KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİMDALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI PLASTİKLEŞTİRİCİLERİN GEÇİCİ KAPLAMALARIN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

VOLKAN ÇALIŞKAN

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI PLASTİKLEŞTİRİCİLERİN GEÇİCİ KAPLAMALARIN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

VOLKAN ÇALIŞKAN

Doç. Dr. Ayşe AYTAÇ
Danışman, Kocaeli Üniversitesi .....

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KODAL
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi .....

Dr. Öğr. Üyesi Kemal KARADENİZ
Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi .....



Tezin Savunulduğu Tarih: 13.02.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmasını yapmam için beni teşvik eden, çalışma süresince bana danışmanlık yapan, beni yönlendiren ve desteğini her zaman hissettiğim değerli hocam Doç. Dr. Ayşe Aytaç'a, ayrıca tez çalışmama başladığım günden itibaren çalışmam için vakit ayıran Bedriye ÜÇPINAR'a bilgi paylaşımları ve destekleri için teşekkür ederim.

Bu çalışmayı yapabilmem için Polisan Kansai Boya San. A.Ş Arge laboratuvarlarında her türlü imkanı kullanmamı sağlayan, çalışma boyunca değerli bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşarak bana destek veren Polisan Kansai Boya Arge Ekip Lideri Sn.Mukaddes Aydın'a benim üzerimdeki emeklerinden dolayı teşekkür ederim. Ayrıca laboratuvar çalışmamda deneysel tecrübelerini benden esirgemeyen ve değerli zamanını benimle paylaşan Polisan Kansai Boya Akredite Laboratuvar Sorumlusu Sn. Deniz Ece Dağaş ve ekibine yardım ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu çalışmayı Polisan Kansai Boya'da yapmam için bana destek veren Polisan Kansai Boya Üretim Müdürü Sn.Süleyman Arutan'a ve bu çalışmayı bitirebilmem için sabırla beni destekleyen ve her zaman hoşgörü gösteren yöneticim Sn. Ufuk Kahraman'a teşekkür ederim.

Bu çalışmayı yaparken, yoğun iş temposuna rağmen, bana her zaman destek olan sevgili eşim Ayşegül Çalışkan'a, hayatım boyunca sevgilerini esirgemeyen ve hep yanımda olan annem Nurten Çalışkan'a, babam Özkan Çalışkan'a ve abim Erkan Çalışkan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak - 2019 Volkan ÇALIŞKAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vii
ÖZET viii
ABSTRACT ix
GİRİŞ 1
1.GENEL BİLGİLER 3
1.1. Boya Nedir? 3
1.2. Boyaların Sınıflandırılması 3
1.3. Boyanın Bileşimi 3
1.3.1. Bağlayıcı 3
1.3.2. Çözücü 4
1.3.3. Pigment ve dolgu maddeleri 5
1.3.4. Katkı maddeleri 6
1.3.4.1. Yüzey ıslatıcıları 6
1.3.4.2. Çökme önleyiciler 7
1.3.4.3. Köpük kesiciler 7
1.3.4.4. Film oluşturucular 7
1.3.4.5. Plastikleştiriciler 8
1.4. Boyalarda Aranan Özellikler 8
1.4.1. Viskozite 9
1.4.2. Parlaklık 9
1.4.3. Renk 10
1.4.4. Kapatıcılık 10
1.4.5. Depolama kararlılığı 11
1.5. Su Bazlı Boyaların Üretimi 11
1.5.1. Dispersiyon 13
1.5.2. Yüksek devirli karıştırıcılar 13
1.6. Soyulabilen Boya 14
1.6.1. Soyulabilen boyaların kullanım amacı 15
1.6.2. Soyulabilen boyanın özellikleri 15
1.6.3. Soyulabilen boyanın kullanım alanları 16
1.7. Soyulabilen Boya Karakterizasyon Yöntemleri 16
1.7.1. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) 16
1.7.2. Termogravimetrik analiz (TGA) 17
1.7.3. Çekme testi 18
1.7.4. Dinamik mekanik analiz (DMA) 19
1.7.5. Su ile temas açısı 21
1.8. Literatür Özeti 22
2.MALZEME VE YÖNTEM 26
2.1. Malzemeler 26

2.2. Yöntem 28
2.2.1. Soyulabilen kaplama örneklerin hazırlanması 28
2.2.2. Karakterizasyon 30
3. BULGULAR VE TARTIŞMA 37
3.1. Uygun Bağlayıcı Seçim İçin Yapılan Testlerin Sonuçları 37
3.1.1. Fiziksel karakterizasyon 37
3.1.2. Mekanik karakterizasyon 38
3.2. Kaplamalarda Plastikleştirici Etkisinin İncelenmesi 39
3.2.1. Fiziksel karakterizasyon 39
3.2.2. Termo-gravimetrik analiz (TGA) 42
3.2.3. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) 44
3.2.4. Mekanik karakterizasyon 47
3.2.4.1. Dinamik mekanik analiz (DMA) 47
3.2.4.2. Çekme testi 51
3.2.5. Temas açısı 52
3.2.6. Dijital mikroskop 53
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 55
KAYNAKLAR 58
EKLER 62
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 70
ÖZGEÇMİŞ 71

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yapışma, dalma, dağılma 7
Şekil 1.3. Boya üretim genel akış şeması 12
Şekil 1.4. Dispersiyon işlemi 12
Şekil 1.5. Dispersiyon işlem 13
Şekil 1.6. Yüksek devirli karıştırıcı 13
Şekil 1.7. Yüksek devirli karıştırıcı geometrisi 14
Şekil 1.8. Vortex (Burgaç) görüntüsü 14
Şekil 1.9. DSC'nin şematik gösterimi 17
Şekil 1.10. TGA cihazının şematik görünümü 18
Şekil 1.11. Çekme testi cihazı basit gösterimi 19
Şekil 1.12. DMA'da malzemeye uygulanan gerinim ve malzemede oluşan gerilim eğrileri 20
Şekil 1.14. Gerilim sırasında polimerlerin davranışları 21
Şekil 1.15. Karışımların temas açıları 22
Şekil 2.1. 2,2 kw,025-15 litre karıştırıcı 30
Şekil 2.2. pH metre 30
Şekil 2.3. Viskozimetre cihazı 31
Şekil 2.4. Karışımların asetat yüzeye uygulanması 32
Şekil 2.5. Karışımların cam yüzeye uygulaması 32
Şekil 2.6. Karışımların metal yüzeye uygulaması 32
Şekil 2.7. Karışımların mobilya yüzeyine uygulaması 33
Şekil 2.8. DSC cihazı 33
Şekil 2.9. TGA cihazı 34
Şekil 2.11. Çekme cihazı 35
Şekil 2.12. DMA cihazı 35
Şekil 2.14. Dijital mikroskop 36
Şekil 3.2. Karışımların TGA eğrileri (V1 %1 PE4,V2 %1 PE8, V3 %1 SA,V4 %1 PB,V5 %3 PE4,V6 %3 PE8,V7 %3 SA, V8 %3 PB,V9 %5 PE4,V10 %5 PE8, V11 %5 SA,V12 PB, V13 Plastikleştiricisiz, V14 Teksanolsuz %5 PE8) 42
Şekil 3.3. PEG 400 plastikleştiricisinin erime entalpi değişim grafiği (V1%1 PE4,V5 %3 PE4, V9 %5 PE4) 44
Şekil 3.4. PEG 8000 plastikleştiricisinin erime entalpi değişim grafiği(V2% 1 PE8,V6 %3 PE8,V10 %5 PE8) 45
Şekil 3.5. Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricisinin erime entalpi değişim grafiği (V3 %1 SA,V7 %3 SA,V11 %5 SA) 45
Şekil 3.6. Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricisinin erime entalpi değişim grafiği (V4 %1 PB,V8 %3 PB,V12 %5 PB) 46

Şekil 3.7. %5 oranında plastikleştiricili karışımlar ve plastikleştiricisiz karışımların erime entalpi değişim grafiği (V9 %5 PE4, V10 %5 PE8,V11 %5 SA,V12 %5 PB,V13 P.siz)..... 46
Şekil 3.8. PEG 400 gerilim/gerilme grafiği (Soy 1 % 1 PE4, Soy 5 %3 PE4,Soy 9 %5 PE4)..... 48
Şekil 3.9. PEG 8000 gerilim/gerilme grafiği (Soy 2 %1 PEG 8000, Soy 6 %3 PEG 8000,Soy 10 %5 PEG 8000) 48
Şekil 3.10. Sülfatlanmış yağ asidi stress/strain grafiği (Soy 3 %1 SA , Soy 7 %3 SA, Soy 11 %5 SA) 48
Şekil 3.11. Parafin bazlı emülsiyon gerilim/gerinim grafiği (Soy 4 %1 PA Soy 8 %3 PA, Soy 12 PA) 49
Şekil 3.12. Plastikleştiricisiz karışım (V 13) gerilim/gerinim grafiği..... 49
Şekil 3.13. Teksanolsuz %5 PEG 8000 (V 14) gerilim/gerinim grafiği 50
Şekil 3.14. Karışımların yüzeyden sıyrılma mukavvemeti (V1 %1 PE4, V2 %1 PE8, V3 %1 SA,V4 %1 PB,V5 %3 PE4,V6 %3 PE8, V7 %3 SA,V8 %3 PB,V9 %5 PE4 V10 %5 PE8,V11 %5 SA,V12 PB,V13 P.siz, V14 T.suz %5 PE8)..... 51
Şekil 3.15. Karışımların cam yüzey uygulamalarındaki dağılımları (V9 %5 PE4, V10 %5 PE8,V11 %5 SA,V12 %5 PB, V13 P.siz,V14 T.suz %5 PE8) 54
Şekil 3.17. Karışımların metal yüzey uygulamalarındaki dağılımları (V9 %5 PE4, V10 %5 PE8,V11 %5 SA,V12 %5 PB, V13 P.siz, V14 T.suz %5 PE8) 54
Şekil A.1. %1 PEG 400 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 63
Şekil A.2. %1 PEG 8000 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 63
Şekil A.3. %1 Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 64
Şekil A.4. %1 Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 64
Şekil A.5. %3 PEG 400 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 65
Şekil A.6. %3 PEG 8000 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 65
Şekil A.7. %3 Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 66
Şekil A.8. %3 Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 66
Şekil A.9. %5 PEG 400 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 67
Şekil A.10. %5 PEG 8000 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 67
Şekil A.11. %5 Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 68
Şekil A.12. %5 Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımın DSC grafiği 68
Şekil A.13. Plastikleştiricisiz karışımın DSC grafiği..... 69

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Sulu alifatik poliüretan özellikleri 26
Tablo 2.2. Akrilik emülsiyon özellikleri 26
Tablo 2.3. Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 0°C) 27
Tablo 2.4. Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 15°C) 27
Tablo 2.5. Çalışmada kullanılan plastikleştiricilerini özellikleri 28
Tablo 2.6. Film oluşturucu ajan özellikleri 28
Tablo 2.7. Hazırlanan bağlayıcı karışımlarının oranı 29
Tablo 2.8. Hazırlanan karışımların oranı 29
Tablo 3.1. Karışımların viskozite değerleri 37
Tablo 3.2. Karışımların uygulanan farklı yüzeylerindeki davranışları (5 çok iyi, 4 iyi, 3 normal, 2 kötü, 1 çok kötü) 38
Tablo 3.3. Farklı plastikleştirici kullanılan karışımların pH,% katı madde, viskozite sonuçları 40
Tablo 3.4. Karışım numunelerinin uygulama yüzeylerindeki davranışları 41
Tablo 3.5. Karışımların TGA verileri 43
Tablo 3.6. Karışımların Tg° değerleri 44
Tablo 3.7. Karışımların gerilime karşılık % uzama değerleri 47
Tablo 3.8. Karışımların Temas açı verileri 52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

T	:Sıcaklık, (°C)
T_g	:Camsı geçiş sıcaklığı, (°C)
T_m	:Erime sıcaklığı, (°C)
T_{endset}	:Bozunmanın son erdiği sıcaklık, (°C)
T_{max}	:Bozunma hızının max olduğu sıcaklık, (°C)
T_{onset}	:Bozunmanın başladığı sıcaklık, (°C)
ΔH_f	:Erime entalpisi, (J/g)

Kısaltmalar

DMA	:Dinamical Mechanical Analysis (Dinamik Mekanik Analiz)
DSC	:Differential Scanning Calorimetry (Diferansiyel Taramalı Kalorimetri)
MFFT	:Minimum Film Oluşturma Sıcaklığı
MPA	:Megapascal
PB	:Parafin Bazlı Emülsiyon
PE4	:Polietilen Glikol 400
PE8	:Polietilen Glikol 8000
PEG	:Polietilen Glikol
P.siz	:Plastikleştiricisiz
SA	:Sülfatlanmış Yağ Asidi
TGA	:Termo-Gravimetrik Analiz
T.suz	:Teksanolsuz

FARKLI PLASTİKLEŞTİRİCİLERİN GEÇİCİ KAPLAMALARIN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Geçici koruyucu kaplamalar, imalat, montaj ve nakliye sırasında çeşitli ürünlerin ya da parçaların yüzeylerini korumak için günümüzde yaygın olarak kullanılır. Bu kaplamaların kullanım amacı yüzeyi çizilme, kirlenme, çukurlaşma ve lekelenme gibi yüzey hasarlarından korumaktır. Geçici koruyucu kaplama olarak solvent bazlı boyaları, su bazlı vinil-akrilikleri, akrilik kopolimer emülsiyonlarını, poli (vinil alkol) filmlerini ve su bazlı poliüretan dispersiyonlarını kullanan çalışmalar literatürde yer almıştır. Bu çalışmada, su bazlı soyulabilen kaplamalarda plastikleştirici türünün etkisi, film bütünlüğü ve ayrılma kolaylığının geliştirilmesi açısından incelenmiştir. Bunun için öncelikle literatürde gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiş ve kullanılan bağlayıcılar belirlenmiştir. Daha sonra dört farklı özellikte su bazlı bağlayıcı seçilmiştir. Bu bağlayıcılara plastikleştirici, yüzey ayırma ajanı ve su ilavesi yapılarak, dört farklı geçici kaplama reçetesi üretilmiştir. Elde edilen kaplamalar cam, metal, plastik yüzeylere uygulanmış ve kaplamaların kuruma süreleri, yüzeyden ayrılma davranışı, viskozite, % katı madde miktarı, yoğunluk, parlaklık, yayılabilirlik, akma testleri yapılmıştır. Yapılan testlerin sonuçlarına göre stiren akrilik esaslı bağlayıcının 3 farklı yüzeyden filminin kolay ayrıldığı belirlenmiştir. Bu nedenle bu çalışmada bağlayıcı olarak stiren akrilik esaslı bağlayıcı kullanılmıştır. Plastikleştirici olarak polietilen glikol 400, polietilen glikol 8000, sülfatlanmış yağ asidi ve paraffin bazlı emülsiyon plastikleştiricisi seçilmiştir. Belirlenen bu plastikleştiriciler üç farklı oranda eklenerek on iki farklı geçici kaplama üretilmiştir. Bu kaplamalarında, cam-metal-plastik-mobilya-pvc yüzeylerde ki ayrılma davranışları, viskozite ve % katı madde miktarı, kuruma süresi, pH, termo-gravimetrik analiz (TGA), diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC), dinamik mekanik analiz (DMA), çekme testi, dijital mikroskop ve temas açısı gibi testlerle incelenmiştir. Sonuç olarak, en iyi değerler plastikleştirici olarak %5 oranında polietilen glikol 8000 (PEG 8000) kullanılan kaplama reçetesinde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plastikleştirici, Sıyrılabilir Film, Soyulabilen Kaplama.

EFFECTS OF PLASTICIZER TYPES IN TEMPORARY PROTECTIVE COATINGS

ABSTRACT

Temporary protective coatings are widely used today to protect the surfaces of various products or parts during manufacturing, assembly and transportation. The purpose of these coatings is to protect the surface from surface damage such as scratching, contamination, pitting and staining. Studies using solvent-based paints, water-based vinyl-acrylics, acrylic copolymer emulsions, poly (vinyl alcohol) films and water-based polyurethane dispersions as temporary protective coatings are found in the literatüre. In this study, the effect of the plasticizer type on water-based peelable coatings was investigated in terms of improving film integrity and ease of separation. For this purpose, the studies in the literature were examined and the binders used were determined. Four different properties of water based binder were selected. These binders were added with plasticizer, surfactant and water, and four different temporary coating were obtained. The obtained coatings were applied to glass, metal and plastic surfaces and the drying times, surface separation behavior, viscosity, % solids content, density, gloss, diffusivity and flow tests of the coatings were carried out. According to the results of the tests, it was determined that the styrene acrylic based film has good separated from the surface. Therefore, styrene acrylic based binder was chosen as the binder in this study. The plasticizers were selected as polyethylene glycol 400, polyethylene glycol 8000, sulfated fatty acid and paraffin based emulsion. These plasticizers were added in three different ratios and twelve different temporary coatings were produced. Glass-metal-plastic-furniture-pvc surface separation behavior, viscosity and % solids content, drying time, pH, thermo-gravimetric analysis (TGA), differential scanning calorimetry (DSC), dynamic mechanical analysis (DMA), tensile test, digital microscope and contact angle tests were conducted to these coatings. As a result, the best values were obtained by using 5 wt % polyethylene glycol 8000 (PEG 8000) as plasticizer.

Keywords: Plasticizer, Peelable Film, Peelable Coating.

GİRİŞ

Boya, genellikle dekoratif veya koruyucu kaplama olarak kullanılan sıvı bir ortam içinde süspansiyon halinde pigmentten oluşan emülsiyonlar grubu olarak bilinir. Yaklaşık olarak 30 bin yıldır kullanılmaktadır. Mağaralarda yaşayan insanlar, yaşamlarını grafik olarak temsil eden figürleri yapmak için ham boyalar kullanmışlardır ve bu figürler günümüze kadar gelmeyi başarmıştır.

Ancak boya ve kaplamaların gerçek bir endüstri bileşeni olması Sanayi Devrimi ile gerçekleşmiştir. Amerika'da kaydedilen ilk boya fabrikası Thomas Çocuk tarafından 1700 yılında Boston'da kurulmuştur. Bir buçuk yüzyıldan uzun bir süre sonra ise, 1867 yılında Ohio şehrinden D.R. Averill isimli girişimci, Amerika Birleşik Devletleri'nde ilk olarak hazırlanmış veya daha doğru bir tanımla "hazır karışım" boyaların patentini almıştır.

1880'lerin ortalarından itibaren ABD genelinde, özellikle yoğun nüfuslu bölgelerde ve sanayi merkezlerinde boya fabrikaları birbiri ardında ortaya çıkmaya başlamıştır. Makineleşme ve mekanizasyon, uzmanlığı olmayan büyük çapta bir girişimci grubunun boya üretimi işine girebilmesine olanak tanımıştır. Ancak hazırlanan boyanın ağırlığı taşımayı pahalı hale getirmektedir. Bu yüzden merkezi olmayan, farklı pazarlardaki küçük üreticiler 1900'lerin ortalarına kadar sektöre hükmetmiştir.

Toz boya tarihi ise, 1940'ların sonu ve 1950'lerin başında başlamıştır. Alman bilim adamı Dr. Erwin Gemmer, toz kaplamaların ısıyla sabitlendiği akışkan yatak (fluidized-bed) işlemini geliştirmiş ve Mayıs 1953 yılında patentini almıştır. 1958 ve 1965 yılları arasında, genel olarak 150 µ ile 500 µ arasında bir film kalınlığı olan tüm fonksiyonel toz boya uygulamaları akışkan yatak uygulaması ile işlenmiştir, uygulamalarda elektrik yalıtımı, korozyon ve aşınma direnci ön planda tutulmuştur (URL-1). Boya, koruma ve estetik amaçlı kaplama olarak kullanılan; renkveren (pigment) taneciklerinin sıvı bir ortamda dağıtıldığı emülsiyonlardan oluşan bir gruptur.

Boya temel olarak bağlayıcı, çözücü, dolgu maddeleri ve katkı maddeleri olmak üzere 4 temel bileşenden oluşmaktadır.

Dış kirleticilerden yüzeylerin korunması için çeşitli uygulamalarda 50 yıldan fazla sürtünebilir kaplamalar kullanılmıştır. Bu uygulamalar için, kaplamalar su geçirmeyen, suya ve diğer dış kirletici maddelere karşı dayanıklı olmalıdır. Son zamanlarda, aynı zamanda, soyulma özelliği olan sıyrılabilir kaplamalar, mikro-boyutlu kirletici maddelerin, camlar ve optikler yanı sıra metaller, seramikler ve polimerler gibi yüzeylerden uzaklaştırılması için uygulanmıştır. Bu tür temizlik uygulamaları için, sıyrılabilir kaplama yüzeydeki kirletici maddeleri mekanik veya kimyasal olarak hapsetmeli ve kuruduktan sonra yüzeyden kolayca ayrılmalıdır (Kohli, 2010).

Soyulabilen kaplama, uygulanılan yüzeye geçici bir süreyle koruyuculuk sağlaması hedeflenen, öngörülen geçici süre sona erdikten sonra kolayca soyularak yüzeyden ayrılan boyalardır. Bu kaplamaların kullanım amacı yüzeyi çizilme, kirlenme, çukurlaşma ve lekelenme gibi yüzey hasarlarından korumaktır. Boyalı ve boyasız birçok farklı dik ve yatay yüzeye, koruma veya geçici maskeleme sağlarlar. Koruyucu film oluşturarak, yüzeyleri taşıma sırasındaki darbe ve çizilme risklerinden korumayı amaçlayan bir üründür. İstendiğinde bu film kalıntı bırakmadan yüzeyden kolayca soyulabilir. Soyulduktan sonra geride temiz bir zemin bırakırlar. PVC, plastik, metal, cam, kompozit, mermer gibi birçok farklı yüzeyde geçici veya uzun süreli koruma amaçlı olarak uygulanabilirler.

Bu çalışmada, su bazlı soyulabilen kaplamalarda plastikleştirici türünün ve yükleme miktarının etkisi, film bütünlüğü ve ayrılma kolaylığının geliştirilmesi açısından incelenmiştir.

1.GENEL BİLGİLER

1.1. Boya Nedir?

Boya, cisimlere koruyucu ve estetik amaçla kaplama olarak uygulanan; kullanıldığı yüzeye renk veren (pigment) taneciklerin sıvı bir ortamda dağılma özelliğini gösteren emülsiyonlardan oluşur. Boya bileşen olarak bağlayıcı, çözücü, pigment ve dolgu maddelerinden oluşmaktadır. Boya uygulaması dört farklı aşamadan oluşmaktadır. Boyanacak yüzeyin hazırlığı ve temizliği, birinci kat astar uygulaması, macun ve ikinci kat astar uygulaması ve son kat boya uygulamasıdır.

1.2. Boyaların Sınıflandırılması

Genel olarak boyaların, kullanıldığı yerlere ve içeriğinde ki bağlayıcı çeşidine göre sınıflandırılması yapılabilir (Paksoy, 1999). Dekoratif boyalar, inşaat boyaları, sanayi ve korozyon boyaları, mobilya boyaları, oto boyaları, soyulabilen boya ve gıda boyalarıdır. Bu çalışma su bazlı soyulabilen boyalar üzerine yapılmıştır. Soyulabilen boyalar içeriğindeki çözücü cinsine göre iki sınıfa ayrılabilir. Solvent bazlı soyulabilen boya; bağlayıcı olarak alkid reçineleri kullanılır. Çözücüsü ise organik hidrokarbon karışımlardır. Su bazlı soyulabilen boya; bağlayıcı olarak akrilik ve vinil emülsiyon çözücü olarak da su kullanılan karışımlardır.

1.3. Boyanın Bileşimi

Boya temel olarak;

Bağlayıcı, çözücü, pigment, dolgu maddeleri ve katkı maddelerini içerir.

1.3.1. Bağlayıcı

Bağlayıcılar, yüksek molekül ağırlıklı, uzun zincirli polimerlerden meydana gelip, boyaya dayanım, yapışma, elastikiyet, sertlik, parlaklık gibi temel özellikleri verirler. Boya, bağlayıcı içerisine çeşitli maddeler katılarak elde edilir. Bu yüzden bağlayıcının yapısı ve cinsi boyanın bütün özelliklerini etkiler (Bekircan, 2007).

Boya filminin mekanik özellikleri ve boyanın sıcaklık değişimlerine karşı direnci doğrudan kullanılan bağlayıcının camsı geçiş sıcaklığı ile ilgilidir. Bu yüzden, dış koşullarda oluşan sıcaklık değişimlerine karşı yüksek dayanımlı boya elde etmek istenilmesi durumunda, bağlayıcının camsı geçiş sıcaklığının düşük olması gerekmektedir. Böylece boya filmi esnek yapısını düşük sıcaklıklarda bile koruyabilmektedir. Boyanın uygulandığı yüzeye iyi yapışması, direkt olarak bağlayıcının cinsine göre değişmektedir. Bağlayıcının düz zincirli olması, boyanın uygulandığı yüzeye iyi yapışmasında etkilidir.

