağını ortaya koymaktadır. Mavi rengin orijinal rengine yakın bir koyulukta kalacağı ve parlaklığını koruyacağı anlaşılmaktadır. Ancak uzun periyotlarda az da olsa yeşilleşme ile birlikte sararma olacağı görülmektedir.

2.2. Yüzey Sertliği

2.2.1. Uygulanan çeşitlendirilmiş deney sonuçlarına göre;

PVC malzeme'nin yüzey sertliğinin A ve C, B ve D deney koşullarında yüksek değerlere ulaştığı saptanmıştır.

2.2.2. İstatistik değerlerin sonuçlarına göre;

PVC malzeme'de yüzey sertliğinin, yukarıda sözü edilen tüm deney koşullarının uzun periodlarında artacağı görülmektedir.

2.3. Çekme Deneyi

2.3.1. Uygulanan çeşitlendirilmiş deney sonuçlarına göre;

PVC malzeme'de elastiklik modülünün yükseldiği, malzemenin daha küçük elastik şekil değişikliği gösterdiği, kopmadaki uzama değerlerindeki önemli artışlardan görüldüğü gibi "Plastik Bölge" deki biçim değişikliğinin, en düşüğü C Deney Koşulunda olmak üzere büyük ölçüde arttığı saptanmıştır.

2.3.2. İstatistik değerlerin sonuçlarına göre;

PVC malzeme'de elastiklik modülünün artacağı, süreç içerisinde malzemenin daha küçük elastik şekil değişikliği göstereceği, "Plastik Bölge" de biçim değişikliğinin artacağı görülmektedir.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; PU malzemenin mavi renkte kaybının giderilmesi, çekme etkilerinin yaratacağı olumsuzluğa karşı uygulamanın yapıştırma yöntemi yerine, asarak ve vida yataklarında genleşme payları düşünülerek yapılması koşuluyla, her iki malzemenin de özellikle İstanbul-Kuzey Bölgesi için daha uygun bir seçim olduğu anlaşılmaktadır.

Bölüm 1.3.'de yapı fiziği açısından ; cephe sistemleri üzerinde yapılan genel değerlendirme sonucu; her iki malzemenin üretim ve uygulama kolaylığı sağlaması, ekonomik olması, diğer dış cephe kaplama malzemesi arasında tercih edilme özelliği

getirmektedir. Ancak renginin solması veya bozulması, malzemenin sünekliği veya gevrekliğinin değişimler göstermesi nedeniyle, plastik malzeme arasından son ürün seçimine gidilmeden önce, iklimsel verilerin esas alındığı bir karşılaştırmanın uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Araştırma sırasında polimer malzemenin yaşlandırılması konusunda ilgili olan hızlandırılmış koşullar incelendiğinde; TSE'nin bu konuda yeterli standardı olmadığı saptanmıştır. Uluslararası standartlarda da hızlandırma koşullarında uygulanabilecek hızlandırma kat sayısının hesaplanabileceği; ancak henüz plastik malzeme için kullanılabilen bir katsayının sonucuna varılmadığı belirtilmektedir. Bu konuyla ilgili çalışma yapılması hızlandırma deney koşullarının belirlenmesinde sınırlamalar getirilmesi yönünden faydalı olacaktır.



YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1) ABBAS, K. B., SORVIK, M.E.,[1973]."**On The Thermal Degradation of Poly(vinyl chloride) II. The Effect of Atmosphere**". *J.Applied Polymer Science* (vol.17, issue 12, s.3577-3594), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons, Inc., NewYork.
- 2) ABDEL-NABY, A. and YOUSSEF, A.,[1998]."**Inhibition of The Degradation of Poly(vinyl chloride)**" *Polymer International* (vol.46, s.336-338), Society of Chemical Endustry. Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 3) ABDEL-NABY, A.,[1999]."**Stabilization of Rigid Poly(vinyl chloride)**" *Vinyl Addit, J. Technol.* (vol.5, issue 3, s.159), Elsevier Science Ltd. , Amsterdam.
- 4) ABDEL-NABY, A.,[2001]. "**Gamma-radiation-induced Graft Copolymerization of n-maleiminide Graft Onto Poly(vinyl chloride) Films**". *Vinyl Addit., J., Technol* (vol.7, issue 4, s.244-249), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 5) ABDEL-NABY, A. and EL HAFNAWY, M.,[2003]."**Improvement of the Thermal and Mechanical Properties of Poly(vinyl chloride) in Presence of poly(ethylene succinate)**". *Polymer Testing* (v.22, issue 1, s.25-29), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 6) AKKURT, S.,[1991]. *Plastik Bilgisi*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- 7) AKMAN, Y., KETENOĞLU, D., KURT, L., EVREN, H. ve DÜZENLİ, S., [2000]. *Çevre Kirliliği-Çevre Biyolojisi*, Palme Yayıncılık, Ankara.
- 8) ANDRADY, A.L., [1997]. "**Photodegradation**". *Adv. Polym. Sci.* (vol.128, s.49-92), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 9) ANDRADY, A. L. and N.D. SEARKE.,[1989]. "**Photodegradation of Rigid PVC Formulations. II. Spectral Sensitivity to Light-Induced Yellowing by Polychromatic Light**". *Progress in Polym. Sci.* (vol. 37, s. 2789-2802), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 10) ANDRADY, A.L., FUEKI, K. and TORIKAI, A. [1990]. "**Photodegradation of Rigid PVC Formulations. III. Sensitivity of The Photo-Yellowing Reaction in Processed PVC Formulations**". *J. Appl. Polym. Sci.* (vol.39, s.763-766), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 11) ANDRADY, A.L., TROKIAI, A. and FUEKI, K.,[1989]. "**Photodegradation of Rigid PVC Formulations. I. Wavelength Sensitivity to Light-Induced Yellowing by Monochromatic Light**". *J. Apply, Polym. Sci* (vol. 37, s.935-946), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 12) ANONİM , [1999]."**Facts and Figures from Chemical Industry**". *Chemical Engineering News* (vol.77, s.32-73), Washington.
- 13) ANONİM, [1997]."**Japanese PVC Resin Production Up to May**" *News and Trends,E.&SE.* (vol.3,s.19), Asia.
- 14) ANONİM, [1998]. "**PCV Demand Reaches A Six-Year High**". *Plastics and Rubber Weekly* (vol.August), Brussel , Belgium.

- 15) ANTON-PRINET, C., DUBOIS, J., MUR, G., GAY, M., AUDOUIN, L., and VERDU, J., [1998]. "**Photoaging of Rigid PVC-II. Degradation Thickness Profiles**", *Polym. Deg. Stab.* (vol.60, s.275-281), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 16) ARDEL, A., [1973]. *Klimatoloji* , (3. baskı), İ.Ü. Yayınları, İstanbul.
- 17) ASHTON, H. E ., [1970]."**Radiation and Other Weather Factors**". *Institute for Research in Construction, Canadian Building Digest Publication* (1999, CBD.122, s.1-9), Canada.
- 18) ASHTON, H. E., [1970]."**Weathering of Organic Building Materials**" *Institute for Research in Construction, Canadian Building Digest Publication* (1999, CBD.117, s.1-8), Canada.
- 19) ASHTON, H. E., [1973]. "**Accelerated Durability Tests for Organic Building Materials**" *Institute for Research in Construction, Canadian Building Digest Publication* (1999,CBD.118, s.1-7), Canada.
- 20) ASHTON, H. E., [1973]. "**Irradiation Effects on Organic Materials**" *Institute for Research in Construction, Canadian Building Digest Publication* (1999,CBD.121, s.1-7), Canada.
- 21) BACAOĞLU, R. and FSICH, R., [1995]. "**Degradation and Stabilization of Poly(vinyl chloride). V. Reaction Mechanism of Poly(vinyl chloride) Degradation**". *Polym. Degrad. Stab.* (vol.47, s.33-57), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 22) BACAOĞLU, R., FISCH M. H, KAUFOLD J. and SANDER H. J., [2001]. *Plastics Additives Handbook*, 5th ed.chapter3, Hanser Gardner Publication, Munich.
- 23) BAYSAL, B., [1994]. *Polimer Kimyası*, (2. baskı), O.D.T.Ü. Yayın No:33, Ankara.
- 24) BELHANECHÉ, N. and BENSEMRA, N., [2002]."**Influence of Atmospheric Pollutants on The Natural and Artificial Aging of Rigid Poly(vinyl chloride)**". *J. Vinyl and Additive Technology* (vol.8, issue.1, s.45-54), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork
- 25) BELTRAN, M. and MARCILLA, A., [1997]. "**PVC Plastics Decomposition by FTIR Spectroscopy**", *Eur. Polym. J.* (vol. 33, s. 1271-1280), Elsevier Science Ltd ., Amsterdam.
- 26) BELTRAN, M. and MARCILLA, A., [1997]. "**Fourier Transform Infrared Spectroscopy Applied to the Study of PVC Decomposition**", *Eur. Polym. J.* (vol. 33,s.1135-1142), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 27) BENSEMRA, N., HOAGN, T.V. and GUYOT, A., [1990] ."**Thermal Dehydrochlorination and Stabilization of Poly(vinyl chloride) in Solution I**". *Polym Degrad. Stab.* (vol.28, issue.2, s.173-184), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 28) BENSEMRA, N., HOAGN, T.V. and GUYOT, A., [1990]. "**Thermal Dehydrochlorination and Stabilization of Poly(vinyl chloride) in Solution II** ". *Polym Degrad. Stab.* (vol.29. s.175), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.

- 29) BIEDERMANN, A., KUDOKE, A. M., MINOGUE, E., ROTERMAND, U., EBERT, H. P., HEINEMANN, U. and FRICKE, U., [1999]. "Analysis of Heat Transfer Mechanisms in Poly Urethane Rigid Foam". *Bavarian Center for Applied Energy Research, Germany*.
- 30) BİLGİLİ, M., [2003]. *Plastik Araştırma-Geliştirme ve İnceleme Dergisi*, (13, Sayı.70, s.102), İstanbul.
- 31) BILLMEYER, F. W. and SALTZMAN, M., [1981]. *Principles of Colour Technology*, 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York.
- 32) BİRER, Ö., [1999]. *Spectroscopic Investigation of Polyvinyl Chloride Photodegradation in Blends with Basic Traps*, M. S. in Chemistry, Bilkent Ü., Ankara.
- 33) BLAGA, A., [1973]. "Thermoplastics ". *Institute for Research in Construction, Canadian Building Digest Publication* (1999, CBD.158, s.1-6), Canada.
- 34) BLAGA, A., [1973]. "Properties and Behaviour of Plastics". *Institute for Research in Construction, Canadian Building Digest Publication* (1999, 157, s.1-7), Canada.
- 35) BLAGA, A., [1973]. "Plastics ". *Institute for Research in Construction, Canadian Building Digest Publication* (1999,CBD.154, s.1-7), Canada.
- 36) BOYD, D.W., [1970]. "Weather and Building". *Institute for Research in Construction, Canadian Building Digest Publications* (1999, CBD.14 , s.1- 6), Canada.
- 37) BRAWN, D., [1981]. "Termal Degradation of Poly (vinyl cloride)". *Development in Polymer Degradation*, Applied Science (vol.3,s.101), London.
- 38) BRIGGS, D., [1998]. *Surface Analysis of Polymers by XPS and Static SMS*, Siacon Consultants Ltd., Cambridge University Press, Cambridge.
- 39) BUECHE, F. J., [1975] . *Introduction to Physics for Scientists and Engineers*, Second edition, McGraw Hill, NewYork.
- 40) BURGESS, R. H., [1982]. " **Manufacture and Processing of PVC** " Applied Science Publishers, London.
- 41) CAIRNS, [1999]."**Look for Strong Growth in Medical Parts, House Siding**" *Plastics Technology* (Jul 99, vol.45, Issue 7), Ebsco Host Academic Search .
- 42) CARENZA, M., GLIGO, N., PALMA, G. and BUSULINI, L., [1984]. "**Contributions to Radiation Crosslinking and Degradation of PVC-Based Mixtures**", *Eur. Polym. J.* (vol.20, s.915-922), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 43) CARLSSON, B., [1999]. "**Service Life Prediction Methods for Materials in Solar Heating and Cooling**". *Swedish Council for Building Research*, Nat'l Academies Press (s.79-82), Stockhom.
- 44) CASTILLO, F., MARTINEZ, G., SASTRE, R.and MILLAN, J.L., [1986]. "**The Effects of Tacticity on the Quantum Yield of Degradation**". *Makromol. Chem.* (vol.7, s.319-323), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.

- 45) CHAN, M.C., [1994]. *Polymer Surface Modification and Characterization*, Hanser Publications , Munich, New York.
- 46) CHASE, A.D., D.B., and SPINELLI, J., [1983]. "Structure and Degradation of an Intractable Polymeric System: Melamine Formaldehyde Cross-Linked Acrylic Coatings" *Macromol Chem.* (vol. 16,s.1422), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 47) CHEW, M. Y. L. and Zhou, X., [2001]. "Enhanced Resistance of Polyurethane Sealants Against Cohesive Failure Under Prolonged Combination of Water and Heat", *Polymer Testing* (vol.21. s.187-193), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 48) ÇIÇEK, A., [2002]. *Yapı Düşey Dış Kabuk Bileşenlerinin Performans Belirlenmesi Sürecinde Isı ve Nem Geçiş Ölçümünde Kullanılabilecek Bir Yöntem Önerisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, M.S.Ü., İstanbul.*
- 49) ÇORAPÇIOĞLU, K., [2002]. "Yapı Fizigi Açısından Cepelerde Kirlenme" *Mimarlık Dekorasyon Dergisi* (Haziran 2002,s.90-94), Proje Ltd. Şt., İstanbul.
- 50) DADVAND, N., LEHRLE, R. S., PARSONS, I.W., and ROLLINSON, M., [1999]. "The Limits of Detection and Measurement of HCl Deduced from a Study of PVC". *Polym. Degrad Stab.* (vol. 66 issue.2, s.247), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 51) DEAN, H., DAFEI, Z., and DEREN, Z., [1988]. "Thermo-dehydrochlorination of PVC". *Polym. Degrad. Stab.* (vol. 22, issue.2, s.31-41), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 52) DİLMAÇ, Ş., [1985]. "Güneş Radyasyonunun Yeryüzüne Ulaşan Bölümünün Özellikleri", *Malz. Seminerleri, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.*
- 53) DİLMAÇ, Ş., [1989]. *Yapı Malzemelerinin Güneş Enerjisi Karşısındaki Termodinamik Davranışı, Doktora Tezi, İTÜ, İstanbul.*
- 54) DİLMAÇ, Ş., [1989]. "Güneş Enerjisinin Opak Bina Kabuğu Üzerindeki Etkisi", *Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.*
- 55) DİLMAÇ, Ş. ve AKMAN, M.S., [1986]. "Ülkemizde güneş enerjisi potansiyelinin belirlenmesi". *Türkiye 4. Enerji Kongresi, Teknik Oturum Tebliğleri I, İzmir.*
- 56) DİLMAÇ, Ş., TEPEHAN F., [1994]. "The effect of the inner structure on the absorptance of cement based exterior coating " *Solar Energy Materials and Solar Cells* (vol.33, s.199-211), Elsevier Science Ltd, Amsterdam.
- 57) DIRI, C., [2003]. *Sentetik Bağlayıcılık Hazır Sıvaların Fiziksel Çevre Etkileri Karşısındaki Davranışları Üzerine Bir Araştırma, Yayınlanmamış Doktora Tezi, M.S.Ü., İstanbul.*
- 58) DOMINICK, V., V. ROSATO., [1993]. *Plastics Encyclopedia and Dictionary*, Carl Hanser Verlag, Munich.
- 59) EBERT, H., P., HEINEMANN, U., FRICKE, J., [1999]. "Analysis of Heat Transfer Mechanisms in Polyurethane Rigid Foam". *Bavarian Center of Energy Research, Germany.*

- 60) ERİÇ, M., [1985]. "Geleneksel Mimarimizde Ahşap Malzeme Kullanımı ve Günümüz Korunum Yöntemleri". *Ahşap Malzemenin Korunması Semineri* (s.113-121). Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları 338, Ankara.
- 61) ERİÇ, M., [1988]. "Dış duvar Kaplamalarında Yapı Fiziği Sorunları". *İnşaat Malzemeleri ve Uygulamaları*, sayı 11, s.38-41, Ya-Sa Yayıncılık, İstanbul.
- 62) ERİÇ, M., [2002]. *Yapı Fiziği ve Malzemesi*, (2. Baskı), Literatür Yayınevi, İstanbul.
- 63) ERSOY, H.Y., [2001]. *Kompozit Malzeme*, Literatür Yayınevi, İstanbul.
- 64) EVANS, V., [1970]. *Korozyona Karşı Plastikler*, Makine Mühendisler Odası, Yayın No:59, Ankara.
- 65) EZDEŞİR, A., ERBAY, E., TAŞKIRAN, İ., YAĞCI, M. A., COBEK, M. ve Bilgiç, T., [1999]. *Polimerler I*, Pagev Yayınları, İstanbul.
- 66) FLEER, G. J., STUARTCOHEN, M. A., SCHEUTJENS, J. M. H., COSGROVE, T., VINCENT, B., [1993]. *Polymers at Interfaces*, Chapman & Hall, London, New York.
- 67) GARDETTE, J. L., GAUMET, S., and PHILIPPART, J. L., [1993]. "Influence of the Experimental Conditions on the Photooxidation of Poly(vinyl chloride)", *J. Appl. Polym. Sci.* (vol.48, s. 1885-1895), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 68) GEORGE,O., G., [1996]. *World Distribution of Solar Radiation*, Winconsin University, USA.
- 69) GERLOCK, J. L., [1983]. "Determination of Free Radicals in Polymer Films by Electron Spin Resonance Spectrometry". *Anal. Chem.*, (vol.55, No.9, s.1520) Elsevier Science Ltd.,Amsterdam.
- 70) GERLOCK, J. L., VANOENE, H., and BAUER, D. R., [1983]. "Nitroxide Kinetics During Photodegradatio of Acrylic/Melamine Coatings., *Eur. Polymer J.* (vol.19, No.1, s. 11) Elsevier Science Ltd. Amsterdam.
- 71) GOKCEL, H. I., BALKOSE, D. and KOKTURK, U., [1999]. "Effects of Mixed Metal Stearates on Thermal Stability of Rigid PVC" *Eur. Polym J.* (vol.35, issue. 8, s.1501), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 72) GUPTA, B. D., JIRACKOVA-AUDOIN, L., and VERDU, J., [1988]. "Spectrophotometric Study of the Photostabilization of PVC by a Benzylidene Malonate". *Eur. Polym, J.* (vol.24,s..947-9519), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 73) GUPTA, B. D., VISWANATH, S. G., [1998]. "Role of Metal Oxides in The Thermal Degradation of Poly(vinyl chloride)". *Industrial and Engineering Chemistry Researc* .(vol.37, issue.7, s.2707-2712), Ebsco Publishing.
- 74) GÜRDAL, E. ve ERSOY, H.Y., [1987]. *Boya ve Sıvı Kaplamalar, Kurs Notları*, Yapı-Endüstrisi Merk., İstanbul.
- 75) HARPER, C.,[1998]. *ModernPlastics Encyclopedia*, McGraw-Hill, NewYork.
- 76) HARPER, C., [2000]. *Plastics Handbook*, McGraw Hill, NewYork.

- 77) HELL, Z., JUNAKOVIC, Z., RANOGAJEC, F., DVORNIK, I., and BARIC, M., [1989]. "Application Problems of PVC Materials Irradiated with High Doses", *Makromol. Chem., Mecromol. Symp.* (vol. 29, s.267-275), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 78) HILL, C. A. S., [1982]. "Degradation Studies of Plasticized PVC. I. Multiple Internal Reflection Infrared Spectroscopy". *J. App. Polym. Sci* (vol. 27, s.3313-3327), John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 79) HOANG, T. V., M ICHAEL, A., and GUYOT, A., [1984]. "Essai de Stabilisation du Polyclorure de Vinyl Par un Systeme Totalemt Organigue" *Eur Polym J.*, (vol.20., issue.1, s.7-11), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 80) IVAN, B., KELEN, T. and Tudos, F., [1989]. " The Main Elementary Events of Degradation and Stabilization of PVC", *Makromol. Chem.S.* (vol.29, s.59-72), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 81) JOHN, B. V., [2001]. *Mühendislik Malzemeleri* (çevirenler: Topuz, A.; Marşoğlu, M.; Küçükkaragöz, S.; Çiğdem, M.), *MacMillan Eğitim Serisi*, Taç Ofset Matbaacılık, İstanbul.
- 82) JOOST, M., HILLEMANS, M. and CHRISTEL, C. M. C. J. COLEMONTS, R.J. MEIRER and. KIP, B. J., [1993]. "Spectroscopic Study of The Degradation of PVC.." *Polym Degrad Stab.* (vol.42, s.323-333), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 83) KACZMAREK, H., KOWALONEK, J. and ODAK, D., [2003]. "The Influence of UV-irradiation on Poly(vinyl chloride) Modified by Iron and Cobalt Chlorides". *Polym. Degrad Stab.* (vol. 79., issue.2, s. 231-240), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 84) KACZMAREK, H. and DRAG, R., [2002]. "The Influence of UV-Irradiation on Poly(vinyl chloride) Modified by Poly(vinyl acetate)". *Surface Science* (vol.507, issue.4, s.877-893), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 85) KAMINSKA, A., KACZMAREK, H., [1985]. "Effect of Copolymers Modifying PVC on Its Physical and Mechanical Properties and Its UV-Radiation Resistance", *Angewandte Makromol. Chem.*(vol. 134, s.187-193), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 86) KAMPF, G. and PAPPENROTH, W., [1983]. "Influencing Parameters in The Accelerated Weathering of Pigmented Plastics and Paint". *Angew. Makromol. Chem.* (vol.114,s.19), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 87) KESKİN, İ., [1991]. *Malzeme El Kitabı, Genişletilmiş 2. Baskı ,THK Basımevi*, Ankara.
- 88) KOCKOTT, D., [1985]. "Adjustment and Control of Weathering Conditions in Accelerated Tests of Polymers Materials for Better Corrolation". *Angew. Makromol. Chem.* (vol.137, s.13), Wiley Inter Science, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 89) KOHL, M. and GINDELE, K., [1989]. "Accelerated Aging Test Procedures for Selective Absorber Coating Including Lifetime Estimation and

- Comparison With Outdoor Test Results". *Solar Energy Materials* (19, s.257-313), North-Holland, Amsterdam.**
- 90) Latta, J. K., [1999]. **Water and Building Materials**, Canadian Building Digest Publication (CBD.30, s.1-7), Canada.
 - 91) LAURENT, M. and KAMDEM, D. P., [2003]. **"Accelerated Ultraviolet Weathering of PVC/Wood-Flour Composites"** *Polymer Engineering and Science* (vol.42, issue.8 s.1657-1666), Society of Plastics Engineers, John Wiley&Sons Inc., NewYork.
 - 92) LEVAI, G.Y., OSCKAY, G.Y. and NYITRAI, Z. S., [1994]. **"Effect of The Dissociation of Barium and Cadmium Stearates on The Heat Stabilization of PVC"**. *Polym Degrad Stab* (vol. 43, issue.2, s.159), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
 - 93) MACHENZIE, M. W., WILLIS, H. A., OWEN, R.C. and MICHEL, A., [1983]. **"An Infrared Spectroscopic Study of the Stabilization of Poly (Vinyl Chloride) by Zinc and Calcium Stearates"**, *Eur. Polym. J.* (vol.19, s.511-517), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
 - 94) MARKOVIC, M., G., CHOUDHURY, R., N., DIMOPOULOS, M., MATISON, S., [2000]. **"Weatherability of Coated EPDM Rubber Compound by Controlled UV Irradiation"**. *Polym. Degrad. Stab.* (vol. 69, issue.2, s.157-168), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
 - 95) MARTIN, J., W., [1999]. **"A System Approach to Service Life Prediction Problem for Coating Systems"**. National Institute of Standards and Technology, American Chemical Society Published, Gaithersburg.
 - 96) MARTINEZ, G., MILLAN, J., [2002]. **"Correlation Between The Tacticity and Content of Labile Nondefect Structures in Poly(vinyl chloride)"**. *J. Polym. Sci. Part A. Polym. Chem.*, Wiley Publisers, New York.
 - 97) MATSUMOTO, A., [2003]. **"Polymer Structure Control Based on Crystal Engineering for Materials Design"**. *Polymer Journal* (vol.35, issue.2, s.93-121), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
 - 98) MEIRER, R. J., and KIP, B. J., [1992]. **" A Quantum Chemical Study of The Degradation and The Maximum Polyone Length in PVC "**. *Polym. Degrad. Stab.* (vol.38, issue.1, s.69-84), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
 - 99) MINSKER, K. S., LISITSKY, V.V., KOLESOU, S. V., and ZAIKOV, G.E., [1981]. **" Developments in Degradation and Stabilization of Polymers Based on Vinyl Chloride"**. *J. Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem.* (vol 20.issue2, s. 243-308), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
 - 100) MOHAMED, N. A., SABAA, M. W., ORABY, E. H. and YASSIN, A. A., [2003]. **"Organic Thermal Stabilizers Polymer For Rigid Poly(Vinyl chloride)"** *Degradation and Stability* (vol.79, issue.3, s.495-501), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
 - 101) MOHAMED, N. and SABAA, M., [1999]. **"Thermal Degradation Behaviour of Poly(vinyl chloride)"**. *Eur. Polym. J.* (vol.23, issue.9, s.1731-1737), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
 - 102) NAGY, T. T., KELEN, T., TURSCANYI, B. and TUDOS, F., [1980]. **"Effect of Lead Salt on Thermal Poly (vinyl chloride) Degradation"**.