Su bazlı boya endüstrisinde en fazla tercih edilen bağlayıcılar; akrilik bağlayıcı, vinil bağlayıcı ve bunların kopolimerleridir. Vinil bağlayıcıları, vinil (CH2 = CRX) monomerlerinin katılma polimerleşmesi ile üretilir. Akrilik bağlayıcılar ise ester (CH2 = CR-COOR) veya yapısında asit grubu (CH2 = CR-COOH) içeren monomerlerin katılma polimerleşmesinden elde edilir. Akrilik bağlayıcılar vinil bağlayıcılarına göre, ester gruplarının yüzeye daha iyi yapışması nedeniyle boya uygulamalarına daha kullanışlıdır (Gündüz, 2005).

Boya uygulamasında istenilen özelliğin elde edilebilmesi için bağlayıcı, iki farklı monomerin tepkimesi ile kopolimer olarak üretilebilir. Bu çalışmada seçilen bağlayıcı, vinil ve akrilat monomerlerinin kopolimerleşmesinden elde edilen stiren-akrilik emülsiyondur. Bu çalışmada bağlayıcı olarak Sulu alifatik poliüretan, Akrilik emülsiyon, Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 0°C), Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 15°C) ürünleri kullanılmıştır.

Stiren akrilik kopolimerlerin (lateks) su ve alkali direnci çok yüksektir. Pigment bağlama kapasitesi çok iyi olduğundan yüzeye yapışması çok iyidir. İç ve dış cephe boya uygulamalarında genellikle kullanılır. Dış cephe boyalarda zamanla sararmaya neden olmasına rağmen, sürtünme direnci çok yüksek olduğundan tercih edilir. Bütün su bazlı boya formüllerinde kullanımı uygundur. Ayrıca UV dayanımı çok yüksektir (Kocabaş, 2009).

1.3.2. Çözücü

Boya üretiminde çözücülerin görevi, bağlayıcı yumuşatmak, nihai ürünün viskozitesini azaltmak ve boyaya uygulanabilir özellik sağlamaktır. Boya uygulama

yapılacak yüzeye temas ettikten sonra, içerisinde ki çözücü tamamen buharlaşır ve içerisine kalan maddeler yüzeyde bir film oluşturur. Bu nedenle çözücü, boyanın uygulama yüzeyine yapışma süresini ve gücünü doğrudan etkiler. Çözücü boyanın içerisine ilave edildikten sonra bağlayıcı içerisinde ki zincirleri açar, ne kadar çok zincirleri açarsa o kadar çok boyanın yüzeye yapışmasını sağlar.

Çözücünün buharlaşma hızı boyanın özelliklerini önemli ölçüde değiştirir. Çözücü hızlı bir şekilde buharlaşırsa, bağlayıcı içerisinde ki zincirleri az açacağından boyanın uygulanacağı yüzeye yapışmasını düşürür. Çözücü yavaş bir şekilde buharlaşırsa, boya içerisinde ki zincirleri çok fazla açılmasını sağlayacağı için boyanın uygulanacağı yüzeyde akmasına neden olur.

Havanın nemi ve buharlaştırma hızı su bazlı boyada oldukça etkindir. Havada nemin fazla olması boya içerisinde bulunan suyun buharlaşmasını engeller. Bu ve benzer problemlerin önüne geçmek için bağlayıcının yumuşamasını sağlayıp içerisinde bulunan suyu kolayca dışarı çıkarması için plastikleştiriciler kullanılır (Gündüz, 2005).

1.3.3. Pigment ve dolgu maddeleri

Pigmentler, bağlayıcının içerisinde ince toz taneleri halinde bulunan, boyada örtücülük ve renk gibi optik ve görsel etkileri oluşturan katı maddelerdir. Dolgu maddeleri; boyaya matlık, zımparalanabilme, dolgu gücü ve maliyet üstünlüğünü sağlayan iri taneli toz maddelerdir.

Pigment kullanımının esas amacı; renk ve boyaya saydamsızlık sağlamaktır. Bu özelliklerinin yanında boya ortamı içinde çözünmez olmaları ve kimyasal dayanıklılık sağlamaları tercih sebepleridir.

Kullanılan pigmentin çeşidi, kullanım oranı ve şekline bağlı olarak boyanın kimyasal (asidik/bazik ortamlar) ve fiziksel etkilere karşı dayanıklılığı ve parlaklığında farklılık sağlar. Pigmentin boyaya parlaklık sağlaması için ıslatıcının niteliğine ve ıslatma derecesine, pigment taneciklerinin karışım içerisinde homojen ve küçük taneli şekilde dağılmasına bağlıdır. Üretilecek boyanın kullanım alanına göre boyada matlık tercih edilebilir. Dolgu maddeleri, endüstriyel minerallerden meydana gelmektedir. Ucuz olması nedeniyle boya formülasyonlarında kullanımları tercih edilir. Son kat boya

ürünlerinde dolgu maddelerinin hacim oranı yaklaşık %15'tir. Uygulama yapılacak boyada istenilen özelliklerin olması açısından dolgu maddesinin seçimi önemlidir. Dolgu maddeleri boyanın kapatıcılık gücünü doğrudan etkilemezler. Bunun yanı sıra boyanın daha iyi film oluşturması, pigment için iyi bir zemin oluşturması, çabuk çökmenin önlenmesi ve uygulanan yüzeydeki rutubetin yüzeye geç çıkmasını sağlar. Boya formülasyonlarında kullanılan başlıca dolgu maddeleri kalsiyum karbonat, talk ve barittir (URL-2).

1.3.4. Katkı maddeleri

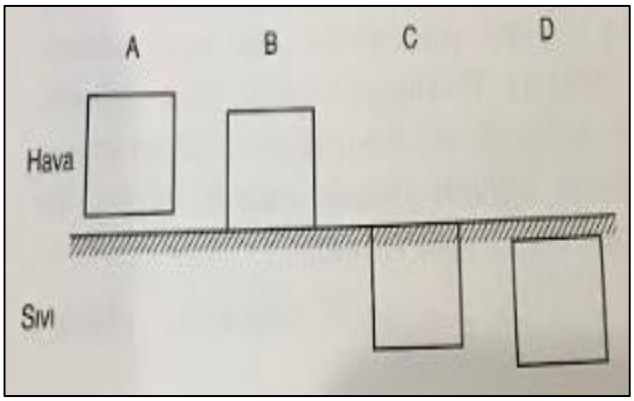
Boya formüllerinde yaklaşık %3 oranında kullanılırlar. Fakat boyanın uygulama ve depolanmasında en önemli etken maddeleridir. Bağlayıcı ve pigmentlerin yüzey gerilimi ve boyanın reolojisi üzerinde etkili olarak, boyanın çökmemesi, kuruması ve film oluşumu ile ilgili özellikleri doğrudan etkilerler.

Katkı maddeleri, yüzey aktif madde özelliklerinde olup, pigment ile bağlayıcı ara fazında yer alarak bu konumları nedeniyle küçük oranlar da bile yapıda büyük değişikliklere neden olurlar (Vural, 1997). Katkı maddeleri, boyanın bazı özelliklerini iyileştirmek için boyada çok az miktarda kullanılan kimyasallardır.

1.3.4.1. Yüzey ıslatıcıları

Boya içerisinde bulunan maddelerin dağılım sırasında, bağlayıcının yüzey gerilimini düşürerek, bağlayıcının pigmentleri daha iyi sarmasını ve depolama sırasında topaklanmaları engelleyen maddelerdir. Islatıcılar, hidrofob, hidrofil veya polar kısımlarını kullanarak pigment yüzeyine tutunurlar ve yüzey gerilimini azaltarak bağlayıcının pigmenti daha kolay sarmasını sağlarlar. Katı ve sıvı arasındaki temas açısı ne kadar az ise sıvı, katı yüzeyi o kadar iyi ıslatır. Bir sıvı maddenin katı bir maddeyi ıslatması üç ana aşamada gerçekleşir. Bu aşalamalar Şekil 1.1'de verilmiştir. Şekilde, A'dan B'ye geçiş yapışma, B'den C'ye geçiş dalma, C'den D'ye geçiş dağılma olarak gösterilebilir.

Bu çalışmada yüzey ıslatıcı madde olarak mono propilen glikol kullanılmıştır.



Şekil 1.1. Yapışma, dalma, dağılma

1.3.4.2. Çökme önleyiciler

Dolgu maddeleri ve pigmentlerin boya içerisinde homojen olarak dağılması ve bu durumun üretim ve depolanma süresince korunması gerekir. Bunun sağlanması için boyaya dolgu maddeleri eklenmeden önce çökme önleyiciler katılır. Bu maddeler karışımı sıvı halden tiksotropik kıvama getirir ve daha sonra eklenen katı haldeki ham maddelerin askıda kalarak dibe çökmesini engeller. Benton, hint yağı ve bazı organik yapıdaki yüzey aktif maddeler çökme engelleyici katkı maddelere örnektir.

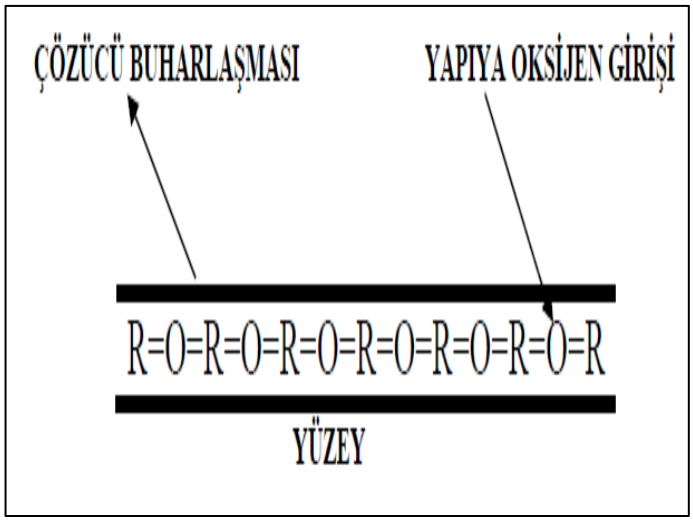
1.3.4.3. Köpük kesiciler

Boya formülünde bulunan maddelerin dağılımı sırasında, moleküllerin karışımı sırasında içyapısına giren hava kabarcıkları uzaklaştırılmaz ise boya karışımında köpük oluşur. Köpük kesici olarak kullanılan maddeler boya içerisinde köpük oluşturan moleküllerin arasına girer ve yüzey gerilimini azaltarak köpüklerin patlamasını sağlarlar.

1.3.4.4. Film oluşturucular

Boya uygulama yapılacak yüzeye sürüldükten sonra boya içerisinde bulunan çözücü buharlaşırken polimer parçacıkları pigmentlerin etrafını sararak boya filmini oluşturur (Şekil 1.2). Film oluşturucular, yayılmayı arttırarak polimerin yumuşamasını ve pigment etrafını daha rahat sarıp film oluşturmasını sağlarlar (Erdem, 2017).

Bu çalışmada film oluşturucu katkı maddesi olarak teksanol hammaddesi kullanılmıştır. Kimyasal formülü $C_{12}H_{24}O_3$, molekül ağırlığı 216,4 gr/mol'dür.



Şekil 1.2. Film oluşum mekanizması

1.3.4.5. Plastikleştiriciler

Boyanın uygulandığı yüzeyde herhangi bir temas ile kırılmaması gerekir. Bundan dolayı boyaları daha elastik hale getirmek için plastikleştirici hammaddeler kullanılır. Plastikleştiriciler boya içerisinde film kürlenmesine rağmen kurumadan kalırlar. Plastikleştiricinin kullanıldığı boyalar, elastik özelliğiyle boyanın uygulama sonrasında yüzeye tamamen film oluşturması ve uygulama yapılan yüzeye herhangi bir darbe durumunda film oluşturan boyanın kırılmamasını sağlamaktadır. Plastikleştirmede, plastikleştirici polimerik malzemenin içine yayılır ve yumuşatır, böylece filmi elastik bir yapıya dönüştürür.

Kaplama formülasyonunun başarılı olması ve esnek sürekli film üretmek için plastikleştiricinin film oluşturucu polimer ile uyumlu olması gerekir (McGinityand Felton, 2008). Bu tez çalışmasında plastikleştirici olarak Gliserin, Polietilen glikol 400-8000, Parafin bazlı emülsiyon ve Sülfatlanmış yağ asidi kullanılmıştır.

1.4. Boyalarda Aranan Özellikler

Genel olarak boyaların özelliklerini; formülasyon, üretim, boyanın uygulanacağı yüzey, uygulama şekli ve kuruma şartları gibi faktörler etkiler. Bunların ilk ikisini boya üretim firmaları rahatlıkla kontrol edebilirler. Diğerleri ise uygulama yapılacak yerde kontrol edilmelidir.

1.4.1. Viskozite

En basit olarak viskozite boyaların akmaya karşı gösterdikleri direnç olarak tanımlanır. Viskozite boya özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan en önemli özelliklerden biridir.

Boyanın yüzeye uygulama kolaylığı, kullanıcı için önemli bir durumdur. Boya ne kadar kaliteli olursa olsun rahat uygulanamadığında diğer bütün üstün özellikleri hiçbir önem taşımaz. Viskozite, yayılma, akma ve fırça ile uygulanabilme özelliklerini doğrudan etkileyen faktördür. Bağlayıcının, pigment oranının veya her ikisinin de artırılması ile viskozite artışı oluşturulabilir (Yürekli, 1997). Boyanın viskozitesinin üstünde kullanılan bağlayıcılar, katkı maddeleri ve sıcaklık gibi değişkenler viskozite üzerinde etkilidir. Su bazlı boyaların sıcaklık değişiminde ki viskozite hassasiyeti, solvent bazlı boyalara göre daha yüksektir.

Boya koruma ve/veya dekorasyon amacıyla belirli bir yüzeye, belirli bir araçla uygulanacaktır. Bu nedenle boyanın özelliği (viskozite, akıcılık, kıvam) boyanın amacına uygun şekilde uygulanmasını sağlar. Ayrıca boyanın viskozitesi, özellikle yüzeye uygulama sırasında fonksiyonel olan yayılma, sarkma, akma, fırça veya tabanca ile uygulanabilirliği gibi özelliklerini de etkilediğinden önemlidir. Su bazlı boyaların viskozite değerleri genel olarak 25 °C'da yapılan ölçümlerde 115 ile 125 krebs birim (KU) arasında değişmektedir (Furtana, 2006).

1.4.2. Parlaklık

Boyanın uygulama yapılacak yüzeyde kullanıcı tarafından istenilen seviyede parlaklığının (parlak, yarı mat, mat) olması istenilir. Parlaklığa, pigment-bağlayıcı oranı, dispersiyon ve pigmentlerin ıslanması etki eder.

Ana etken olarak boya formülasyonunda kullanılan bağlayıcının kendi parlaklığıdır. Boyaların parlaklık seviyesi glossmetre aralıkları; çok parlak boyalar için 85, parlak boyalarda 70-85, yarı parlak boyalarda 30-70, ve mat boyalarda 0-10 şeklindedir (Yürekli, 1997).

1.4.3. Renk

Boyanın rengi, uygulama yapılacak yüzeyin korunmasında ve estetik olarak göze yardımcı en büyük etkendir. Boya formülasyonları rengin maksimum seviyede uygun olması şeklinde düzenlenir. Buna ek olarak, ışık boyanın görünüşü üzerine etki eden diğer önemli bir faktördür. Işık bir boya uygulaması üstüne düştüğünde; boyanın özelliğine göre (şeffaf olma, şeffaf olmama, beyaz veya renkli, düzgün veya düzgün olmama şeklinde olabilir) boya filminden yansır, içinden geçer, kırılır veya absorbe olur. Formülasyonda kullanılan maddelerin renklerinin değişik olmasındaki ana faktör, bu maddelerin molekül ve atom yapılarındaki elektronların düzeni ve karakteristik vibrasyonudur. Buna rağmen herhangi bir renkli pigmentin kalitesi, taneciklerinin şekli, kristal formu, tane iriliği, boya içerisindeki dispersiyon derecesi ve bağlayıcıların özellikleri ile değiştirilebilir (Yürekli, 1997).

Boyaların renkleri spektral fotometrelerle ölçülür ve bu ele geçen verilerle üretilen boyanın, olması gereken aralığı şahit numuneye göre değerlendirilir. Sapma var ise ne kadar olduğu görülür ve hangi pigment pastasından ne kadar ilaveyle istenen şahit renge ulaşılacağı belirlenir. Spekral fotometre ile yapılan bütün testler kalibrasyonun doğru olması durumunda kesin ve doğru verilerdir (Paksoy, 1999).

1.4.4. Kapatıcılık

Boyanın kapatıcılık gücü, uygulama yapılacak yüzeyi tam olarak kapatabilme kabiliyetidir. Boya normal olarak 1 kat olarak yüzeye uygulandığında tam bir kapama yapmayabilir.

Kullanıcı tarafından ekonomik olarak bir kat boyanın tam bir kapama yapması istenir; fakat bu her zaman mümkün olmayabilir. Boyaya kapatıcılık özelliğini pigment verdiğine göre pigment miktarı arttırılarak tam kapatıcılık gerçekleştirilebilir diye düşünülmektedir. Fakat boya formülasyonuna ilave edilecek pigment miktarının bir sınırı bulunmaktadır. Pigment miktarının normalden fazla olması boyanın akışkanlık, parlaklık ve yapışma gibi belirleyici özelliklerine ters etki yapar. Bir boyanın kapatıcılık gücü, içindeki pigment miktarına, dispersiyonuna, pigment ve bağlayıcı madde kırma indisleri arasındaki farka bağlıdır (Yürekli, 1997).

1.4.5. Depolama kararlılığı

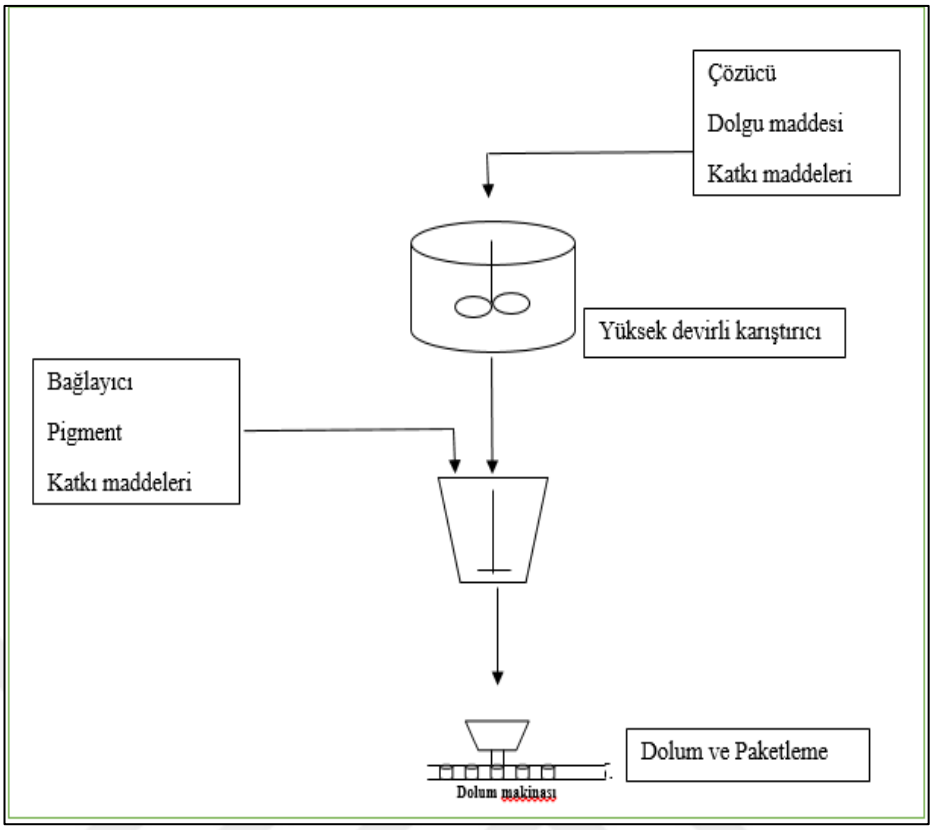
Boyada depolama kararlılığı; depolanan boyanın olması gereken özelliklerini depolama sırasında korumasıdır. Boyanın renk, viskozite, kuruma zamanı ve parlaklık gibi özelliklerinin depolama sırasında değişmemesi istenir.

Viskozite, kuruma zamanı ve parlaklık gibi özelliklerinin de değişmemesi gerekmektedir. Depolamada çökme, kabuk bağlama, renk farklılığı ve jelleşme gibi istenmeyen durumlar da oluşabilmektedir. Bütün boyalar için, depolama kararlılığı çok önemlidir. Boyanın depolama süresince kararlılığının iyi olup olmadığı kontrol edilebilir. 60-70 °C'de yapılan hızlandırılmış depolama testleri ön fikir vermektedir. Depolama kararlılığı için bekleyen boyalara testler yapılıp, olması gereken ile karşılaştırılır. Herhangi bir farklılık var ise formülasyon veya boya üretim adımlarında değişiklik yapılabilir (Yürekli, 1997).

1.5. Su Bazlı Boyaların Üretimi

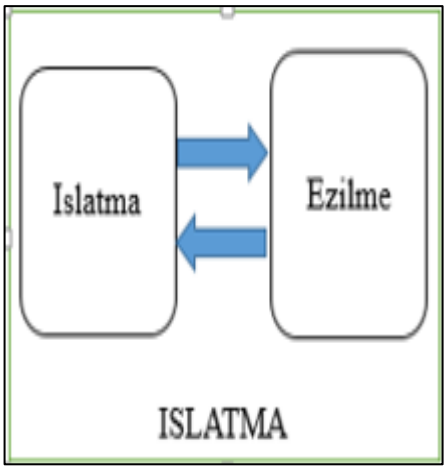
Boya yüzeye uygulandıktan sonra içeriğinde bulunan çözücü buharlaşarak atmosfere karışır. Solvent bazlı boyaların çözücüsü organik çözücü olduğundan, solvent bazlı boya uygulaması gerek çevre gerekse insan sağlığı için potansiyel bir tehlike yaratmaktadır. Su bazlı boyaların çözücüsü su olduğundan, boya uygulama sonrasında sağlık ve çevre açısından herhangi bir olumsuz durum söz konusu değildir. Bunun için gelişmiş ülkelerde çoğunlukla su bazlı boya kullanılmaktadır.

Şekil 1.3'de boya üretim akış şeması verilmiştir. Boya üretimi; sırasıyla dispersiyon, renk ayar, dolum ve paketleme olmak üzere üç aşamadan meydana gelir. Dispersiyon, dolgu maddeleri ve katkı maddelerinin çözücü içerisinde yüksek hızlı karıştırıcılarda ıslatılıp ezilme işlemidir (Şekil 1.4). Kazana ilk önce, üretimi yapılacak boyanın çözücüsü ve katkı maddeleri konularak normal devirde (500-600 devir/dakika) karıştırma işlemi başlatılır. Daha sonra formülasyonda bulunan dolgu maddeleri eklenilir ve boya çözeltisi yüksek devirli karıştırıcı ile maksimum seviyede (1000 devir/dakika) karıştırılır. Ezme işlemi bittikten sonra öğütme ve yüzey kontrolleri yapılır. Uygun özellikler elde edildiğinde yarı mamul renk kazanına transfer edilir.



Şekil 1.3. Boya üretim genel akış şeması

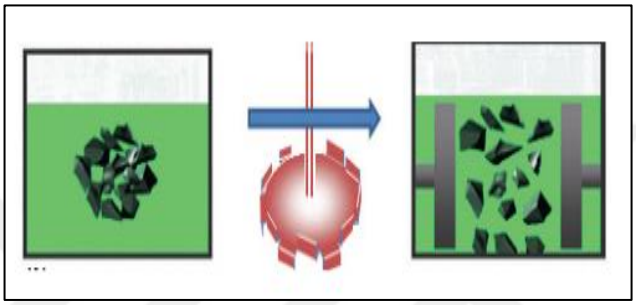
Renklendirme işleminde boyaya bağlayıcı, renk pastaları ve çeşitli katkı maddeleri eklenerek düşük devirli karıştırıcılarda belirli bir süre karıştırılır. İstenilen renk elde edildikten sonra onay alınır ve yarı mamulün dolumuna başlanılır. Dolum için gelen boya, dolum makinalarına transfer edilerek istenilen büyüklükte ki ambalajlara dolumu yapılır. Daha sonra paketlenerek sevkiyat bölümüne gönderilir.



Şekil 1.4. Dispersiyon işlemi

1.5.1. Dispersiyon

Dispersiyon boya, baskı mürekkepleri, sentetik maddeler ya da pigment gibi birçok ürün için üretimin bir süreç adımı olarak nitelendirilmektedir. Boya üretiminde en temel süreçdir. Dispersiyon, toplu halde bulunan partiküllerin mekanik olarak dağıtılması, tanecik boyutunda sıvı sistemde homojen olarak yayılma işlemidir. Dispersiyon ezilme, ıslatma ve stabilizasyon olmak üzere üç aşamada gerçekleşir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Dispersiyon işlem

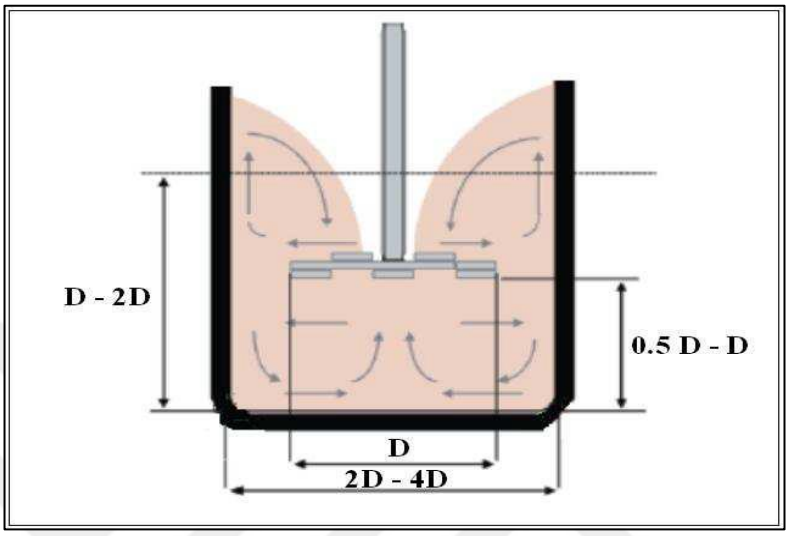
1.5.2. Yüksek devirli karıştırıcılar

Üretim sürecinde çeşitli ekipmanlar kullanılmaktadır. Boya üretiminin olmazsa olmazı yüksek devirli karıştırıcılardır (Şekil 1.6). Yüksek devirli karıştırıcılar, dispersiyonu sağlayan bir dağılım bıçağı, bıçağın dönmesini sağlayan bir motor ve karışımın oluşturulduğu bir dağılım kazanından meydana gelir. Genel olarak dispersiyon sırasında çevresel hızın 20-25 metre/saniye olması gerekir (Daniel, 1970).



Şekil 1.6.Yüksek devirli karıştırıcı

Yüksek devirli karıştırıcı bıçağı ile karışım kazanı arasında belirli bir geometri olması gerekir (Şekil 1.7). Bu geometri sağlandığında boyada dispersiyon işleminin en uygun değerde olduğu tespit edilmiştir. Bu geometriye uygun üretim yapıldığında bir problemle karşılaşılmamaktadır.



Şekil 1.7. Yüksek devirli karıştırıcı geometrisi (Patton, 1979)

Dispersiyon sırasında vortex (Şekil 1.8.) oluşumu gözlenirse mekanik olarak partiküllerin birbirine çarparak ezildiği düşünülür.



Şekil 1.8.Vortex (Burgaç) görüntüsü

1.6. Soyulabilen Boya

Uygulanacağı yüzeye geçici bir süreyle koruyuculuk sağlayan, belirlenen geçici süre bittikten sonra rahatlıkla soyularak yüzeyden ayrılan boyalardır (URL-3). Akrilik ve stiren-akrilik kaplamalar, endüstriyel bakım kaplamaları için gittikçe artan bir şekilde kullanılmaktadır. Mutfak dolabı yüzeyleri ve otomotiv uygulamalarında kullanımı

giderek artmaktadır (Zeno ve diğ, 2007). Bu tez çalışmasında stiren-akrilik esaslı bir emülsiyon reçinesi kullanılmıştır.

Soyulabilen boyalar 2000 yılında Coatings Company grubu tarafından 'Alara 1146' ticari ismi ile kullanılmaya başlamıştır (Demmer, 2005). Cam, alüminyum, doğrama, pvc, çelik, granit, seramik, parke gibi emici olmayan tüm uygulama yüzeylerine kaplanabilen sıva, şap, kaynak, spiral çapağı, inşaat tozu gibi dış etken tehlikelere karşı uygulandığı yüzeye %100 koruma sağlayan ve soyulduğunda yüzeyi temizleme özelliğine sahip koruyucu kaplama malzemeleridir. Soyulabilen boya su bazlı ve solvent bazlı olmak üzere iki çeşittir. Bu çalışmada su bazlı soyulabilen kaplama kaplama üzerine çalışılmıştır.

1.6.1. Soyulabilen boyaların kullanım amacı

Soyulabilen boyanın kullanım amacı; yüzeyi boyalı veya boyasız birçok farklı yüzeye, koruma ve geçici koruyuculuk sağlamak. Uygulandığı yüzeye geçici film oluşturarak, yüzeyleri olası kirlenme etkilerinden veya taşıma sırasındaki darbe ve çizilme risklerinden korumayı amaçlayan bir üründür. İstenildiğinde bu film hiçbir kalıntı bırakmadan yüzeyden kolaylıkla soyulabilir. Soyulduktan sonra da geride temiz bir zemin bırakır. Ayrıca yüzeyde oluşan kirlerin kolaylıkla temizlenmesini ve yüzeyin ortam kirliliklerine, ışığa, suya, neme ve korozyona karşı korunumunu sağlar.

1.6.2. Soyulabilen boyanın özellikleri

Su bazlı soyulabilen boyanın özellikleri; su, yağ, boya, sıva, alçı vb. tehditlere karşı uygulandığı yüzeye %100 koruma sağlar. Su bazlı olduğundan boyalı ve plastik yüzeylere de uygulanabilir. Su bazlı olduğundan kokusuzdur, iç cephe alanlarında rahatlıkla kullanılır. Çevre ve sağlığa zararlı değildir.

Solvent bazlı soyulabilen boyanın özellikleri; su, yağ, boya, sıva, alçı vb. tehditlere karşı uygulandığı yüzeye %100 koruma sağlar. Solvent bazlı olduğu için uygulandığı alana zararlı koku bırakır, bu nedenle dış alanlarda veya çok iyi havalandırma altında uygulanmalıdır. Çok hızlı kuruyup film oluşturur ve çok kolay soyulur.

1.6.3. Soyulabilen boyanın kullanım alanları

Genel olarak soyulabilen boyalar, boya kabini duvarlarına, inşaat aşamasında veya tadilat aşamasındaki kapı pencere doğramalarına, cam yüzeylere, ahşap lamine ve parke yüzeylere, mermer veya granit yüzeylere, epoksi kaplı yüzeylere, teknelerin yüzeylerine gibi birçok farklı alana geçici koruma veya uzun süreli koruma amaçlı kullanılabilir.

Su bazlı soyulabilen boyanın kullanım alanı; Emici olmayan yüzeyler, boyalı ve boyasız her türlü yüzey, plastik ve metal yüzeyler, pencere doğramaları, cam yüzeyler, mermer veya granit yüzeyler, epoksi kaplı yüzeyler, kompozit yüzeyler, emici olmayan ahşap lamine ve parke yüzeylerdir. Solvent bazlı soyulabilen boyanın kullanım alanı; emici olmayan yüzeyler, boyasız yüzeyler, plastik ve metal yüzeyler, pencere doğramaları, cam yüzeyler, mermer veya granit yüzeyler, kompozit yüzeylerdir.

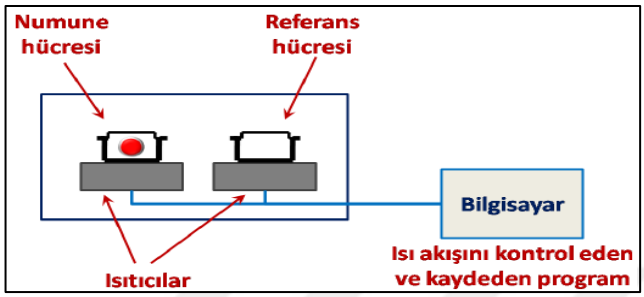
1.7. Soyulabilen Boya Karakterizasyon Yöntemleri

Tez çalışmasında mekanik özelliklerin belirlenmesinde (DMA) ve sıyrılma davranışını incelemek için çekme testi kullanılmıştır. Kaplamaların yüzeyi ıslatma davranışı da temas açısı ölçümleri ile belirlenmiştir. Isıl özelliklerin belirlenmesinde diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ve Termo-gravimetrik analiz (TGA) yöntemleri kullanılmıştır. Bu bölümde bu testlerle ilgili genel bilgiler verilmiştir.

1.7.1. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC)

Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC), örneğe ve referansa verilen ısı akısı arasındaki farkı, kontrollü bir sıcaklık artış değeri uygulayarak sıcaklığın fonksiyonu olarak kayıt altına alan ısıl karakterizasyon yöntemidir. Isıl analiz tekniklerinde en çok kullanılan enstrümandır. Bu yöntem, referans örnek ile numune sıcaklıklarının aynı tutulması için verilen ısı akısı farkını ölçülmesine dayanır (Menczel, 2009). Numunelerin ısınması ve soğutulması sırasındaki enerji miktarları ölçülür. DSC testiyle malzemenin ısıl geçişlerdeki entalpi değişimi, erime sıcaklığı, camsı geçiş sıcaklığı, kristallenme sıcaklığı, ısıl bozunma sıcaklığı ve çapraz bağlanma sıcaklığı ölçülebilir (Kodre, 2014). Şekil 1.9'da görüldüğü gibi, bir DSC hücresinin içerisinde

iki farklı kalorimetre bulunmaktadır. Bunlardan birine referansı diğerine ise numuneyi içeren kroze (pan) yerleştirilir. Ölçme sırasında referans ve numunenin sıcaklıkları eşit tutulur. Örnek ile referans arasında sıcaklık farkı saptandığında örneğe verilen ısı miktarı değiştirilir ve böyle faz geçişleri sırasındaki ısı transferi miktarı belirlenir (Hazer, 2018).

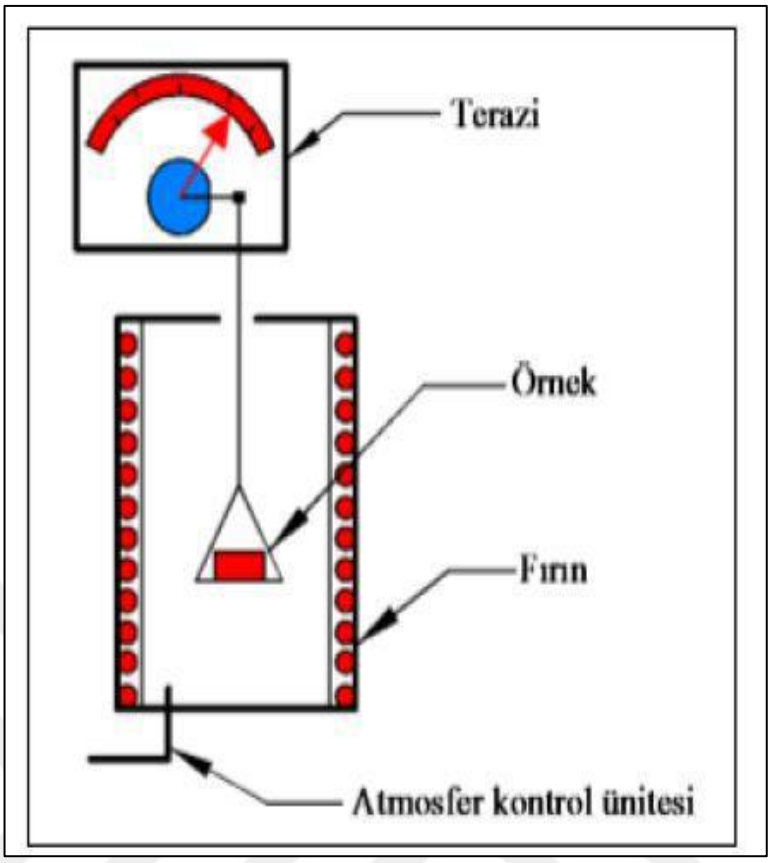


Şekil 1.9. DSC'nin şematik gösterimi

DSC analizi ile polimerik numunenin camsı geçiş, erime, kristalizasyon sıcaklıkları ve entalpi değişimleri belirlenebilir.

1.7.2. Termogravimetrik analiz (TGA)

Termogravimetrik analiz (TGA), birbirinden farklı malzemeleri karakterize etmek için kullanılan ısıl analiz yöntemlerinden biridir. Atmosferik şartlar (azot, hava) altında numunelerin kütlesindeki değişim miktarının sıcaklığın bir fonksiyonu olarak kaydedilir. Numune kütle miktarı veya yüzdesinin, zamana, sıcaklığa ve atmosfer şartlarına göre değişimi grafiksel olarak elde edilir. Bu grafiğe termogram veya ısıl bozunma eğrisi ismi verilir. Şekil 1.10'da TGA cihazının temel bileşimleri gösterilmiştir. Numune alüminyum bir kroze içerisine konulup cihazın hassas terazine yerleştirilir, istenilen sıcaklık aralığı değerlerinde analiz gerçekleştirilir. Ticari olarak kullanılan TGA'lar için sıcaklık aralıkları, çoğunlukla ortam sıcaklığından 1000 °C'ye kadar olup, bu da polimerik malzemeleri için yeterli bir sıcaklık değeridir. Ölçümde genellikle polimerik malzemenin kütle kaybı gözlemlenir. Ancak bazı durumlarda oksitleyici bir atmosferdeki ısıtmalarda bozulmadan önce kütle artışı gözlemlenebilmektedir (Sichina,2000).



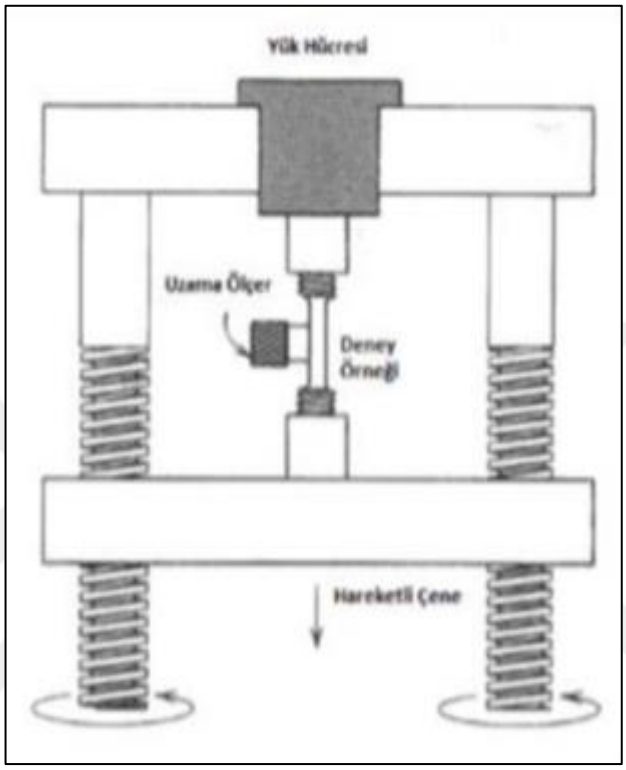
Şekil 1.10. TGA cihazının şematik görünümü

1.7.3. Çekme testi

Çekme testi, sabit bir gerilimde polimerlerin gösterdiği gerinim değişiminin belirlendiği mekanik bir testtir. Polimer malzemenin mekanik özelliğinin belirlenmesinde uygulanan en önemli test metodudur (Üçpınar, 2018). Bu test yardımıyla, malzemenin uygulanan yüke karşılık gösterdiği elastik ve plastik davranış belirlenmektedir (Karslı, 2014). Çekme testinde, numunelerin alt ve üst çenelere yerleştirilmesi, ekstansometre gibi yardımcı cihazlarla malzemenin uzama davranışı ve malzemenin bu uzamaya karşı gösterdiği direncin kuvvet cinsinden ölçülmesi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca çenelerde hareketli çenenin yeri değiştirilebilerek farklı tasarımlar oluşturulabilmektedir (Savaşçı, 1989). Çekme testi cihazının basit gösterimi Şekil 1.11'de verilmiştir.

Çekme testinde genel olarak malzemelerin, akma, çekme ve kopma dayanımları, kopma uzama değerleri ve elastiklik modül değerleri hesaplatılır. Bu tezde çekme testiyle malzemenin yüzeyden sıyrılma dayanımı belirlenmiştir. Bunun için, üretilen

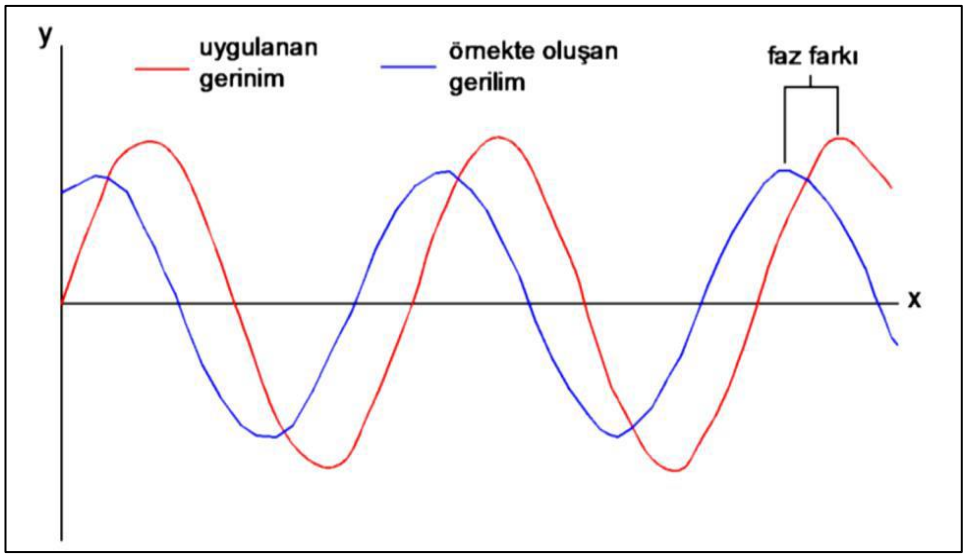
filmler metal çubuklara uygulandı. Metal çubuğun bir ucundan film tamamen soyularak üst çeneye tutturuldu ve belirli bir uzunlukta filmlerin soyulması için gereken çekme kuvveti belirlendi. Testler her bir örnek için dört kez tekrar edildi ve sonuçlar ortalama değer olarak verildi.



Şekil 1.11. Çekme testi cihazı basit gösterimi

1.7.4. Dinamik mekanik analiz (DMA)

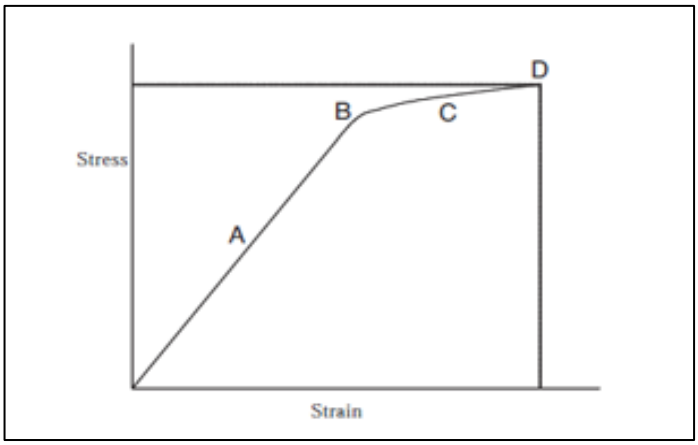
Dinamik mekanik analiz (DMA), polimer ve benzeri özellikteki malzemelerin kuvvet, gerilim, gerinim, frekans ve sıcaklık ölçümleriyle fiziksel özelliklerini belirlemede kullanılır. Bu metotta, numunelere mekanik stres uygulanır ve numune tarafından yanıt olarak verilen gerilim değeri ölçülür (Şekil 1.12). Malzemenin uygulanan kuvvete karşılık verdiği yanıtın gecikmesi sonucu oluşan faz farkından faz açısı δ bulunur (Menard,2008).



Şekil 1.12. DMA'da malzemeye uygulanan gerinim ve malzemede oluşan gerilim eğrileri (Karslı, 2014)

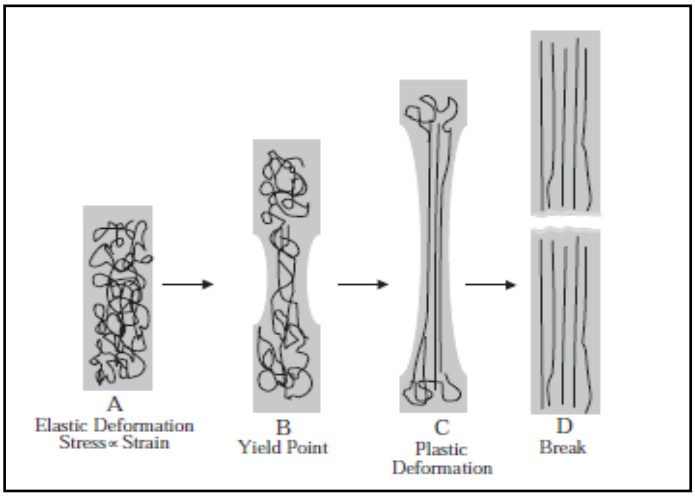
Polimerik malzemeler viskoelastik yapıda olduklarından mekanik özellikleri zamana, frekansa ve sıcaklığı göre değişkenlik gösterir. DMA genel olarak, numunedeki enerji depolama (elastik özellik) ve enerji kaybını (viskoz özellik) ölçer (URL-4).Bu özellikler malzemenin depo (elastik) modülü (E'), kayıp modülü (E'') ve sönümleme faktörü (tan δ) değerlerinin sıcaklığın fonksiyonu olarak ölçülmesi ile bulunur (Akay, 2015). Malzemelerin elastik davranışları depo modülü ile viskoz davranışları ise kayıp modülü ile belirlenir. Enerji dağılımının bir parçası olan tan δ değeri ise kayıp modülünün depo modülüne bölünmesiyle bulunur. Malzemelerin camsı geçiş sıcaklığı Tan δ eğrileri ile bulunur. Camsı geçiş, ana zincirde meydana gelen geniş çaplı hareket sonucu oluşur. Bu eğrilerde pik yüksekliğinin düşük olması ara yüzey iyi bir bağlanmanın gerçekleştiğini gösterir. Tez çalışmasında kullanılan DMA cihazında, kontrollü gerilim/gerinim (multifrequency), çoklu germe (multistrain), çoklu gerinim (multistress), sürünme (creep), gerilim/gerinim (strees/strain), gerinim oranı (strain rate) modlarından gerilim/gerinim modu kullanılmıştır.

Gerilim / gerinim modunda ki test, polimerik filmler için yaygın olarak kullanılan bir dinamik mekanik testtir (McGinityand Felton, 2008).



Şekil 1.13. Gerilim/Gerinim grafiği

Bir film kaplama sisteminin geliştirilmesinde, serbest filmlerin mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi, kaplamanın temel özelliklerini kolayca belirleyebilir. Gerilim / gerinim modundan elde edilen grafiklerin yorumlaması Şekil 1.13'de gösterilmiştir. A bölgesi gerilimin gerinimle orantılı olduğu elastik deformasyon bölgesi, B bölgesi sünme noktası, C bölgesi polimer zincirlerinin kendilerini yönlendirdiği plastik deformasyon bölgesi, D bölgesi ise film kırılma bölgesidir. Gerilme sırasında oluşan polimer zincir düzenindeki değişiklikler Şekil 1.14'de gösterilmiştir.

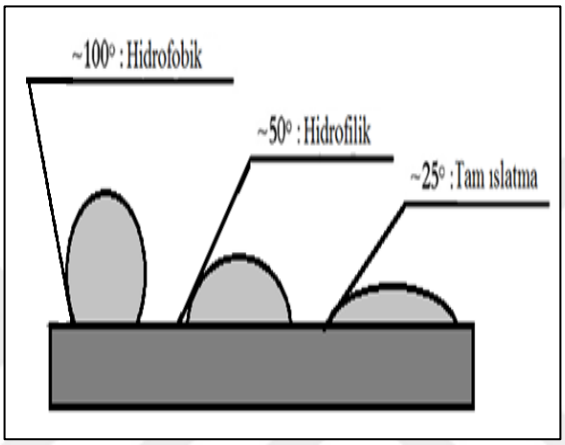


Şekil 1.14. Gerilim sırasında polimerlerin davranışları

1.7.5. Su ile temas açısı

Katı ve sıvı yüzeyler arasındaki açı, temas açısı ile karakterize edilir. Temas açısının büyüklüğü, sıvının kendi molekülleri arasındaki çekim kuvvetleri (kohezyon kuvvetleri) ile sıvı-katı arası çekim kuvvetlerinin (adezyon kuvvetleri) göreceli

büyüklüğüne bağlıdır. Bu açı 90º'den küçükse sıvı yüzeyi ıslatıyor; eğer 90°'den büyükse ıslatmıyor demektir (Şekil 1.15). Yani su damlası yüzeyde yayılma eğilimi gösteriyorsa hidrofilik yüzey, damla yayılmak yerine küresel bir şekilde durma eğilimi gösteriyorsa hidrofobik yüzeydir. Temas açısını etkileyen en önemli faktörler katının yüzey enerjisi ve pürüzlülüğüdür. Katı yüzeylerin, serbest yüzey enerjisi düştükçe hidrofobik özellikler artış göstermektedir. Yüzey pürüzlülüğünün artması ise, hidrofobik karakterin artmasına sebebiyet vermektedir.