- Macromol. Chem.* (vol 104, issue.1, s.67-78), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 103) NASS, L. J. and HEIBERGER, C. A., [1986]. *Ency. of PVC*, 2nd Ed. vol. 1, Marcel Dekker Inc., New York.
- 104) ÖKSÜZ, M., İNDİBAY İ., [2002]. "Plastiklerin Nem Alması". *Plastik Araştırma-Geliştirme ve İnceleme Dergisi* (Yıl.12, Sayı.64, s.200-206) , Pagyay Yayıncılık, İstanbul.
- 105) ÖNER, E., [1997]. *Renk Ölçümü*, MÜ. Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü, Yayınlanmamış ders notu, İstanbul.
- 106) ÖZDENİZ, M., [1978]. *Rüzgarla İtilen Yağmurun Yapıdaki Sorunları ve Rüzgarla İtilen Yağmur Şiddetinin Hesaplanması İçin Bir Yöntem*, Doktora Tezi, İTÜ, İstanbul.
- 107) ÖZER, M., [1974]. *Yapuların Isı, Su ve Buhar Yalıtımları*, Haşet Matb., İstanbul.
- 108) ÖZEREN, M., [2002]. *Spektrofometrik Konsantrasyon Ölçümü*, M.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Yayınlanmamış Biokimya Laboratuvar Notları, İstanbul.
- 109) ÖZKAN, E., [1991]. "Temperature Attained in Naturally Weathered Waterproofing Membranes Used for Roofing". *Architectural Science Review* (vol..34,1,s.9-11), Sydney.
- 110) ÖZKAN, E., [1993]. *Yapım Sistemlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Y.T.Ü., İstanbul.
- 111) PATEL, K., VALEZQUEZ, A., CALDERON, H. S. and BROWN, G. R., [1992]. "Studies of The Solid-state Thermal Degradation of PVC". *J. Appl. Polym. Sci.* (vol.46, issue.1 , s.179.), John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 112) PIŞKIN, E., [1999]. *Polimerler II, Mühendislik Polimerleri*, Pagev Yayınları, İstanbul.
- 113) PUKANSZKY, B., NAGY, T. T., KELEN, T., [1982]. "Comparision of Dynamic and Static Degradation of Poly(vinyl chloride)". *J.Applied Polymer Science* (vol.27, issue.7, s.2615-2623), Wiley-Interscience, NewYork.
- 114) ROGESTED, M., JOHNSON, T. and HJERTBERG, T., [1993]. "Effect of Polymerization Initiator on Early Colour of Poly (Vinyl Cloride)". *J. Appl. Polym. Sci.* (vol.49, s.1055-1063), John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 115) SABAA, M. W., MIKHAEL, M. G. MOHAMED N. A. and YASSIN, A. A., [1990]. "N-Substituted Maleimides as Thermal Stabilizers for Plasticized Poly(vinyl chloride)". *Polym. Degrad. Stab.* (vol.27, issue.3 , s.319-336), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 116) SALOVEY, R., LUONGO, J.P., and YAGER, W.A., [1969]. "Gamma Ray Induced Degradation of PVC". *Macromolecules*, (vol.2, s.198-204), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 117) SAVAŞÇI, Ö.T., UYANIK, N. ve AKOVALI G., [2002]. *Plastikler ve Plastik Teknolojisi*, Pagyay Yayıncılık, İstanbul.

- 118) SAXENA, A., KALLIYANAKRISHNAN, V. and Pal, S. N., [1987]. "**Studies on the Effects of Gamma Irradiation of Nontoxic PVC Formulations**", *J. Appl. Polym. Sci.*(vol.34, s.1727-1738), John Wiley&Sons Inc., NewYork.
- 119) SCHMID, E.V., [1988]. *Exterior Durability of Organic Coatings*, Fmj International Publications Limited, England.
- 120) SCHURR, G. G., [1982]. "**Permanance of Organic Coatings**", "**Accelerated Outdoor Weathering Tests for Evaluating the Durability of Coatings** *ASTMS Special Technical Publication 781*, s.43, U.S.A.
- 121) SCHWEITZER, P.A., [1999]. *Atmospheric Degradation and Corrosion Control*, Marcel Dekkar, Switzerland.
- 122) SIMMS, J.A., [1987]. "**Acceleration Shift Factor and it's Use in Evaluating Weathering Data**". *Journal of Coatings Technology* (vol.59, 748, issue 6, s.45-53), FSCT Publications, Philadelphia, U.S.A.
- 123) SIMON, P. and VALKO, L., [1992]."**Dehydrochlorination of PVC in an Atmosphere of HCl**". *Polym. Degrad. Stab.* (vol.35,s.249-253), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 124) SIMON, P., CERNAY, P. and VALKO, L., [1989]. "**On the Possibility of Both-Sided Polyene Se-uences Growth in the Dehydrochlorination of PVC**", *Eur. Polym. J.* (vol.25, s.531-533), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 125) SIMON, P., CERNAY, P. and VALKO, L., [1989]. "**MINDO/3 Study of HCl Elimination from PVC Model Compounds**", *Eur. Polym. J.*, (vol.25, s.245-249), Elsevier Science Ltd.Amsterdam.
- 126) SMITH, W. F., (çeviren: Kınıkoğlu, N.) , [2001]. *Malzeme Bilimi ve Mühendisliği*, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- 127) SPILIOPOULOS, G., STATHEROPOULOS, M. and PARISSAKIS, G., [1987]. "**Mass Spectrometric Study of The Stabilization of PVC with Ba/Cd Stearates and Dibasic Lead Phosphite**", *Eur. Polym. J.* (vol.23, s.129-132), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 128) SPINELLI, A. D., J. J., [1984]. "**Degradation Chemistry of Primary Crosslinks in High Solids Enamel Finishes: Solar Assisted Hydrolysis**". *Journal of Coatings Technology* (vol.56, no.711, s. 43), FSCT Publications Philadelphia, U.S.A.
- 129) STARNES JR. W.H. , [1996]. *Polymeric Materials Encyclopedia*. (vol.9, s.7042-8), CRP Press, Willey & Sons, NewYork.
- 130) STARNES , JR. W. H. and GIROIS, S., [1995]. *Polym. Yearbook*. (vol.12,s.1205), Harwood Academic Publisher, New York.
- 131) STARNES, JR. W. H., [2002]. "**Structural and Mechanistic Aspects of Termal Degradation of Poly (vinly chloride)**"*Progress in Polym. Sci.*(vol.27, s.2133-2170), Pittsburgh, USA.
- 132) STATHEROPOULOS, M. and G. KAKALI., [1989]."**A Parallel Study of PVC Degradation and Stabilization by Ba/Cd Stearates Using Differential Scanning....**" *Eur. Polym. J.* (vol.25 , issue 4, s.405), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.

- 133) STEPHENSON, D., G., [1963]. "**Extreme Temperature at he Outer Surfaces of Buildings** (1999, CBD, 47, s.1-6) ,*Canadian Building Digest Publication*, Canada.
- 134) SUNAY, Ç., [2000]."**İklim Değişiyor**". *Bilim ve Teknik* (392, s 36-46), Tübitak, Ankara.
- 135) TIRIS, M., TIRIS, Ç., ERDALLI, Y., [1997], *Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri*, Marmara Araştırma Merkezi , Tübitak Yayınları, Gebze-Kocaeli.
- 136) TRAN, V. H., NGUYEN, T. P. and MOLINIE, P., [1966]."**Thermal Stabilization of PVC ..3**". *Polym. Degrad. Stab.* (vol.53,s.279-288), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 137) TROITSKII, B. B., and TROITSKAYA, L. S., [1999]. "**Degenerated Branching of Chain in Poly(vinyl chloride) Thermal Degradation**", *Eur. Polym. J.* (vol.35, s.2215-2224), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 138) TROITSKII, B. B. and TROITSKAYA L. S., [1993] "**Mathematical Models of The Thermal Degradation of Poly(vinyl chloride) II The Termal Degradation of Poly(vinyl chloride) With Efective Removal of HCl**" *J. Polymer Science Part A., Polymer Chemistry* (vol. 31,s.285), Willey & Sons, NewYork.
- 139) TSURUTA, T., [2001]. *Polimer Kimyası*(Çeviren: MUSTAFAEV, M.), Seç Yayın Dağıtım, İstanbul
- 140) TOYDEMİR, N., GÜRDAL, E. ve TANAÇAN L., [2002]. *Yapı Elemanları Tasarımında Malzeme*, Literatür Yayıncılık , İstanbul
- 141) TUDÔS, F., IVAN, B., KELEN, T. and KENNEDY, J.P., [1985]. "**Effect of Lead Salt on Thermal poly(vinyl cloride)**". *Developments in Polymer Degradation* (Chapter 5., vol.6, s.147) Graisse Editor,Applied Science Publishers, London.
- 142) TUDÔS, F., KELEN, T. NAGGY, T. T. and TURCSAYI, B., [1979]. "**Radiation Effects on The Thermal Degradation of Polyvinyl**" *Developments in Polymer Degr.* (Chapter 7, vol.2, s.187) Grassie Editor, Applied Science Publishers, London.
- 143) VLACK, V., [1990]. *Malzeme Bilimine Giriş*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- 144) VOLKA, K. VYMAZAL, Z. and VYMAZALOVA, Z. , [1984]. "**Effect of Stabilizers in The Thermal Treatment of PVC-17**". *Eur. Polym. J.* (vol.20, issue.9, s.883-886), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 145) VYMAZAL, Z. and VYMAZALOVA, Z., [1991]. "**Photodegradation of PVC Stabilized by Organotion Compounds**". *Eur. Polym. J.* (vol.27, s.1265), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 146) VYMAZAL, Z., VOLKA, K., SABAA, M.W. and VYMAZALOVA, Z., [1986]. "**Effect of Stabilizers in The Thermal Treatment of PVC-13**". *Eur. Polym. J.* (vol.19, issue.1, s.63-69) Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 147) VYMAZAL, Z., VYMAZALOVA, V., VOLKA, K., GOGHT, T. and KARVAS, M., [1984] "**Effect of Stabilizers in The Thermal Treatment of PVC -16**". *Eur. Poly. J.* (vol 20, issue 9, s.879), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.

- 148) WEISSBACH, W., [1993]. *Malzeme Bilgisi ve Muayenesi*, (Çevirenler: ANIK, S., ANIK, E., S.ve VURAL, M.)Birsen Yayınevi, İstanbul.
- 149) WEN-FU, L. and CHUNG, C.I., [1998]. "Mechanical Properties of Poly(vinyl chloride) Blends and Corresponding Graft Copolymers". *J. Appl. Polym. Sci.* (vol.67, issue.2, s.307-319), Willey & Sons, NewYork
- 150) WILLOUGHBY, D. A., WOODSON, R. D. and SUTHERLAND, R., [2002] *Plastic Piping Handbook*, Mc Graw-Hill, U.S.A.
- 151) WORSLEY, D., A and SERIE, J. R., [2002]. "Photoactivity Test for TiO₂ Pigment Photocatalysed Polymer Degradation". *Materials Science and Technology* (vol.18, issue.6, s.681-684), Ebsco Publishing.
- 152) YAGOUBI, A., BAILLET, B., LEGENDRE, A., RABARON D. and FERRIER, D., [1994]. " β -Radiation Effects on PVC Materials: Methodology for Studying Chemical Modifications". *J. A ppl. Polym. Sci.* (vol.54, s.1043-1048), Willey & Sons, NewYork
- 153) YALÇIN, H. ve GÜRÜ, M., [2002]. *Malzeme Bilgisi*, Palme Yayıncılık, Ankara.
- 154) YANG, X.F., TALLMAN, D. E., CROLL, S. G. and BIERWAGEN, G. P., [2002]. "Morphological Changes in Polyurethane Coating on Exposure to Water". *Polym. Degrad.and Stabil.* (vol.77, s.391-396). Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 155) YANG, X. F., TALLMAN, D. Z., BIERWAGEN, G. P., CROLL, S. G. and ROHLIK, S., [2002]. "Blistering and Degradation of Polyurethane Coatings Under Different Accelerated Weathering Tests". *Polym. Degrad. and Stabil.* (vol.77, s.103-109), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 156) YANG, X. F., VANG, C., TALLMAN, D. E., BIERWAGEN, G. P., CROLL, S.G. and ROHLIK, S., [2001]. "Weathering Degradation of a Polyurethane Coathing", *Polym. Degrad. and Stability* (vol.74, s.341-351), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 157) YASSIN, A., SABAA, M. W. and Mohamed, N. A., [1985]. "Cyanoguanidine and Its Complexes as Thermal Stabilizers for Poly(vinyl chloride) *Polym. Degrad. Stab.* (vol.13, issue 2, s.225-247), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 158) YASSIN, A., SABAA, M.W. and ABDEL-NABBY, A. S., [1991]. "The Role of Polyols as Secondary Stabilizers for Poly(vinyl chlorides) ". *Polym. Degrad. Stab.* (vol.31,issue.2, s.189-202) Elsevier Science Ltd.Amsterdam.
- 159) YASSIN, A. A. and SABAA, M. W. [1990]. "Polymerization Products, Thermal Stabilizers for Rigid Poly(vinyl clorides)²" *J. Macromol sci. Rev. Macromol Chem Phys.*(vol.30, s.491), Elsevier Science Ltd., Amsterdam.
- 160) ZHANG. R, CHEN, H., CAO, H., HUANG, C., M., MALLON, P., E,L., Y. SANDRECZKI, T. C., JEAN, Y. C., SUZUKI, R., OHDAIRA, T., [2001]. "Degradation of Polymer Coating Systems Studied by Positron Annihilation Spectroscopy.IV Oxygen Effect of UV Irradiation". *J. Polymer Science* (vol.39, issue.17, s.2035 -2047) Willey & Sons, NewYork.
- 161) ZHAO, W., YAMAMOTO, Y. and TAGAWA, S., [1999]. "Radiation Effects on Thermal Degradation of Poly(vinyl chloride) and Poly(vinyl alcohol) ". *J. Polymer Science* (vol.36, issue.17, s.3089-3095) Willey & Sons, NewYork

İLGİLİ ULUSLARARASI VE ULUSAL STANDARDLAR**ASTM (American Society for Testing and Materials, Philadelphia)**

- 1) ASTM D 253. Optical Properties-Specular Gloss.
- 2) ASTM D 256 A. Izod Impact.
- 3) ASTM D 523-89. Standard Test Method for Specular Glass.
- 4) ASTM D 570-81. Water Absorption.
- 5) ASTM D 632-32. (Reapproved 1988) Standard Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials.
- 6) ASTM D 638-91. Tensile Properties of Plastics, Tensile Modulus.
- 7) ASTM D 695. Standard Practice of Plastics in Compressive Testing.
- 8) ASTM D 756-78. Dimensional Stability Under Accelerated Service Conditions.
- 9) ASTM D 785-86. Rockwell Hardness.
- 10) ASTM D 792- 86. Specific Gravity and Density.
- 11) ASTM D 822-89. Practice for Conducting Tests on Paint and Related Coating and Materials Using Filtered Open-Flame Carbon-Arc Light and Water Exposure Apparatus.
- 12) ASTM D 883-92d. Standard Terminology Relating to Plastics.
- 13) ASTM D 1003. Optical Properties-Haze.
- 14) ASTM D 1435-85. Standard Practice for Outdoor Weathering of Plastics.
- 15) ASTM D 1621. Compression Properties of Rigid Cellular Plastics.
- 16) ASTM D 1623. Tensile Properties of Rigid Cellular Plastics.
- 17) ASTM D 1623-03. Standard Test Method for Tensile Adhesion Properties of Rigid Cellular Plastics.
- 18) ASTM D 1746. Optical Properties-Transparency.
- 19) ASTM D 1925-70. Standard Test Method for Yellowness Index of Plastics.
- 20) ASTM D 1927-81. (Reapproved 1988) Standard Specification for Rigid Poly (Vinyl Chloride) Plastic Sheet.
- 21) ASTM D 2240-91. Hardness (Durometer).
- 22) ASTM D 3045-92. Standard Practice for Heat Aging of Plastics Without Load.
- 23) ASTM D 3679-92. Standard Specification for Rigid (Vinyl Chloride) (PVC) Siding of Non Metallic Materials Using Concentrated Natural Sunligh.
- 24) ASTM D 4329-92. Standard Practice for Operating Light and Water Apparatus (Fluorescent UV and Condensation Type) for Exposure of Plastics.

- 25) ASTM D 4364-84-94. Standard Practice for Performing Accelerated Outdoor Weathering of Plastics Using Concentrated Natural Sunlight.
- 26) ASTM D 5024-89. Standard Test Method for Measuring the Dynamic Mechanical Properties of Plastics in Compression.
- 27) ASTM D 5026. Dynamic Mechanical Analysis (100°C to 200°C).
- 28) ASTM E 6-89. Standard Terminology Relating to Methods of Mechanical Testing.
- 29) ASTM E 284-91 a. Standard Definitions of Terms Relating to Appearance of Materials.
- 30) ASTM E 308-66, 1996. Recommended Practice for Spectrophotometry and Description of Colour In CIE 1931 System.
- 31) ASTM E 632-82. Standard Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials.
- 32) ASTM E 772-82. Solar Definitions of Term Relating to Solar Energy Conservation.
- 33) ASTM E 838. Accelerated Light and Water Exposure Outdoor.
- 34) ASTM G 7-97. Standard Practice for Atmospheric Environmental Exposure Testing of Nonmetallic Materials.
- 35) ASTM G 24. Practice for Conducting Natural Light Exposures Under Glass.
- 36) ASTM G 26. Practice for Operating Light-Exposure Apparatus (Xenon-Arc Type) With and Without Water for Exposure of Nonmetallic Materials.
- 37) ASTM G 90-98. Standard Practice for Performing Accelerated Outdoor Weathering of Nonmetallic Materials Using.
- 38) ASTM G 113-92. Standard Terminology Relating to Natural and Artificial Weathering Test of Nonmetallic Materials.
- 39) ASTM G 151, G 152, ASTM G 153, G 154, ASTM G 155. Standard Practice For Exposure ASTM G 23, G 53 . Practice for Exposing Nonmetallic Materials in Accelerated Test Devices The Laboratory Light Sources (Carbon-arc, Xenon-arc, fluorescent UV).

ISO(International Organization for Standardization, Switzerland)

- 1) ISO 188:1998. Rubber, Vulcanized or Thermoplastic - Accelerated Ageing and Heat Resistance.
- 2) ISO 291:1977. Plastics-Standard Atmospheres for Conditioning and Testing.
- 3) ISO 1110:1995. Plastics-Polyamides-Accelerated Conditioning of Test Specimens.
- 4) ISO 2240:1997. Flexible and Rigid Cellular Polymeric Materials Accelerated Ageing Tests.

- 5) ISO 4582:2000. Plastics-Determination of the Changes of Colour and Variations in Exposure to Daylight Under Glass, Natural Weathering or Artificial Light.
- 6) ISO 4892-1:2001. Plastics-Methods of Exposure to Laboratory Light Sources. Part 1.
- 7) ISO 4892-2:2001. Plastics-Methods of Exposure to Laboratory Light Sources. Part 2. Xenon-arc Sources.
- 8) ISO 4892-3:2001. Plastics-Methods of Exposure to Laboratory Light Sources. Part 3. Fluorescent UV Lamps.
- 9) ISO 105 B02 Practice for Exposing Nonmetallic Materials in Accelerated Test Devices the Laboratory Light Sources.
- 10) GUM, ISO 1993. Guide to Expression of Uncertainty in Measurement.

BRITISH STANDARDS (British Standards Institute, London)

- 1) BSI 2782 (3, 365 B). Durometer Hardness.
- 2) BSI 2782 (365 C). Rockwell Hardness.
- 3) BSI 2782 (4-430A, 430D). Water Absorption.
- 4) BSI 2782 (620-A, 620-B). Specific Gravity and Density.

Kullanılan Diğer Standardlar, Standardların Referans Olarak Verdiği Yayınlar

- 1) CIE Publication 85 - Data and Solar Spectral Irradiance for typical atmospheric conditions.
- 2) CIE Publication 20, Irradiance Levels.
- 3) CIE 15, 2: Colorimetry.
- 4) J.A. Simmy, in Journal of Coating Technology 1987, Volume 50 (Standardda verilen ancak, doğru olan cilt 59), s. 45-43.
- 5) General Motors Engineering Materials and Processes Standards 1997. General Motors Corp.

TSE (Türk Standardlar Enstitüsü, Ankara)

- 1) TS 702 29.04.2002. Plastikler Su Absorbsiyonu Tayini.
- 2) TS 720 EN ISO 291-Nisan 1999. Plastikler- Deney ve Kondisyonlama İçin Standard Atmosfer Şartları.
- 3) TS 825 Nisan 1998. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları.
- 4) TS 985 Nisan 2000. Plastikler Eğilme Özelliklerinin Tayini.
- 5) TS 1004 Ocak 1994. Plastikler - Charpy Darbe Mukavemetine Tayini.

- 6) TS 1005 18.01.1994. İzod Darbe Mukavemetinin Tayini.
- 7) TS 1096 . Plastiklerle İlgili Terimlerin Sembolleri.
- 8) TS 1168 Nisan 1997. Plastikler-Semboller, Bölüm 1:Ana Polimerler ve Özel Karakteristikler.
- 9) TS 1181 1972. Plastikler-Basma Sertlik Değerinin Durometre İle Tayini (Shore Sertliği).
- 10) TS 1398-1 Mart 1997. Plastikler - Çekme Özelliklerinin Tayini.
- 11) TS 1398-2 Mart 1997. Plastikler - Çekme Özelliklerinin Tayini Kalıplama ve Ekstrüzyon Plastikler için Deney Şartları.
- 12) TS 1398-3 Mart 1997. Plastikler - Çekme Özelliklerinin Tayini Film ve Levhalar İçin Deney Şartları.
- 13) TS 2380 Ocak 1991. Plastikler-Terimler ve Tarifler.
- 14) TS 2629 Mart 1977. İstatistik-Test Sonuçlarının İstatistiksel Yorumu-Ortalamanın Tahmini-Güven Aralığı.
- 15) TS 2826 Kasım 1986. Polimerik Malzemeler-Esnek Gözenekli-Hızlandırılmış Yaşlandırma Deneyleri.
- 16) TS 3823 Kasım 1982. Plastikler-Çekme Akmasının Tayini
- 17) TS 3709 02.09.1982. Ksenon Lambası Işığı Altında Renk Değişimine Karşı Dayanıklılık Tayini.
- 18) TS 3861 EN ISO 3167. Şubat 1999, Plastikler-Çok Amaçlı Deney Parçaları.
- 19) TS 4502 Nisan 1997. Gözenekli Plastikler-Sert, Su Absorpsiyonunun Tayini.
- 20) TS 6239 Nisan 1993. Plastikler-Tabii Hava Şartlarına Maruz Bırakma Metotları.
- 21) TS 6888 11.04.1989. Lastik ve Plastikler İçin Deney Cihazları, Çekme, Bükme, Sıkıştırma Kullanılan Tipler.
- 22) TS ISO 6915. Nisan 1995. Esnek Gözenekli Polimerik Malzemeler, Poliüretan Köpük, Lamine Levha Yapımında Kullanılan Özellikler.
- 23) TS 6966 Nisan 1989. Plastikler-Film ve Levha-İslenme Direncinin Tayini.
- 24) TS 6998 12.5.1989. PVC Termal Kararlılığının Tayini.
- 25) TS 7165 Mayıs 1989. "Renk Tayini Metodları", Cihazla.
- 26) TS 7169 Mayıs 1989. Beyazlık, Sarılık ve Yeşillik İndeksi Tayini.
- 27) TS 7170 Mayıs 1989. Referans Beyaz Yansıtma Standardlarının Hazırlanması.
- 28) TS 7239 Mayıs 1989. Polivinil Klorür.
- 29) TS 7309 Mart 1998. Plastikler-Doğrudan Gün Işığına Maruz Bırakma , Cam Filtreden Geçirilmiş Gün Işığına Bırakma ve Fresnel Aynalarıyla Şiddetlendirilmiş Gün Işığına Maruz Bırakma Metodları.
- 30) TS 7259. Mayıs 1989. Renk Tayini Metodları.

- 31) TS 7309-EN ISO 877 1998 . Plastikler- Doğrudan Gün Işığına Maruz Bırakma, Cam Filtreden Geçirilmiş Gün Işığına Maruz Bırakma ve Fresnel Aynalarıyla Şiddetlendirilmiş Gün Işığına Maruz Bırakma Metodları.
- 32) TS 8106-1 Mart 1998. Plastikler- Laboratuvar Işın Kaynaklarına Maruz Bırakma Metotları, Bölüm 1: Genel Kuralları.
- 33) TS 8106-2 Mart 1998. Plastikler-Laboratuvar Işın Kaynaklarına Maruz Bırakma Metodları, Bölüm 2, Ksenon Ark Lambası.
- 34) TS 8106-3 Mart 1998. Plastikler Laboratuvar Işın Kaynaklarına Maruz Bırakma Metodları, Bölüm 3, Floresan UV Lambaları.
- 35) TS EN ISO 82 56 Nisan 2001. Plastikler-Çekme-Darbe Mukavemetin Tayini
- 36) TS 8689.Ocak 1991. İzosiyanat Ham Maddeleri-Üretan Köpüğü Üretiminde Kullanılan.
- 37) TS 10261 Nisan 1992. Plastikler-Cam Altında Gün Işığına, Normal Hava Şartlarına veya Sun'i Işığa Maruz Bırakıldıklarında Renginde ve Özelliklerinde Meydana Gelen Değişikliklerin Tayini.
- 38) TS 10640 Ocak 1993. Yapı Malzemeleri-Plastikleştirici Katılmamış Polivinil Klorürden (PVC) Darbe Mukavemetinin Tayini.
- 39) TS 10733 Şubat 1993. Plastikler Sıcak ve Nemli Ortamın, Su Spreyinin ve Tuzlu Su Spreyinin Etkisinin Tayini.
- 40) TS En 12877-3. Renklendirici Maddeler-Plastiklerde Kullanılan Polimerin İşlenmesi Sırasında Renk Veren Maddelerin Isıya Karşı Renk Kararlılığının Tayini, Bölüm 3. Etüvde Renk Tayini.

EKLER

Ek-1	Her Bir Gün Bölgesi İçin Ortalama Aylık Güneş Işınım Şiddeti İllere Göre Derece Gün Bölgeleri.....	169
Ek-2	Türkiye 2002 Yılı Ortalama Sıcaklıkları.....	170
Ek-3	Türkiye 2002 Yılı Ortalama Maksimum Sıcaklıkları.....	171
Ek-4	Antalya Uzun Yıllar Sıcaklık Ve Yağış Dağılışı.....	172
Ek-5	Antalya Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi.....	173
Ek-6	Antalya Aylık Toplam Güneşlenme Süresi.....	174
Ek-7	Antalya Ortalama Güneşlenme Şiddeti.....	175
Ek-8	İstanbul Uzun Yıllar Sıcaklık Ve Yağış Dağılışı.....	176
Ek-9	İstanbul Meteorolojik Verileri.....	177
Ek-10	PU ve PVC Malzeme İçin Renk Değerleri.....	178
Ek-11	PU ve PVC Malzeme İçin İstatistikî Değerler.....	194
Ek-12	PU ve PVC Malzeme İçin İstatistikî Değer Dağılımları.....	224

		1.Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
OCAK	İ güney	73,18	71,87	73,12	72,24
	İ kuzey	27,45	24,56	27,25	25,18
	İ ba/do	44,32	41,46	44,13	42,10
ŞUBAT	İ güney	83,34	85,09	83,49	84,77
	İ kuzey	38,25	35,42	38,05	36,03
	İ ba/do	57,88	55,75	57,73	56,22
MART	İ güney	91,84	96,61	92,18	95,59
	İ kuzey	53,72	51,30	53,55	51,83
	İ ba/do	78,21	76,88	78,11	77,17
NİSAN	İ güney	80,28	84,24	80,51	83,31
	İ kuzey	66,74	65,33	66,64	65,64
	İ ba/do	90,21	89,18	90,13	89,38
MAYIS	İ güney	91,15	93,29	91,25	92,70
	İ kuzey	79,55	79,12	79,52	79,23
	İ ba/do	115,05	113,96	114,96	114,16
HAZİRAN	İ güney	94,78	94,88	94,73	94,72
	İ kuzey	83,32	83,44	83,33	83,42
	İ ba/do	122,45	121,19	122,35	121,42
TEMMUZ	İ güney	92,26	93,29	92,28	92,93
	İ kuzey	81,29	81,17	81,29	81,21
	İ ba/do	118,45	117,28	118,36	117,50
AĞUSTOS	İ güney	90,43	94,60	90,68	93,60
	İ kuzey	73,62	72,58	73,55	72,82
	İ ba/do	106,12	105,22	106,05	105,39
EYLÜL	İ güney	85,60	90,47	85,93	89,39
	İ kuzey	58,33	56,29	58,19	56,74
	İ ba/do	81,88	80,59	81,60	80,82
EKİM	İ güney	80,70	83,38	80,91	89,39
	İ kuzey	41,67	39,02	41,48	56,74
	İ ba/do	60,38	58,61	60,26	80,82
KASIM	İ güney	67,20	66,80	67,20	66,96
	İ kuzey	28,31	25,58	28,12	26,17
	İ ba/do	42,82	40,39	42,66	40,93
ARALIK	İ güney	65,60	63,57	65,49	64,10
	İ kuzey	24,02	21,22	23,82	21,82
	İ ba/do	38,74	35,83	38,54	36,48

İllere Göre Derece Gün Bölgeleri

1.BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ

Adana, Antalya, Aydın, Hatay, İçel, İzmir, Osmaniye, Şırnak.

2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ

Adapazarı, Adıyaman, Amasya, Balıkesir, Batman, Bursa, Çanakkale, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Gaziantep, Giresun, İstanbul, K.Maraş, Kilis, Kocaeli, Manisa, Mardin, Muğla, Ordu, Rize, Samsun, Siirt, Sinop, Şanlıurfa, Tekirdağ, Trabzon, Yalova, Zonguldak.

3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ

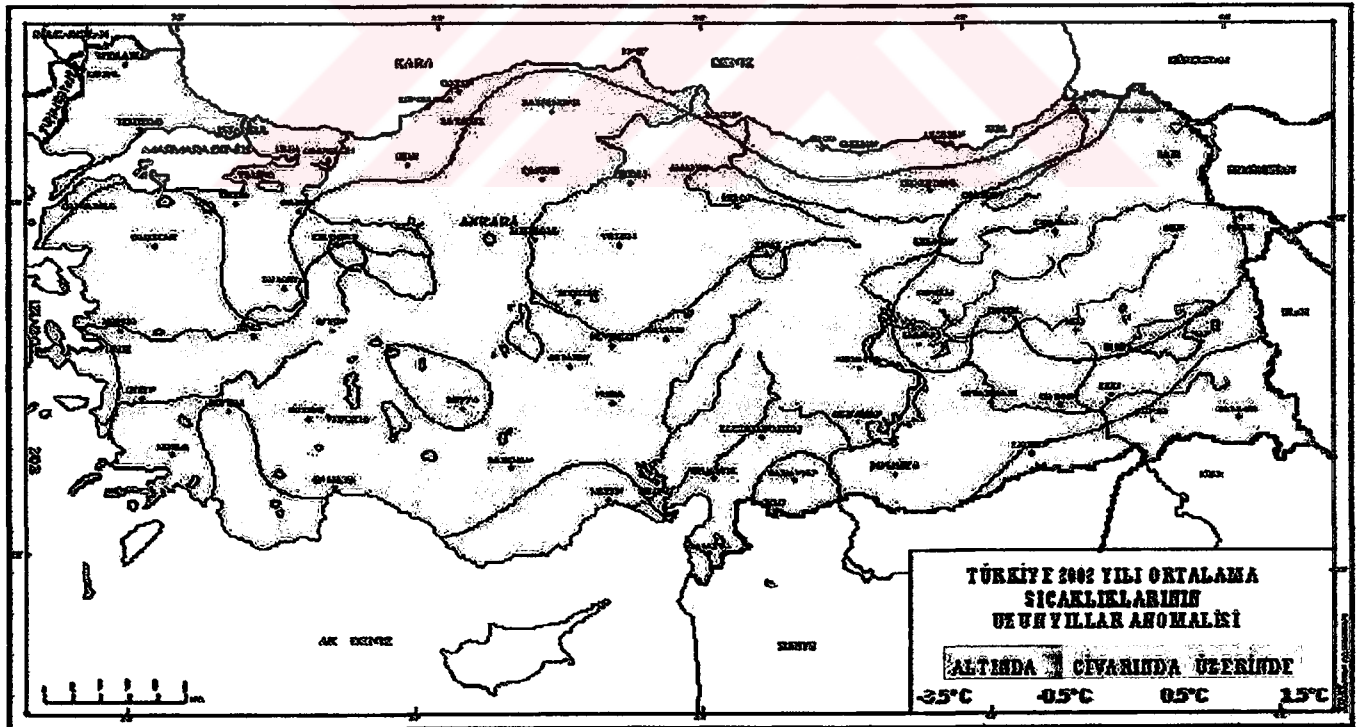
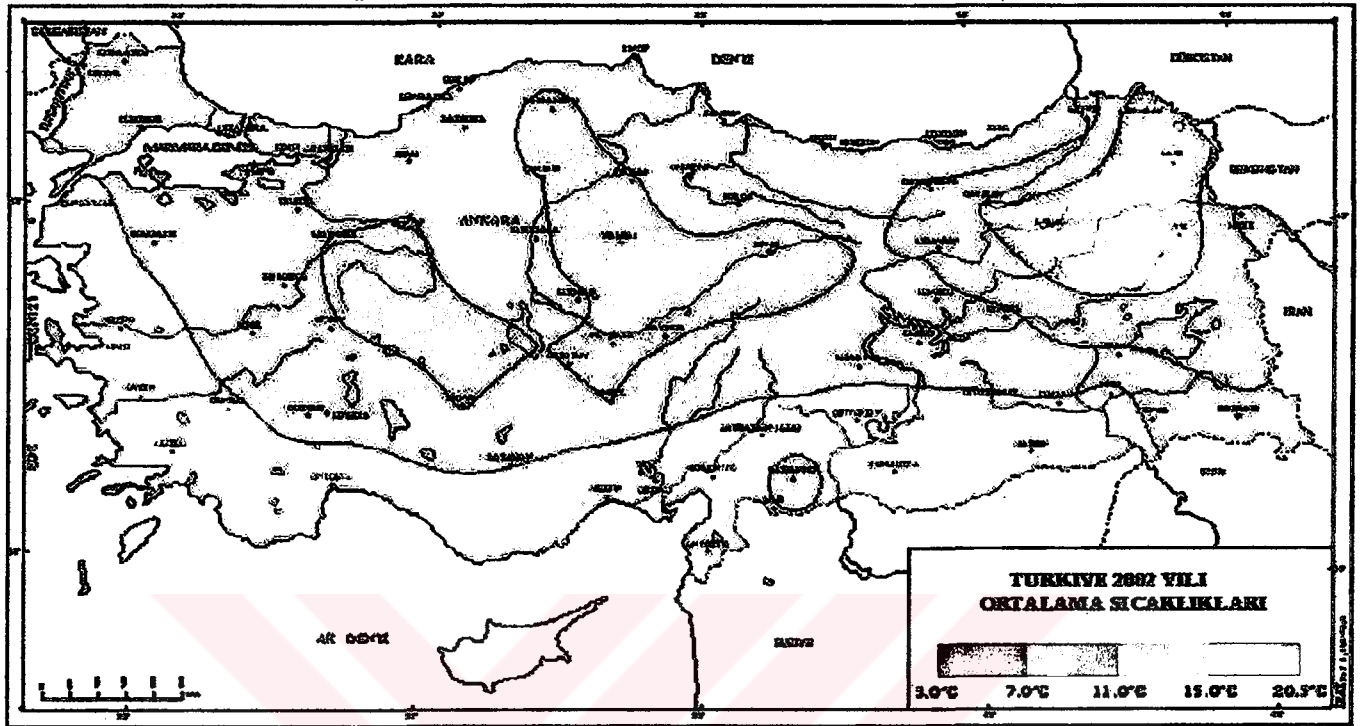
Afyon, Aksaray, Ankara, Artvin, Bartın, Bilecik, Bingöl, Bolu, Burdur, Çankırı, Çorum, Elazığ, Eskişehir, Iğdır, Isparta, Karabük, Karaman, Kırıkkale, Kırklareli, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Nevşehir, Niğde, Tokat, Tunceli, Uşak.

4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ

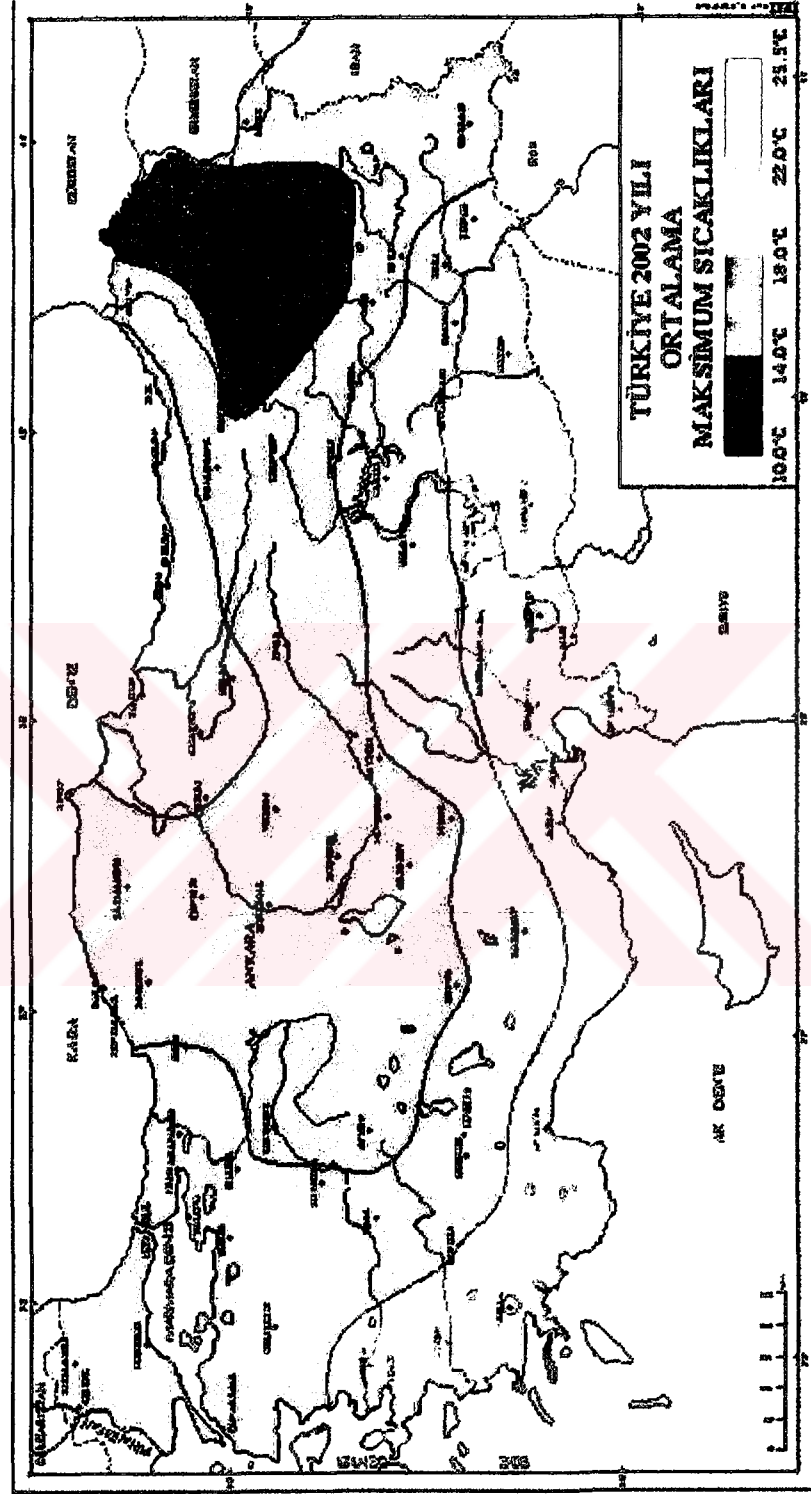
Ağrı, Ardahan, Bayburt, Bitlis, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Hakkari, Kars, Kastamonu, Kayseri, Muş, Sivas, Van, Yozgat

Ek-1 Her Bir Gün Bölgesi İçin Ortalama Aylık Güneş Işınım Şiddeti

İllere Göre Derece Gün Bölgeleri TSE 825/ Nisan 1998 (s.20, 58)

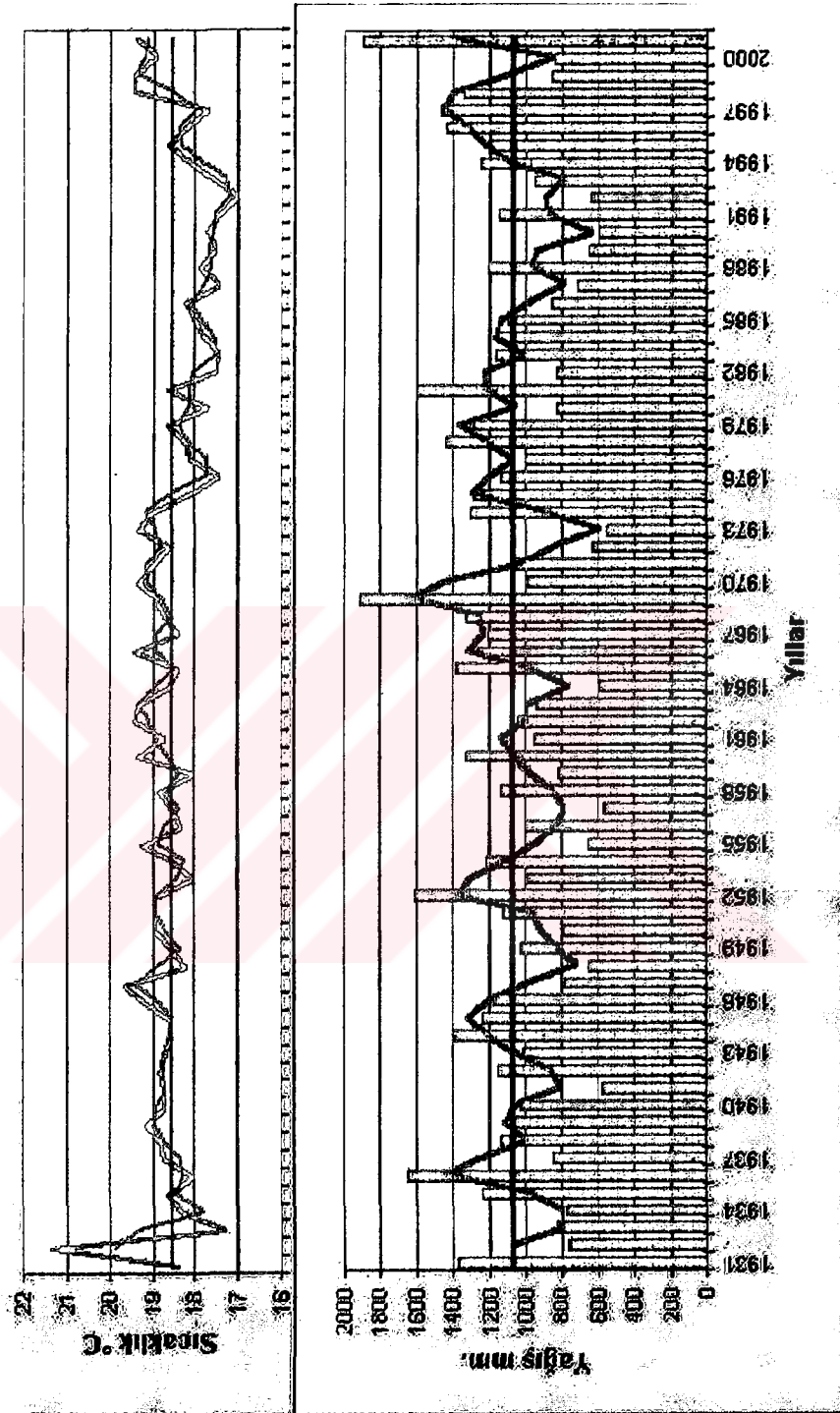


Ek-2 Türkiye 2002 Yılı Ortalama Sıcaklıkları



Ek-3 Türkiye 2002 Yılı Ortalama Maksimum Sıcaklıkları

ANTALYA UZUN YILLAR SICAKLIK ve YAĞIŞ DAĞILIŞI



Ek-4 Antalya Uzun Yıllar Sıcaklık ve Yağış Dağılışı

T.C.
C E V R E B A K A N L I G I
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ
GENEL MUDURLUĞU
Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü

İSTASYON ADI : ANTALYA
İSTASYON NO : 17300

AYLIK ORTALAMA GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat)

YIL	OCAK	SUBA	MART	NİSA	MAYI	HAZİ	TEMM	AGUS	EYLÜ	EKİM	KASI	ARAL
1971	5.5	5.1	6.8	8.0	10.5	11.9	12.4	11.7	10.4	9.1	5.8	6.7
1972	5.7	6.5	7.5	6.9	10.2	11.7	11.6	11.6	9.4	7.1	8.5	7.6
1973	6.1	5.8	7.5	9.4	10.9	12.3	12.2	12.0	10.5	7.8	7.2	6.6
1974	5.9	5.6	6.6	8.2	10.0	12.2	12.6	11.3	10.1	8.6	6.6	4.9
1975	5.4	5.4	7.7	7.7	9.2	10.7	11.8	11.8	10.7	9.2	7.4	5.3
1976	6.4	6.5	6.4	8.1	9.0	11.6	11.5	12.1	10.7	7.6	6.8	4.3
1977	5.7	6.2	7.4	7.5	10.5	10.9	11.7	12.0	9.3	8.7	6.2	3.4
1978	4.8	4.9	6.2	8.5	10.8	11.9	12.3	12.0	11.1	8.4	8.1	4.2
1979	4.0	5.7	7.0	8.4	9.1	10.2	11.7	11.2	10.1	6.5	6.2	4.8
1980	5.0	4.5	6.4	8.2	8.4	11.3	11.1	11.7	10.3	8.0	6.4	4.6
1981	2.8	5.8	7.0	9.0	9.9	11.2	11.9	11.7	10.2	8.3	6.2	3.6
1982	5.0	6.1	6.3	6.8	10.6	10.5	12.0	11.6	10.4	8.0	6.7	4.9
1983	6.1	5.5	6.7	7.2	9.5	10.4	10.9	11.4	10.1	8.5	4.6	4.8
1984	5.4	5.9	5.3	7.3	10.0	11.3	11.5	11.7	9.9	9.1	4.9	5.8
1985	3.8	5.7	6.9	7.5	8.6	11.5	12.3	11.5	9.7	8.1	4.4	5.8
1986	3.8	4.3	7.6	9.5	9.9	11.6	12.1	10.9	8.8	7.6	7.7	5.7
1987	4.6	6.2	6.7	6.7	8.9	12.0	12.7	12.1	10.0	8.6	5.9	4.9
1988	5.6	5.5	6.2	7.0	10.4	11.8	11.9	11.1	10.3	7.2	4.9	4.5
1989	7.8	6.7	6.7	8.6	10.3	11.5	12.6	11.0	10.1	7.7	5.0	5.4
1990	7.3	7.2	9.0	8.5	10.2	12.3	11.5	11.9	10.3	8.1	5.9	4.8
1991	5.8	5.7	6.3	7.9	9.1	12.2	11.2	11.2	10.0	7.5	6.4	4.2
1992	7.4	6.1	6.7	9.0	9.2	10.2	11.7	11.7	10.3	8.2	6.1	5.5
1993	5.5	5.9	8.4	8.5	7.4	11.9	12.6	11.7	10.3	8.4	6.7	5.0
1994	5.0	6.5	6.9	7.7	10.8	12.3	11.8	12.0	9.9	6.3	5.8	4.9
1995	3.8	7.5	6.8	8.8	11.0	11.6	12.2	11.5	9.9	8.8	6.4	4.8
1996	5.2	5.8	6.5	8.6	11.0	13.0	11.8	11.3	9.6	8.0	6.7	4.2
1997	6.9	7.8	7.2	7.8	10.7	11.4	12.8	11.0	9.8	6.9	6.5	4.9
1998	5.9	7.2	6.3	8.0	8.9	12.3	12.4	11.6	9.8	9.1	6.4	4.8
1999	4.9	6.4	6.8	8.9	11.0	12.0	12.1	10.7	9.9	8.4	6.6	5.4
2000	6.6	6.5	7.8	7.0	9.9	13.0	12.5	11.6	10.3	9.1	7.7	6.0
2001	5.0	6.4	7.8	8.7	9.3	13.0	12.0	11.5	10.5	8.8	6.0	3.9
2002	7.2	7.9	7.0	7.5	11.4	11.8	11.4	11.3	8.9	8.5	7.4	3.5
2003	3.7	6.2										

Ek-5 Antalya Aylık Ortalama Güneşlenme Süresi

T.C.
C E V R E B A K A N L I Ğ I
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ
GENEL MUDURLUĞU
Elektronik Bilgi İşlem Mudurluğu

ISTASYON ADI : ANTALYA
ISTASYON NO : 17300

AYLIK TOPLAM GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat)

YIL	OCAK	SUBA	MART	NİSA	MAYI	HAZİ	TEMM	AGUS	EYLU	EKİM	KASI	ARAL
1971	169.3	143.8	212.3	239.7	326.5	357.6	384.6	361.6	311.5	282.1	172.8	208.2
1972	176.0	189.0	231.7	206.9	315.2	349.7	359.2	359.9	283.0	218.7	253.9	235.8
1973	190.4	162.3	232.7	281.9	339.0	369.6	379.1	371.8	315.7	241.4	217.4	204.0
1974	184.1	157.4	204.6	246.6	309.2	366.1	390.2	351.4	302.8	266.8	196.5	151.4
1975	166.8	152.4	237.6	230.9	284.1	322.2	365.3	364.6	321.0	283.8	223.3	165.3
1976	196.9	187.9	197.1	243.4	279.2	348.0	355.3	374.8	320.5	234.4	204.6	131.9
1977	177.2	173.5	229.6	225.8	325.2	327.6	363.7	372.5	278.9	270.0	186.1	104.3
1978	147.7	138.2	193.7	254.7	336.0	356.3	380.8	372.2	334.0	259.3	244.2	129.9
1979	124.1	160.5	218.0	252.8	281.5	304.6	361.5	348.7	302.2	202.4	186.1	148.5
1980	155.3	129.2	198.7	246.3	259.9	339.5	345.0	361.8	309.8	247.8	190.6	141.6
1981	87.1	161.1	217.6	270.7	307.5	334.9	368.6	363.5	305.4	257.2	186.6	110.6
1982	153.6	169.5	196.2	203.9	327.1	314.3	370.8	359.0	311.0	247.2	200.4	150.9
1983	190.0	152.6	208.5	217.4	293.9	311.4	339.1	354.9	302.1	264.7	139.1	148.2
1984	168.0	172.0	164.1	220.0	309.4	340.0	355.2	361.2	297.1	282.2	146.4	180.9
1985	118.5	158.7	214.0	225.1	266.2	344.0	380.9	355.8	290.8	250.7	131.9	180.1
1986	117.7	120.3	235.6	283.9	308.4	348.9	373.9	336.4	263.1	236.7	230.9	177.5
1987	143.6	174.3	208.1	200.7	274.5	358.9	392.5	376.5	300.7	266.7	177.5	152.9
1988	174.6	160.0	193.7	210.4	321.7	353.9	370.3	344.2	309.0	224.1	147.2	140.9
1989	241.0	186.9	206.4	257.1	319.3	344.2	390.3	339.7	303.8	238.0	149.7	167.7
1990	225.2	200.6	279.1	256.0	317.1	370.2	357.6	367.6	307.5	251.5	177.2	150.1
1991	181.2	158.6	193.8	238.4	280.6	365.7	347.9	347.7	298.6	231.5	192.0	129.5
1992	229.9	175.6	200.4	271.2	285.0	304.7	363.9	363.0	308.8	254.1	176.7	170.9
1993	171.7	166.0	260.3	255.5	230.1	355.7	389.2	364.1	309.6	260.8	201.7	153.8
1994	155.2	181.3	214.6	231.6	333.5	367.9	366.6	372.6	297.9	195.8	174.1	153.4
1995	118.0	210.4	210.4	264.2	340.1	348.3	378.5	357.1	298.5	274.1	192.5	149.7
1996	160.4	167.6	201.3	257.3	340.9	390.5	365.7	350.9	288.0	247.2	199.9	131.2
1997	213.9	211.7	214.9	233.5	333.2	341.0	395.3	340.6	293.4	212.5	187.1	152.5
1998	182.5	186.8	194.0	232.5	277.1	369.1	383.3	360.4	293.5	282.1	193.4	143.9
1999	147.9	178.2	210.6	266.7	330.9	359.8	376.4	332.7	295.9	259.0	198.5	167.4
2000	204.6	187.9	241.6	210.3	306.1	388.9	387.4	359.2	309.6	281.0	231.3	185.8
2001	155.7	178.3	242.0	260.4	288.6	376.8	370.5	357.2	313.5	272.7	149.2	122.3
2002	200.3	219.8	215.5	218.0	353.7	342.3	354.3	351.5	266.6	264.2	220.5	109.3
2003	115.7	166.4										