Şekil 1.15. Karışımların temas açıları

1.8. Literatür Özeti

Soyulabilen boyalar, imalat, montaj ve nakliye sırasında çeşitli ürünlerin, parçaların veya bileşenlerin yüzeylerini korumak için yaygın olarak kullanılır. Bu kaplamalar, kazıma, çentikleme, çukurlaşma, lekeleme veya korozyon gibi yüzey hasarlarını önlemek için kullanılır ve aynı zamanda temizleme işlemlerini basitleştirmek ya da tamamen ortadan kaldırmak içinde tercih edilirler. Böylece geçici kaplamanın çıkarılmasıyla yüzey kontaminasyonu ortadan kaldırılır. Aynı zamanda soyulabilen boyalar otomobillerin veya çeşitli ekipmanların taşınımı sırasında da yüzeyin korunması için kullanılır. Soyulabilen boya kullanımı sırasında yüzeyde kir, yağ veya gres kontaminasyonları var ise uygulama sonrasında yüzey temizlenmiş olur. Soyulabilen boya uygulandıktan sonra çözücüsü buharlaşır ve kaplama bir film oluşturur. Kaplama üzerine gelen her türlü boya, mürekkep ve leke bu filmin yüzeyini geçmeyip kaplama üzerine yapışır. Elde edilen koruyucu kaplama, sulu veya susuz sıyırma veya yıkama çözeltisi uygulanmadan yüzeyden sıyrılarak veya soyularak çıkarılabilir. Soyulabilen boyalarda termoform işlemleri sırasında yüzey korunumu ve

sonrasında kolaylıkla soyulması için plastikleştiriciler kullanılmaktadır (Lewandowski, 2003).

Soyulabilen boya, esnek ambalaj filmlerinin başarılı bir şekilde geliştirilmesi ve ticarileştirilmesinde önemli bir teknolojidir. Bu kaplamalarını geliştirilip bütün yüzeylere daha iyi uygulanıp daha iyi soyulması için yapılan çalışmalar literatürde sınırlı sayıda bulunmaktadır. Bu bölümde yapılan tez çalışmasının amacına yönelik literatür araştırması sonucu elde edilen bilimsel çalışmalar özetlenmiştir.

Beltis ve diğ. (2012), Yüzeylerden istenmeyen kimyasalların analizi için soyulabilen boyaları çalışmışlardır. Bu çalışmanın sonunda, soyulabilen boyanın gazlı beze göre yüzeylerde ki kimyasal analiz tespitindeki veriminin üç kat daha iyi olduğunu raporlamışlar.

Gheribi ve diğ. (2018), bitkilerden elde edilen zamka, çeşitli plastikleştirici (PEG-200-400, gliserin, sorbitol) ekleyerek film özelliklerini karşılaştırmışlar. Gliserin hammaddesi ile oluşturulan filmlerin diğerlerine göre daha esnek ve daha düşük camsı geçiş sıcaklığına (T_g) sahip olduğunu raporlamışlar.

Lewandowski ve diğ. (2003), Soyulabilir boya için yeni bir reçine hazırlayarak, 12°C T_g'ye sahip çapraz bağlanabilir sülfür-tala-silanol (SUS) karışım reçinesini üretmişlerdir. Reçinenin içerisine ağırlıkça % 10'u geçmeyecek şekilde gliserin ilave edip çalkalayarak karışım hazırlamışlar, bu karışımı 0,2 mm kalınlıkla cam yüzeye uygulayıp çekme testiyle soyulabilme kuvvetlerini (N/dm) belirlemişler. Gliserin miktarının % 4'ün üzerine çıktığında, soyulabilme kuvvetinin 0'a yakın olduğunu bulmuşlardır. SUS karışımına ağılıkça % 5 oranında gliserin ilave edip karıştırarak karışım hazırlanmış ve bu karışım farklı yüzeylere (cam, alüminyum, polyester, seramik) farklı kalınlıkla (0,05 mm-0,30 mm) uygulanıp çekme testiyle ortalama soyulabilme kuvvetleri saptanmıştır. Soyulabilme filminin yırtılmaması için minimum 0,05 mm kalınlıkla uygulanması gerektiğini ve soyulabilen boyanın en iyi alüminyum yüzeyden soyulduğunu belirlemişler. Daha sonra SUS karışımına, ağırlıkça %5 oranında farklı katkı maddeleri (Triglycerol, PEG 600-2000-5000, Ethlylene-Dietylene-Trietylene glycol), ekleyerek 0,2 mm kalınlıkla cam yüzeye uygulayıp çekme testiyle soyulabilme kuvvetleri (N/dm) hesaplanmış. Burada, Polietilen

glikolün için hazırlanan karışımların yapışma özelliğinin moleküler ağırlığına bağlı olduğu, moleküler ağırlığının 600'ün altında olduğunda yüzeye yapışmanın etkisiz olduğunu raporlamışlar.

Haq ve diğ. (2013), sakız esaslı yenilebilir filmlerde kaplama özelliklerinin, plastikleştiricinin tipi ve miktarı ile ilişkisini incelemişler. Plastikleştirici miktarının artmasıyla kopma uzamasının arttığını, gerilme direncinin ise azaldığını raporlamışlar.

Kohli (2010), yüzey kirleticilerinin engellenmesi için soyulabilir kaplamaları incelemiş. Yüzey temizliği için soyulabilir kaplamanın maliyetinin düşük olduğunu ve etkili bir yöntem olduğunu raporlamışlar.

Toader ve diğ. (2006), ağır metal yüzey dekontaminasyonu için bentonit kil içeren, su bazlı, soyulabilen kaplamaları incelemişler. Plastikleştirici olarak kullanılan Gliserinin karışımdaki miktarının % 5'den % 10'a çıkmasıyla maksimum gerilme direncinin (MPa) düştüğünü gözlemlemişler.

Grogan ve diğ. (1992), su bazlı soyulabilen kaplamaların bileşim ve yöntemini incelemişler. Reçine olarak, katı madde yüzdesi % 46-65, pH değeri 4-9 arasında olan vinil asetat emülsiyon, kalıp ayırıcı olarak teksanol, plastikleştirici olarak gliserin kullanmışlardır. Ürettikleri kaplamaları fırça, sprey veya daldırma ile uygulamışlar. Kaplamanın cam, metal, beton, doğal ve sentetik elastomer ve gözenekli/gözeneksiz çeşitli yüzeylerde ki uygulamalarında kolaylıkla soyulduğunu tespit etmişler.

Fang ve diğ. (2005), cam, metal, plastik, doğal ve sentetik elastomerler, otomotiv boyası gibi yüzeylerde su bazlı soyulabilen kaplama bileşimlerini incelemişler. Reçine olarak vinil toluen akrilat kopolimer, plastikleştirici olarak polypropylene glycol kullanmışlardır. Ürettikleri soyulabilir kaplama, mükemmel sertlik, parlaklık, esneklik, aşınma direnci ve yapışma sergilemiştir. Darbelere, hava koşullarına, asitlere ve suya dayanıklı bir kaplama üretilmiştir. Çalışmada üretilen, soyulabilir kaplama aromatik ve klorlu çözücülerde çözünür özellikte olduğunu raporlamışlardır. Fırça, sprey veya daldırma ile uygulanabilmektedir.

Zhang ve diğ. (2005), otomotiv boyası, metal, cam, plastik, beton, doğal ve sentetik seramik yüzeylerde soyulabilen kaplama bileşimini incelemişler. Reçine olarak, stiren bütadien kopolimer, silikon poliüretan kopolimer ve akrilik nitril kopolimer kullanmışlardır. Plastikleştirici olarak, gliserin, polietilen glikol, dibütil ftalat ve 2,2,4-trimetil-1,3 seçilmiştir. Ürettikleri kaplamaları metal, cam, plastik, beton, doğal/sentetik elastomer ve seramik yüzeylerde ki uygulamalarında kaplamanın kolaylıkla soyulduğunu tespit etmişler. Kaplamaların, yüzeylere sprey yardımıyla kolaylıkla uygulandığını ayrıca uygulanan kaplamanın soyulduktan sonra yüzeyi temizlediğini gözlemlemişler.

2.MALZEME VE YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılan malzemelerin özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

2.1. Malzemeler

Hazırlanan karışımlarda kullanılan ana hammaddeler bağlayıcı ve plastikleştiricilerdir. Kullanılan bağlayıcı ve plastikleştiricilerin özellikleri bu bölümde verilmiştir.

Bağlayıcı;

Tablo 2.1. Sulu alifatik poliüretan özellikleri

Fiziksel hali	Sulu emülsiyon
Renk	Beyazımsı
Yapısı	Sulu alifatik poliüretan
pH 25°C	7 - 8
Minimum film oluşturma sıcaklığı (°C)	0
Partikül boyutu (μ)	0,1-0,3
Parlama noktası	Yanıcı değildir
Katı madde yüzdesi	39 ± 1 % Su
Viskosity(mPas,30 °C)(Brookfield rvt20 rpm)	50-800

Bağlayıcı olarak kullanılan sulu alifatik poliüretan "Alberdingk Boley" firmasından temin edilmiştir. Özellikleri Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Akrilik emülsiyon özellikleri

Fiziksel hali	Sulu emülsiyon
Renk	Beyazımsı
Yapısı	Akrilik emülsiyon
pH 25°C	9,5
Minimum film oluşturma sıcaklığı (°C)	16
Partikül boyutu (μ)	0,1-0,3
Parlama noktası	Yanıcı değildir
Katı madde yüzdesi	50 ± 1 % Su
Viskosity(mPas,30 °C)(Brookfield rvt20 rpm)	2000-6000

Akrilik emülsiyon “ROHM AND HAAS” firmasından tedarik edilmiştir. Özellikleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

Soyulabilen kaplamanın bağlayıcısı olarak kullanılan Stiren / akrilik emülsiyon (MFFT 0°C) “ROHM AND HAAS” firmasından tedarik edilmiştir. Tablo 2.3`de çalışmada kullanılan malzemenin özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.3. Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 0°C)

Fiziksel hali	Sulu emülsiyon
Renk	Beyazımsı
Yapısı	Stiren / akrilik emülsiyon
pH 25°C	7,5 - 9
Minimum film oluşturma sıcaklığı (°C)	0
Partikül boyutu (µ)	0,1-0,3
Parlama noktası	Yanıcı değildir
Katı madde yüzdesi	49 ± 1 % Su
Viskosity(mPas,30 °C)(Brookfield rvt20 rpm)	1500-6000

Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 15°C) “ROHM AND HAAS” firmasından tedarik edilmiştir. Özellikleri Tablo 2.4’de gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 15°C)

Fiziksel hali	Sulu emülsiyon
Renk	Beyazımsı
Yapısı	Stiren / akrilik emülsiyon
pH 25°C	7,5 - 9
Minimum film oluşturma sıcaklığı (°C)	15
Partikül boyutu (µ)	0,1-0,3
Parlama noktası	Yanıcı değildir
Katı madde yüzdesi	50 ± 1 % Su
Viskosity (mPas,30 °C)(Brookfield rvt20 rpm)	2000-6000

Plastikleştiriciler;

Plastikleştirici olarak kullanılan polietilen glikol 400-8000 (PE4, PE8) Acar Kimya’dan, paraffin bazlı emülsiyon (PB) “BYK” firmasından alınmıştır, sülfatlanmış

yağ asidi (SA) ise Polisan Kansai Boya firmasında sentezlenmiştir. Tablo 2.5`de çalışmada kullanılan plastikleştiricileri özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.5. Çalışmada kullanılan plastikleştiricilerini özellikleri

	PE4	PE8	PB	SA
Faz	Sıvı	Katı	Sıvı	Sıvı
Yoğunluk gr/cm^{3}20 °C	1,13	1,2	0,96	1,01
Parlama Noktası >	200	200	100	200
Parlama Noktası >	5	60	100	29
pH (100 gr/l H_2O)	5-7	5-7	5-7	5-7

Tez çalışmasında film oluşturucu madde olarak kullanılan ajan Derin Kimya firmasından temin edilen Teksanol'dur. Kimyasal formülü $C_{12}H_{24}O_3$, molar kütlesi 216,3172 g/mol'dür. Teksanol, film oluşma sıcaklığını düşürerek kaplamada film oluşumunu ve film oluşumu sırasında oluşabilecek çabuk kurumadan kaynaklı çatlamaları önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Viskozite ayarlamak için su kullanılmıştır. Tablo 2.6`da çalışmada kullanılan film oluşturucu ajanın özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.6. Film oluşturucu ajan özellikleri

	Teksanol
Özgül Ağırlık Kg/L 20 °C	0,95
Parlama Noktası	> 122 °C
Donma Noktası	< 70 °C
Suda Çözünürlük 20 °C gr/l	0,5-3,79

2.2. Yöntem

2.2.1. Soyulabilen kaplama örneklerin hazırlanması

Bu tez çalışması iki bölümden meydana gelmektedir. İlk bölümde, film oluşturma sıcaklığı uygun olan (0° ile 17° arasında) 4 farklı su bazlı bağlayıcı seçildi. Bu bağlayıcılara plastikleştirici, yüzey ayırma ajanı ve su ilave edilerek 4 farklı karışım hazırlandı ve karakterizasyon testleri yapıldı (Grogan ve diğ., 1992). Üretilen karışımların yüzde bileşenleri Tablo 2.7'de verilmiştir.

İkinci bölümde ise birinci bölümde seçilen bağlayıcıya, 3 farklı oranda plastikleştirici, film oluşturucu ajan ve su ilave edilerek karışımlar hazırlandı.

Tablo 2.7.Hazırlanan bağlayıcı karışımlarının oranı

Numune ismi	1.Karışım	2.Karışım	3.Karışım	4.Karışım
Sulu alifatik poliüretan	97,3			
Akrilik emülsiyon		93,8		
Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 15°C)			97,3	
Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 0°C)				93,8
Gliserin	0,42	0,42	0,42	0,42
Mono Propilen Glikol	0,5	2	2	0,5
Su	1,78	3,78	0,28	3,78

Bu karışımlara ek olarak, bir karışıma plastikleştirici ilave edilmedi, diğer karışıma ise film oluşturucu ajan ve plastikleştirici eklenmeden iki farklı karışım hazırlandı. Bu şekilde üretilen tüm karışımların yüzde bileşenleri Tablo 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.8. Hazırlanan karışımların oranı

	V1 PE4 %1	V2 PE8 %1	V3 SA %1	V4 PB %1	V5 PE4 %3	V6 PE8 %3	V7 SA %3	V8 PB %3	V9 PE4 %5	V10 PE8 %5	V11 SA %5	V12 PB %5	V13 P.siz	V14 T.suz %5 PE8
Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 0°C)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Teksanol	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
PE4	1				3				5					
PE8		1				3				5				5
SA			1				3				5			
PB				1				3				5		

Karışımların üretiminde "Dispermat" markalı 0,25-15 litre aralığında 2,2 kw gücünde karıştırıcı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan karıştırıcı Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Karışımlar 0,25 litrelik metal bir kap içerisinde, numune sıralamasına göre ilave edilip 10 dakika karıştırılarak hazırlanmıştır. Karıştırma sırasında sıcaklık oda şartları, karıştırıcı hızı ise 500-600 devir arasına ayarlanmıştır.



Şekil 2.1. 2,2 kw,025-15 litre karıştırıcı

2.2.2. Karakterizasyon

Hazırlanan karışımlara öncelikle standart bir kaplamada uygulanan fiziksel testler uygulanmıştır. Daha sonra ısı, mekanik ve yüzey ıslatma davranışlarının belirlendiği testler yapılmıştır. Karışımların ısıl, mekanik ve fiziksel özellikleri için aşağıda özetlenen yöntemler kullanılmıştır.

-pH metre

Hazırlanan karışımların pH'ı oda sıcaklığında ''Schoot lap 860 cvor'' marka pH metre cihazı ile belirlenmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. pH metre

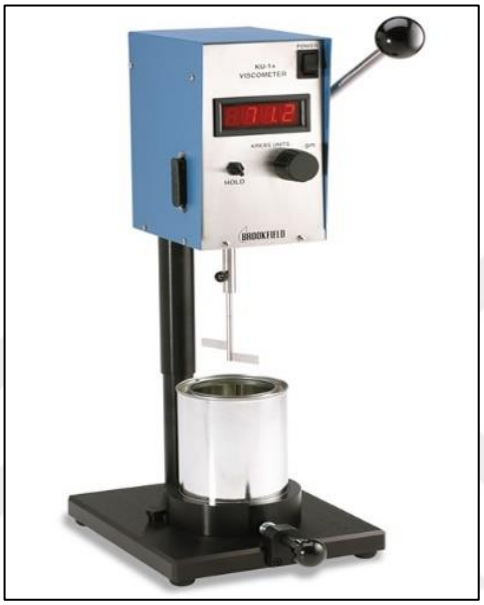
-Katı madde miktarı

Karışımların katı madde miktarlarının belirlenmesi için aşağıda detayları yazılı olan gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Alüminyum folyodan yapılmış küçük ambalajların içerisine yaklaşık 1 g karışım numuneleri hassas terazide tartıldı. Bu kaplar etüvde (105±2 °C'de) 2 saat bekletilmiştir. Karışım içerisindeki suyun tamamı

buharlaştırılmıştır. Ambalajlar desikatöre alınıp oda sıcaklığına getirildikten sonra tekrar tartılıp, aşağıdaki formül kullanılarak % katı madde miktarı hesaplanmıştır.

-Viskozite

Hazırlanan karışımların viskozite değerleri oda sıcaklığında ‘’Brookfield’’ marka viskozimetre metre kullanılarak centipoise (Cp) cinsinden ölçülmüştür (Şekil 2.3).



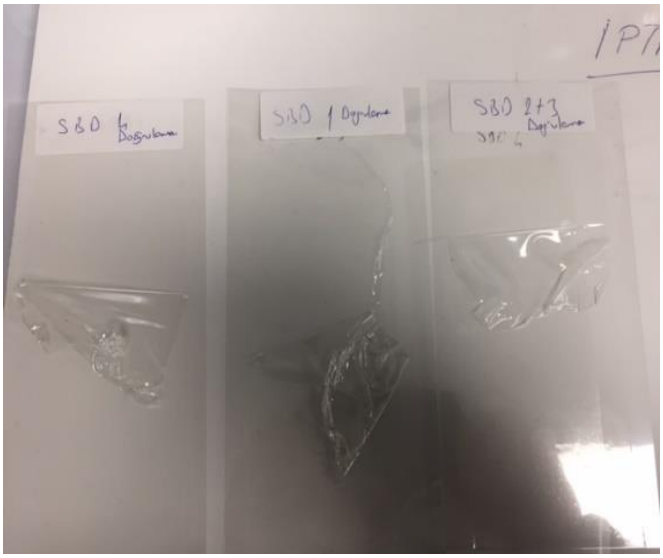
Şekil 2.3. Viskozimetre cihazı

-Kuruma testi

Hazırlanan karışımların oda sıcaklığında kuruma süreleri belirlenmiştir.

-Yüzeyden ayrılma ve ayrılmada film bütünlüğü testi

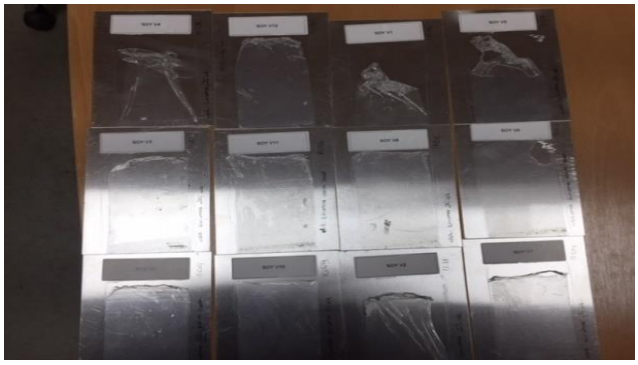
Hazırlanan karışımların 300 µ aplikatör yardımıyla cam, metal, pvc, asetat ve panel yüzeylere uygulaması yapılmıştır. Kaplama karışımı uygulanan yüzeyler 1 saat oda şartlarında bekletildikten sonra filmlerin yüzeyden ayrılma kolaylığı ve yüzeyden ayrılmada ki film bütünlüğü değerlendirilmiştir (Şekil 2.4, Şekil 2.5, Şekil 2.6 ve Şekil 2.7).



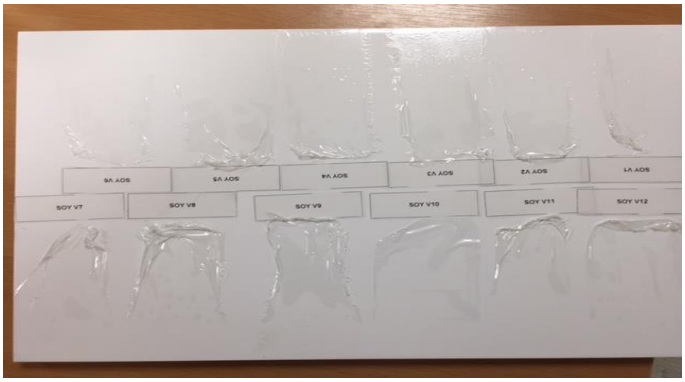
Şekil 2.4. Karışımların asetat yüzeye uygulanması



Şekil 2.5. Karışımların cam yüzeye uygulaması



Şekil 2.6. Karışımların metal yüzeye uygulaması



Şekil 2.7. Karışımların mobilya yüzeyine uygulaması

-Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC)

Karışımların diferansiyel taramalı kalorimetri analizleri, Mettler Toledo DSC 1 cihazında azot atmosferi altında yapılmıştır (Şekil 2.8). Karışımların testleri -50 °C ile 120 °C arasında 10 °C/dakika ısıtma hızı ile gerçekleştirilmiştir. Test sırasında cihaza, 30 ml/dakika akış hızında yüksek saflıkta ki azot gazı beslenmiştir. Test sonuçları "Stare System" yazılımıyla değerlendirilmiştir. DSC sonuçlarında, camsı geçiş sıcaklıkları (T_g),erime sıcaklıkları (T_m),erime entalpileri (ΔH) bulunmuştur.



Şekil 2.8. DSC cihazı

-Termo-Gravimetrik Analiz (TGA)

Hazırlanan karışımların termo-gravimetrik analizleri Mettler Toledo Stare Trademark cihazı kullanılarak nitrojen atmosferi altında gerçekleşmiştir (Şekil 2.9).Karışımlar 25 °C ile 800°C arasında, 10 °C/dakika ısıtma hızı ile test edilmiştir. Test sonuçları "Stare System" yazılımıyla değerlendirilmiştir. TGA'dan başlangıç bozunma sıcaklığı (onset), bitiş bozunma sıcaklığı (endset) ve ortalama bozunma (average) sıcaklıkları belirlenmiştir.



Şekil 2.9. TGA cihazı

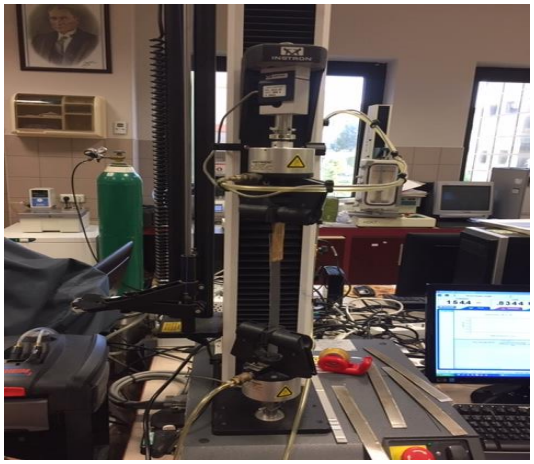
-Çekme Testi Cihazı

Hazırlanan karışımlar 2 cm genişlik, 2 mm kalınlık ve 5 cm uzunluk ile metal bir yüzey üzerine uygulanmıştır (Şekil 2.10). Numunelerin yüzeyden sıyrılma dayanımı için yapılan çekme testleri "Instron Trademark "marka test cihazında, 300 mm/dk çekme hızında ve oda sıcaklığında yapılmıştır (Şekil 2.11).



Şekil 2.10. Karışımların metal yüzeye uygulaması

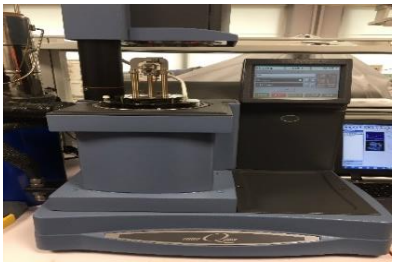
Her bir numune için çekme testi dört kere tekrarlanmış olup sıyrılma dayanım değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.11. Çekme cihazı

-Dinamik Mekanik Analiz (DMA)

Karışımların DMA testleri gerilim modunda “TA Instruments Model Q800” cihazı (Şekil 2.12) kullanılarak yapılmıştır. Kelepçe gerilimi ‘film’, test yöntemi gerilim/germe seçilmiştir. Numune ölçüleri; 5,8 mm uzunluk,13 mm genişlik, 0,09 mm kalınlık olarak hazırlanmıştır. Kuvvet frekansı 0.1 N/dakika olarak belirlenmiştir. Karışımların 25 °C sıcaklıkta ki % 400 uzamasına karşılık gerilim (MPa) değerleri bulunmuştur.