Ek-6 Antalya Aylık Toplam Güneşlenme Süresi

T.C.
C E V R E B A K A N L I G I
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ
GENEL MUDURLUĞU
Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü

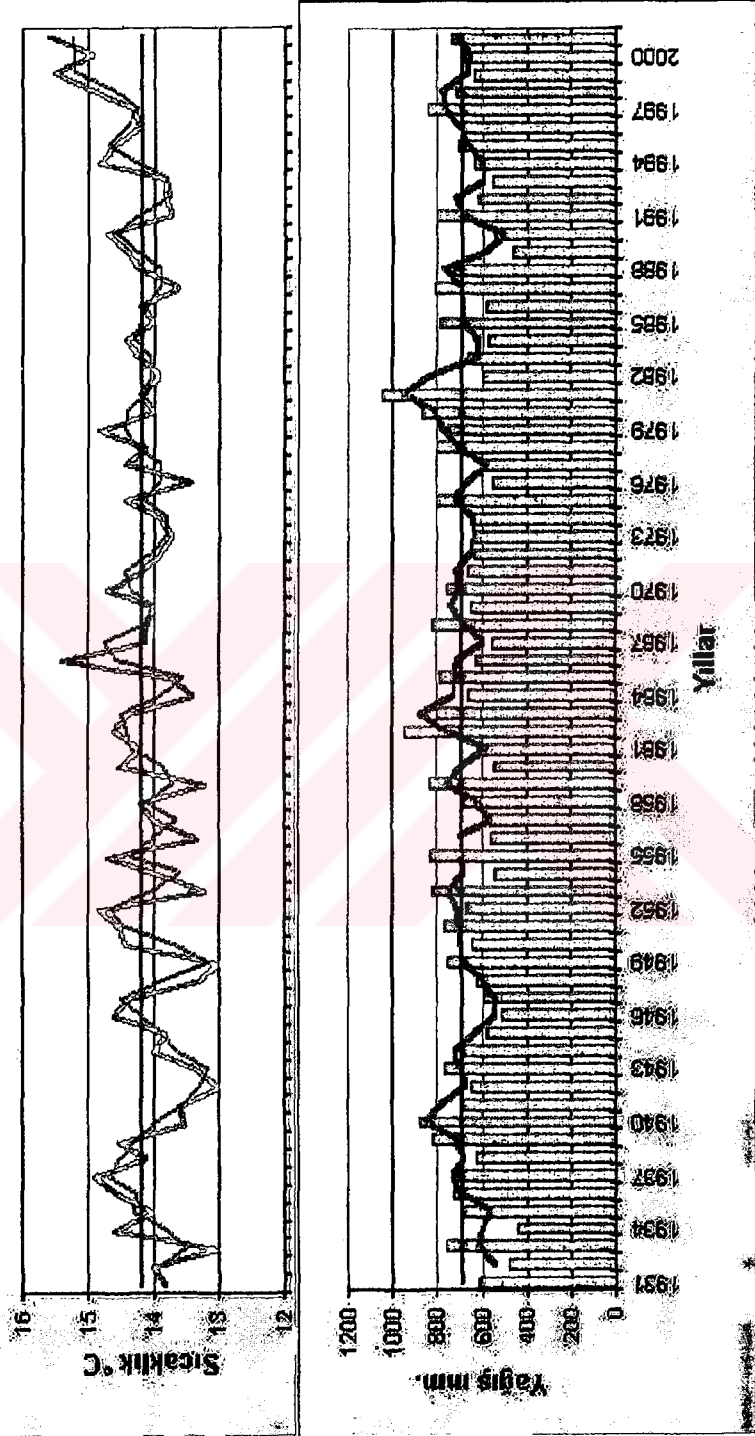
İSTASYON ADI : ANTALYA
İSTASYON NO : 17300

AYLIK ORTALAMA GÜNEŞLENME ŞİDDETİ (Cal/Cm2)

YIL	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKİM	KASIM	ARALIK
1971	132.46	185.45	262.14	316.34	401.51	445.25	438.99	414.81	343.64	318.25	168.29	145.40
1972	147.96	192.04	287.46	307.62	414.65	421.16	423.81	403.12	305.59	212.60	180.80	161.53
1973	135.14	194.62	281.53	355.46	419.94	429.43						194.83
1974				401.67								
1976												163.77
1977	181.42	252.64	433.31									
1978	171.90	222.66	339.95									
1982								584.61	499.24	340.57	242.26	174.15
1983	220.85	256.21	385.13	473.72	561.31	594.80	578.84	556.26	471.29	330.34	187.19	153.52
1984	189.98	249.08	329.13	442.98	540.95	590.11	554.97	531.39	460.04	358.02	201.60	186.15
1985	179.87	293.80	401.02	477.75	526.80	636.18	604.98	539.96	487.35	345.45	217.14	179.16
1986	150.26	219.61	377.08	489.21	543.42	573.81	558.33	490.84	409.39	328.27	263.18	180.58
1987	187.32	295.21	390.55	440.25	530.38	600.47	599.84	560.33	471.75	365.24	252.40	200.00
1988	231.81	279.04	399.74	477.26	599.37	641.33	606.99	557.93	500.38	341.06	238.17	179.31
1989	279.16	321.57	405.93	530.18	601.07	648.44	651.74	560.20	509.19	354.14	226.73	197.69
1990	272.86	325.25	478.62	539.10	601.61	679.24	635.30	596.68	504.31	367.82	249.61	200.89
1991	241.87	297.05	407.95	507.85	576.45	660.05	613.72	571.88	504.51	347.83	264.12	187.02
1992	283.94	329.32	419.33	540.52	568.76	597.81	629.21	584.28	506.83	363.26	242.72	208.95
1993	228.11	305.23	463.44	535.13	513.39	653.84	642.48	573.49	499.93	369.46	260.26	203.21
1994	220.88	328.37	409.60	495.36	601.13	652.15	621.54	569.26	476.42	304.24	244.96	208.23
1995	212.13	346.52	386.10	514.07	622.70	630.74	617.75	562.86	478.52	382.71	246.97	189.54
1996	210.83	296.87	402.00	500.75	592.54	660.04	620.41	545.19	472.92	350.46	288.32	161.71
1997	246.31	322.41	407.56	488.51	569.83	600.16	638.81	540.66	480.45	301.65	225.38	165.96
1998	206.83	288.69	351.09	432.74	518.40	634.54	609.13	540.87	459.23	362.34	218.80	150.17
1999	173.20	259.47	341.93	470.03	579.86	620.70	605.80	518.90	473.25	353.10	248.57	182.62
2000	232.28	302.14	435.88	456.67	584.67	717.25	671.69	612.40	510.91	392.01	267.44	201.25
2001	196.35	292.10	408.94	510.63	557.66	672.81	618.63	550.82	486.18	357.54	179.58	140.03
2002	212.94	297.85	352.50	431.72	569.77	595.65	560.40	521.03	412.40	334.48	229.88	125.77
2003	153.36	265.35										

Ek-7 Antalya Ortalama Güneşlenme Şiddeti

İSTANBUL UZUN YILLAR SICAKLIK ve YAĞIŞ DAĞILIŞI



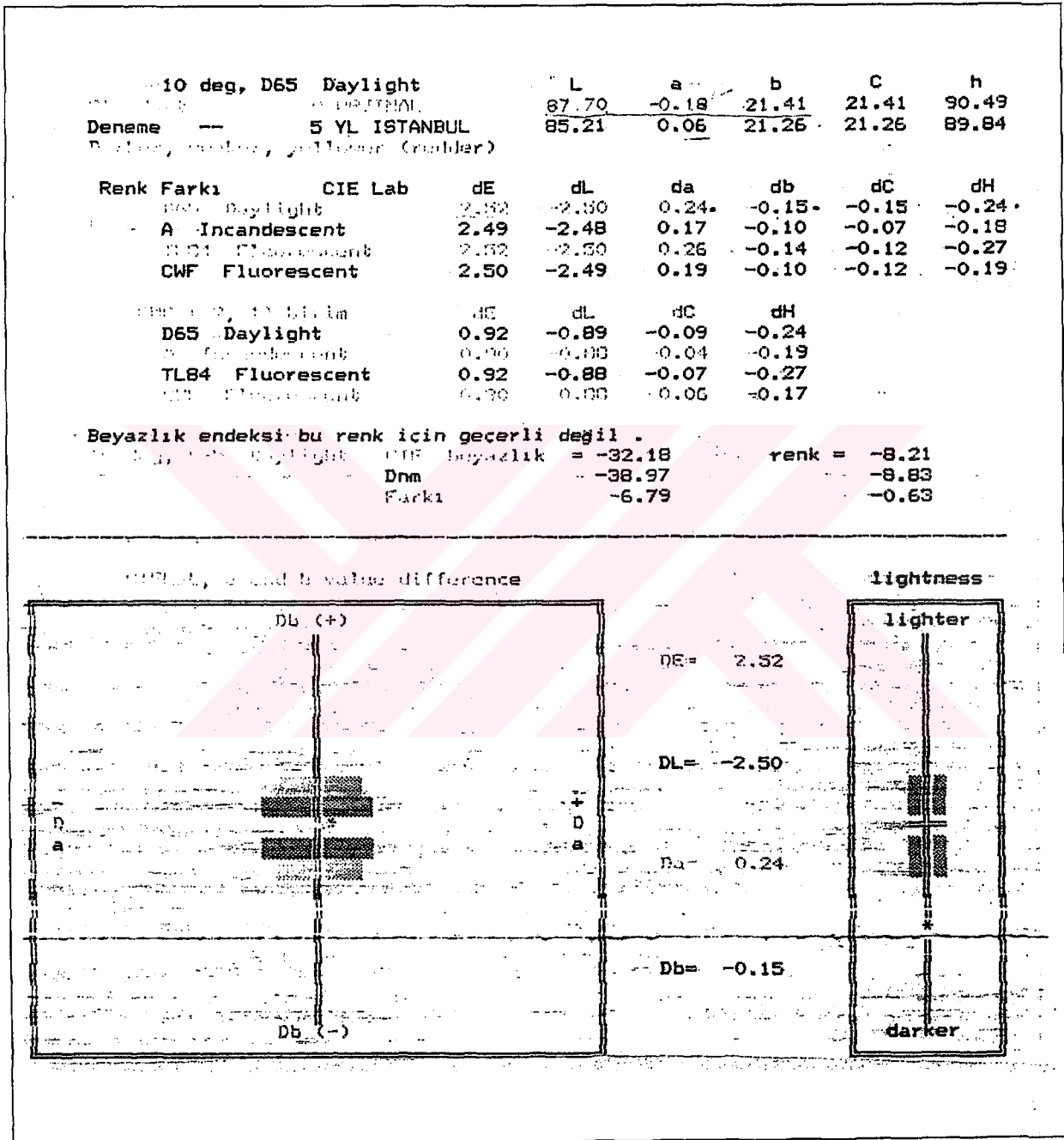
Ek-8 İstanbul Uzun Yıllar Sıcaklık ve Yağış Dağılışı

Enlem : 40.58
Boylam : 29.05
Yükselik : 33 m

(İSTANBUL) GÖZTEPE/İSTANBU

METEOROLOJİK ELEMENTAR		Rasat S. (YIL)															
		I	II	III	IV	V	VI	A Y L A R			VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
Ortalama Yerel Basınc (hPa)		10	1017.2	1015.8	1012.8	1009.6	1010.6	1009.6	1008.0	1009.4	1011.1	1014.7	1015.1	1015.4	1012.4	1012.4	
En Yüksek Yerel Basınc (hPa)		10	1033.7	1033.7	1031.8	1026.2	1021.3	1020.0	1016.4	1016.0	1023.4	1027.8	1031.1	1031.4	1033.0	1033.0	
En Düşük Yerel Basınc (hPa)		10	991.4	990.0	991.2	992.3	1000.2	994.9	997.4	1000.1	996.0	1000.8	993.2	994.5	990.0	990.0	
Saat 07 deki Ortalama Sıcaklık (C)		10	5.2	4.6	6.3	10.8	15.5	20.4	22.8	22.5	18.2	14.4	9.8	7.2	13.1	13.1	
Saat 14 deki Ortalama Sıcaklık (C)		10	7.8	7.9	10.3	15.5	20.1	24.8	27.7	27.7	24.1	19.0	13.4	9.3	17.3	17.3	
Saat 21 deki Ortalama Sıcaklık (C)		10	6.0	5.8	7.6	12.0	16.0	20.8	23.1	23.1	19.5	15.4	10.7	7.8	14.0	14.0	
Ortalama Sıcaklık (C)		10	6.3	6.0	7.9	12.6	16.9	21.7	24.2	24.1	20.3	16.1	11.1	8.0	14.6	14.6	
Ort. Sıcaklık >= 5 C Old. Günler Sayısı		10	19.1	16.9	23.3	29.4	31.0	30.0	31.0	31.0	30.0	31.0	31.0	28.0	24.4	325.1	
Ort. Sıcaklık >= 10 C Old. Günler Sayısı		10	5.0	3.9	8.9	22.0	30.7	30.0	31.0	31.0	30.0	30.4	30.4	28.0	25.5	252.5	
Ortalama Yüksek Sıcaklık		10	8.9	9.2	11.6	16.9	21.4	26.2	28.8	28.7	25.1	20.2	14.6	10.5	18.5	18.5	
Ortalama Düşük Sıcaklık		10	4.0	3.4	4.9	9.0	12.8	17.3	20.0	20.3	16.4	13.1	8.3	5.7	11.3	11.3	
En Yüksek Sıcaklık Günü		10	10	21	27	13	19	22	13	12	12	7	1	29	13	13	
En Yüksek Sıcaklık Yılı		10	1994	1996	1993	1994	1994	1999	2000	1994	1993	1992	1992	2000	2000	2000	
En Yüksek Sıcaklık (C)		10	18.2	19.2	26.2	32.9	33.0	34.1	39.7	35.0	33.6	31.2	24.6	18.8	39.7	39.7	
Yük. Sıcaklık >=30 C Old. Ort. Günler Sayısı		10				0.1	0.4	3.9	10.8	10.0	2.7	0.2			28.1	28.1	
Yük. Sıcaklık >=25 C Old. Ort. Günler Sayısı		10			0.2	1.3	6.8	19.9	27.9	28.3	16.4	4.3			105.1	105.1	
Yük. Sıcaklık >=20 C Old. Ort. Günler Sayısı		10			2.1	8.5	19.9	29.1	30.9	30.9	28.1	16.3			169.3	169.3	
Yük. Sıcaklık <=-0.1 C Old. Ort. Günler Sayısı		10	0.1												0.1	0.1	
Günlük En Yüksek Sıcaklık Farkı																	
En Düşük Sıcaklık Günü		10	27	4	8	2	6	1	10	27	27	29	29	31	27	27	
En Düşük Sıcaklık Yılı		10	2000	1997	1993	1995	1994	1997	1998	2000	1997	1996	1995	1992	2000	2000	
En Düşük Sıcaklık (C)		10	-5.2	-4.2	-1.6	1.0	4.8	9.0	13.8	13.8	9.2	6.00	-0.1	-3.4	-5.2	-5.2	
Dus. Sıcaklık <=-0.1 C Old. Ort. Günler Sayısı		10	2.0	3.6	1.1										0.1	0.1	
Dus. Sıcaklık <=-3 C Old. Ort. Günler Sayısı		10	0.2	0.4											0.2	0.2	
Dus. Sıcaklık <=-5 C Old. Ort. Günler Sayısı		10	0.1												0.1	0.1	
Dus. Sıcaklık <=-10 C Old. Ort. Günler Sayısı		10													0.0	0.0	
Dus. Sıcaklık <=-15 C Old. Ort. Günler Sayısı		10													0.0	0.0	
Dus. Sıcaklık <=-20 C Old. Ort. Günler Sayısı		10													0.0	0.0	
Dus. Sıcaklık >=20 C Old. Ort. Günler Sayısı		10			0.2	1.0	0.3	3.6	16.7	19.4	3.5	0.3			43.8	43.8	
Dus. Sıcaklık >=15 C Old. Ort. Günler Sayısı		10		0.7	2.6	12.2	25.5	29.8	31.0	31.0	29.7	26.4	10.5	3.8	125.4	125.4	
Dus. Sıcaklık >=10 C Old. Ort. Günler Sayısı		10	1.6	0.7	2.6	12.2	25.5	29.8	31.0	31.0	29.7	26.4	10.5	3.8	204.8	204.8	
Dus. Sıcaklık >=5 C Old. Ort. Günler Sayısı		10	11.5	8.8	13.5	26.4	30.9	30.0	31.0	31.0	30.0	31.0	24.3	17.9	286.3	286.3	
Ortalama Topraküstü Minimum Sıcaklık		10	1.8	1.2	2.5	6.1	9.6	13.9	16.8	17.4	12.9	10.1	5.7	3.6	8.5	8.5	
En düşük Topraküstü Minimum Sıcaklık		10	-11.2	-7.8	-6.7	-2.0	0.0	4.0	7.8	10.2	1.2	1.4	-4.8	-36.0	-36.0	-36.0	
Top. us. min. sic. <=-0.1 C Old. Günler Sayısı		10	9.7	10.4	6.5	1.3							2.7	4.8	35.4	35.4	
Top. us. min. sic. <=-3 C Old. Günler Sayısı		10	3.1	4.4	1.9								0.8	1.3	11.5	11.5	
Top. us. min. sic. <=-5 C Old. Günler Sayısı		10	0.7	1.3	0.5								0.3	0.3	2.8	2.8	
Top. us. min. sic. <=-10 C Old. Günler Sayısı		10	0.1										0.1	0.1	0.2	0.2	
Ortalama Buhar Basıncı (hPa)		10	7.6	7.2	8.0	10.7	14.3	18.3	21.6	22.7	18.2	14.9	10.6	8.8	13.6	13.6	
Saat 07 deki Ortalama Bağıl Nem (%)		10	82	81	82	82	82	78	81	86	87	87	83	84	82	82	
Saat 14 deki Ortalama Bağıl Nem (%)		10	71	66	64	61	61	57	56	57	58	68	68	74	63	63	
Saat 21 deki Ortalama Bağıl Nem (%)		10	80	77	75	75	76	75	77	81	80	84	80	82	78	78	
Ortalama Bağıl Nem (%)		10	78	75	73	73	73	70	71	75	75	75	80	80	75	75	
En düşük Bağıl Nem (%)		10	43	47	39	45	45	44	47	53	40	54	49	53	39	39	

PU malzeme A Deney Koşulu için L*, a*, b* değerleri (bej renk)



Ek-10 PU ve PVC malzeme için renk değerleri

PU malzeme A Deney Koşulu için L*, a*, b* değerleri (mavi renk)

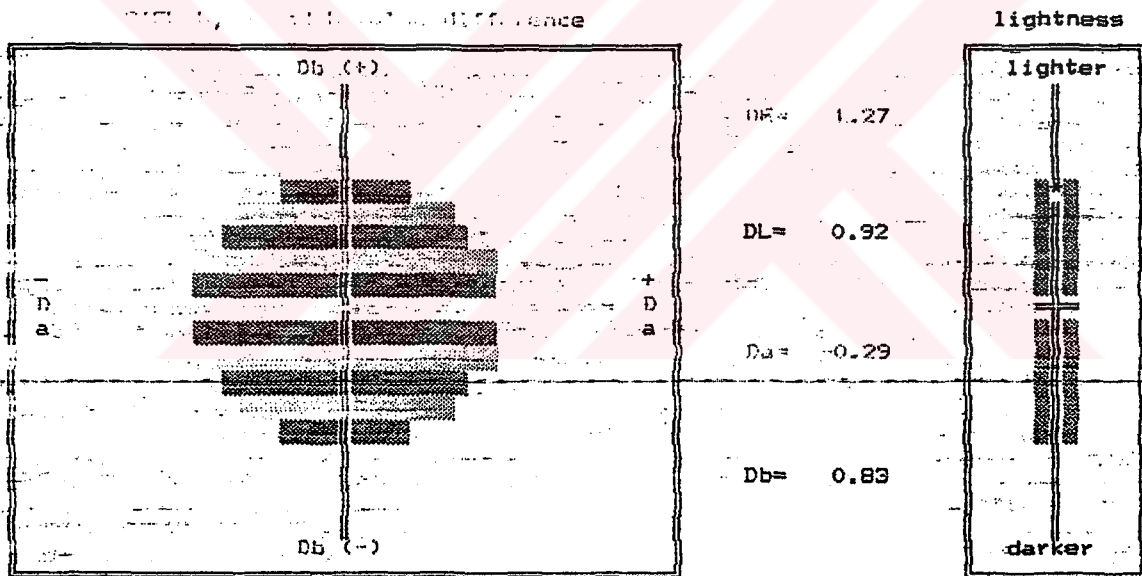
10 deg, D65 Daylight		L	a	b	C	h
Deneme	5 YL ISTANBUL	76.15	-9.91	-14.01	17.10	235.00
		77.07	-10.10	-13.18	16.60	232.54

Renk Farkı	CIE Lab	dE	dL	da	db	dC	dH
A Incandescent		1.27	0.92	-0.29	-0.83	-0.50	-0.72
TLB4 Fluorescent		1.34	0.97	-0.12	0.92	-0.71	-0.60
CWF Fluorescent		1.45	1.00	-0.32	1.00	-0.85	-0.62

10 deg, D65 Daylight	dE	dL	dC	dH
D65 Daylight	0.82	0.34	-0.33	-0.67
TLB4 Fluorescent	0.69	0.36	-0.33	-0.44
TLB8 Fluorescent	0.77	0.37	-0.43	-0.52
CWF Fluorescent	0.87	0.38	-0.53	-0.58

Beyazlık endeksi bu renk için geçerli değil .

10 deg, D65 Daylight	D65 Beyazlık = 127.08	renk = 23.87
Deneme	123.40	23.90
Farkı	-3.68	0.03



Deneme için tuza basıncı . .

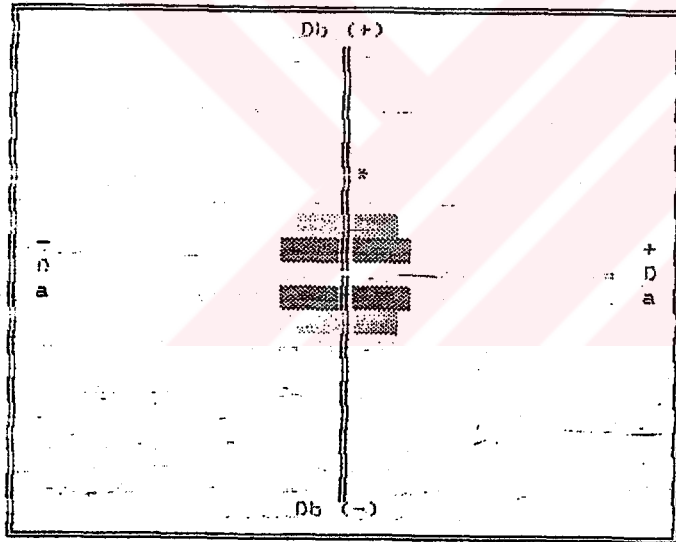
PVC malzeme A Deneş Koşulu için L*, a*, b* değeri (beş renk)

10 deg, D65 Daylight	L	a	b	C	h
Standart -- ORIGINAL PVC	76.13	0.96	10.45	10.49	84.75
Lighter, stronger, yellower-(greener)	77.77	1.12	12.67	12.72	84.94

10 deg, D65 Daylight	CIE Lab	dE	dL	da	db	dC	dH
D65 Daylight		2.77	1.64	0.16	2.23	2.23	0.04
A Incandescent		2.79	1.80	0.76	2.27	2.39	-0.14
TL84 Fluorescent		2.97	1.73	0.47	2.36	2.41	-0.08
CWF Fluorescent		3.01	1.74	0.10	2.45	2.45	-0.09
CMC (2, 1) birim		dE	dL	dC	dH		
D65 Daylight		1.92	0.62	1.82	0.05		
A Incandescent		1.99	0.67	1.86	-0.20		
TL84 Fluorescent		2.00	0.63	1.00	-0.12		
CWF Fluorescent		2.02	0.65	1.90	-0.12		

10 deg, D65 Daylight için geçerli değil .

10 deg, D65 Daylight	CIE beyazlık	= -6.83	renk = -6.74
	Dnm	-14.97	-7.97
	Farkı	-8.13	-1.23



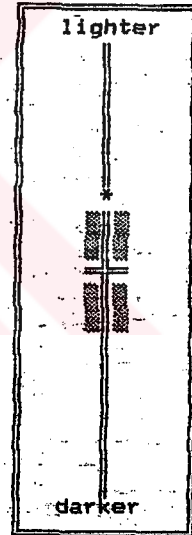
dE= 2.77

dL= 1.64

da= 0.16

db= 2.23

lightness



Renk için birim gösterir .

PVC malzeme A Deneş Koşulu için L*, a*, b* değeri (mavi renk)

10 deg, D65 Daylight		L	a	b	C	h
Standard	5 ORIGINAL PVC MAT	62.74	-2.85	-3.37	4.11	235.18
Deneme	5 YIL ISTANBUL	63.00	-2.81	-3.67	4.62	232.49

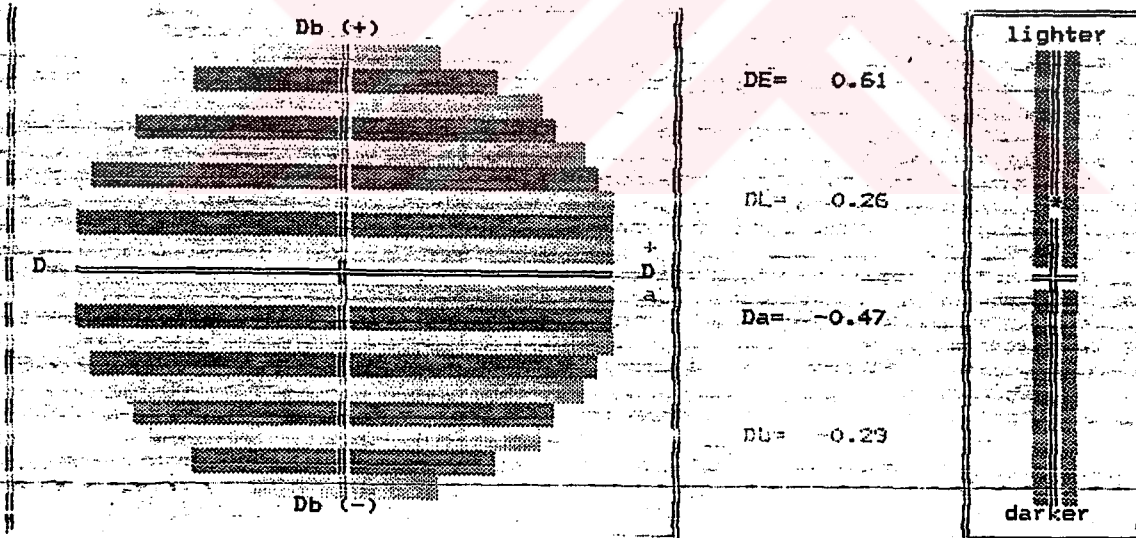
Deney Farkı	CIE Lab	dE	dL	da	db	dC	dH
D65 Daylight		0.61	0.26	-0.47	-0.29	0.51	-0.20
A Incandescent		0.72	0.18	-0.52	-0.46	0.68	-0.15
TL84 Fluorescent		0.61	0.21	-0.42	-0.40	0.56	-0.14
CWF Fluorescent		0.54	0.21	-0.33	-0.37	0.46	-0.18

CMC (2, 1) birim	dE	dL	dC	dH
A Incandescent	0.75	0.08	0.72	-0.19
TL84 Fluorescent	0.63	0.08	0.60	-0.17
CWF Fluorescent	0.56	0.09	0.50	-0.23

10 deg, D65 Daylight için beyazlık değeri .

10 deg, D65 Daylight	CIE beyazlık	= 52.85	renk =	7.06
	Dnm	54.95		8.22
	Farkı	2.11		1.16

-CIELab, a- and b value difference



PU malzeme B Dency Koşulu için L*, a*, b* değerleri (bej renk)

10 deg, D65 Daylight		L	a	b	C	h
-Standart-	O ORJINAL	87.70	-0.18	21.41	21.41	90.49
	B ZL ANTALYA	87.94	0.51	22.65	22.65	88.71
Lighter, stronger, yellow (redder)						

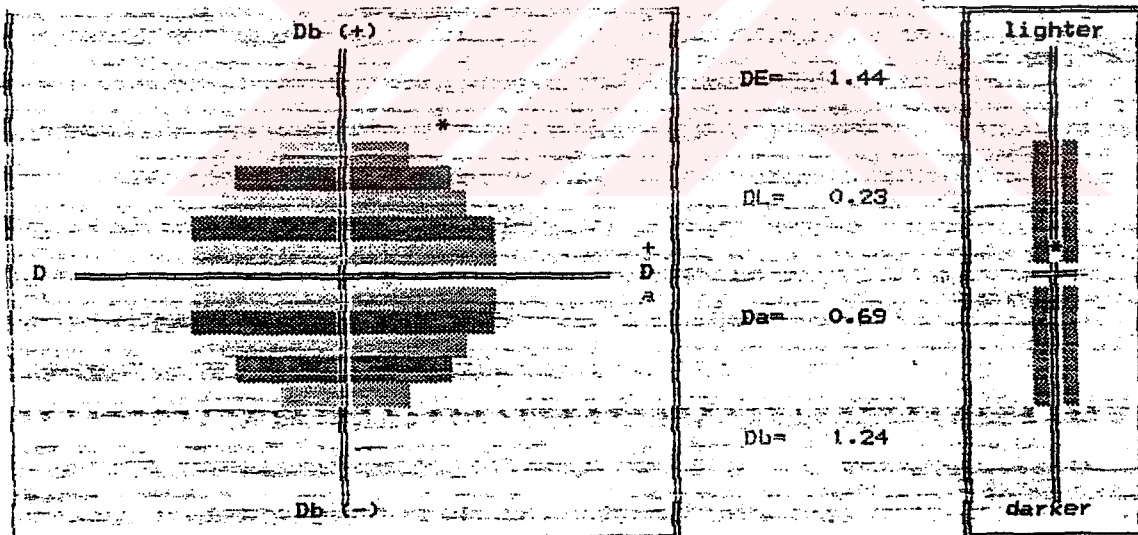
Renk Farka	CIE-Lab-	DE	dL	da	db	dC	dH
D65 Daylight		1.44	0.23	0.69	1.24	1.24	-0.68
A Incandescent		1.70	0.33	0.85	1.42	1.55	-0.59
TLB4 Fluorescent		1.61	0.32	0.66	1.44	1.48	-0.56
W3 Fluorescent		1.62	0.35	0.42	1.53	1.50	-0.51

CMC (2, 1) birim	dE	dL	dC	dH
D65 Daylight	1.00	0.08	0.73	-0.68
A Incandescent	1.09	0.13	0.88	-0.63
TLB4 Fluorescent	1.00	0.11	0.63	-0.55
W3 Fluorescent	0.96	0.12	0.84	-0.46

Şu şekilde belirtilen bu renk için geçerli değil .

10 deg, D65 Daylight	CIE beyazlık	= -32.18	renk = -8.21
	Dnm	-37.15	-10.03
	Farkı	-4.97	-1.83

CIE Lab, a and b value difference



PU malzeme B Deney Koşulu için L*, a*, b* değerleri (mavi renk)

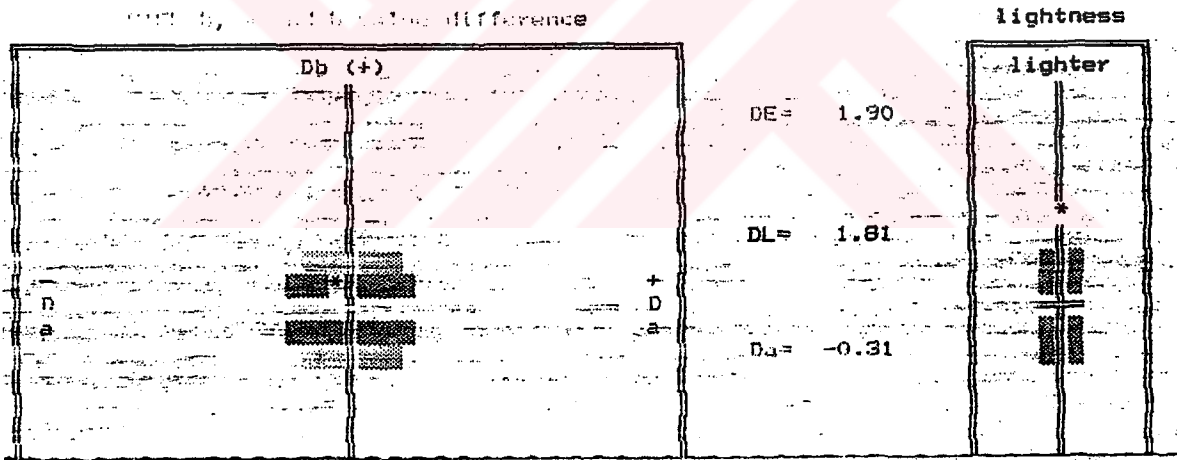
	L	a	b	C	h
10 deg, D65 - Daylight	70.15	0.01	-14.01	17.10	235.00
Deneme --- 5 YL ANTALYA	77.96	-10.12	-13.51	16.88	233.18

Renk Farkı	CIE Lab	dE	dL	da	db	dC	dH
D65 Daylight		1.00	1.01	-0.31	0.49	-0.22	-0.54
A Incandescent		1.88	1.82	-0.14	0.45	-0.30	-0.36
TL84 Fluorescent		1.92	1.82	-0.26	0.54	-0.32	-0.51
CWF Fluorescent		1.96	1.84	-0.32	0.59	-0.47	-0.48

10 deg, D65 Daylight	dE	dL	dC	dH
D65 Daylight	0.85	0.68	-0.14	-0.50
A Incandescent	0.73	0.60	-0.10	-0.30
TL84 Fluorescent	0.84	0.69	-0.19	-0.44
CWF Fluorescent	0.88	0.70	-0.20	-0.45

Beyazlık endeksi bu renk için geçerli değil.

10 deg, D65 Daylight	CIE beyazlık = 127.08	renk = 23.87
Deneme	126.01	23.83
Farkı	-1.07	-0.04

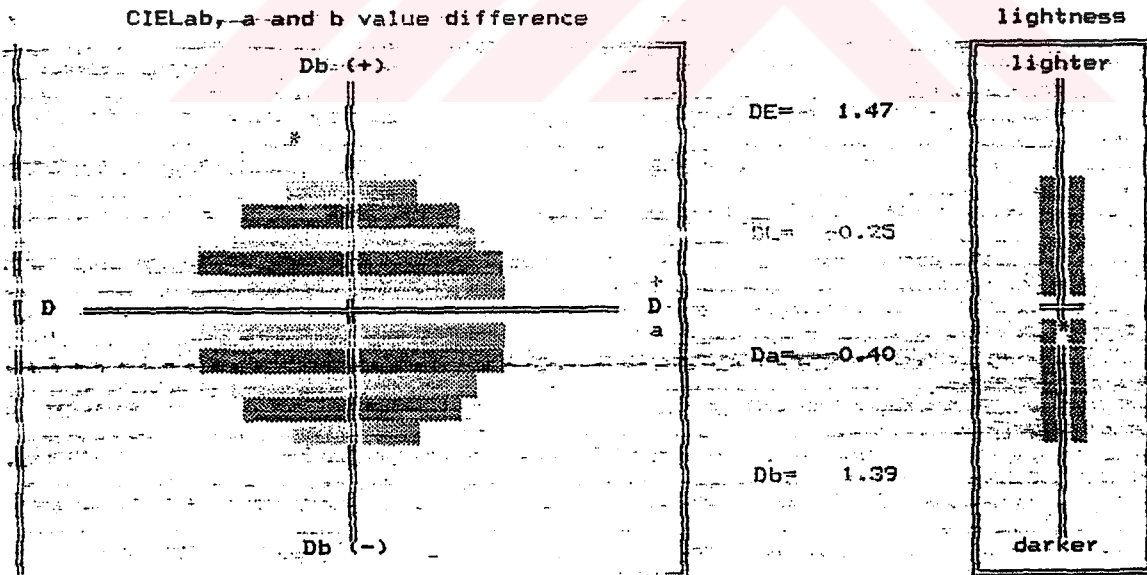


PU malzeme C Deney Koşulu için L*, a*, b* değerleri (bej renk)

Std-ı --	O ORJINAL	Dnm : --	10 YL STANBUL				
	10 deg, D65 Daylight		L	a	b	C	h
Standart --	O ORJINAL		87.70	-0.18	21.41	21.41	90.49
	10 YL STANBUL		87.45	-0.38	22.80	22.80	91.46
	Darker, stronger, greener (bluer)						
	CIE Lab	dE	dL	da	db	dC	dH
D65 Daylight		1.47	-0.25	-0.40	1.39	1.39	0.37
A Incandescent		1.33	-0.22	0.03	1.11	1.10	0.15
TL84 Fluorescent		1.47	-0.25	-0.11	1.45	1.44	0.19
CWF Fluorescent		1.31	-0.21	-0.32	1.76	1.78	-0.19
CMC (2, 1) birim		dE	dL	dC	dH		
D65 Daylight		0.90	-0.09	0.82	0.37		
A Incandescent		0.65	-0.08	0.63	0.16		
TL84 Fluorescent		0.81	-0.09	0.81	0.19		
CWF Fluorescent		1.01	-0.08	1.00	0.17		

10 deg, D65 Daylight CIE beyazlık değeri = 90.49

10 deg, D65 Daylight CIE beyazlık = -32.18 renk = -8.21
 Dnm -39.71
 Farkı -7.52 0.22

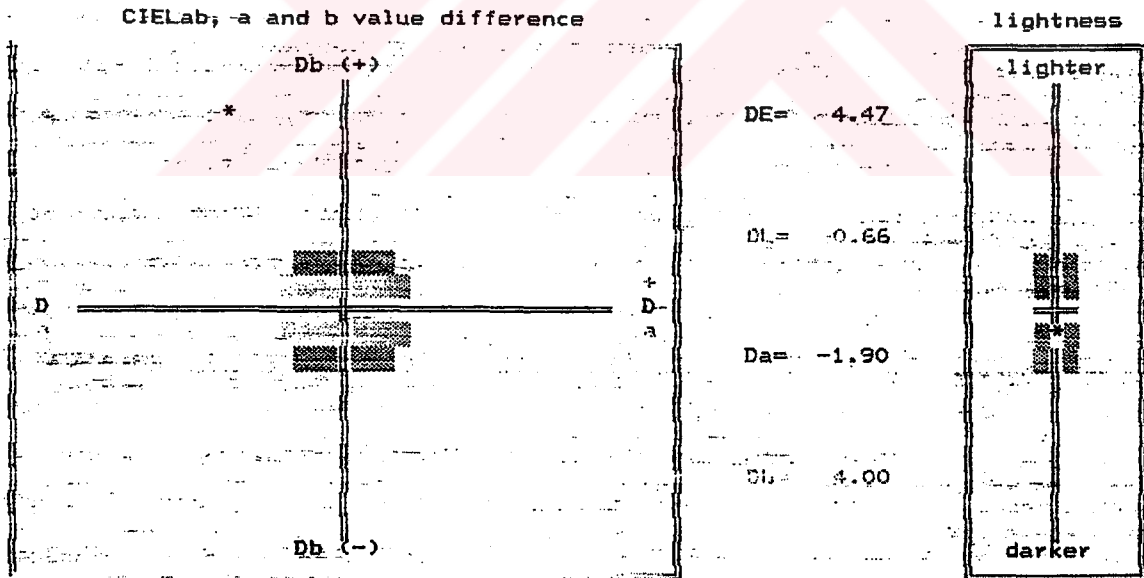


PU malzeme C Deneş Koşulu için L*, a*, b* değerleri (mavi renk)

10 deg, D65 Daylight	L	a	b	C	h
Standart -- O ORJINAL MAVI	76.15	-9.81	-14.01	17.10	235.00
Darker, weaker, greener (yellow)	75.49	-11.71	-10.01	15.40	220.53

Diff. Method	Diff Lab	dE	dL	da	db	dc	dH
D65 Daylight		4.47	-0.66	-1.90	4.00	-1.70	-4.09
TL84 Fluorescent		4.46	-0.52	-1.20	4.26	-2.69	-3.52
CMC (2, 1) birim		3.80	-0.40	-1.79	4.45	-3.45	-3.34
A Incandescent		2.76	-0.20	-1.63	-2.22		
CWF Fluorescent		3.80	-0.18	-2.13	-3.14		

10 deg, D65 Daylight	CIE beyazlık	= 127.08	renk =	23.87
	Dnm	104.79		26.25
	Farkı	-22.29		2.38



PVC malzeme C Deney Koşulu için L*, a*, b* değerleri (mavi renk)

10 deg, D65 Daylight		L	a	b	C	h
Deneme	10 YIL ISTANBUL	62.74	-2.85	-3.37	4.11	235.18
Deneme	10 YIL ISTANBUL	62.75	-2.43	-3.34	4.13	233.92

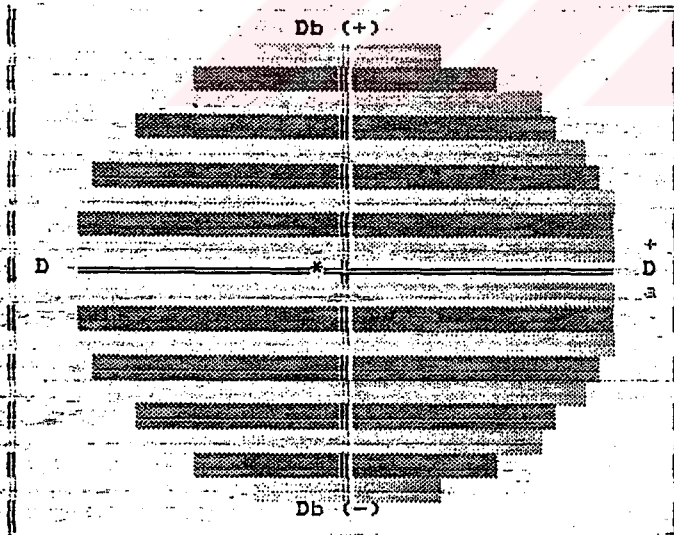
Deneme	CMC Lab	dE	dL	dA	dB	dC	dH
D65	Daylight	0.09	0.01	-0.09	0.03	0.02	-0.09
A	Incandescent	0.11	0.00	-0.11	0.01	0.06	-0.09
TL84	Fluorescent	0.06	0.01	-0.06	-0.03	0.05	-0.04
CWF	Fluorescent	0.08	0.02	-0.08	-0.00	0.03	-0.07

CMC (2, 1) birim	dE	dL	dC	dH
D65 Daylight	0.12	0.00	0.02	-0.11
A Incandescent	0.13	0.00	0.06	-0.12
TL84 Fluorescent	0.07	0.00	0.00	-0.05
CWF Fluorescent	0.10	0.01	0.03	-0.10

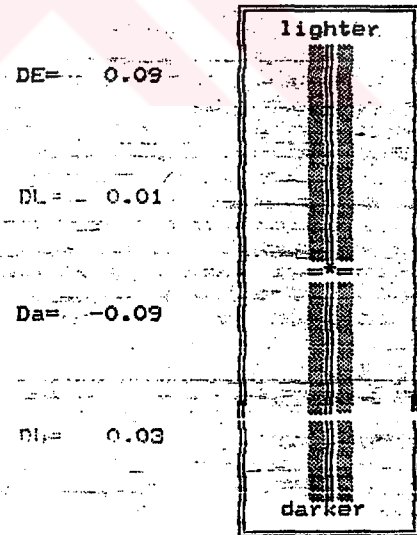
10 deg, D65 Daylight için beyazlık değeri = 52.65

10 deg, D65 Daylight	CIE beyazlık	= 52.65	renk =	7.06
	Dnm	52.63		7.24
	Farkı	-0.21		0.18

CIE Lab, a and b value difference

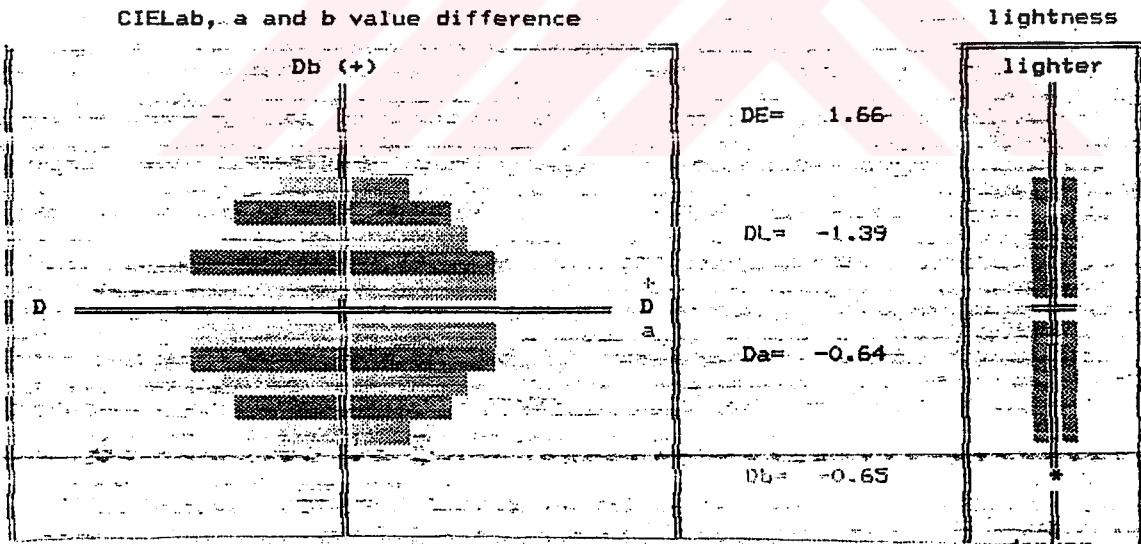


lightness



PU malzeme D Deney Koşulu için L*, a*, b* değerleri (bej renk)

10 deg, D65 Daylight	L	a	b	C	h		
Standart -- 0 ORJINAL	87.70	-0.18	21.41	21.41	90.49		
10 YL ANTOLYA	86.31	-0.82	20.76	20.78	92.27		
Darker, weaker, greener (bluer)							
Deney Farkı	CIE Lab	dE	dL	da	db	dC	dH
D65 Daylight		1.66	-1.39	-0.64	-0.65	-0.63	0.65
A Incandescent		1.99	-1.50	-0.58	-0.98	-1.06	0.42
TL84 Fluorescent		1.76	-1.49	-0.51	-0.78	-0.80	0.47
CWF Fluorescent		1.64	-1.48	-0.41	-0.58	-0.55	0.45
CMC (2, 1) birim	dE	dL	dC	dH			
D65 Daylight	0.89	-0.49	-0.37	0.65			
A Incandescent	0.92	-0.53	-0.60	0.44			
TL84 Fluorescent	0.92	-0.53	-0.45	0.46			
CWF Fluorescent	0.73	-0.52	-0.31	0.41			
10 deg, D65 Daylight için geçerli değil .							
10 deg, D65 Daylight	CIE -beyazlık	= -32.18	renk =	-8.21			
	Dnm	-33.45		-6.79			
	Farkı	-1.26		1.41			



PU malzeme D Deney Koşulu için L*, a*, b* değerleri (mavi renk)

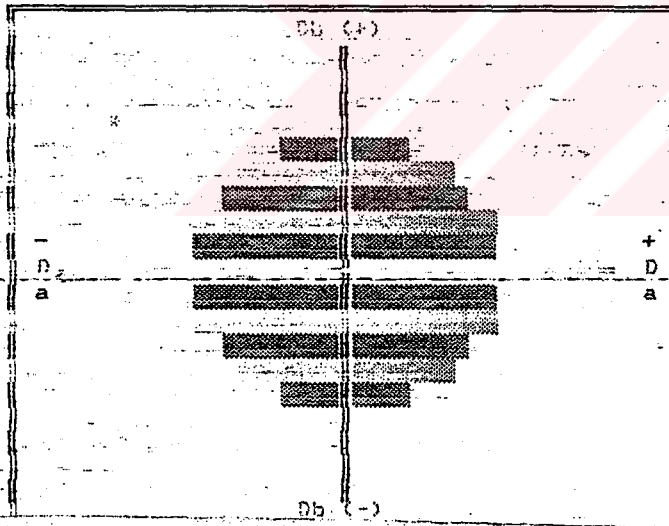
	10 deg, D65 Daylight	L	a	b	C	h
Deneme	10 YL ANTALYA	76.15	-9.81	-14.01	17.10	235.00
Lightness	lighter, greener (yellow)	77.03	-11.45	-12.87	17.23	228.35

Renk Farkı	CIE Lab.	dE	dL	da	db	dc	dH
10 deg, D65 Daylight		2.18	0.00	-1.64	1.13	0.13	-1.99
A Incandescent		1.57	0.79	-1.12	0.77	-0.00	-1.36
B 01 Fluorescent		1.93	0.95	-1.36	1.08	-0.13	-1.73
CWF Fluorescent		1.89	0.81	-1.32	1.08	-0.58	-1.60
10 deg, D65 Daylight		dE	dL	dc	dH		
D65 Daylight		1.87	0.33	-0.09	-1.84		
TL84 Fluorescent		1.54	0.32	-0.08	-1.50		
CWF Fluorescent		1.39	0.31	-0.36	-1.50		

Beyazlık endeksi bu renk için geçerli değil .