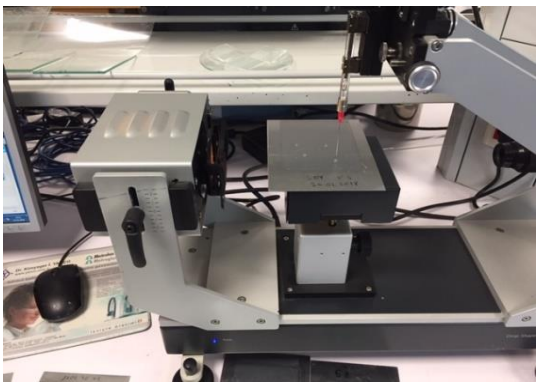


Şekil 2.12. DMA cihazı

-Temas açısı

Karışım numuneleri aplikatör yardımıyla metal yüzeylere 300 mikron kalınlığında uygulanmıştır. Soyulabilen kaplamaların film yüzeylerinin ıslatma davranışları “Krüss DSA25S” marka temas açısı ölçüm cihazı ile incelenmiştir (Şekil 2.13). Çalışmada durgun damla (sessile drop) temas açısı ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Oluşturulan su damlasının hacmi 10 µl, damlatma hızı 16 ml/mm, ölçüm aralığı 30 sn, frekansı 1 ve sıcaklığı 23 °C ayarlanarak ölçümler yapılmıştır. Her bir numune için ölçüm işlemi

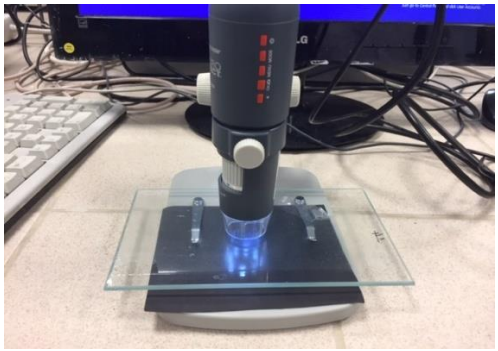
dört farklı noktadan yapılmış olup, numunelerin ortalama yüzey serbest enerjileri (mN/m), sağ-sol ve ortalama temas açıları hesaplanmıştır.



Şekil 2.13. Temas açısı belirleme cihazı

-Dijital mikroskop

PEG 400, PEG 8000, sülfatlanmış yağ asidi ve parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricilerinin %5 oranında kullanıldığı kaplama karışımları, plastikleştirici kullanılmayan karışım ve teksanol içermeyen %5 oranında PEG 8000 içeren karışım numuneleri (9,10,11,12,13 ve 14 numaralı karışımlar) cam ve metal yüzeye 300 mikron (µ) aplikatör yardımıyla uygulandı. Kuruma süresi (1 saat) tamamlandıktan sonra "mikrodirect 1080p hdmı" markalı dijital mikroskop cihazı ile filmlerin uygulama yüzeyleri incelenmiştir (Şekil 2.14). Elde edilen görüntüler bilgisayar ortamında "portable capture hd"programı ile kaydedilmiştir.



Şekil 2.14.Dijital mikroskop

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Uygun Bağlayıcı Seçim İçin Yapılan Testlerin Sonuçları

Çalışmada kullanılacak uygun bağlayıcı bulunması için Tablo 2.7'de belirtilen sıralamada ve oranda dört farklı soyulabilen kaplama karışımı hazırlanmıştır. Bu kaplamalara fiziksel ve mekanik karakterizasyon testleri uygulanmıştır.

3.1.1. Fiziksel karakterizasyon

-Kuruma süresi

Farklı bağlayıcı içeren soyulabilen kaplama örnekleri (Tablo 2.7), 300 mikron (μ) aplikatör yardımıyla cam, metal, pvc, asetat ve panel yüzeylerine yapılan uygulamaları oda sıcaklığında 1 saat süre içerisinde kurumuştur. Numunelerin 1 saat içerisinde kuruması kullanım açısından istenilen bir özelliktir.

-Viskozimetre ve % katı madde sonuçları

Dört farklı bağlayıcılı karışımların viskozite ve % katı madde değerleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Viskozimetre testi oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Yapılan test sonuçlarına göre % katı madde miktarı düşük olan karışımın, viskozitesinin düşük olduğu görülmüştür. Birbirlerine yakın oranlarda bağlayıcı kullanılmasına rağmen hazırlanan boyalarda bağlayıcının içerisinde bulunan katı madde miktarının viskoziteye doğrudan etkilediği görüşmüştür (Erdem, 2017). Test sonuçlarına göre, sulu alifatik poliüretan ile yapılan karışımın kıvamlaştırıcı yardımcı hammaddeye ihtiyacı olduğu, geri kalan karışımların ise uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.1. Karışımların viskozite değerleri

	Sulu alifatik poliüretan	Akrilik emülsiyon	Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 0°C)	Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 15°C)
Viskozite	1140	2290	2350	2400
% Katı Madde	36,72	49,2	49,4	49,5

-Yüzeyden ayrılma ve ayrılmada film bütünlüğü testi sonuçları

Tablo 2.7'e göre hazırlanan numuneler, 300 µ aplikatör yardımıyla cam, pvc, asetat ve mobilya yüzeylerine uygulama yapılıp 1 saat oda koşullarında kurutulduktan sonra fiziksel olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3.2). Yüzeyden ayrılma ve ayrılmada film bütünlüğü testine göre, dört farklı yüzeyde yapılan uygulama neticesinde en iyi sonuçları Stiren / akrilik emülsiyon (MFFT 0°C) bağlayıcısı ile hazırlanan karışımlar göstermiştir.

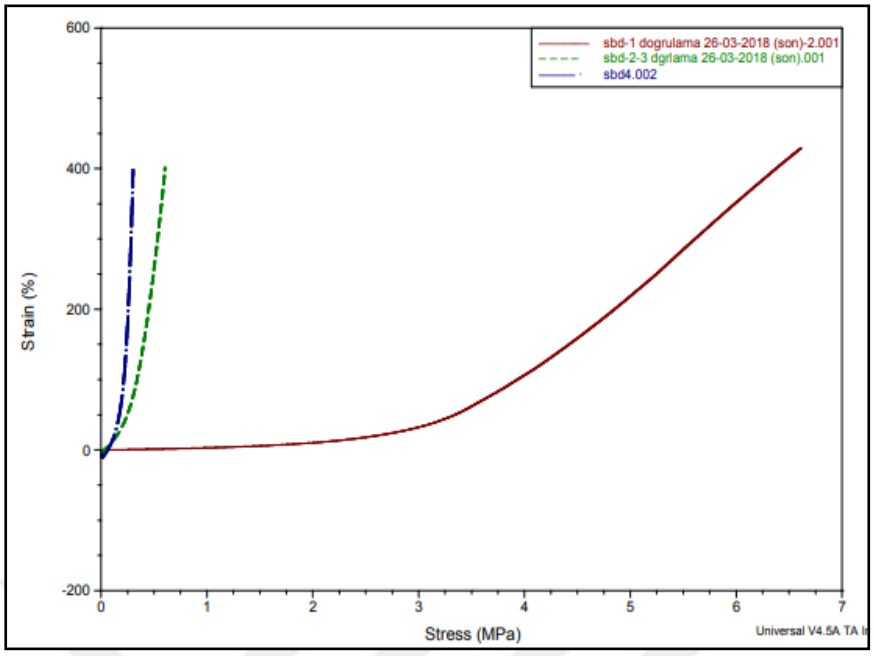
Tablo 3.2. Karışımların uygulanan farklı yüzeylerindeki davranışları (5 çok iyi, 4 iyi, 3 normal, 2 kötü, 1 çok kötü)

	Sulu alifatik poliüretan	Akrilik emülsiyon	Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 0°C)	Stiren/akrilik emülsiyon (MFFT 15°C)
Cam yüzeyden ayrılma kolaylığı	3	1	4	4
Cam yüzeyden ayrılmada film bütünlüğü	3	1	4	3
Pvc yüzeyden ayrılma kolaylığı	2	2	3	3
Pvc yüzeyden ayrılmada film bütünlüğü	3	2	2	3
Asetat yüzeyden ayrılma kolaylığı	3	2	3	3
Asetat yüzeyden ayrılmada film bütünlüğü	3	2	3	3
Mobilya yüzeyden ayrılma kolaylığı	3	4	4	1
Mobilya yüzeyden ayrılmada film bütünlüğü	4	4	4	2

3.1.2. Mekanik karakterizasyon

-DMA sonuçları

Tablo 2.7'e göre hazırlanan karışım numunelerinin strees/strain grafikleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Test sonuçlarına göre dört numaralı karışım numunesi diğer numunelere göre daha az gerilimle (0,25 MPa) % 400 uzamış, en yüksek gerilim (6,5 MPa) ise bir numaralı karışım numunesine uygulanmış gözükmektedir. 2, 3 ve 4 numaralı karışımlar % 400 uzamada yaklaşık 0,25 MPa değeri vermiştir.



Şekil 3.1. Karışım numunelerinin DMA grafikleri

DMA test sonuçlarına göre, bir numaralı karışım numunesinin diğer numunelere göre daha fazla gerilim değeri ile %400 uzaması, film yapısının daha sert ve dayanımlı olduğu göstermiştir. Bu sonuçlara göre soyulabilen kaplamada plastikleştirici etkisinin incelenmesinde Stiren/akrilik emülsiyonun (MFFT 0°C) bağlayıcı olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

3.2. Kaplamalarda Plastikleştirici Etkisinin İncelenmesi

Plastikleştirici etkisinin incelenmesi için sırası ile bağlayıcı ve üç farklı plastikleştirici türünü farklı oranlarda içeren soyulabilen kaplama örnekleri (Tablo 2.8) hazırlanmıştır. Hazırlanan kaplamalara yine standart kaplamalara uygulanan testler yapılmıştır.

3.2.1. Fiziksel karakterizasyon

-Kuruma süresi

Tablo 2.8'e göre hazırlanan numunelerin, 300 µ aplikatör yardımıyla cam, metal, pvc, asetat ve panel yüzeylerine yapılan uygulamaları oda sıcaklığında 1 saat süre içerisinde kurumuştur. Numunelerin 1 saat içerisinde kuruması kullanım açısından istenilen bir özelliktir.

-pH

Karışımların pH'ı, oda sıcaklığında kalomel ve standart hidrojen elektrot kombinasyonu bağlanmış olan pH metre ile ölçülmüştür. Hazırlanan kaplama karışımları bazik olduğunda uygulama yapılan yüzeyde bazik bir ortam oluşturur ve yüzeyde iyi bir yapışmanın oluşmasına etki eder. Yapılan karışım bazik değilse sorunlu bir yapışma olur (Kayran, 2013). Ayrıca mikroorganizmaların üremeleri için, bulunduğu yerin pH 'ının optimal sınırlar içinde olması gereklidir. Boya içerisinde bulunması istenmeyen küf, asit ortamı sevdiğinden dolayı yapılan karışımların bazik olması istenmektedir (Arda, 2000).

Kaplama karışımlarının pH değerleri Tablo 3.3'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre karışımların pH değerleri olması gereken değer aralığındadır (Furtana, 2006). Karışımlara plastikleştiriciler eklendikten sonra pH değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca film yapıcı olarak kullanılan teksanolün, pH değerini düşürdüğü görülmüştür. Plastikleştirici ile teksanolün beraber kullanılması halinde kaplama karışımının pH değerini arttırdığı gözlemlenmiştir.

-% Katı Madde

Hazırlanan karışımlara plastikleştiriciler eklendiğinde % katı madde miktarı artarken, film oluşturucu ajan olarak kullanılan teksanol eklendiğinde karışımın % katı madde miktarının düştüğü görülmüştür. Karışımların % katı madde ve viskozite değerleri Tablo 3.3'de gösterilmiştir. Plastikleştirici ile teksanolün beraber kullanılması halinde kaplama karışımının % katı madde miktarını arttırdığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3.3. Farklı plastikleştirici kullanılan karışımların pH,% katı madde, viskozite sonuçları

	V1 %1 PE4	V2 %1 PE8	V3 %1 SA	V4 %1 PB	V5 %3 PE4	V6 %3 PE8	V7 %3 SA	V8 %3 PB	V9 %5 PE4	V10 %5 PE8	V11 %5 SA	V12 %5 PB	V13 P.siz	V14 T.suz %5PE8
pH	7,32	7,4	7,31	7,5	7,45	7,52	7,45	7,28	7,72	7,51	7,59	7,34	7,27	7,26
% Katı Madde	48,4	48,4	47,9	48,5	50,8	50	50	48,8	52,9	52,4	52,5	49,2	47,9	51,7
Viskozite	2420	2200	1840	1920	2250	2100	2300	2800	1920	2000	1920	3150	970	1230

-Viskozimetre sonuçları

Viskozimetre testi oda sıcaklığında yapılmıştır. Yapılan test sonuçlarına göre karışımların viskozite değerlerinin genel olarak normal sınırların (1000-3000 CP) içerisinde olduğu görülmüştür. Plastikleştiricisiz yapılan kaplama karışımında (V13) viskozite değeri oldukça düşük değerde çıkmıştır.

-Yüzeyden ayrılma ve ayrılmada film bütünlüğü testi sonuçları

Farklı plastikleştiriciler ile hazırlanan karışım örnekleri, 300 µ aplikatör yardımıyla cam, metal, pvc, asetat ve mobilya yüzeylerine uygulama yapılıp 1 saat oda koşullarında kurutulduktan sonra fiziksel olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3.4).

Yüzeyden ayrılma ve ayrılmada film bütünlüğü, karışımların uygulanabilirliği açısından en önemli testlerin başında gelmektedir. Soyulabilen kaplamanın, her yüzeye etkin bir şekilde uygulanması beklenir. Uygulandığı yüzeyden istenildiği zaman kolay ayrılması ve ayrılırken filmin bütün bir şekilde soyulması istenilir.

Tablo 3.4. Karışım numunelerinin uygulama yüzeylerindeki davranışları

	V1 %1 PE4	V2 %1 PE8	V3 %1 SA	V4 %1 PB	V5 %3 PE4	V6 %3 PE8	V7 %3 SA	V8 %3 PB	V9 %5 PE4	V10 %5 PE8	V11 %5 SA	V12 %5 PB	V13 P.siz	V14 T.suz %5 PE8
Cam yüzeyden ayrılma kolaylığı	2	1	4	5	5	4	5	5	5	5	4	1	5	4
Cam yüzeyden ayrılmada film bütünlüğü	2	1	4	5	4	5	4	5	4	5	3	1	5	3
Metal yüzeyden ayrılma kolaylığı	4	5	4	5	3	5	5	5	3	5	5	5	5	3
Metal yüzeyden ayrılmada film bütünlüğü	4	5	4	5	3	5	4	5	2	5	4	5	5	3
Pvc yüzeyden ayrılma kolaylığı	1	1	3	3	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1
Pvc yüzeyden ayrılmada film bütünlüğü	1	1	3	3	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1
Asetat yüzeyden ayrılma kolaylığı	4	5	4	1	5	5	4	1	5	4	3	2	4	4
Asetat yüzeyden ayrılmada film bütünlüğü	3	5	3	1	3	5	2	2	4	5	1	1	4	3
Mobilya yüzeyden ayrılma kolaylığı	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	3
Mobilya yüzeyden ayrılmada film bütünlüğü	3	4	4	5	4	5	3	4	4	5	3	4	5	3

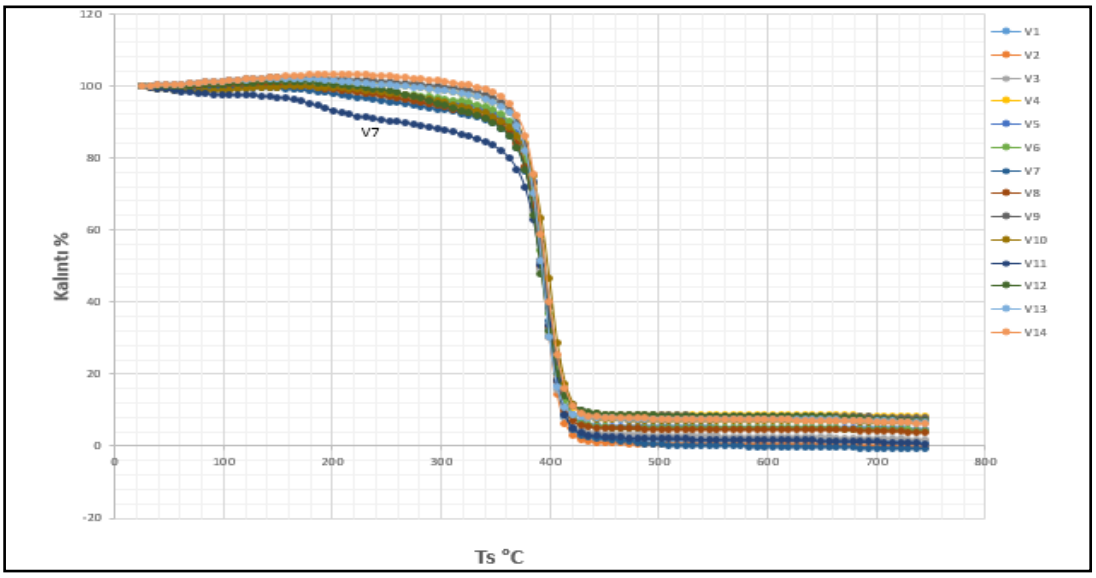
Yapılan test sonucuna göre 10. numune (%5 oranında PEG 8000'li karışım) 5 farklı yüzeyde yapılan uygulama neticesinde yüzeylerden ayrılma kolaylığı ve ayrılmada film bütünlüğü testinde en iyi sonuçları göstermiştir. Ayrıca PEG 8000'in artan oranda kullanıldığında, yüzeyden ayrılma kolaylığının ve ayrılmada film bütünlüğünün iyileştiği gözlemlenmiştir. %1 oranında kullanıldığında sadece asetat ve metal yüzeyden ayrılması kolay olurken, %5'de bu duruma cam, pvc ve mobilya yüzeyde eklenmiştir.

Parafin bazlı emülsiyon (PB) kullanıldığında filmler cam ve metal yüzeyden %3 oranına kadar çok iyi ayrılmıştır. PB, %5 kullanıldığında ise sadece metal yüzeyden iyi ayrılmaktadır.

3.2.2. Termo-gravimetrik analiz (TGA)

Karışımların ısıl kararlılıklarının belirlenmesinde TGA kullanılmıştır. TGA cihazında karışım numunelerinin başlangıç bozunma sıcaklıkları (onset), bitiş bozunma sıcaklıkları, maksimum bozunma sıcaklıkları (T_{Max}) ve kalıntı %'leri belirlenmiştir. Termo-gravimetrik analiz sonuçları Şekil 3.2 ve Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

Şekil 3.2 incelendiğinde, karışımların azot atmosfer gazı altında tek basamaklı bozunma davranışı gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. Karışımların TGA eğrileri (V1 %1 PE4,V2 %1 PE8,V3 %1 SA,V4 %1 PB,V5 %3 PE4,V6 %3 PE8,V7 %3 SA,V8 %3 PB,V9 %5 PE4,V10 %5 PE8,V11 %5 SA,V12 PB,V13 Plastikleştiricisiz,V14 Teksanolsuz %5 PE8)

Tablo 3.5 incelendiğinde, PEG 400, PEG 8000 ve Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımların başlangıç bozunma sıcaklığı (onset), son bozunma sıcaklığı (endset), maksimum bozunma sıcaklığı (T_{Max}) ve % kalıntı değerlerinin birbirlerine yakın değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. PE8'in %3 oranında kullanıldığı durumda en düşük bozunma başlangıç sıcaklığı elde edilmiştir.

Karışımlarda teksanol kullanılmasıyla son bozunma sıcaklığı (endset) ve maksimum bozunma sıcaklığında (T_{Max}) artış meydana geldiği gözlemlenmiştir. Teksanol kullanımı son bozunma sıcaklığını (2-14°C aralığında) arttırmıştır. Karışımlara plastikleştiricilerin eklenmesiyle başlangıç bozunma sıcaklıklarının (onset) düştüğü, son bozunma sıcaklığının (endset) ise bir miktar arttığı tespit edilmiştir.

PEG 400, PEG 8000 ve Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricilerinin % miktarının artması ve Teksanol kullanılmasıyla karışımların ısıl kararlılıklarının arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.5. Karışımların TGA verileri

	T_{onset} (°C)	T_{endset} (°C)	T_{max} (°C)	Kalıntı (wt%)
V1 %1 PE4	363,0	411,1	395,4	0,8
V2 %1 PE8	362,0	409,0	242,3	-0,2
V3 %1 SA	362,0	409,0	395,0	1,9
V4 %1 PB	370,1	410,3	396,8	8,2
V5 %3 PE4	379,9	408,9	396,2	4,7
V6 %3 PE8	361,4	415,5	395,7	4,4
V7 %3 SA	362,8	415,4	396,8	-0,8
V8 %3 PB	362,5	415,9	395,2	4,0
V9 %5 PE4	359,4	417,6	394,6	7,8
V10 %5 PE8	372,2	420,7	398,9	6,5
V11 %5 SA	372,9	412,7	397,3	0,8
V12 %5 PB	375,0	408,0	391,5	6,9
V13 P.siz	376,7	406,3	393,1	6,6
V14 T.suz %5 PE8	375,2	411,3	393,6	6,4

PEG 400 plastikleştiricisinin % miktarı arttıkça kalıntı %'sinin arttığı, PEG 8000 plastikleştiricisinin % miktarı arttıkça maksimum bozunma sıcaklığı (T_{Max}) ve kalıntı %'sinin arttığı, Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricisinin % miktarı arttıkça başlangıç bozunma sıcaklığı (onset) ve maksimum bozunma sıcaklığının (T_{Max}) arttığı görülmüştür. En yüksek bozunma başlangıç sıcaklığı %5 PB (V12), en yüksek son

bozunma ve max sıcaklık değeri ise %5 PE8'in kullanıldığı kaplamada (V10) gözlemlenmiştir.