10 deg, D65 Daylight	CIE beyazlık = 127.08	renk = 23.87
Dnm	121.89	26.24
Farkı	-5.18	2.37

Lightness difference



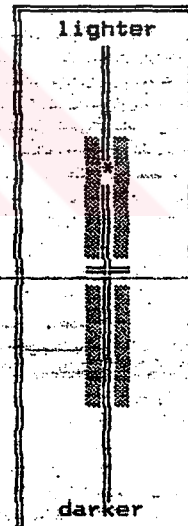
lightness

DE= 2.18

DL= 0.88

Da= 1.64

Db= 1.13

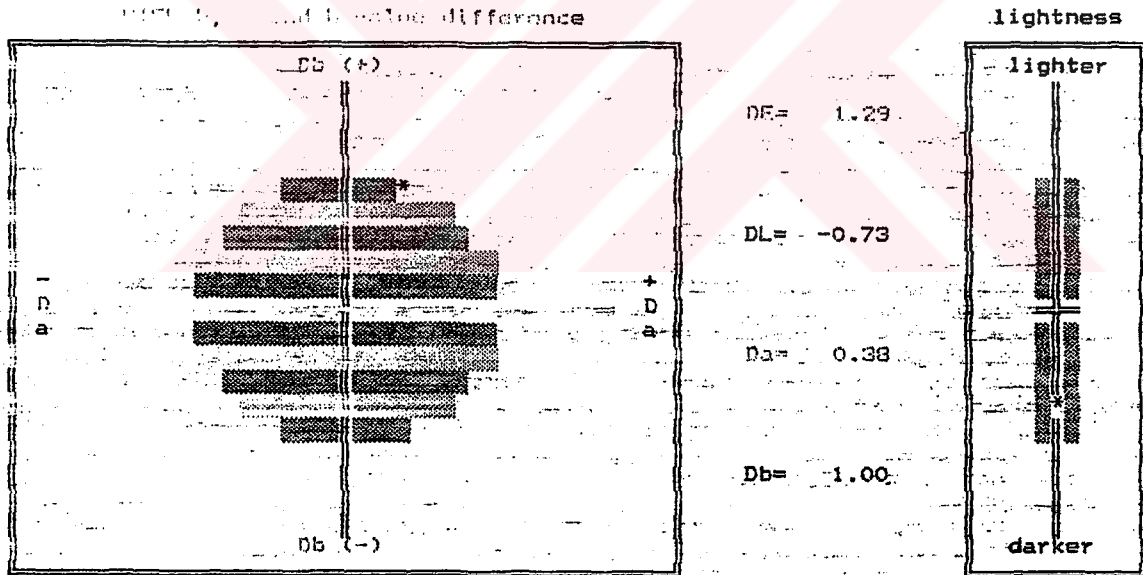


PVC malzeme D Deney Koşulu için L*, a*, b* değerleri (bej renk)

10 deg, D65 Daylight		L	a	b	C	h	
Deneme	10 YL ANTALYA	76.13	0.96	10.45	10.49	84.75	
Deneme	10 YL ANTALYA	75.40	1.34	11.44	11.52	83.33	
B (blue), G (green), Y (yellow), R (red), B (blue)							
Renk Farkı	CIE Lab	dE	dL	da	db	dC	dH
D65 Daylight		1.29	-0.73	0.38	-1.00	1.03	-0.27
A Incandescent		1.43	-0.62	0.58	1.14	1.26	-0.25
TL84 Fluorescent		1.32	-0.68	0.39	1.06	1.11	-0.21
CWF Fluorescent		1.28	-0.66	0.23	1.07	1.07	-0.22
Deneme Koşulu	CIE Lab	dE	dL	dC	dH		
D65 Daylight		0.96	-0.27	0.84	-0.38		
A Incandescent		1.03	-0.23	0.90	-0.38		
TL84 Fluorescent		0.95	-0.25	0.87	-0.30		
CWF Fluorescent		0.91	-0.23	0.83	-0.28		

Beyazlık endeksi bu renk için geçerli değil.

D65 Daylight	CIE beyazlık	= -6.83	renk = -6.74
Dnm		-13.84	-8.06
Farkı		-7.01	-1.32



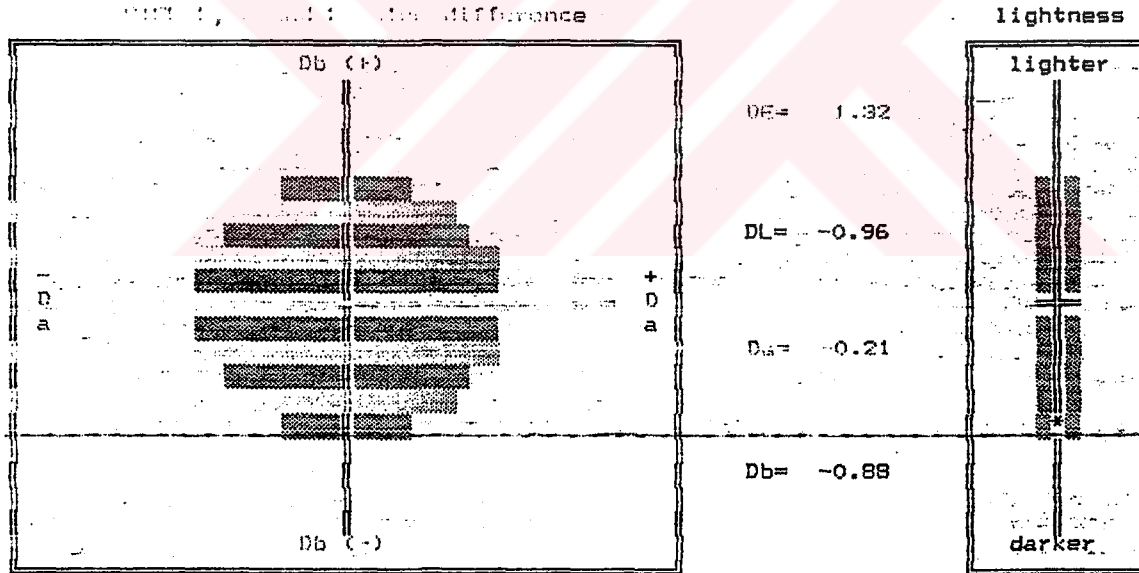
PVC malzeme D Deney Koşulu için L*, a*, b* değerleri (mavi renk)

10 deg, D65 Daylight		L	a	b	C	h
Deneme	10 YIL ANTALYA	61.79	-2.56	-4.25	4.96	238.99

Renk Farkı	CIE Lab	dE	dL	da	db	dC	dH
D65 Daylight		1.32	-0.96	-0.21	-0.88	0.85	0.30
A Incandescent		1.52	-1.05	-0.49	-0.99	1.09	0.15
CWF Fluorescent		1.45	-1.03	-0.30	-1.03	1.04	0.27
CWF Fluorescent		1.45	-1.02	-0.13	-1.03	1.01	0.20
D65 Daylight		dE	dL	dC	dH		
D65 Daylight		1.11	-0.39	0.96	0.38		
A Incandescent		1.26	0.43	1.16	0.19		
TL84 Fluorescent		1.25	-0.42	1.13	0.33		
TL84 Fluorescent		1.24	-0.42	1.10	0.26		

Beyazlık endeksi bu renk için geçerli değil .

10 deg, D65 Daylight	D65 Beyazlık	= 52.85	renk =	7.06
	Dnm	57.69		8.06
	Farkı	4.84		0.99



Yapılan istatistik analizlerde "MINITAB (14 sürümü), SPSS, Excel pprogramları kullanılmıştır. Regresyon analizi yöntemiyle yapılan tahminler saatler karşılığı yıllara ait olacaktır. Bu tahminler yapılırken kondisyonlanmış malzemelerin ölçüm değerlerinin yıl karşılığı sıfır olarak alınacaktır(hipotez testlerinden "eşit değil" testinin doğruluk payı yeterli seviyededir fakat "daha büyüktür" ve "daha küçüktür" testleri yeterli doğruluk payına sahip değildir. P (hipotez testinin bağıllık değeri) değerleri "daha büyüktür" ve "daha küçüktür" testleri için 0.5 in üstüne çıksa da sonuçların kesinliği için "eşit değil" testinde bulunan aralıklar kullanılacaktır.

Tahminler yapılırken anakütle ortalamalarının aralıkları minimum ve maksimum değerleri için iki ayrı regresyon analizi yapılacaktır ve tahminler aralık olarak bulunacaktır.

Minitab çıktılarında bulunan denklemlerde yıllar değişkenine analizler küçük kareler yöntemiyle yapıldığı için yıllara değerler program tarafından otomatik olarak atanmıştır.

RENK VE PARLAKLIK DEĞERLERİ
L* değeri PU malzeme bej rengi:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
0	87,70	87,70
5	87,45	87,94
10	85,21	86,31

Regresyon analizi: A ve C koşulları yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
A ve C koşulları = $88,0 - 0,249$ yıllar

$$s = 0,812414 \quad R-Sq = 82,4\% \quad R-Sq(adj) = 64,9\%$$

87,01	15. yıl
86,94	20. yıl
86,8	25.yıl
86,62	30 yıl

Regresyon analizi: B ve D koşulları yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
B ve D koşulları = $88,0 - 0,139$ yıllar

$$s = 0,763424 \quad R-Sq = 62,4\% \quad R-Sq(adj) = 24,7\%$$

87,5	15. yıl
87,25	20. yıl
86,9	25.yıl
86,75	30 yıl

L* değeri PU malzeme mavi renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
0	76,15	76,15
5	77,07	77,96
10	75,49	77,03

Regresyon analizi: A ve C koşulları yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
A ve C koşulları = 76,6 - 0,066 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	t	P
Constant	76,5667	0,9317	82,18	0,008
yıllar	-0,0660	0,1443	-0,46	0,727

s = 1,02062 R-Sq = 17,3% R-Sq(adj) = 0,0%

76,732	15. yıl
76,798	20. yıl
76,864	25.yıl
76,93	30 yıl

Regresyon analizi: B ve D koşulları yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
B ve D koşulları = 76,6 + 0,088 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	t	P
Constant	76,607	1,021	75,02	0,008
yıllar	0,0880	0,1582	0,56	0,677

s = 1,11860 R-Sq = 23,6% R-Sq(adj) = 0,0%

76607,18	15.yıl min
76607,26	20.yıl min
76607,35	25.yıl min
76607,44	30.yıl min

L* değeri PVC malzeme bej rengi:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
0	76,13	76,13
5	77,77	75,40
10	75,29	75,40

Regresyon analizi: B ve D koşulları yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
B ve D koşulları = 76,8 - 0,084 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	76,817	1,535	50,03	0,013
yıllar	-0,0840	0,2379	-0,35	0,784

s = 1,68198 R-Sq = 11,1% R-Sq(adj) = 0,0%

76,968	15. yıl
77,052	20. yıl
77,136	25.yıl
77,22	30 yıl

Regresyon analizi: B ve D koşulları yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
B ve D koşulları = 76,0 - 0,0730 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	76,0083	0,2721	279,39	0,002
yıllar	-0,07300	0,04215	-1,73	0,333

s = 0,298021 R-Sq = 75,0% R-Sq(adj) = 50,0%

75,7	15. yıl
75,68	20. yıl
75,6	25.yıl
75,58	30 yıl

L* değeri PVC malzeme mavi renk:

yıllar	A ve C Koşulları	B ve D Koşulları
0	62,74	62,74
5	63	63,11
10	62,75	61,79

Coefficients						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	62,825	,190		330,543	,002
	YILLAR	1,000E-03	,029	,034	,034	,978
a Dependent Variable: A VE C						
Residuals Statistics						
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N	
Predicted Value	62,8250	62,8350	62,8300	5,000E-03	3	
Residual	-8,5000E-02	,1700	-7,1054E-15	,1472	3	
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3	
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3	
a Dependent Variable: A VE C						

62,827	15.yil
62,828	20.yil
62,829	25.yil
62,83	30.yil

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	63,022	,630		100,062	,006
	YILLAR	-9,500E-02	,098	-,698	-,974	,509

a Dependent Variable: B_VE_D

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	62,0717	63,0217	62,5467	,4750	3
Residual	-,2817	,5633	7,105E-15	,4879	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: B_VE_D

62,832	15.yil
62,737	20.yil
62,642	25.yil
62,547	30.yil

a* değeri PU malzeme bel renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	-,18	-,18
5,00	,01	,51
10,00	-,58	-,82

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-5,133E-02	,288		-,178	,888
	A_YILLAR	-4,000E-02	,045	-,668	-,897	,534

a Dependent Variable: A_A_VEC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-,4513	-5,1333E-02	-,2513	,2000	3
Residual	-,1287	,2573	3,701E-17	,2229	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3

Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3
---------------	-------	------	------	------	---

a Dependent Variable: A_A_VEC

-0,13133	15.yıl
-0,17133	20.yıl
-0,21133	25.yıl
-0,25133	30.yıl

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
1	(Constant)	,157	,753		,208	,869
	A YILLAR	-6,400E-02	,117	-,481	-,549	,680

a Dependent Variable: A_B_VED

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-,4833	,1567	-,1633	,3200	3
Residual	-,3367	,6733	,0000	,5831	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: A_B_VED

0,029	15.yıl
-0,035	20.yıl
-0,099	25.yıl
-0,163	30.yıl

a* değeri PU malzeme mavi renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	-9,81	-9,81
5,00	-10,10	-10,12
10,00	-11,71	-11,45

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
1	(Constant)	-9,590	,492		-19,494	,033
	A_M_YIL	-,190	,076	-,928	-2,493	,243

a Dependent Variable: A_M_AVEC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-11,4900	-9,5900	-10,5400	,9500	3
Residual	-,2200	,4400	,0000	,3811	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: A_M_AVEC

-9,97	15.yil
-10,16	20.yil
-10,35	25.yil
-10,54	30.yil

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-9,640	,380		-25,360	,025
	A_M_YIL	-,164	,059	-,941	-2,785	,219

a Dependent Variable: A_M_BVED

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-11,2800	-9,6400	-10,4600	,8200	3
Residual	-,1700	,3400	,0000	,2944	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: A_M_BVED

-9,968	15.yil
-10,132	20.yil
-10,296	25.yil
-10,46	30.yil

a* değeri PVC malzeme bel renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	,96	,96
5,00	1,12	1,10
10,00	1,18	1,34

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,977	,037		26,207	,024
	PVC_YIL	2,200E-02	,006	,967	3,811	,163

a Dependent Variable: PVC_A_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	,9767	1,1967	1,0867	,1100	3
Residual	-1,6667E-02	3,333E-02	-3,7007E-17	2,887E-02	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: PVC_A_AC

1,021	15.yıl
1,043	20.yıl
1,065	25.yıl
1,087	30.yıl

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,943	,037		25,312	,025
	PVC_YIL	3,800E-02	,006	,989	6,582	,096

a Dependent Variable: PVC_A_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	,9433	1,3233	1,1333	,1900	3
Residual	-3,3333E-02	1,667E-02	-1,8504E-16	2,887E-02	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: PVC_A_BD

1,019	15.yıl
1,057	20.yıl
1,095	25.yıl
1,133	30.yıl

a* değeri PVC malzeme mavi renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	-2,35	-2,35
5,00	-2,81	-2,75
10,00	-2,43	-2,56

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2,490	,313		-7,954	,080
	PVCM_YIL	-8,000E-03	,048	-,163	-,165	,896

a Dependent Variable: PVCM_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-2,5700	-2,4900	-2,5300	4,000E-02	3
Residual	-,2800	,1400	-2,9606E-16	,2425	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: PVCM_AC

-2,506	15.yil
-2,514	20.yil
-2,522	25.yil
-2,53	30.yil

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2,448	,220		-11,135	,057
	PVCM_YIL	-2,100E-02	,034	-,525	-,616	,648

a Dependent Variable: PVCM_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-2,6583	-2,4483	-2,5533	,1050	3
Residual	-,1967	9,833E-02	-1,4803E-16	,1703	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: PVCM_BD

-2,49	15.yil
-2,511	20.yil
-2,532	25.yil
-2,553	30.yil

b* değeri PU malzeme bel renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	21,41	21,41
5,00	21,26	22,65
10,00	22,80	20,76

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	21,128	,630		33,546	,019
	PUB_YIL	,139	,098	,818	1,425	,390

a Dependent Variable: PUB_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	21,1283	22,5183	21,8233	,6950	3
Residual	-,5633	,2817	,0000	,4879	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: PUB_AC

21,406	15.yıl
21,545	20.yıl
21,684	25.yıl
21,823	30.yıl

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B		Beta		
1	(Constant)	21,932	1,166		18,802	,034
	PUB_YIL	-6,500E-02	,181	-,338	-,360	,780

a Dependent Variable: PUB_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	21,2817	21,9317	21,6067	,3250	3
Residual	-,5217	1,0433	-1,1842E-15	,9036	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: PUB_BD

21,802	15.yıl
21,737	20.yıl
21,672	25.yıl
21,607	30.yıl

b* değeri PU malzeme mavi renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	-14,01	-14,01
5,00	-13,18	-13,51
10,00	-10,01	-12,87

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B		Beta		
1	(Constant)	-14,400	,872		-16,513	,039
	PUM_YIL	,400	,135	,947	2,961	,207

a Dependent Variable: PUM_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-14,4000	-10,4000	-12,4000	2,0000	3
Residual	-,7800	,3900	-1,1842E-15	,6755	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: PUM_AC

-13,6	15.yıl
-13,2	20.yıl
-12,8	25.yıl
-12,4	30.yıl

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-14,033	,052		-268,967	,002
	PUM_YIL	,114	,008	,997	14,104	,045

a Dependent Variable: PUM_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-14,0333	-12,8933	-13,4633	,5700	3
Residual	-4,6667E-02	2,333E-02	,0000	4,041E-02	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: PUM_BD

-13,805	15.yıl
-13,691	20.yıl
-13,577	25.yıl
-13,463	30.yıl

b* değeri PVC malzeme bel renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	10,45	10,45
5,00	12,67	10,90
10,00	11,03	11,40

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	11,093	1,439		7,712	,082
	PVCB_YIL	5,800E-02	,223	,252	,260	,838

a Dependent Variable: PVCB_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	11,0933	11,6733	11,3833	,2900	3
Residual	-,6433	1,2867	,0000	1,1143	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: PVCB_AC

11,209	15.yil
11,267	20.yil
11,325	25.yil
11,383	30.yil

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10,442	,019		560,359	,001
	PVCB_YIL	9,500E-02	,003	1,000	32,909	,019

a Dependent Variable: PVCB_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	10,4417	11,3917	10,9167	,4750	3
Residual	-1,6667E-02	8,333E-03	,0000	1,443E-02	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: PVCB_BD

10,632	15.yil
10,727	20.yil
10,822	25.yil
10,917	30.yil

b* değeri PVC malzeme mavi renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	-3,37	-3,37
5,00	-3,67	-4,08
10,00	-3,34	-4,25

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-3,475	,235		-14,801	,043
	BPVCM_YI	3,000E-03	,036	,082	,082	,948

a Dependent Variable: BPVCM_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-3,4750	-3,4450	-3,4600	1,500E-02	3
Residual	-,2100	,1050	-4,4409E-16	,1819	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: BPVCM_AC

-3,469	15.yıl
-3,466	20.yıl
-3,463	25.yıl
-3,46	30.yıl

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B		Beta		
	(Constant)	-3,460	,201		-17,193	,037
	BPVCM_YI	-8,800E-02	,031	-,943	-2,823	,217

a Dependent Variable: BPVCM_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-4,3400	-3,4600	-3,9000	,4400	3
Residual	-,1800	9,000E-02	-1,4803E-16	,1559	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: BPVCM_BD

-3,636	15.yıl
-3,724	20.yıl
-3,812	25.yıl
-3,9	30.yıl

C* değeri PU malzeme bej renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	21,41	21,41
5,00	21,26	22,65
10,00	22,08	20,78

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B		Beta		
1	(Constant)	21,248	,361		58,779	,011
	CPVCB_YI	6,700E-02	,056	,767	1,196	,443

a Dependent Variable: CPVCB_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	21,2483	21,9183	21,5833	,3350	3
Residual	-,3233	,1617	2,368E-15	,2800	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: CPVCB_AC

21,382	15.yil
21,449	20.yil
21,516	25.yil
21,583	30.yil

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B		Beta		
1	(Constant)	21,928	1,159		18,920	,034
	CPVCB_YI	-6,300E-02	,180	-,331	-,351	,785

a Dependent Variable: CPVCB_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	21,2983	21,9283	21,6133	,3150	3
Residual	-,5183	1,0367	,0000	,8978	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: CPVCB_BD

21,802	15.yil
21,739	20.yil
21,676	25.yil
21,613	30.yil

C* değeri PU malzeme mavi renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	17,10	17,10
5,00	16,60	16,88
10,00	15,40	17,23

Coefficients

		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B		Beta		
1	(Constant)	17,217	,261		65,996	,010
	CPUM_YIL	-,170	,040	-,973	-4,206	,149

a Dependent Variable: CPUM_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	15,5167	17,2167	16,3667	,8500	3
Residual	-,1167	,2333	,0000	,2021	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: CPUM_AC

16,877	15.yıl
16,707	20.yıl
16,537	25.yıl
16,367	30.yıl

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	17,005	,212		80,051	,008
	CPUM_YIL	1,300E-02	,033	,367	,395	,760

a Dependent Variable: CPUM_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	17,0050	17,1350	17,0700	6,500E-02	3
Residual	-,1900	9,500E-02	-4,7370E-15	,1645	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: CPUM_BD

17,031	15.yıl
17,044	20.yıl
17,057	25.yıl
17,07	30.yıl

C* değeri PVC malzeme bej renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	10,49	10,49
5,00	12,72	10,96
10,00	11,10	11,52

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	11,132	1,435		7,758	,082
	CPVC_YIL	6,100E-02	,222	,265	,274	,829

a Dependent Variable: CPVC_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	11,1317	11,7417	11,4367	,3050	3
Residual	-,6417	1,2833	-5,9212E-16	1,1114	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: CPVC_AC

11,254	15.yıl
11,315	20.yıl
11,376	25.yıl
11,437	30.yıl

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10,475	,034		312,304	,002
	CPVC_YIL	,103	,005	,999	19,822	,032

a Dependent Variable: CPVC_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	10,4750	11,5050	10,9900	,5150	3
Residual	-3,0000E-02	1,500E-02	,0000	2,598E-02	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a Dependent Variable: CPVC_BD

10,681	15.yıl
10,784	20.yıl
10,887	25.yıl
10,99	30.yıl

C* değeri PVC malzeme mavi renk:

yıllar	A ve C koşulları	B ve D koşulları
,00	4,11	4,11
5,00	4,62	4,92
10,00	4,13	4,96

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4,277	,373		11,476	,055
	CPVCM_YI	2,000E-03	,058	,035	,035	,978

a Dependent Variable: CPVCM_AC

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	4,2767	4,2967	4,2867	1,000E-02	3
Residual	-,1667	,3333	5,921E-16	,2887	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: CPVCM_AC

4,281	15.yıl
4,283	20.yıl
4,285	25.yıl
4,287	30.yıl

Coefficients

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4,238	,287		14,770	,043
	CPVCM_YI	8,500E-02	,044	,886	1,912	,307

a Dependent Variable: CPVCM_BD

Residuals Statistics

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	4,2383	5,0883	4,6633	,4250	3
Residual	-,1283	,2567	-5,9212E-16	,2223	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a Dependent Variable: CPVCM_BD

4,408	15.yıl
4,493	20.yıl
4,578	25.yıl
4,663	30.yıl

SERTLİK ÖLÇÜM DEĞERLERİ

PU malzemesi sertlik ölçüm deneyi için regresyon denklemi:

1) A ve C koşulları(min):	
yıllar	A ve C min değerleri
0	23,2012
5	19,0391
10	15,2966

Regresyon analizi: A ve C min değerleri yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
A ve C min değerleri = 23,1 - 0,790 yıllar

S = 0,171301 R-Sq = 99,9% R-Sq(adj) = 99,8%

20,68	15. yıl min
19,05	20. yıl min
17,8	25.yıl min
15,43	30 yıl min

2) A ve C koşulları(max):

yıllar	A ve C max değerleri
0	24,2432
5	19,6498
10	16,6812

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
A ve C max değerleri = 24,0 - 0,756 yıllar

S = 0,663322 R-Sq = 98,5% R-Sq(adj) = 97,0%

21,512	15.yıl max
21,22	20.yıl max
18,9	25.yıl max
16,79	30.yıl max

3) B ve D koşulları için sertlik ölçüm deneyi regresyon analizleri (min):

yıllar	B ve D min değerleri
0	23,2012
5	22,5885
10	17,7073

Regresyon analizi: B ve D min değerleri yıllara göre

S = 1,74261 R-Sq = 83,2% R-Sq(adj) = 66,5%

22,998	15. yıl min
23,547	20. yıl min
23,096	25.yıl min
23,645	30 yıl min

4) B ve D koşulları için sertlik ölçüm deneyi regresyon analizleri(max):

yıllar	B ve D max değerleri
0	24,2432
5	25,5226
10	19,4261

Regresyon analizi: B ve D max değerleri yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
B ve D max değerleri = 25,5 - 0,482 yıllar

S = 3,01120 R-Sq = 56,1% R-Sq(adj) = 12,3%

24,464	15.yıl max
24,946	20.yıl max
24,428	25.yıl max
24,991	30.yıl max

PVC malzemesi sertlik ölçüm deneyi için regresyon denklemi:

1) A ve C koşulları (min):

yıllar	A ve C min değerleri
0	72,5000
5	77,5083
10	76,6254

Minitab çıktıları:

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
A ve C min değerleri = 73,5 + 0,413 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	73,482	2,196	33,47	0,019
yıllar	0,4125	0,3401	1,21	0,439

74,326	15. yıl min
74,739	20. yıl min
75,152	25.yıl min
75,565	30 yıl min

2) A ve C koşulları (max):

yıllar	A ve C max değerleri
0	72,7228
5	78,5361
10	77,3524

Regresyon analizi: A ve C max değ erleri yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
A ve C max değ erleri = 73,9 + 0,463 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	73,889	2,608	28,34	0,022
yıllar	0,4630	0,4040	1,15	0,457

74,826	15.yıl max
75,289	20.yıl max
75,752	25.yıl max
76,215	30.yıl max

3) B ve D koşulları için sertlik ölçüm deneyi regresyon analizleri(min):

yıllar	B ve D min değerleri
0	72,5000
5	76,2087
10	72,7369

Regresyon analizi: B ve D min değ erleri yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
B ve D min değ erleri = 73,7 + 0,024 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	73,697	2,676	27,54	0,023
yıllar	0,0237	0,4146	0,06	0,964

S = 2,93143 R-Sq = 0,3% R-Sq(adj) = 0,0%

73,748	15. yıl min
73,772	20. yıl min
73,796	25.yıl min
73,82	30 yıl min

4) B ve D koşulları için sertlik ölçüm deneyi regresyon analizleri(max):

yıllar	B ve D max değerleri
0	72,7228
5	77,0358
10	75,1297

Regresyon analizi: B ve D max değ erleri yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.