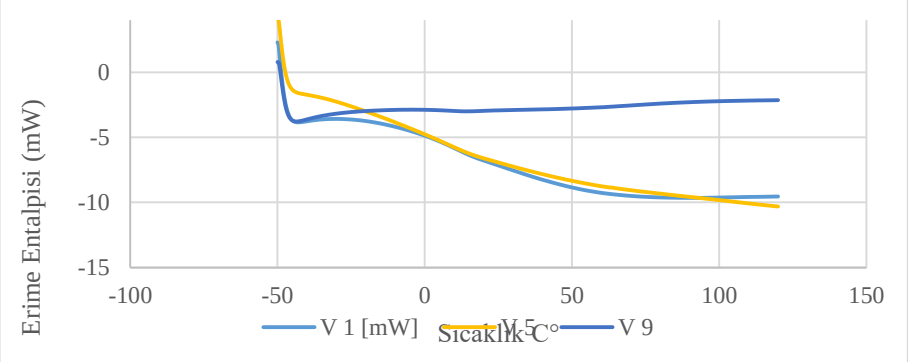
3.2.3. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC)

DSC cihazında karışımların, camsı geçiş sıcaklığı (T_g), erime sıcaklığı (T_m) ,erime entalpileri (ΔH_f) ve entalpi değişim (ΔH) değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. PEG 400 plastikleştiricili karışımların grafikleri Şekil 3.3, PEG 8000 plastikleştiricili karışımların grafikleri Şekil 3.4, Sülfatlanmış yağ asid plastikleştiricili karışımların grafikleri Şekil 3.5, Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımların grafikleri Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Karışımların camsı geçiş sıcaklığı (T_g) Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

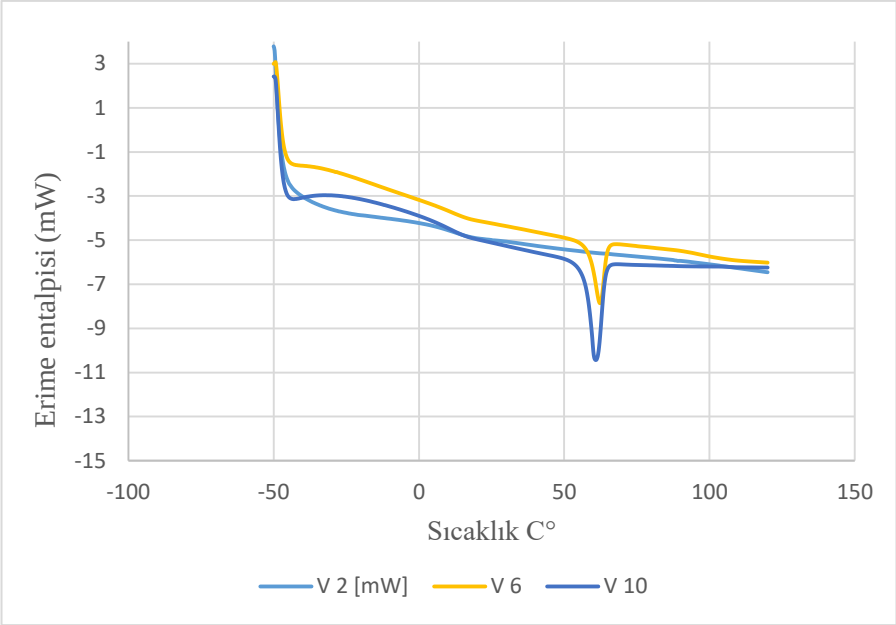
Tablo 3.6 incelendiğinde, PEG 400, PEG 8000 ve Parafin bazlı emülsiyonun yüzdesi kaplama formülasyonunda arttıkça $T_g°$ değerinde genel olarak azalma görülmüştür. Teksanol ile plastikleştiricilerin birlikte kullanımı sinerjik bir etki yaratarak $T_g°$ değerini azalttığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.6. Karışımların $T_g°$ değerleri

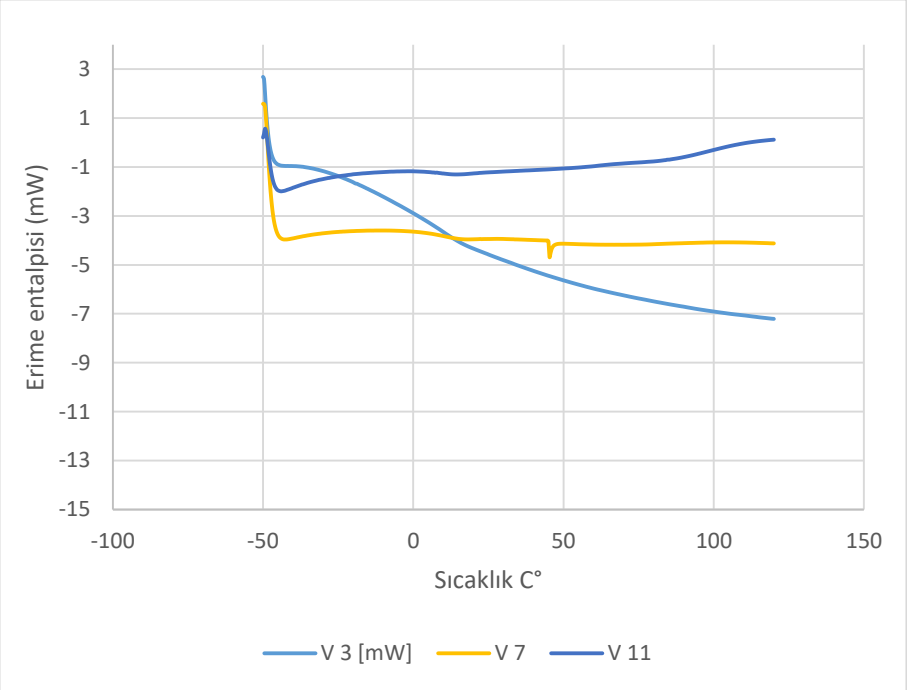
	V1 %1 PE4	V2 %1 PE8	V3 %1 SA	V4 %1 PB	V5 %3 PE4	V6 %3 PE8	V7 %3 SA	V8 %3 PB	V9 %5 PE4	V10 %5 PE8	V11 %5 SA	V12 %5 PB	V13 P.siz	V14 T.suz %5 PE8
$T_g°$	7,4	9,5	5,9	8,5	6,7	7,1	6,6	7,2	5,7	6	6,5	5,9	9,9	15,3



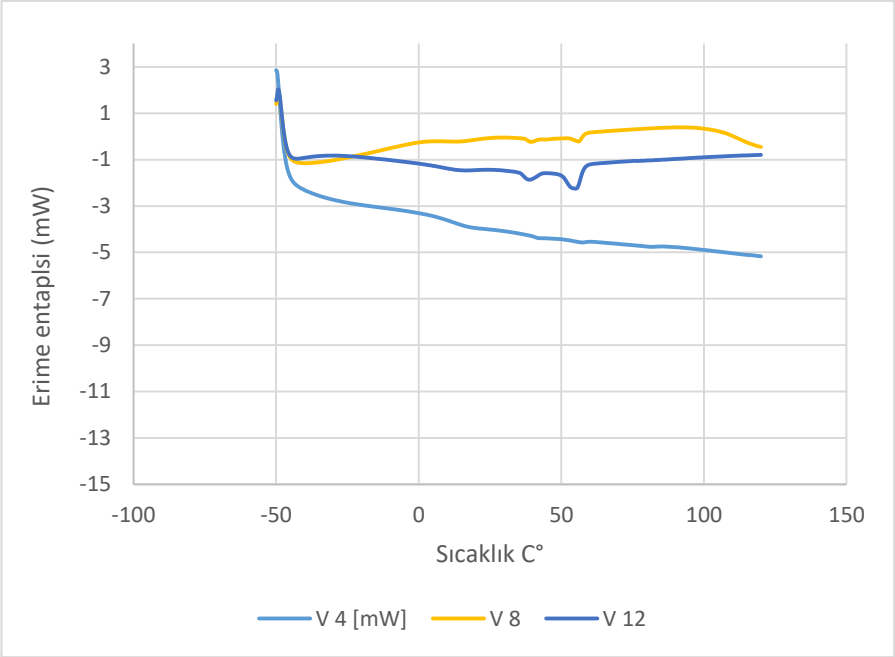
Şekil 3.3. PEG 400 plastikleştiricisinin erime entalpi değişim grafiği (V1 %1 PE4,V5 %3 PE4, V9 %5 PE4)



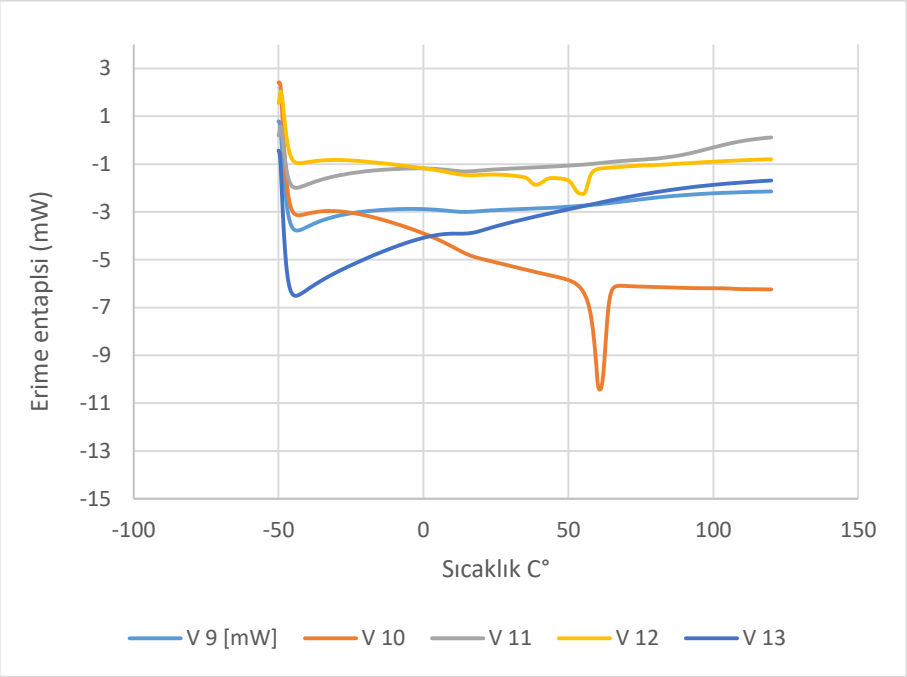
Şekil 3.4. PEG 8000 plastikleştiricisinin erime entalpi değişim grafiği (V2% 1 PE8,V6 %3 PE8,V10 %5 PE8)



Şekil 3.5. SA erime entalpi değişim grafiği (V3 %1 SA,V7 %3 SA,V11 %5 SA)



Şekil 3.6. Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricisinin erime entalpi değişim grafiği (V4 %1 PB,V8 %3 PB,V12 %5 PB)



Şekil 3.7. %5 oranında plastikleştiricili karışımlar ve plastikleştiricisiz karışımların erime entalpi değişim grafiği (V9 %5 PE4,V10 %5 PE8, V11 %5 SA,V12 %5 PB,V13 P.siz)

3.2.4. Mekanik karakterizasyon

3.2.4.1. Dinamik mekanik analiz (DMA)

Karışım numunelerinin gerilim/gerinim grafikleri Şekil 3.8-3.13 arasında gösterilmiştir. Ayrıca karışımların kuvvete karşılık % uzama değerleri Tablo 3.7'de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Karışımların gerilime karşılık % uzama değerleri

	V1 %1 PE4	V2 %1 PE8	V3 %1 SA	V4 %1 PB	V5 %3 PE4	V6 %3 PE8	V7 %3 SA	V8 %3 PB	V9 %5 PE4	V10 %5 PE8	V11 %5 SA	V12 %5 PB	V13 P.siz	V14 T.suz %5 PE8
Gerilim (Mpa)	0,42	0,49	0,25	0,56	0,32	0,48	0,21	0,44	0,31	0,48	0,24	0,40	0,26	0,62
Uzama %	385,6	361,7	339,3	393,3	356,8	390,8	385,1	355,9	337,9	358,5	361,9	397,3	82,8	97,7

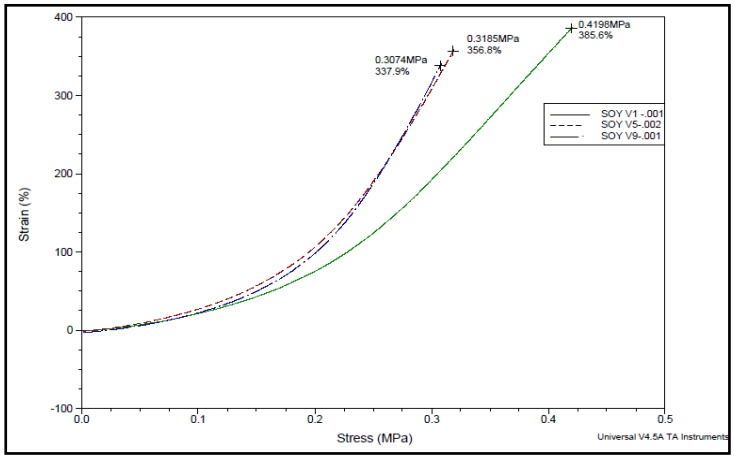
Şekil 3.8 PEG 400 plastikleştiricili karışımların, Şekil 3.9 PEG 8000 plastikleştiricili karışımların, Şekil 3.10 Sülfatlanmış yağ asitli karışımların, Şekil 3.11 ise Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımlara ait DMA grafikleridir.

Grafikler incelendiğinde, PEG 8000 plastikleştiricili karışımların diğer plastikleştirici karışımlara göre daha sert ve dayanımlı olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.8). PEG 8000 artan oranda kullanıldığında dayanım değerinde çok az değişim gözlenmiştir (%2'lik bir azalma).

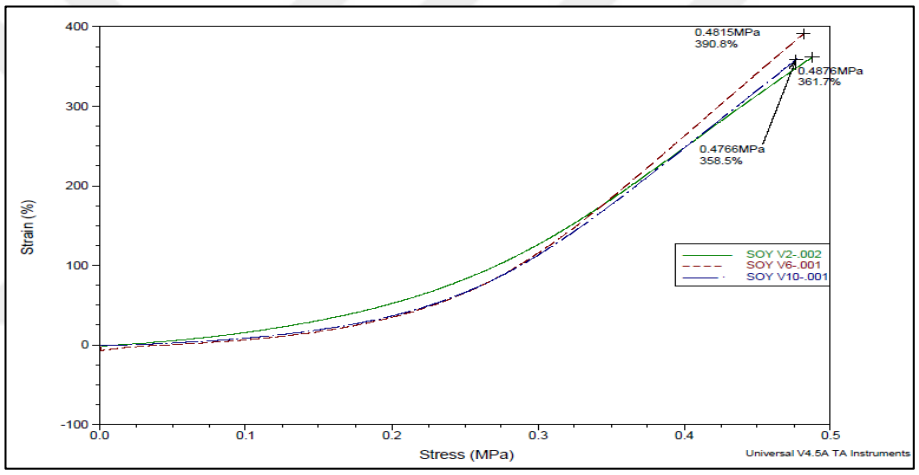
Şekil 3.8. İncelendiğinde, karışımlarda PEG 400 % miktarı arttıkça filmlerin daha yumuşak ve zayıf olduğu gözlemlenmiştir. Filmlerin daha yumuşak ve zayıf olması, farklı yüzeylerden ayrılma davranışlarını etkilemektedir. PE4 yüzdesi arttıkça dayanım değeri 0,42 MPa'dan 0,31 MPa'ya kadar düşmüştür. Dayanım değerinde %26'lık bir düşüş gözlemlenmiştir.

Şekil 3.9 İncelendiğinde, karışımlarda PEG 8000 % miktarı arttıkça filmlerin dayanım değerlerinde anlamlı bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

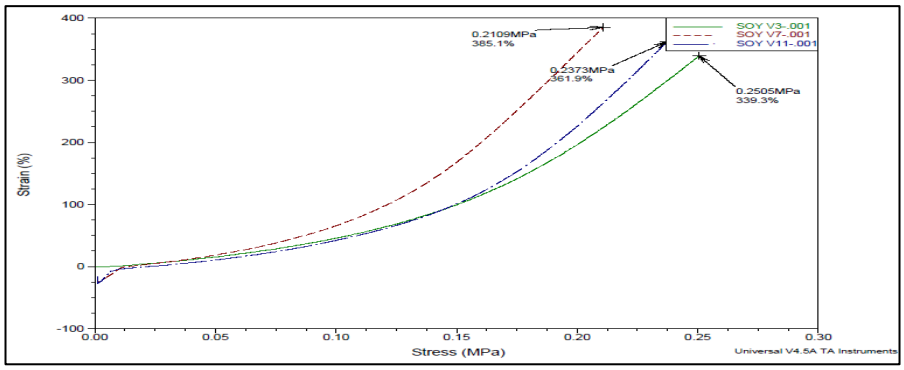
Şekil 3.10. İncelendiğinde, karışımlarda Sülfatlanmış yağ asiti % miktarı arttıkça filmlerin dayanım değerinde (0,25-0,21-0,24 MPa) genel olarak azalma gözlemlenmiştir. %1 kullanıldığında dayanım değeri 0,25 MPa ölçülmüştür.



Şekil 3.8. Peg 400 gerilim/gerilme grafiği (Soy 1 % 1PE 4,Soy 5 %3 PE4,Soy 9 %5 PE4)

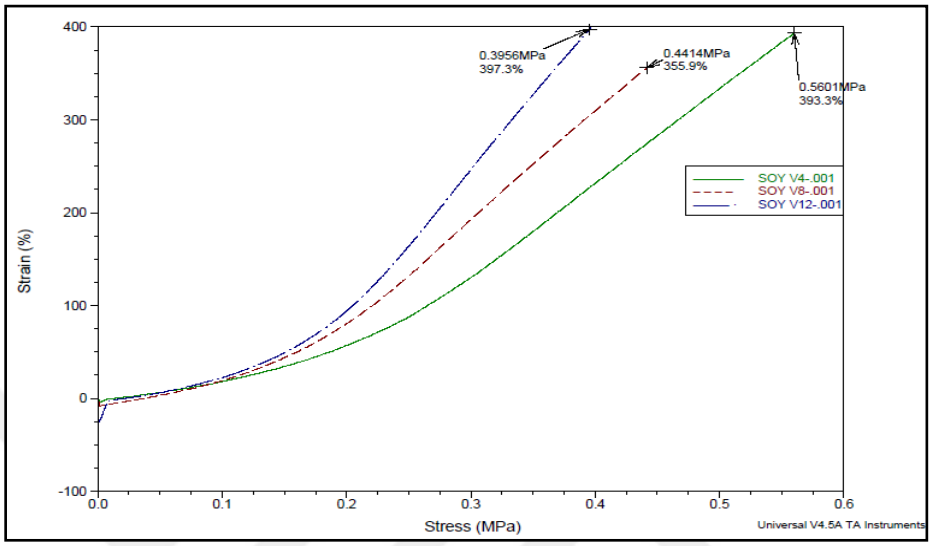


Şekil 3.9. PEG 8000 gerilim/gerilme grafiği (Soy 2 %1 PEG 8000,Soy 6 %3 PEG 8000,Soy 10 %5 PEG 8000)



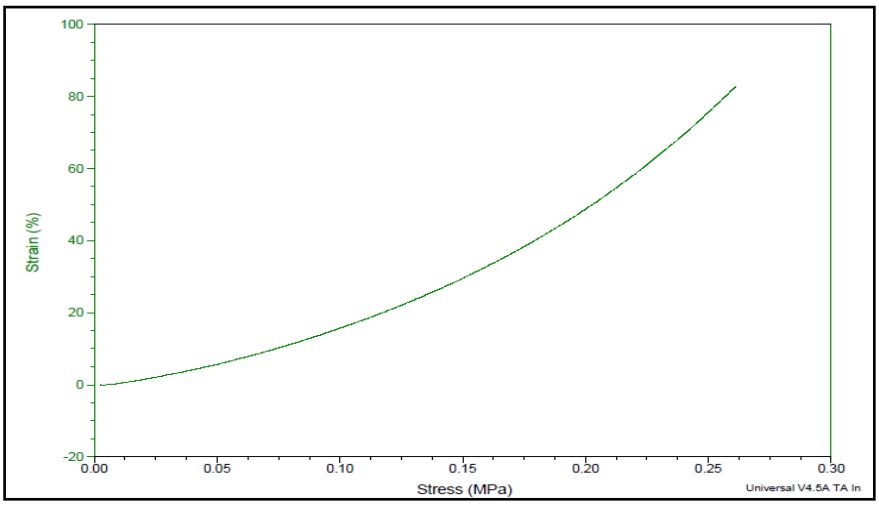
Şekil 3.10. Sülfatlanmış yağ asidi stress/strain grafiği (Soy 3 %1 SA, Soy 7 %3 SA, Soy 11 %5 SA)

Şekil 3.11. İncelendiğinde, karışımlarda parafin bazlı emülsiyon % miktarı arttıkça filmlerin daha yumuşak ve zayıf olduğu gözlemlenmiştir. Plastikleştirici miktarının artmasıyla filmlerin %400 uzamada dayanım değerleri düşmüştür. Ancak %1 oranında kullanıldığında en yüksek dayanım değeri elde edilmiştir.



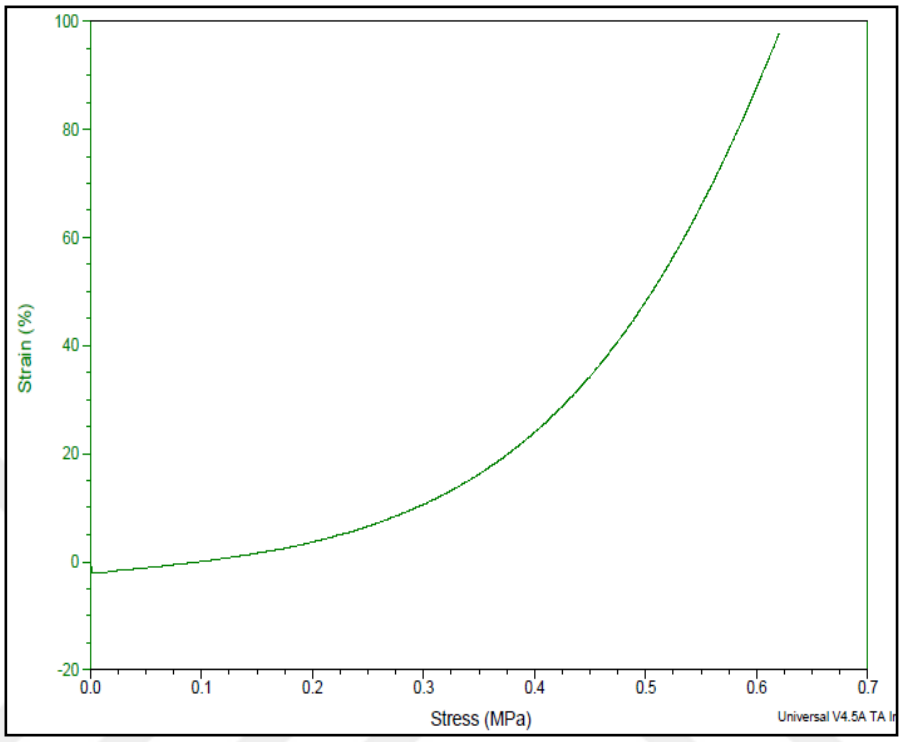
Şekil 3.11. Parafin bazlı emülsiyon gerilim/gerinim grafiği (Soy 4 %1 PA Soy 8 %3 PA, Soy 12 PA)

Şekil 3.12. İncelendiğinde, karışımlarda plastikleştirici kullanılmadığında filmlerin esnek olmadığı, dayanım değerinin 0,26 MPa ve uzanımının %400'e ulaşmadan %82'de koptuğu gözlemlenmiştir. Filmlerin elastik olmaması cam ve pvc yüzeylerinde ki davranışlarının olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.



Şekil 3.12. Plastikleştiricisiz karışım (V 13) gerilim/gerinim grafiği

Şekil 3.13. İncelendiğinde, karışımlarda teksanol kullanılmadığında filmlerin daha sert ve kırılgan olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca filmlerin uzamadığı ve uzama değerinin düştüğü ve dayanım değerlerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 3.13. Teksanolsuz %5 PEG 8000 (V 14) gerilim/gerinim grafiği

Soyulabilen filmlerde, plastikleştirici kullanılmadığında filmlerin elastik olmadığı, teksanol kullanılmadığında filmlerin kırılgan bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir.

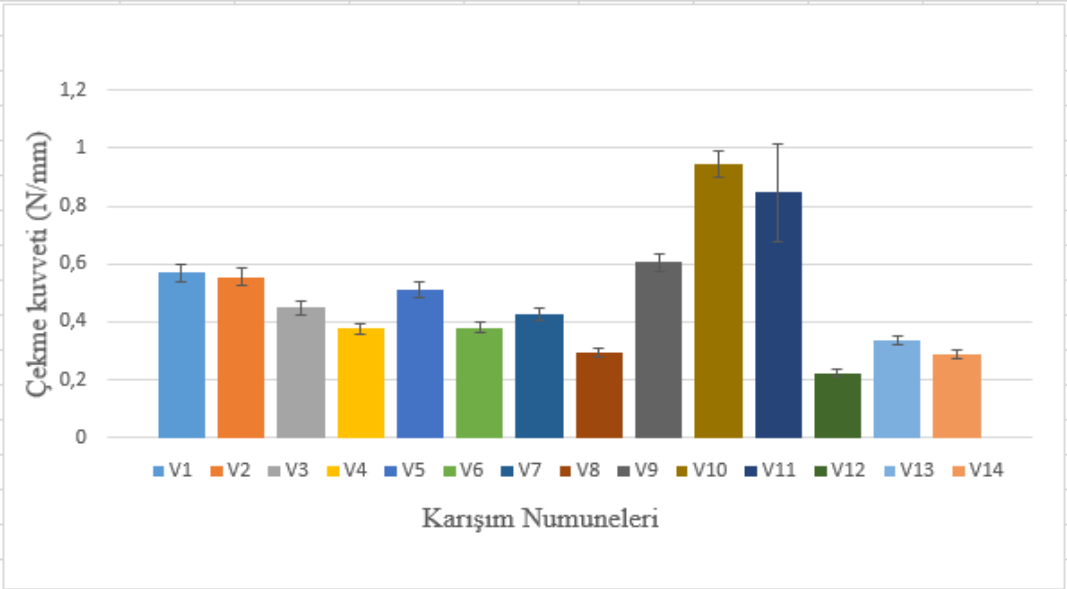
PEG 8000 plastikleştiricili karışımların filmlerinin diğer filmlere göre sert, dayanıklı ve yüzeyden hızlı ayrılması, Tablo 3.4'de ki karışım numunelerinin uygulama yüzeylerindeki davranışları sonucunu desteklemektedir.

Soyulabilen kaplamaların uygulandığı yüzeyden istenildiği zaman kolay ayrılması ve ayrılırken filmin bütün bir şekilde soyulması istenilir. Film çok yumuşak ise uygulandığı yüzeyden zor ayrılır, film zayıf ise uygulandığı yüzeyden sıyrılırken parçalanarak ayrılır. Bu sebeplerden dolayı soyulabilen kaplama filminin sert ve dayanıklı olması gerekmektedir. Bu sonuçlara göre, seçilen plastikleştiriciler içinde PEG 8000'li karışımların diğer karışımlara göre daha sert, dayanıklı ve elastik olduğu gözlemlenmiştir.

3.2.4.2. Çekme testi

Plastikleştirici türü ve miktarının, karışımların metal yüzeyden ayrılma davranışı üzerine etkisini incelemek için çekme testleri yapılmış ve ortalama sıyrılma dayanımı değerleri elde edilmiştir (Şekil 3.14).