B ve D max değ erleri = 73,8 + 0,241 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	73,759	2,318	31,82	0,020
yı llar	0,2407	0,3591	0,67	0,624

S = 2,53894 R-Sq = 31,0% R-Sq(adj) = 0,0%

74,282	15.yıl max
74,523	20.yıl max
74,764	25.yıl max
75,005	30.yıl max

PU malzemesi elastiklik modülü deneyi için regresyon denklemi:

1) A ve C koşulları(min):

yı llar	min değ erler
0	33,1145
5	3,2726
10	8,3482

Regresyon analizi: min değ erler yıllara göre

S = 14,2550 R-Sq = 60,1% R-Sq(adj) = 20,3%

22,26	15. yıl min
24,74	20. yıl min
25,22	25.yıl min
26,7	30 yıl min

2) A ve C koşulları(max):

yı llar	max değ erler
0	43,6175
5	6,5315
10	10,1478

Regresyon analizi: max değ erler yıllara göre

S = 16,6167 R-Sq = 67,0% R-Sq(adj) = 34,0%

25,29	15.yıl max
26,86	20.yıl max
28,63	25.yıl max
30,78	30.yıl max

3) B ve D koşulları(min):

yı llar	min değ erler
0	33,1145
5	3,6504
10	5,5953

Regresyon analizi: min değ erler yıllara göre

S = 12,8227 R-Sq = 69,7% R-Sq(adj) = 39,4%

20,04	15. yıl min
21,15	20. yıl min
21,9	25.yıl min
22,01	30 yıl min

4) B ve D koşulları(max):

yı llar	max değ erler
---------	---------------

0	43,6175
5	9,2936
10	7,4007

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

S = 13,2399 R-Sq = 78,9% R-Sq(adj) = 57,8%

30,44	15.yıl max
29,06	20.yıl max
28,68	25.yıl max
27,9	30.yıl max

PVC malzemesi elastiklik modülü deneyi için regresyon denklemi:

1) **A ve C koşulları(min):**

yıllar	min degerler
0	656,831
5	753,669
10	743,019

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = 675 + 8,62 yı llar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	674,75	40,06	16,84	0,038
yı llar	8,619	6,206	1,39	0,397

S = 43,8818 R-Sq = 65,9% R-Sq(adj) = 31,7%

692,24	15. yıl min
700,86	20. yıl min
709,48	25.yıl min
718,1	30 yıl min

2) **A ve C koşulları(max):**

Yıllar	max degerler
0	786,981
5	807,235
10	808,245

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = 790 + 2,13 yı llar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	790,188	7,172	110,18	0,006
yı llar	2,126	1,111	1,91	0,307

S = 7,85633 R-Sq = 78,6% R-Sq(adj) = 57,1%

794,26	15.yıl max
796,39	20.yıl max
798,52	25.yıl max
800,65	30.yıl max

3) **B ve D koşulları (min):**

yıllar	min degerler
0	656,831
5	746,798
10	787,673

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = 665 + 13,1 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	665,01	18,30	36,35	0,018
yı llar	13,084	2,834	4,62	0,136

S = 20,0417 R-Sq = 95,5% R-Sq(adj) = 91,0%

691,2	15. yıl min
704,3	20. yıl min
717,4	25.yıl min
730,5	30 yıl min

4) B ve D koşulları (max):

Yıllar	max degerler
0	786,981
5	795,026
10	830,963

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = 782 + 4,40 yı llar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	782,33	10,39	75,26	0,008
yı llar	4,398	1,610	2,73	0,223

S = 11,3869 R-Sq = 88,2% R-Sq(adj) = 76,4%

790,8	15.yıl max
795,2	20.yıl max
799,6	25.yıl max
804	30.yıl max

PU malzemesi çekme mukavemeti denevi için regresyon denklemi:**1) A ve C koşulları(min):**

yıllar	min degerler
0	2,46274
5	1,34587
10	1,55717

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = 2,24 - 0,0906 yı llar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2,2414	0,4950	4,53	0,138
yı llar	-0,09056	0,07668	-1,18	0,447

S = 0,542223 R-Sq = 58,2% R-Sq(adj) = 16,5%

2) A ve C koşulları (max):

Yıllar	max degerler
0	3,16126
10	1,71813
15	1,95083

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

S = 0,684155 R-Sq = 61,0% R-Sq(adj) = 22,0%

2,122	15.yıl max
2,243	20.yıl max
2,364	25.yıl max
2,485	30.yıl max

3) B ve D koşulları (min):

yıllar	min degerler
0	2,46274
5	1,47029
10	1,32898

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

S = 0,347476 R-Sq = 84,2% R-Sq(adj) = 68,4%

1,6212	15. yıl min
1,7118	20. yıl min
1,8024	25.yıl min
1,993	30 yıl min

4) B ve D koşulları(max):

Yıllar	max degerler
0	3,16126
10	2,07771
15	2,01502

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

S = 0,416764 R-Sq = 79,1% R-Sq(adj) = 58,2%

2,546	15.yıl max
2,659	20.yıl max
2,772	25.yıl max
2,885	30.yıl max

PVC malzemesi çekme mukavemeti gerilmesi deneyi için regresyon denklemleri:**1) A ve C koşulları (min):**

yıllar	min degerler
0	35,0451
5	49,4020
10	47,2825

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = 37,8 + 1,22 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	37,791	6,140	6,15	0,103
yıllar	1,2237	0,9513	1,29	0,421

S = 6,72646 R-Sq = 62,3% R-Sq(adj) = 24,7%

40,24	15. yıl min
41,46	20. yıl min

42,68	25.yıl min
43,9	30 yıl min

2) A ve C koşulları (max):

yıllar	max degerler
0	42,2669
5	54,6700
10	54,0055

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = 44,4 + 1,17 yıl

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	44,445	4,870	9,13	0,069
yıllar	1,1739	0,7545	1,56	0,364

S = 5,33483 R-Sq = 70,8% R-Sq(adj) = 41,5%

46,74	15.yıl max
47,91	20.yıl max
49,08	25.yıl max
50,25	30.yıl max

3) B ve D koşulları(min):

yıllar	min degerler
0	35,0451
5	46,3558
10	53,1393

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = 35,8 + 1,81 yıl

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	35,800	1,687	21,22	0,030
yıllar	1,8094	0,2614	6,92	0,091

S = 1,84822 R-Sq = 98,0% R-Sq(adj) = 95,9%

39,42	15. yıl min
41,23	20. yıl min
43,04	25.yıl min
44,85	30 yıl min

4) B ve D koşulları(max):

yıllar	max degerler
0	42,2669
5	51,3362
10	56,9807

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = 42,8 + 1,47 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	42,838	1,276	33,56	0,019
yıllar	1,4714	0,1977	7,44	0,085

S = 1,39817 R-Sq = 98,2% R-Sq(adj) = 96,5%

45,74	15.yıl max
47,21	20.yıl max
48,68	25.yıl max
50,15	30.yıl max

PU malzemesi çekme mukavemeti % lik değeri deneyi için regresyon denklemi:

1) A ve C koşulları(min):

yıllar	min değerler
0	20,3600
5	27,3354
10	18,8299

Regresyon analizi: min değerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min değerler = 22,9 - 0,153 yı llar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	22,940	5,769	3,98	0,157
yı llar	-0,1530	0,8938	-0,17	0,892

S = 6,32005 R-Sq = 2,8% R-Sq(adj) = 0,0%

23,206	15. yıl min
23,359	20. yıl min
23,512	25.yıl min
23,665	30 yıl min

2) A ve C koşulları(max):

Yıllar	max değerler
0	24,1805
5	42,8606
10	133,4701

Regresyon analizi: max değerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max değerler = 28,9 + 0,93 yı llar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	28,86	10,46	2,76	0,221
yı llar	0,929	1,621	0,57	0,669

S = 11,4598 R-Sq = 24,7% R-Sq(adj) = 0,0%

30,76	15.yıl max
31,69	20.yıl max
32,62	25.yıl max
33,55	30.yıl max

3) B ve D koşulları (min):

yıllar	min değerler
0	20,3600
5	26,4388
10	22,9104

Regresyon analizi: min değerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.

min degerler = 22,0 + 0,255 yı llar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	21,961	3,580	6,13	0,103
yı llar	0,2550	0,5547	0,46	0,726

S = 3,92212 R-Sq = 17,5% R-Sq(adj) = 0,0%

22,51	15. yıl min
22,765	20. yıl min
23,02	25.yıl min
23,275	30 yıl min

4) B ve D koşulları(max):

Yıllar	max degerler
0	24,1805
5	41,5972
10	28,6136

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = 29,2 + 0,44 yı llar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	29,25	11,33	2,58	0,235
yı llar	0,443	1,755	0,25	0,842

S = 12,4109 R-Sq = 6,0% R-Sq(adj) = 0,0%

30,08	15.yıl max
30,52	20.yıl max
30,96	25.yıl max
31,4	30.yıl max

PVC malzemesi çekme mukavemeti % ilk değeri deneyi için regresyon denklemi:

1) A ve C koşulları (min):

yıllar	min degerler
0	7,33643
5	8,73831
10	8,66478

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = 7,58 + 0,133 yı llar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	7,5823	0,5499	13,79	0,046
yı llar	0,13284	0,08518	1,56	0,363

S = 0,602334 R-Sq = 70,9% R-Sq(adj) = 41,7%

7,846	15. yıl min
7,979	20. yıl min
8,112	25.yıl min
8,245	30 yıl min

2) A ve C koşulları (max):

Yıllar	max degerler
0	9,86757
5	9,09369
10	9,17522

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = 9,73 - 0,0692 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	9,7250	0,3188	30,51	0,021
yıllar	-0,06924	0,04939	-1,40	0,394

S = 0,349220 R-Sq = 66,3% R-Sq(adj) = 32,6%

9,8684	15.yıl max
9,9376	20.yıl max
10,0068	25.yıl max
10,076	30.yıl max

3) B ve D koşulları (min):

yıllar	min degerler
0	7,33643
5	8,61053
10	8,95968

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = 7,49 + 0,162 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	7,4906	0,3447	21,73	0,029
yıllar	0,16233	0,05340	3,04	0,202

S = 0,377609 R-Sq = 90,2% R-Sq(adj) = 80,5%

7,814	15. yıl min
7,976	20. yıl min
8,138	25.yıl min
8,3	30 yıl min

4) B ve D koşulları (max):

Yıllar	max degerler
0	9,86757
5	8,95347
10	9,66832

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = 9,60 - 0,0199 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	9,5961	0,6071	15,81	0,040
yıllar	-0,01993	0,09405	-0,21	0,867

S = 0,665016 R-Sq = 4,3% R-Sq(adj) = 0,0%

9,6398	15.yıl max
9,6597	20.yıl max
9,6796	25.yıl max
9,6995	30.yıl max

PU malzemesi kopma noktası % lik değeri deneyi için regresyon denklemi:

1) A ve C koşulları(min):

yıllar	min degerler
0	17,8287
5	33,6412
10	33,6076

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = $20,5 + 1,58$ yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	20,470	5,905	3,47	0,179
yıllar	1,5779	0,9149	1,72	0,335

S = 6,46914 R-Sq = 74,8% R-Sq(adj) = 49,7%

23,66	15. yıl min
25,24	20. yıl min
26,82	25.yıl min
28,4	30 yıl min

2) A ve C koşulları(max):

Yıllar	max degerler
0	25,3033
5	47,3508
10	37,7604

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = $30,6 + 1,25$ yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	30,58	11,79	2,59	0,234
yıllar	1,246	1,827	0,68	0,619

S = 12,9161 R-Sq = 31,7% R-Sq(adj) = 0,0%

33,1	15.yıl max
34,35	20.yıl max
35,6	25.yıl max
36,85	30.yıl max

3) B ve D koşulları(min):

yıllar	min degerler
0	17,8287
5	35,1016
10	29,1276

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = $21,7 + 1,13$ yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	21,703	8,664	2,51	0,242
yıllar	1,130	1,342	0,84	0,555

S = 9,49051 R-Sq = 41,5% R-Sq(adj) = 0,0%

23,96	15. yıl min
25,09	20. yıl min
26,22	25.yıl min
27,35	30 yıl min

4) B ve D koşulları(max):

Yıllar	max değerler
0	25,3033
5	47,8664
10	38,0564

Regresyon analizi: max değerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max değerler = 30,7 + 1,28 yıl

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	30,70	12,06	2,54	0,238
yıllar	1,275	1,869	0,68	0,619

S = 13,2163 R-Sq = 31,8% R-Sq(adj) = 0,0%

33,26	15.yıl max
34,54	20.yıl max
35,82	25.yıl max
37,1	30.yıl max

PVC malzemesi kopma noktası % lik değeri deneyi için regresyon denklemi:

1) A ve C koşulları (min):

yıllar	min değerler
0	12,9931
5	81,2620
10	94,6470

Regresyon analizi: min değerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min değerler = 22,1 + 8,17 yıl

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	22,14	20,45	1,08	0,475
yıllar	8,165	3,169	2,58	0,236

S = 22,4063 R-Sq = 86,9% R-Sq(adj) = 73,8%

38,44	15. yıl min
46,61	20. yıl min
54,78	25.yıl min
62,95	30 yıl min

2) A ve C koşulları (max):

Yıllar	max degerler
0	24,547
5	140,918
10	120,137

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = 47,4 + 9,56 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	47,41	51,11	0,93	0,524
yıllar	9,559	7,918	1,21	0,440

S = 55,9921 R-Sq = 59,3% R-Sq(adj) = 18,6%

66,52	15.yıl max
76,08	20.yıl max
85,64	25.yıl max
95,2	30.yıl max

3) B ve D koşulları (min):

yıllar	min degerler
0	12,993
5	100,874
10	92,334

Regresyon analizi: min degerler yıllara göre

Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
min degerler = 29,1 + 7,93 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	29,06	35,93	0,81	0,567
yıllar	7,934	5,567	1,43	0,389

S = 39,3637 R-Sq = 67,0% R-Sq(adj) = 34,0%

44,96	15. yıl min
52,89	20. yıl min
60,82	25.yıl min
68,75	30 yıl min

4) B ve D koşulları (max):

yıllar	max degerler
0	24,547
5	148,318
10	152,162

Regresyon analizi: max degerler yıllara göre

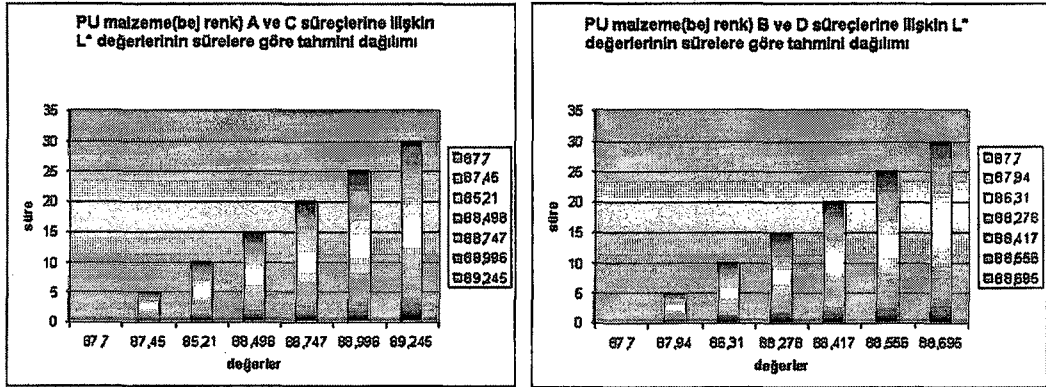
Regresyon eşitliği aşağıdaki gibi oluşur.
max degerler = 44,5 + 12,8 yıllar

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	44,53	44,69	1,00	0,501
yıllar	12,762	6,924	1,84	0,316

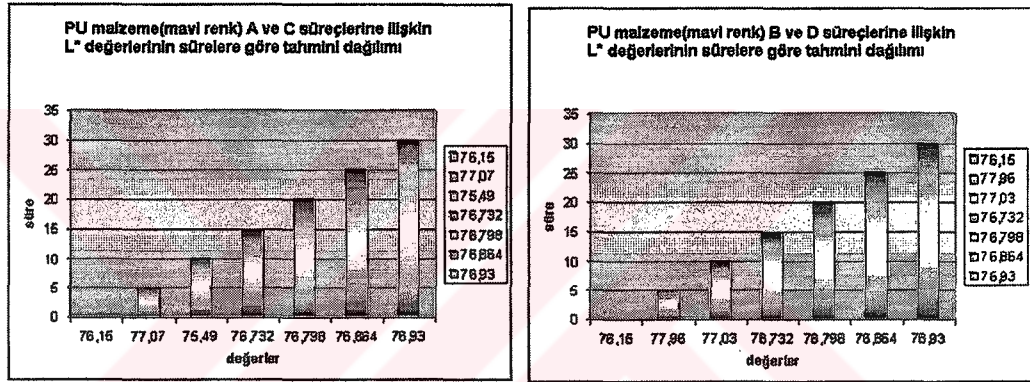
S = 48,9600 R-Sq = 77,3% R-Sq(adj) = 54,5%

70,1	15. yıl max
82,9	20. yıl max
95,7	25.yıl max
108,5	30 yıl max

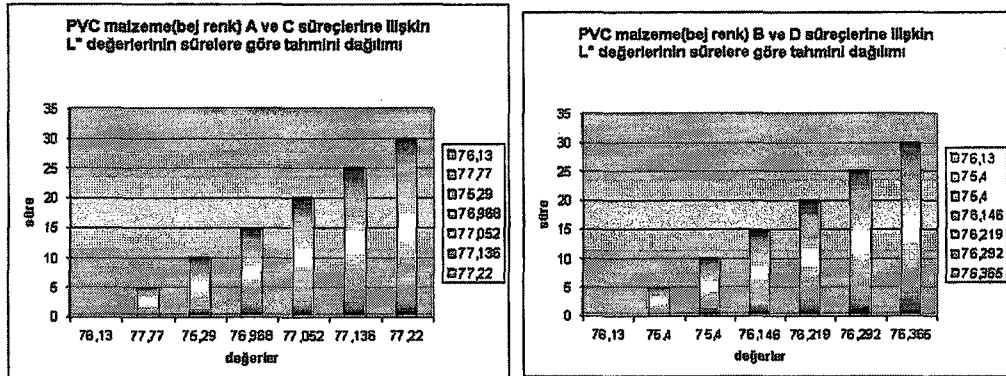




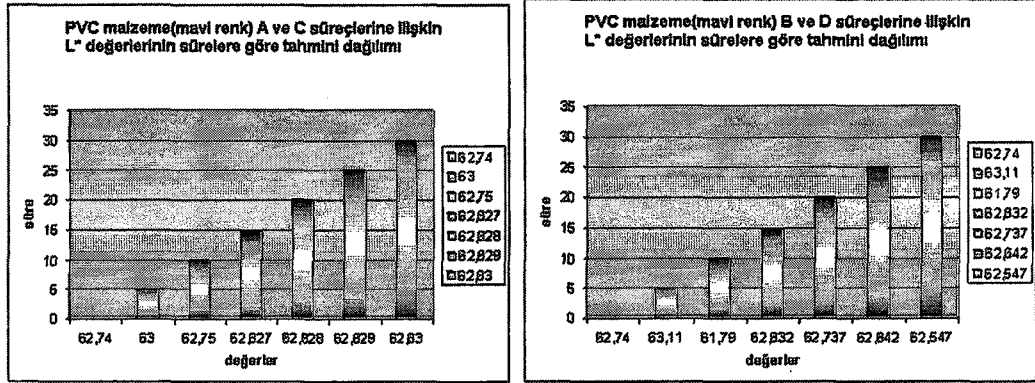
Grafik 75 PU malzeme istatistikî L* değerleri dağılımı (bej renk)



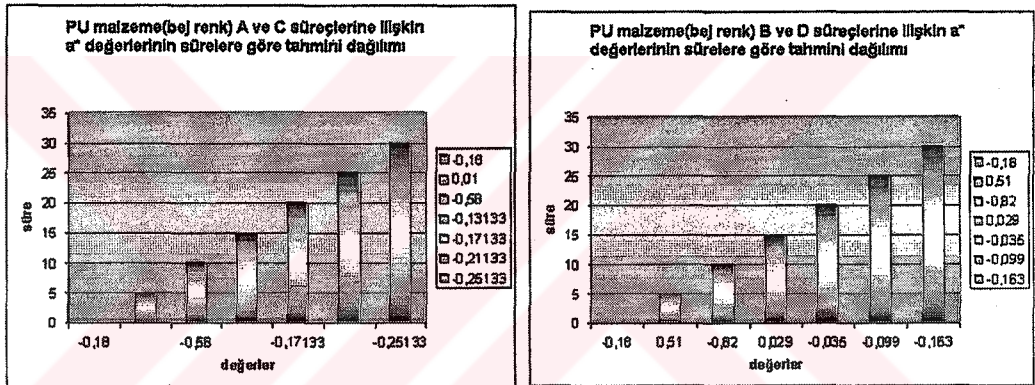
Grafik 76 PU malzeme istatistikî L* değerleri dağılımı (mavi renk)



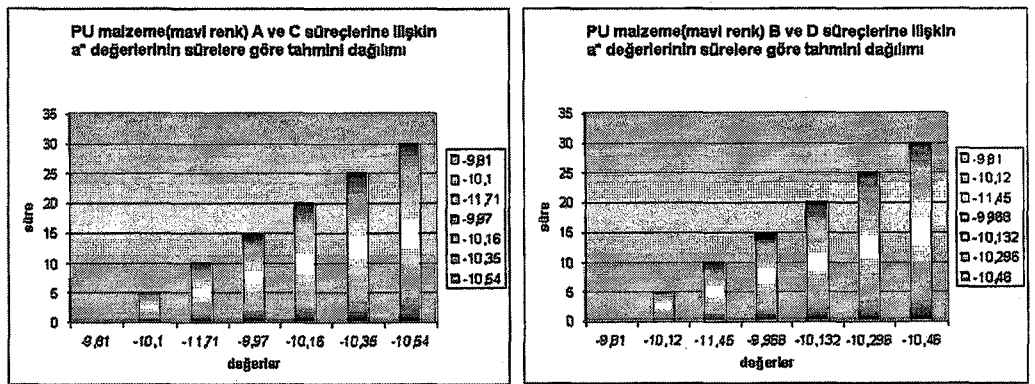
Grafik 77 PVC malzeme istatistikî L* değerleri dağılımı (bej renk)



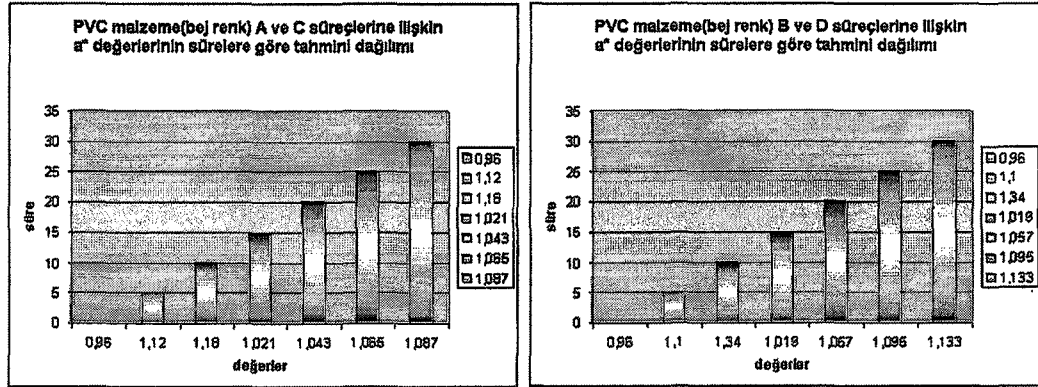
Grafik 78 PVC malzeme istatistiki L* değerleri dağılımı (mavi renk)



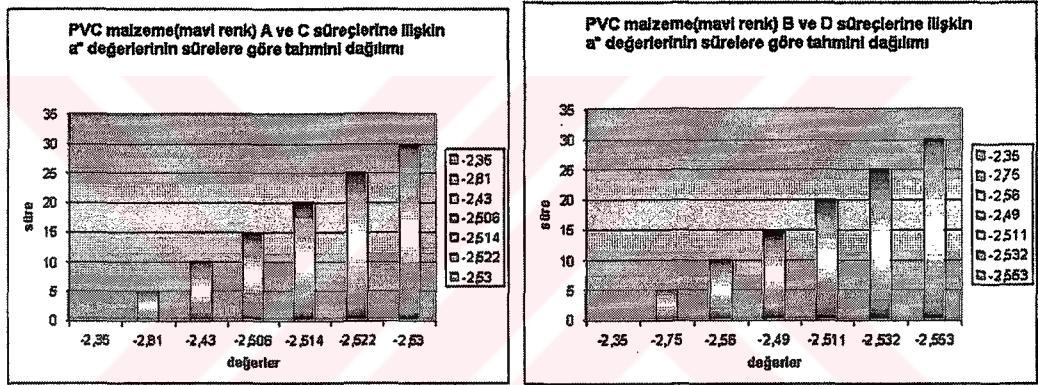
Grafik 79 PU malzeme istatistiki a* değerleri dağılımı (bej renk)