Plastikleştirici miktarının artmasıyla karışımın, uygulandığı yüzeyden daha kolay ayrılması ve ayrılma mukavemetinin de düşmesi beklenir (Steward and Spohn, 1994). Bu tez çalışmasında hazırlanan karışım kaplamalarında, plastikleştirici miktarının artmasıyla karışımlar yüzeyden daha kolay ayrılmıştır. Ancak ayrılma mukavemeti plastikleştirici miktarının artmasıyla genel olarak artmıştır.



Şekil 3.14. Karışımların yüzeyden sıyrılma mukavvemeti (V1 %1 PE4,V2 %1 PE8, V3 %1 SA,V4 %1 PB,V5 %3 PE4,V6 %3 PE8,V7 %3 SA,V8 %3 PB,V9 %5 PE4 V10 %5 PE8,V11 %5 SA,V12 PB,V13 P.siz,V14 T.suz %5 PE8)

Şekil 3.14 İncelendiğinde Teksanol hammaddesi ve plastikleştiriciler, karışımlarda sıyrılma mukavemetini genellikle arttırdığı tespit edildi. Karışımlarda PEG 400 plastikleştirici % miktarı arttırıldığında sıyrılma mukavemetinin değişmediği, PEG 8000 plastikleştirici % miktarı arttırıldığında ayrılma mukavemetinin önce azaldığı sonra arttığı, Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştirici % miktarı arttırıldığında sıyrılma mukavemetinin arttığı, parafin bazlı emülsiyon plastikleştirici % miktarı arttırıldığında sıyrılma mukavemetinin azaldığı tespit edilmiştir. PEG 8000 plastikleştiricili karışımların PEG 400 plastikleştiricili karışımlara göre daha fazla sıyrılma

mukavemetine sahip olduğu görülmüştür (Sothornvit and Krochta,2005). Sıyrılma mukavemetinin en fazla olduğu karışımın %5 oranında PEG 8000'in (V10) olduğu gözlemlendi. Bazı filmlerin çekme sırasında yüzeyden sıyrılırken esnediği ve oryantasyona uğradığı gözlemlendi. Dayanım artışı çekme sonucunda da bir miktar artmış olabileceği düşünüldü.

3.2.5. Temas açısı

Kaplama örneklerinin temas açısı ölçüm sonuçları Tablo 3.8'de gösterilmiştir. Yüzey temas açısı (θ) ölçümü, malzeme yüzeyinin hidrofilitesini belirtmek amacıyla polimerik malzemelerde kullanılan yaygın test yöntemlerinden biridir.

θ'nın 90º'den büyük olması yüzeyin hidrofobik olduğunu, 50º civarı olması yüzeyin hidrofilik olduğunu, 25° C'den küçük olması ise tam ıslatma durumunun söz konusu olduğunu gösterir (Bonfil,2012).

Tablo 3.8. Karışımların Temas açı verileri

	V1 %1 PE4	V2 %1 PE8	V3 %1 SA	V4 %1 PB	V5 %3 PE4	V6 %3 PE8	V7 %3 SA	V8 %3 PB	V9 %5 PE4	V10 %5 PE8	V11 %5 SA	V12 %5 PB	V13 P.siz	V14 T.suz %5 PE8
Yüzey serbest enerji (mN/m)	49,2	49,2	47,7	41,9	55,2	53,7	51,3	37,9	57,2	50,8	52,6	31,4	45,3	58,6
CA(R)	57,7	57,8	60,3	69,7	47,6	49,1	55,1	75,8	44,2	55,5	51,0	86,4	63,7	41,0
CA(M)	57,8	57,7	60,3	69,8	47,5	50,1	54,2	76,2	44,0	55,0	52,0	86,6	64,1	41,5
CA(L)	57,8	57,6	60,2	69,7	47,4	51,1	53,4	76,6	43,8	54,6	53,0	86,8	64,6	42,0

Tablo 3.8 incelendiğinde, karışımlarda PEG 400 plastikleştiricisini % miktarının artmasıyla temas açısının azaldığı yüzey serbest enerjisinin arttığı, Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricisinin % miktarının artmasıyla temas açısının azaldığı yüzey serbest enerjisinin arttığı, Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricisinin % miktarının artmasıyla temas açısının arttığı yüzey serbest enerjisinin azaldığı, PEG 8000 plastikleştirici %'sinin artmasıyla temas açısının önce azalıp sonra arttığı, yüzey serbest enerjisinin ise önce artıp sonrasında azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca Teksanol hammaddesinin yüzey serbest enerjisini azalttığı, temas açısını ise arttırdığı gözlemlendi.

PEG 400 plastikleştiricili karışımların % plastikleştirici miktarının artmasıyla temas açısı azalırken; cam ve asetat yüzeylerindeki ayrılma kolaylığı ve film bütünlüğü daha iyi, metal yüzeydeki ayrılma kolaylığı ve film bütünlüğü daha kötü,pvc ve mobilya yüzeylerindeki ayrılma ve film bütünlüğünün sabit olduğu gözlemlendi.

PEG 8000 plastikleştiricili karışımların % plastikleştirici miktarının artmasıyla temas açısı sabitken; cam, asetat, metal, pvc ve mobilya yüzeylerindeki ayrılma kolaylığı ve film bütünlüğü daha iyi olduğu gözlemlendi.

Sülfatlanmış yağ asit plastikleştiricili karışımların % plastikleştirici miktarının artmasıyla temas açısı azalırken; cam, pvc, asetat ve mobilya yüzeylerindeki ayrılma kolaylığı ve film bütünlüğü daha kötü, metal yüzeyindeki ayrılma kolaylığı ve film bütünlüğü daha iyi olduğu gözlemlendi.

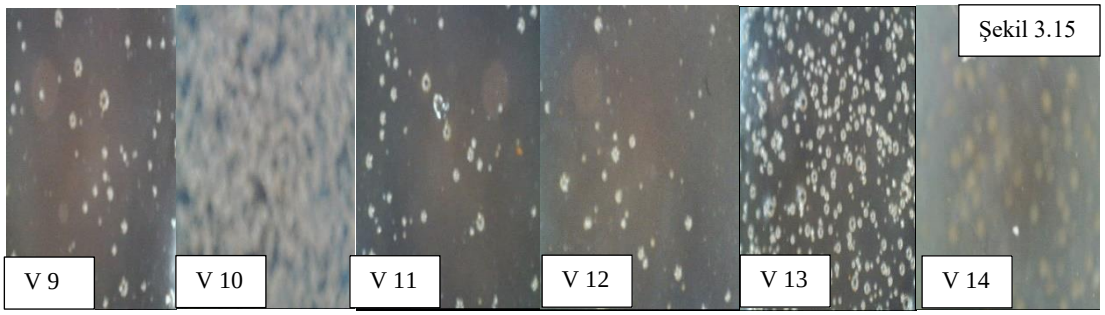
Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımların % plastikleştirici miktarının artmasıyla temas açısı artarken; cam ve pvc yüzeylerindeki ayrılma kolaylığı ve film bütünlüğü daha kötü, metal, asetat ve mobilya yüzeylerindeki ayrılma kolaylığı ve film bütünlüğü sabit olduğu gözlemlendi. Bu sonuçlara göre karışımlarının tamamının hidrofilik yapıda oldukları tespit edildi (Tablo 3.8).

3.2.6. Dijital mikroskop

Karışımların film dağılım görüntüleri Şekil 3.15 ve Şekil 3.16'da gösterilmiştir. Cam yüzeye uygulama yapılan karışımlar Şekil 3.13'de, metal yüzeye uygulama yapılan karışımlar ise Şekil 3.14'de gösterilmiştir. Şekil 3.15 incelendiğinde, V9-V11-V12 ve V13 numaralı karışımda çoğunlukla hava kabarcıklarının bulunduğu heterojen bir dağılım, V10 ve V14 numaralı karışımında homojen bir dağılım görüntüsü gözlemlenmiştir.

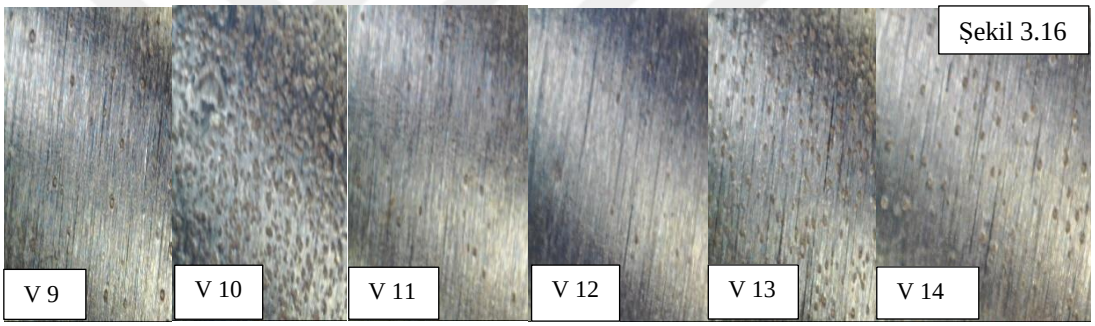
Şekil 3.16 incelendiğinde, V9-V11-V12 ve V13 numaralı karışımların görüntülerinin birbirine benzediği ve çizgisel bir kaplama sergilediği gözlemlenmiştir.

Film dağılımı heterojen olan ve dağılımda hava kabarcıkları bulunan polimerler yüzeylere eşit yayılmazlar ve yapılarında bulunan hava kabarcıkları nedeniyle bağ yapıları güçlü olmaz.



Şekil 3.15. Karışımların cam yüzey uygulamalarındaki dağılımları(V9 %5 PE4,V10 %5 PE8,V11 %5 SA,V12 %5 PB,V13 P.siz,V14 T.suz %5 PE8)

Bu test sonuçlarına göre V 10 numaralı karışımın yüzeye dağılımı homojen ve dağılımında hava kabarcıkları bulunmamaktadır. V 10 numaralı karışımın en iyi sonuçları vermesi Tablo 3.4'de ki karışım numunelerinin uygulama yüzeylerindeki davranışları sonucunu desteklemektedir.



Şekil 3.17. Karışımların metal yüzey uygulamalarındaki dağılımları (V9 %5 PE4,V10 %5 PE8,V11 %5 SA,V12 %5 PB,V13 P.siz,V14 T.suz %5 PE8)

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, su bazlı soyulabilen kaplamalarda plastikleştirici türünün ve yükleme miktarının fiziksel özelliklere, mekanik özelliklere, yüzey ıslatma açı değerlerine, film bütünlüğüne ve ayrılma kolaylığına etkisi incelenmiştir.

Bu çalışmanın ilk bölümünde, dört farklı tipte su bazlı bağlayıcı seçilmiştir. Bu bağlayıcılarla dört farklı geçici kaplama reçetesi elde edildi. Elde edilen kaplamalar cam, metal, plastik yüzeylere uygulanmış ve kaplamaların kuruma süreleri, yüzeyden ayrılma davranışı, viskozite, % katı madde miktarı, yoğunluk, parlaklık, yayılabilirlik, kuruma ve akma testleri yapılmıştır. Yapılan testlerin sonuçlarına göre stiren akrilik esaslı bağlayıcının (MFFT 0°C) 3 farklı yüzeyden ayrılma davranışının iyi olduğu, yüzeyden filmin kolay ayrıldığı belirlenmiştir ve plastikleştirici etkisinin incelenmesi için stiren akrilik esaslı bağlayıcı seçilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, stiren akrilik esaslı bağlayıcıya plastikleştirici olarak polietilen glikol 400, polietilen glikol 8000, sülfatlanmış yağ asidi ve parafin bazlı emülsiyon eklenerek karışımlar hazırlanmıştır. Bu plastikleştiricilerle on iki farklı soyulabilen kaplama karışımı oluşturulmuştur. Ayrıca bir karışıma plastikleştirici eklenmeden, diğer bir karışıma ise film oluşturucu ajan (Teksanol) ilave edilmeyerek birer kontrol reçetesi daha yapılmıştır. Bu kaplamalarında, cam-metal-plastik-mobilya-pvc yüzeylerde ki ayrılma davranışları, viskozite ve % katı madde miktarı, kuruma süresi, pH, termo-gravimetrik analiz (TGA), diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC), dinamik mekanik analiz (DMA), çekme testi, dijital mikroskop ve temas açısı gibi karakterizasyon testleri yapılmıştır.

Soyulabilen kaplamaların uygulamada ki özelliklerinin değerlendirilmesi için yapılan yüzeyden ayrılma ve ayrılmada film bütünlüğü testi incelendiğinde, cam-metal-pvc-asetat ve mobilya yüzeylerinden ayrılma ve ayrılmada film bütünlüğünün en iyi olduğu karışım %5 oranında PEG 8000 kullanılan karışımın olduğu sonucu elde edilmiştir. Farklı plastikleştirici kullanımının ve kullanılan plastikleştiricilerin farklı miktarda

kullanılmasının, yüzeylerden ayrılma ve ayrılmada film bütünlüğü testinde önemli etken olduğu tespit edilmiştir.

TGA sonuçları incelendiğinde, son bozunma sıcaklığı ve maksimum bozunma sıcaklığı en yüksek karışımın %5 oranında PEG 8000 içeren karışım olduğu görülmüştür.

Karışımların gerilim/germe özelliklerinin incelenmesi amacıyla DMA testi yapılmıştır. %5 oranında PEG 8000 plastikleştiricisi kullanılan karışımının diğer filmlere göre sert, dayanıklı olduğu görülmüştür. Farklı plastikleştirici kullanımının genel olarak dayanım değerini düşürdüğü, uzama değerlerini ise arttırdığı gözlemlenmiştir.

Karışımların yüzeyden ayrılma davranışlarını belirlemek amacı ile çekme testi uygulanmış ve karışımların çekme kuvvetleri incelenmiştir. Çekme kuvveti incelendiğinde, sıyrılma mukavemetinin en fazla olduğu karışımın %5 oranında PEG 8000 plastikleştiricisi kullanılan karışımın olduğu görülmüştür.

Karışım türlerinin ısıl özellikleri üzerine etkisi DSC analizi ile değerlendirilmiştir. DSC analizinde camsı geçiş sıcaklığı (T_g) değerleri incelenmiştir. Plastikleştirici ve Teksanol'ün T_g° değerini azalttığı tespit edilmiştir.

Temas açısı sonuçlarına göre, karışımların hidrofilik yapıda oldukları tespit edilmiştir. Farklı plastikleştirici kullanımının ve kullanılan plastikleştiricilerin farklı miktarda kullanılmasının, temas açısı değerlerinde belirgin bir fark yaratmadığı tespit edilmiştir.

Kaplama filmlerinin dijital mikroskop ile incelenmesi sonucuna göre, %5 oranında PEG 8000 plastikleştiricisi kullanılan karışımın diğer karışımlara göre yüzeye dağılımının homojen olduğu ve dağılımında hava kabarcıklarının bulunmadığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile soyulabilen kaplama filmlerinde farklı plastikleştiricilerin geçici kaplamaların özellikleri üzerine etkileri incenmiş olup, en iyi sonuçlar strien akrilik esaslı bağlayıcı ile birlikte %5 oranında kullanılan PEG 8000 plastikleştiricili karışımda elde edilmiştir.

Kaplamaların farklı yüzeylerden etkin bir şekilde ayrılmasını inceleyen çalışmalar günümüzde önem taşımaktadır. Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda farklı bağlayıcılarda farklı plastikleştiricilerin etkisinin incelenmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

Akay M., *An Introduction to Polymer-Matrix Composites*, 1st. ed., Turkey, 2015.

Arda M., *Temel Mikrobiyoloji*, 4. Baskı, Medisan Yayınevi, Ankara, 2000.

Bekircan A. E., Su Bazlı Boyalarda Süreç Koşullarının Dağılım Kalitesine ve Boya Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2007, 232653.

Beltis J. K., Drennan M. P., Jakubowski J. M., Pindzola A. B., Strippable Coatings for Forensic Collection of Trace Chemicals from Surfaces, *Analytical Chemistry*, 2012, **84**, 10514-10517.

Bonfil M., Polietilen Glikol ve Hint Yağı Temelli Şekil Hafıza Özelliği Gösteren Poliüretanların Sentezi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012, 310629.

Chen S., Hu J., Liu Y., Liem H., Zhu Y., Liu Y., Effect of SSL and HSC on Morphology and Properties of PHA Based SMPU Synthesized by Bulk Polymerization Method, *Journal of Polymer Science*, 2007, **45**, 444–454.

Daniel F.K., Getting The Most Out of a High Speed Disperser, *Amerikan Paint Journal*, 1987, **66**, 60-65.

Demmer R. L., Archibald K. E., Pao J. H., Argyle M. D., Modern Strippable Coating Methods, *Tucson WM'05 Conference*, 1-3 February 2005.

Donhowe G., Fennema O., The Effects Of Plasticizers On Crystallinity, Permeability and Mechanical Properties of Methylcellulose Films, *Journal of Food Processing and Preservation*, 1993 , **17**, 247-257.

Erdem K. G., Su Bazlı Boyaların Hazırlanması, Kolloidal ve Film Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017, 488185.

Fang J., Zhang Z., Lockwood E.F., Baumgart J.R., Dituro A.M., Peelable Coating Composition, 2005, U. S. Patent No. 6,964,989 B1, *U.S Patent and Trademark Office*.

Furtana Z., Silikon Esaslı Dış Cephe Boyalarının Deneysel Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006, 184643.

Gheribi R., Puchot L., Verge P., Grayaa J. N., Mezni M., Habibi T., Khwaldia K., Development of Plasticized Edible Films from Opuntia Ficus-Indica Mucilage: A Comparative Study of Various Polyol Plasticizers, *Carbohydrate Polymers*, 2018, **190**, 204-2117.

Grogan W.G., Boyd H.R., Aqueous Based Strippable Coating Compositon and Method, 1992, U. S. Patent No. 5,143,949 A, *U.S Patent and Trademark Office*.

Gündüz G., *Boya Bilgisi*, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, İstanbul, 2005.

Haq A. M., Hasnain A., Mahmood Azam, Characterization of Edible Gum Cordia Film, Food Science and Technology, DOI: 10.1016/j.lwt.2013.09.27.

Hazer S., Karbon Elyaf Takviyeli Poli(Laktik Asit) / Polikarbonat Kompozitlerin Isıl,Yanma ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2018, 522089.

Karslı N.G., Farklı Kaplama Malzemeleri ile Kaplanmış Karbon Elyaf Takviyeli Poliamit 6.6 ve Poli(Bütilen Teraftalat) Karmaların Özelliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2014, 360885.

Kayran B., Su Bazlı-Stiren Akrilik Esaslı-Çinko Borat Katkılı Boyaların Alev Geciktirme, Duman Bastırma ve Antibakteriyel Etkinlikleri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013, 342856.

Kocabaş E., Su Bazlı Boya Üretimi Atık Sularının Fiziko-Kimyasal Yöntemlerle Arıtımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009, 251764.

Kohli R., Mittal L. K., *Developments in Surface Contamination and Cleaning*, 2st ed., Elsevier, USA, 2010.

Lewandowski K., Krepski L.R., Mickus D.E., Dry-Peelable Temporary Protective Coatings from Waterborne Self-Crosslinkable Sulfourethane–Silanol Dispersions, *Journal of Applied Polymer Science*, 2004, **91**, 1443–1449.

Macocinschi D., Filip D., Vlad S., Surface and Mechanical Properties of Some New Biopolyurethane Composites, *Polymer Composites*, 2010, **31**, 1956–1964.

McGinity W. M., Felton A. L., *Aqueous Polymeric Coatings for Pharmaceutical Dosage Forms*, 4st ed., Informa Healthcare, USA, 2008.

Menard K.P., *Dynamic Mechanical Analysis: A Practical Introduction*, 2st ed., CRC Press, USA, 2008.

Menczel J.D., Prime R.B., *Thermal Analysis of Polymers Fundementals and Applications*, 2st ed., Wiley, USA, 2009.

Paksoy A. S., *Boya El Kitabı*, 1. Baskı, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, İstanbul 1999.

Patton T.C., *Paint Flow and Pigment Dispersion,* 2st ed., Wiley, USA, 1979.

Sakellariou P., Rowe C.R., White T.F.E., An Evaluation of the Interaction and Plasticizing Efficiency of Polyethylene Glycols in Ethyl Cellulose and Hydroxypropyl Methylcellulose Films Using the Torsional Braid Pendulum, *International Journal of Pharmaceutics*, 1986, **31**, 55-64.

Savaşçı Ö.T., Beşergil B., Kısa Açıklamalarıyla En Yaygın Uygulanan Fiziksel Nitelikteki Standart Plastik Testleri, Şevki Keskin, *Plastik İşleme ve Kalite Kontrol*, TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası, İstanbul, 120–138, 1989.

Shaw N.B., Monahan F.J., O'riordan E.D., O'Sullivan M., Physical Properties of WPI Films Plasticized with Glycerol, Xylitol or Sorbitol, *Journal of Food Scıence*, 2002, **67**, 164-167.

Sothornvit R., Krochta M. J., Plasticizers in Edible Films and Coatings, Editors:Han H. J., *Innovations in Food Packaging*, 2st ed., Academic Press, USA, 403-433, 2013.

Stewart W. C., Spohn D. P., Plasticized Fluoro Polymers, 1994, US Patent 5,356,986, USA.

Toader G., Stanescu O. P., Zecheru T., Rotariu T., Ghayoury E. A., Teodorescu M., Water-Based Strippable Coatings Containing Bentonite Clay For Heavy Metal Surface Decontamination, Arabian Journal of Chemistry, DOI: 10.1016/j.arabjc.2016.03.009.

Turhan N. K., Şahbaz F., Water Vapor Permeability, Tensile Properties and Solubility of Methylcellulose-Based Edible Films, *Journal of Food Engineering*, 2004, **61**, 459-466.

URL-1:http://www.turkchem.net/boyanin-tarihcesi.html (Ziyaret tarihi 12.11.2018).

URL-2:http://www.turkchem.net/boyada-kullanilan-mineral-dolgu-maddeleri.html (Ziyaret tarihi 12.11.2018).

URL-3:http://www.kansaialtan.com/terms/ara/Soyulabilir%20boyalar (Ziyaret tarihi 12.11.2018).

URL-4:https://merlab.metu.edu.tr/tr/system/files/Belgeler/TanitimBrosurleri/TAL.pdf (Ziyaret Tarihi:12.11.2018).

Üçpınar B., Karbon Elyaf Kaplama Türlerinin ve Uyumlaştırıcıların Karbon Elyaf Takviyeli Poli(Fenilen Sülfid) Kompozitlerinin Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2017, 494772.

Vural M. S., Kagir Yapı Dış Yüzeylerinde Boya Uygulamalarına Yönelik Sorunların Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1997, 67803.

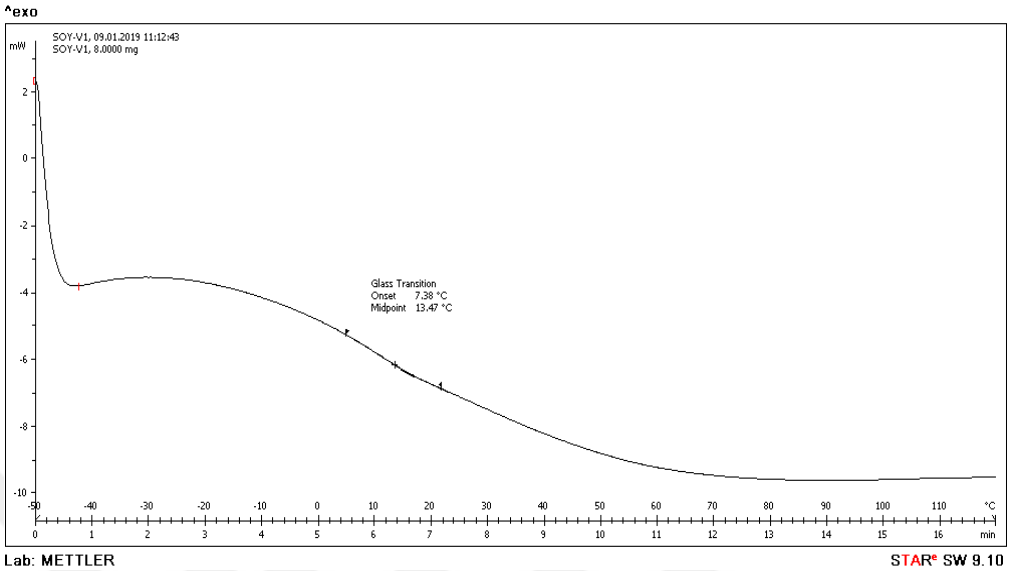
Yürekli Ş., *Reçine ve Boya Teknolojisi Cilt-2*, Marshall Boya Yayınları, İstanbul, 1997.

Zhang Z., Baumgart J.R., Dituro A.M., Lockwood E.F., Dotson J.D., Su C.W., Wu G., Peelable Coating Composition, 2005, U. S. Patent No. 2005/0027024 A1, *U.S Patent and Trademark Office*.