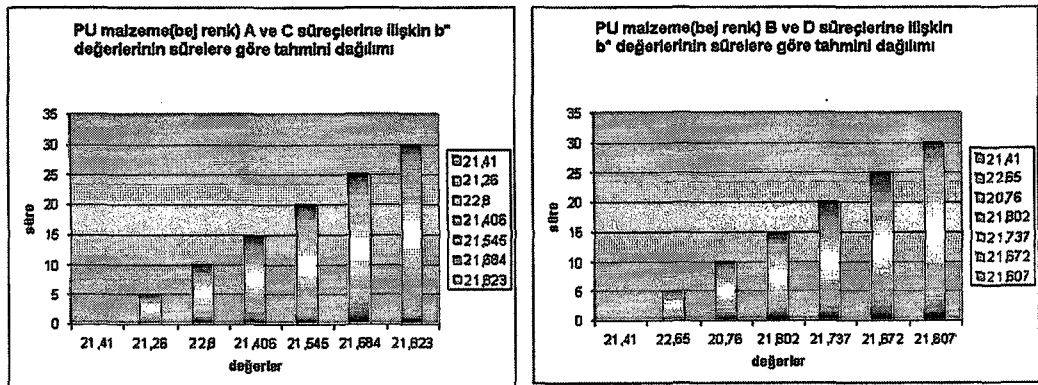
Grafik 80 PU malzeme istatistiki a* değerleri dağılımı (mavi renk)



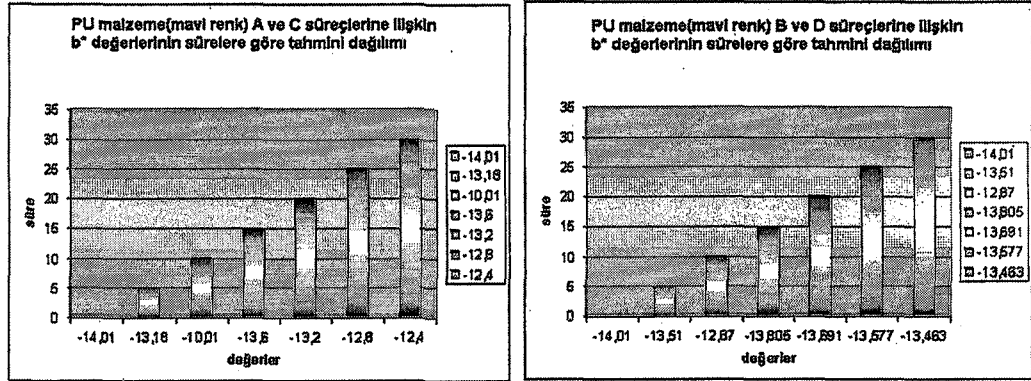
Grafik 81 PVC malzeme istatistiki a* değerleri dağılımı (bej renk)



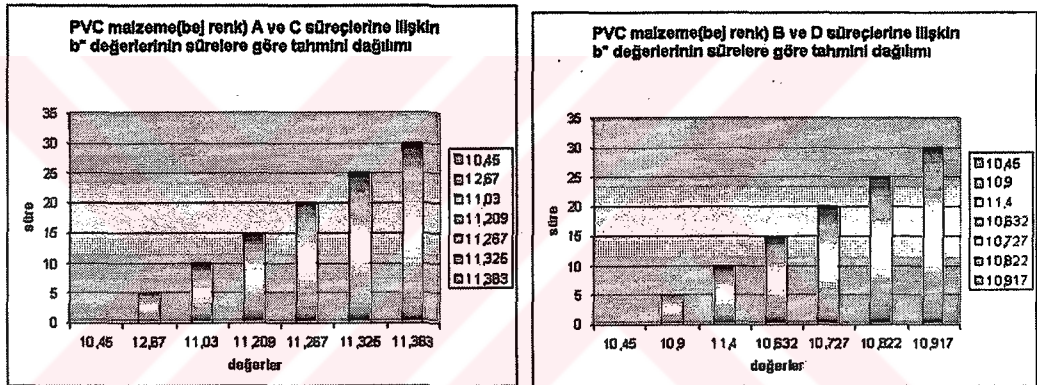
Grafik 82 PVC malzeme istatistiki a* değerleri dağılımı (mavi renk)



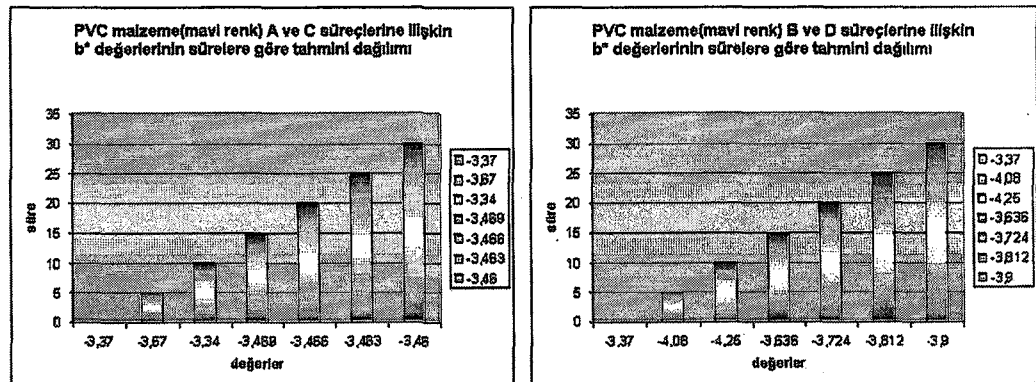
Grafik 83 PU malzeme istatistiki b* değerleri dağılımı (bej renk)



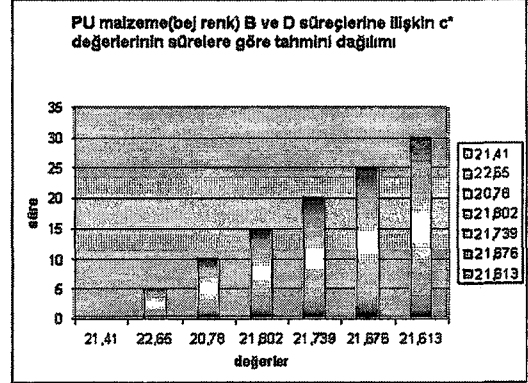
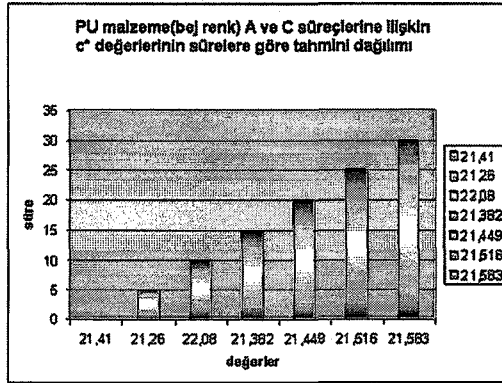
Grafik 84 PU malzeme istatistiki b* değerleri dağılımı (mavi renk)



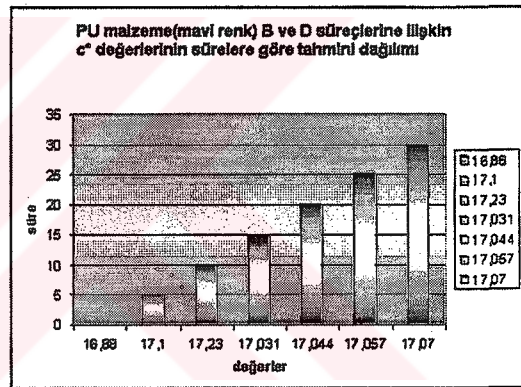
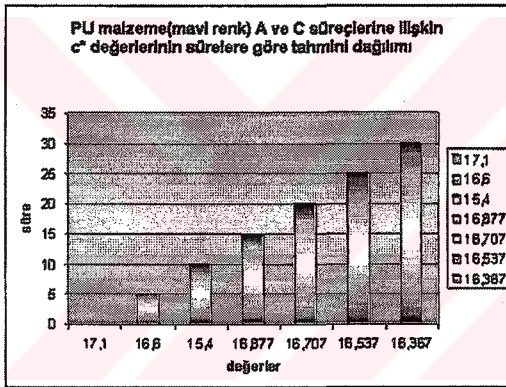
Grafik 85 PVC malzeme istatistiki b* değerleri dağılımı (bej renk)



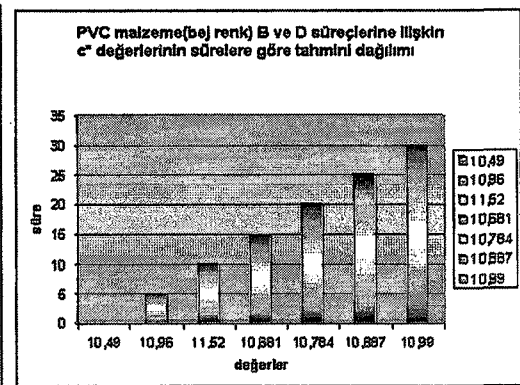
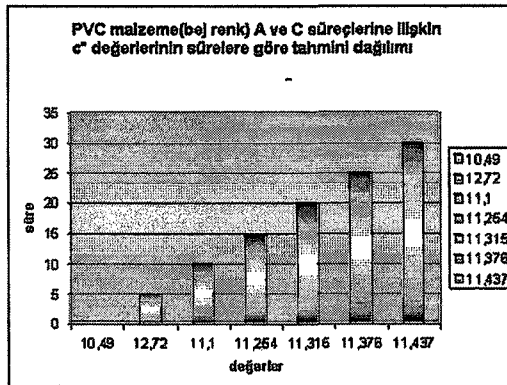
Grafik 86 PVC malzeme istatistiki b* değerleri dağılımı (mavi renk)



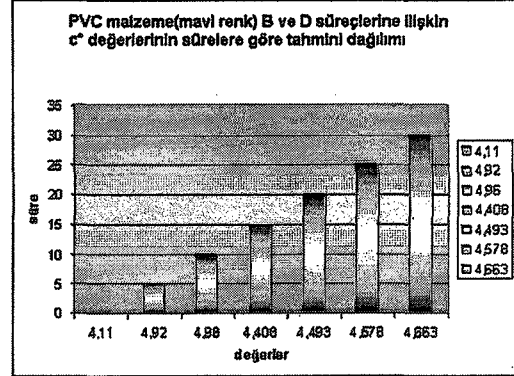
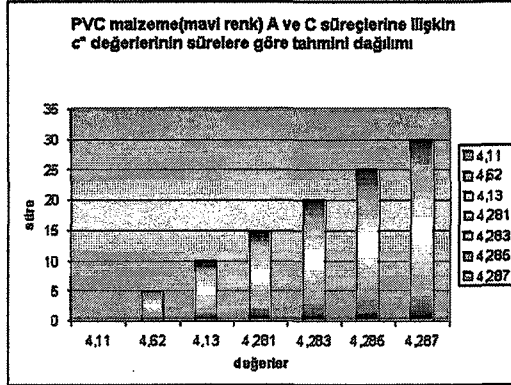
Grafik 87 PU malzeme istatistik C değerleri dağılımı (bej renk)



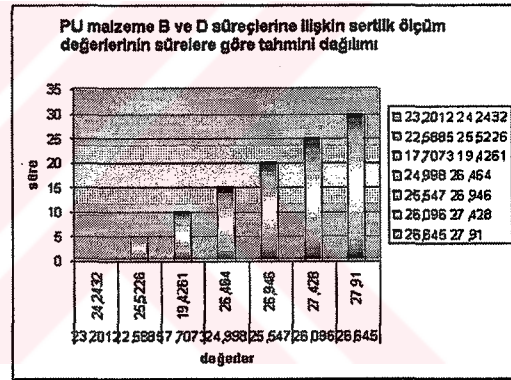
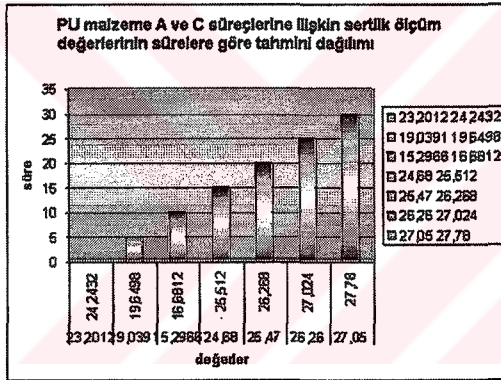
Grafik 88 PU malzeme istatistik C değerleri dağılımı (mavi renk)



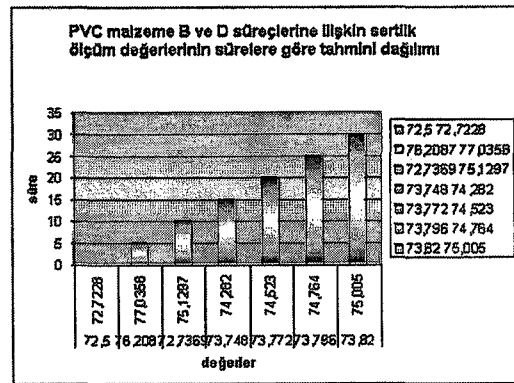
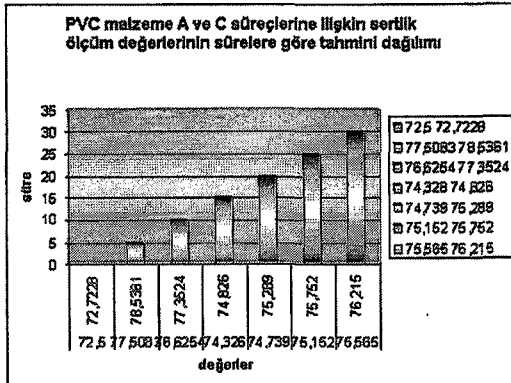
Grafik 89 PVC malzeme istatistik C değerleri dağılımı (bej renk)



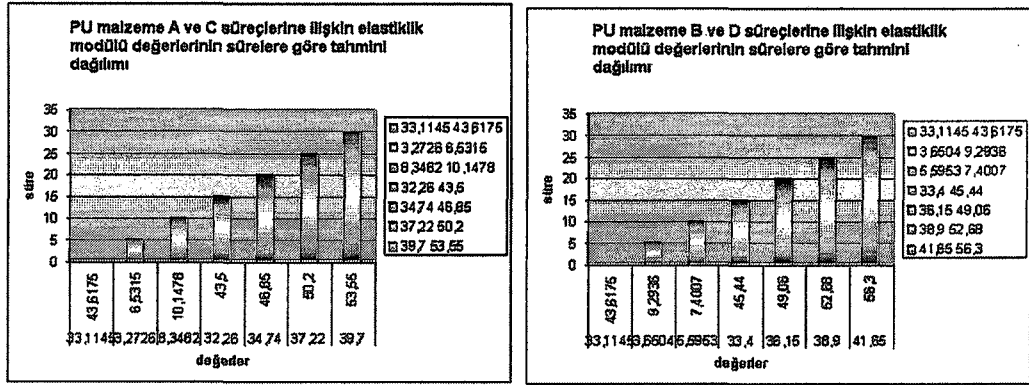
Grafik 90 PVC malzeme istatistiki C değerleri dağılımı (mavi renk)



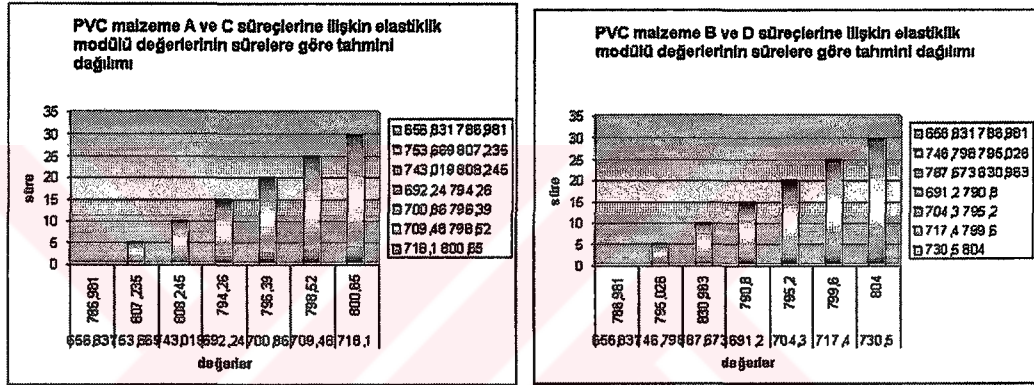
Grafik 91 PU malzeme sertlik istatistiki değerleri dağılımı



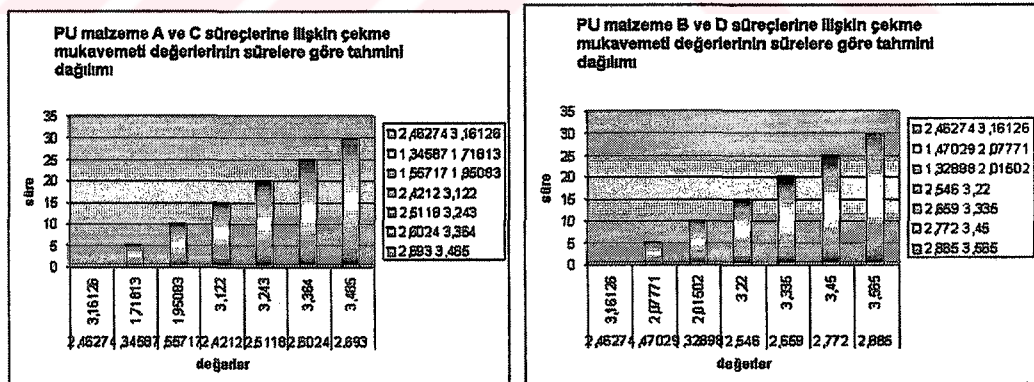
Grafik 92 PVC malzeme sertlik istatistiki değerleri dağılımı



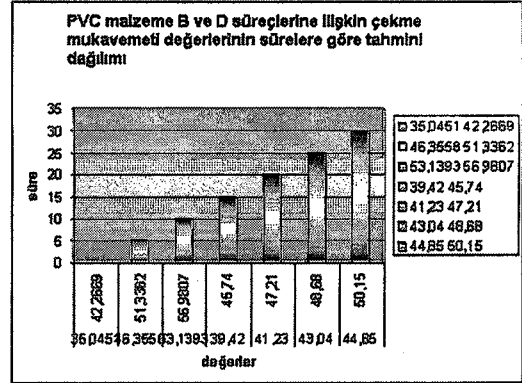
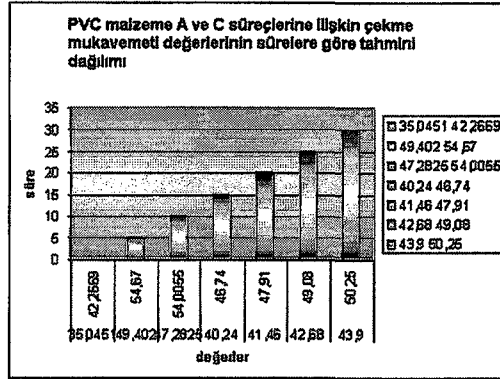
Grafik 93 PU malzeme elastiklik modülü istatistik değerleri dağılımı



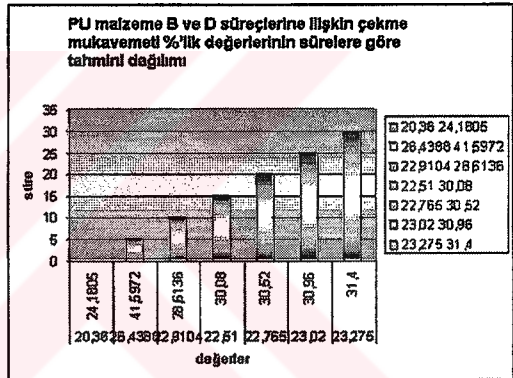
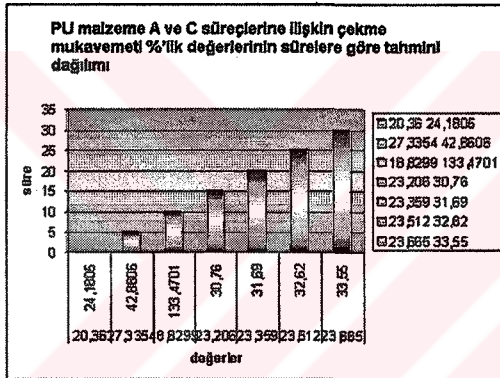
Grafik 94 PVC malzeme elastiklik modülü istatistik değerleri dağılımı



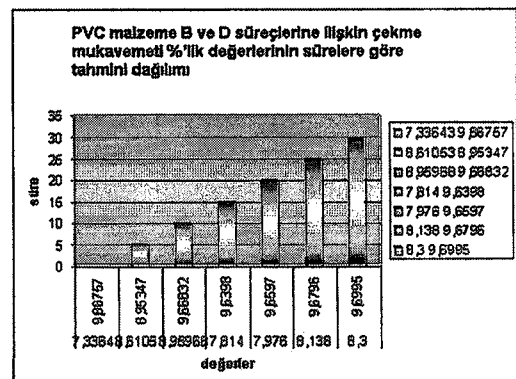
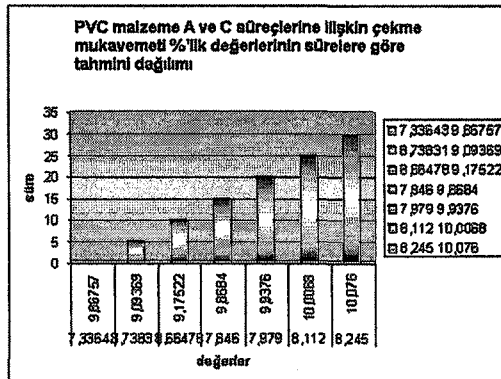
Grafik 95 PU malzeme çekme mukavemeti istatistik değerleri dağılımı



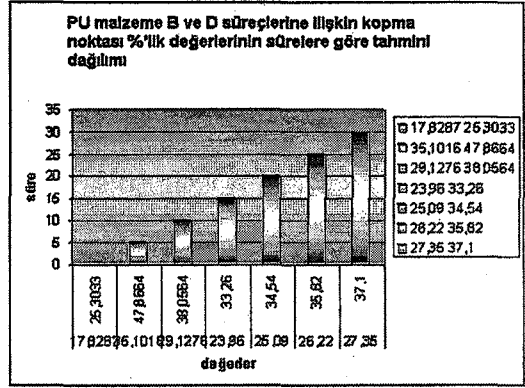
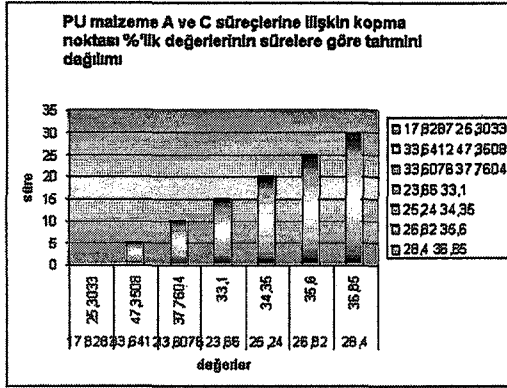
Grafik 96 PVC malzeme çekme mukavemeti istatistik değerleri dağılımı



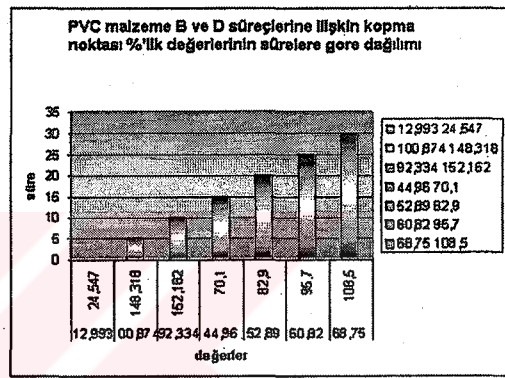
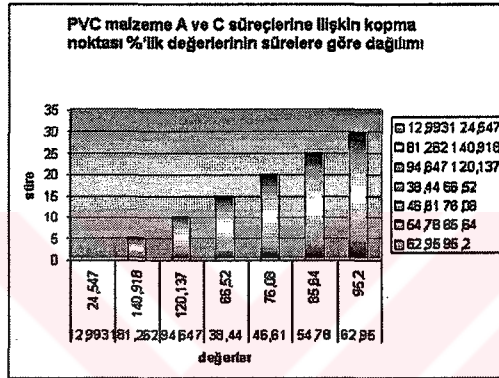
Grafik 97 PU malzeme çekme mukavemeti uzama % istatistik değerleri dağılımı



Grafik 98 PVC malzeme çekme mukavemeti uzama % istatistik değerleri dağılımı



Grafik 99 PU malzeme kopma noktası uzama % istatistik değerleri



Grafik 100 PVC malzeme kopma noktası uzama % istatistik değerleri

ÖZGEÇMİŞ

İlk, Orta ve Lise eğitimini TED Karabük Koleji'nde tamamlayan HALE GEZER , 1983 yılında Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Fakültesi' nden Y. Mimar olarak mezun olmuştur.

"TMMOB Mimarlar Odası" tarafından 6-7-8 Ekim 2004 tarihinde düzenlenen "Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi" etkinliğinde "Sıvı Kaplamaların Çevre Kalitesi ve İnsan Sağlığına Etkileri" konulu bildiri sunumunda bulunmuştur.

Halen İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik ve Tasarım Fakültesi' nde öğretim görevlisi olarak çalışmalarına devam etmektedir.