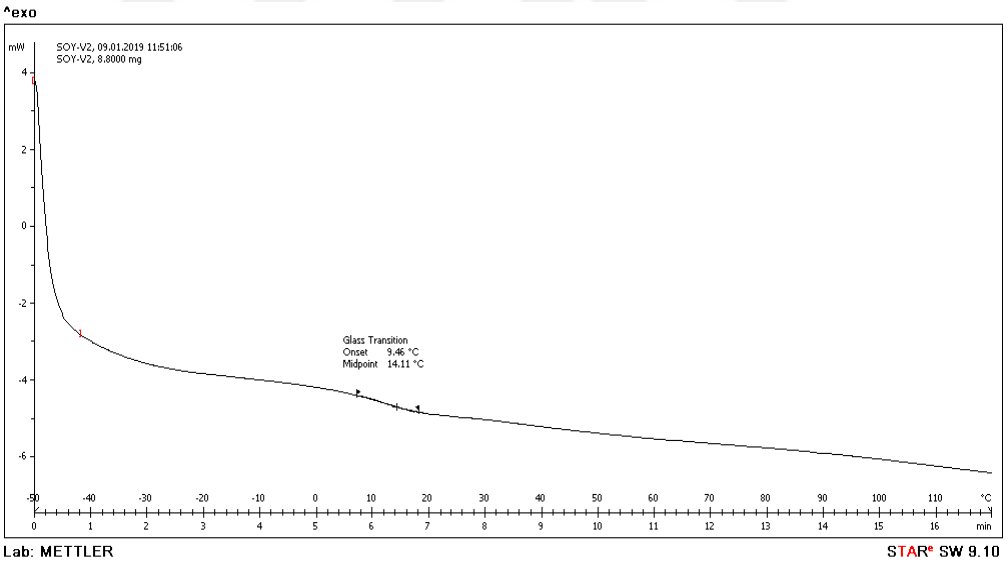
Wicks W. Z., Jones N. F., Pappas P. S., Wicks A. D., *Organic Coatings Science and Technology*, 4st ed., Wiley-Interscience, USA, 2007.

EKLER

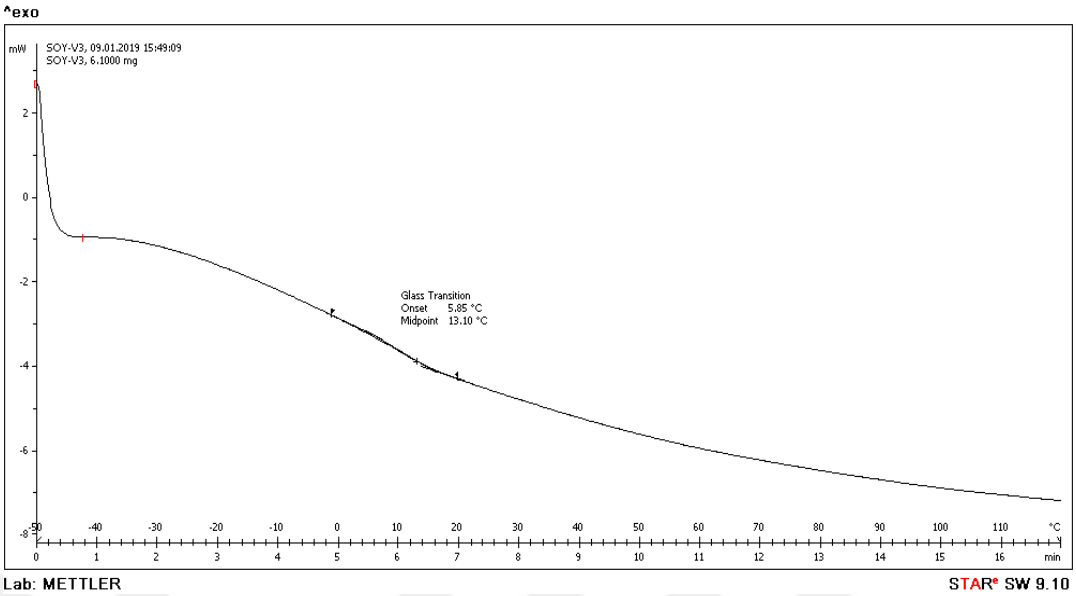
EK-A



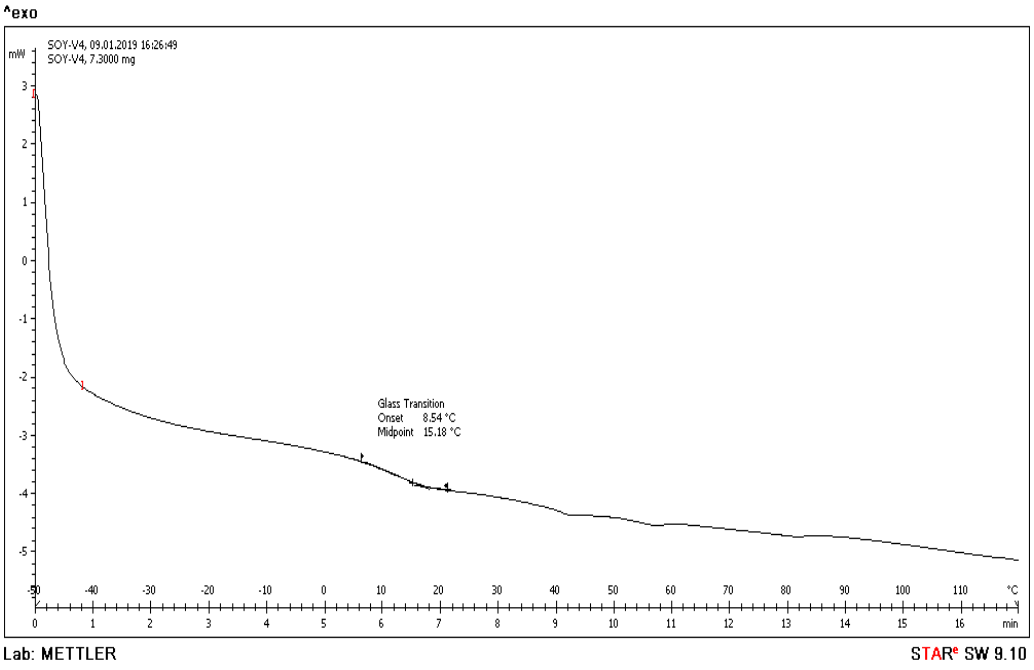
Şekil A.1. %1 PEG 400 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği



Şekil A.2. %1 PEG 8000 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği

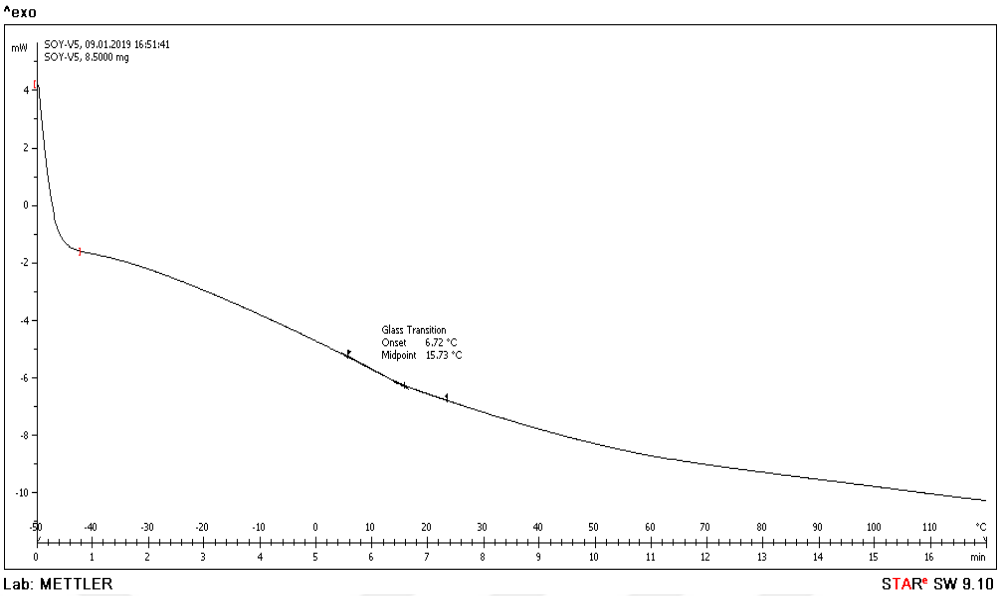


Şekil A.3. %1 Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricili karışımın DSC grafiği

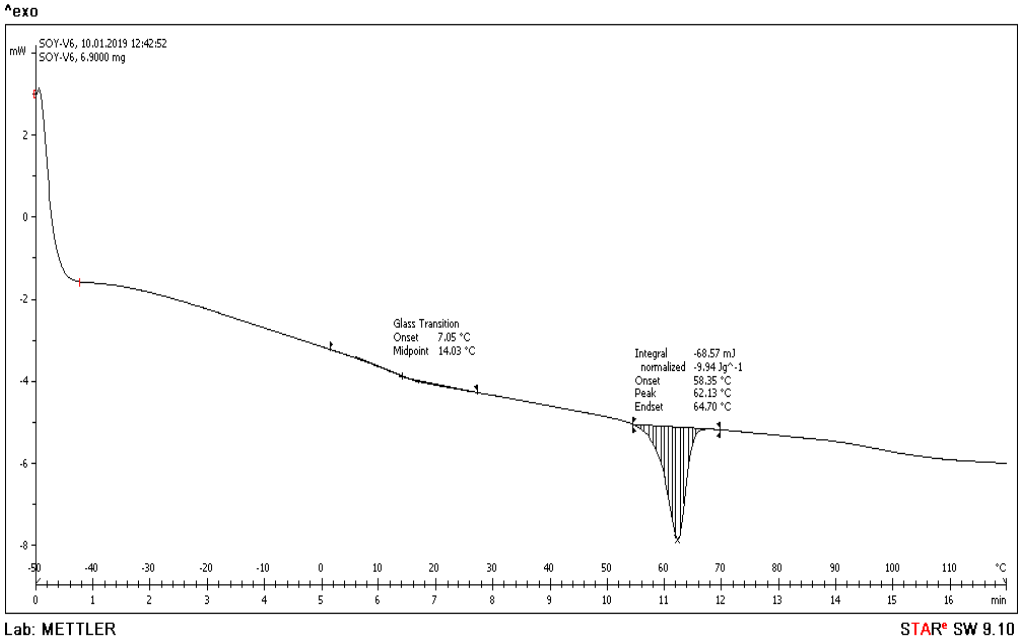


Şekil A.4. %1 Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımın DSC grafiği

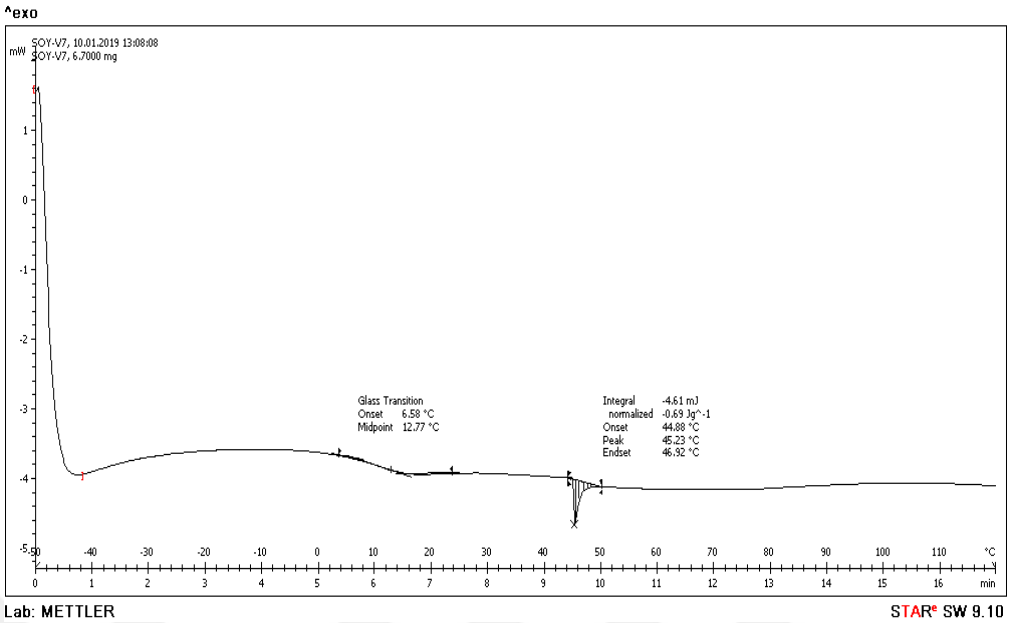
,



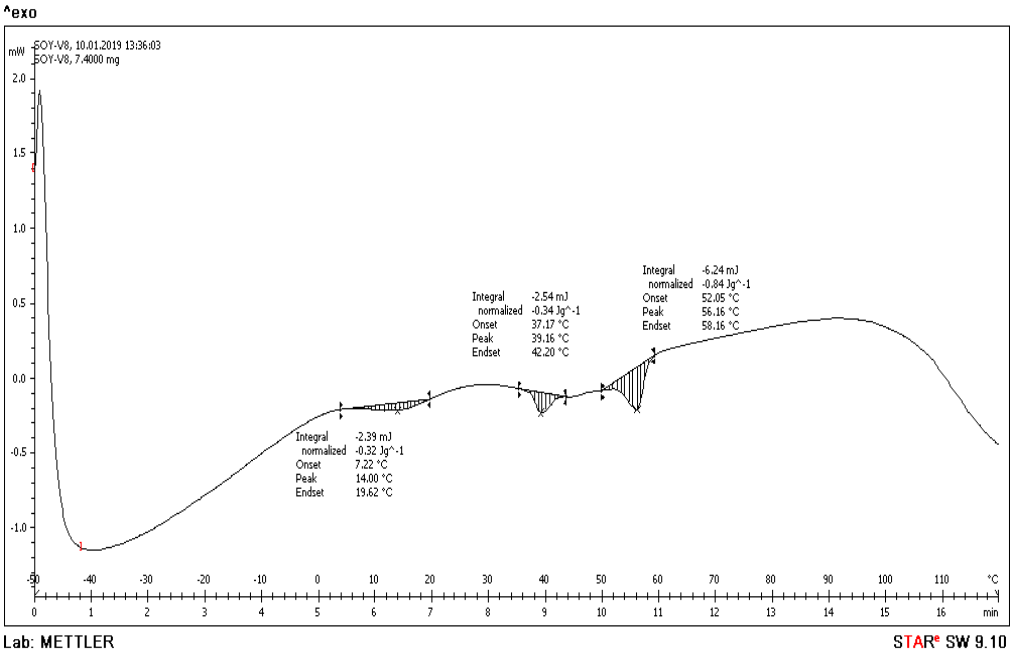
Şekil A.5. %3 PEG 400 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği



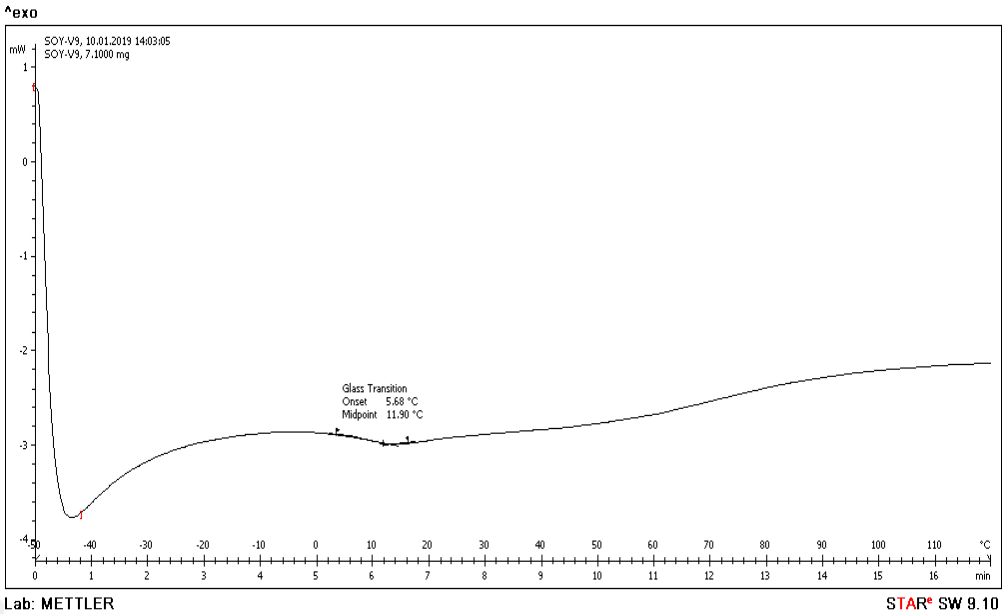
Şekil A.6. %3 PEG 8000 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği



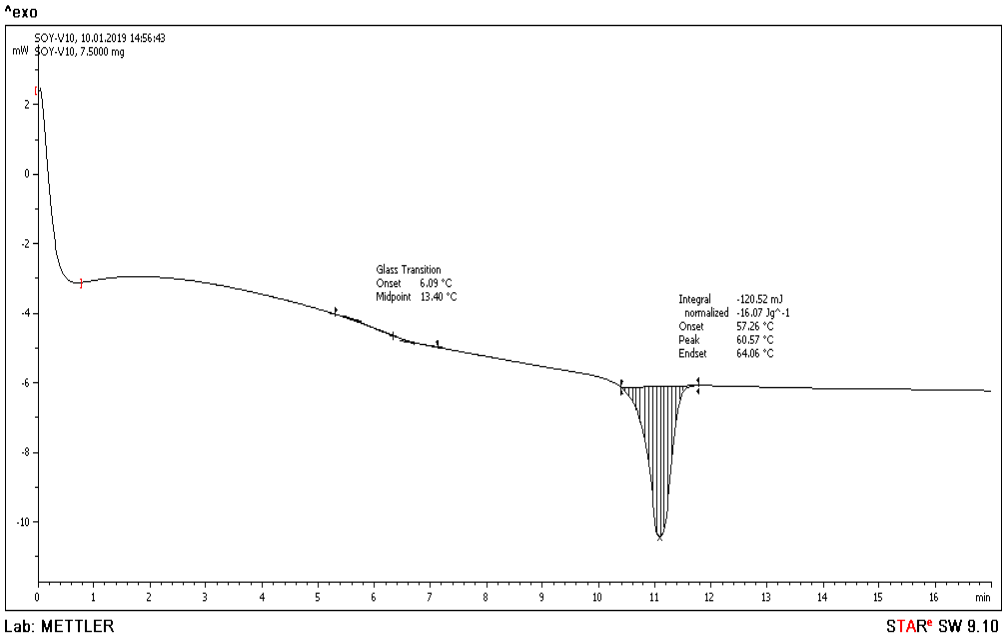
Şekil A.7. %3 Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricili karışımın DSC grafiği



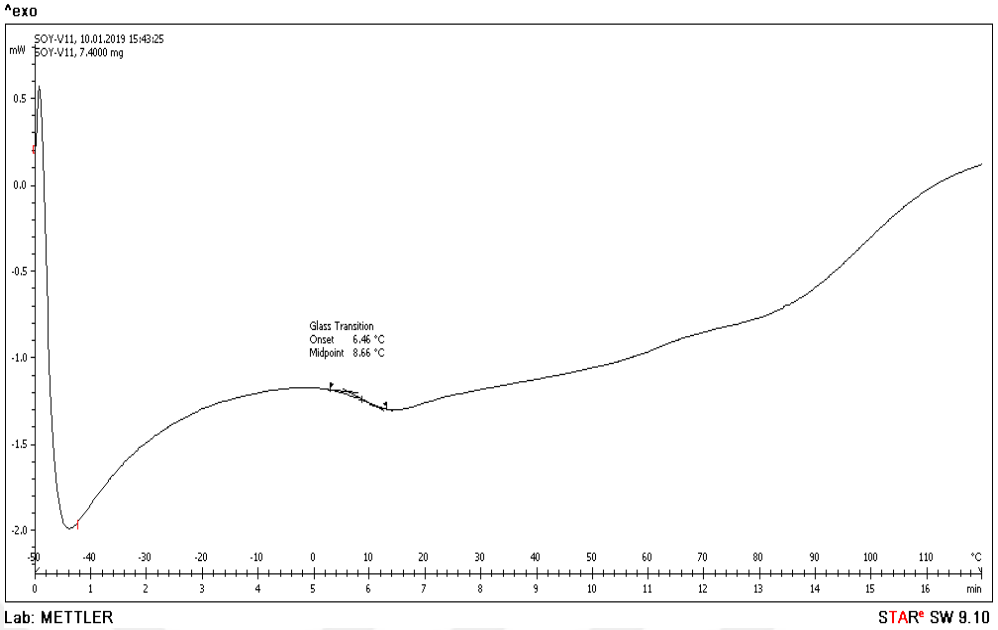
Şekil A.8. %3 Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımın DSC grafiği



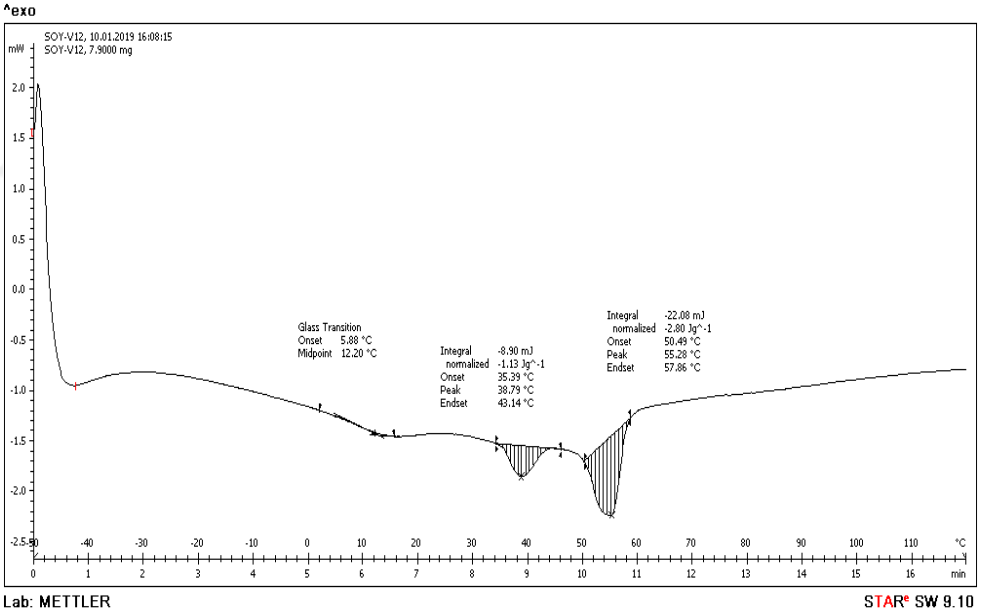
Şekil A.9. %5 PEG 400 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği



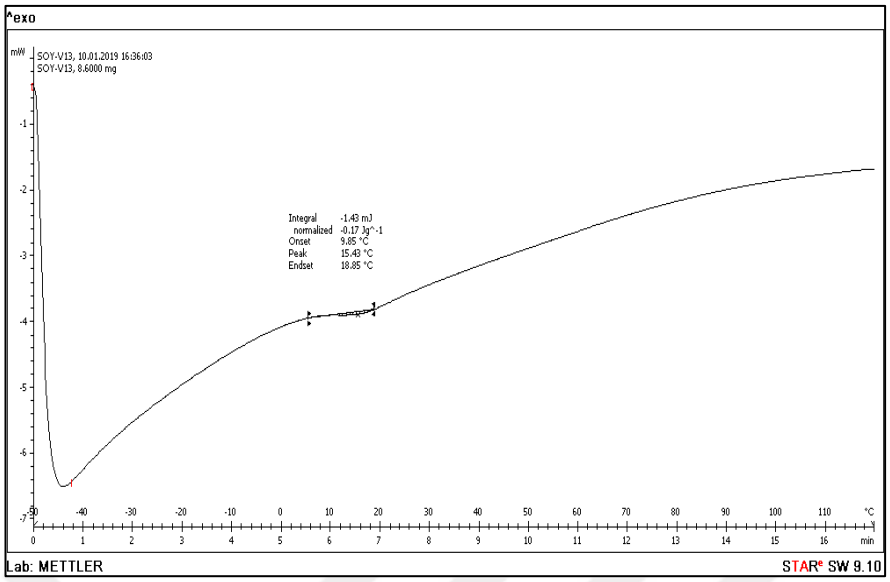
Şekil A.10. %5 PEG 8000 plastikleştiricili karışımın DSC grafiği



Şekil A.11. %5 Sülfatlanmış yağ asidi plastikleştiricili karışımın DSC grafiği



Şekil A.12. %5 Parafin bazlı emülsiyon plastikleştiricili karışımın DSC grafiği



Şekil A.13. Plastikleştiricisiz karışımın DSC grafiği

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Çalışkan V., Aytaç A., Farklı Plastikleştiricilerin Geçici Kaplamaların Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, *Uluslararası Katılımlı VII. Polimer Bilim ve Teknoloji Kongresi,* Eskişehir, Türkiye, 9-12 Eylül 2018.

Çalışkan V., Aytaç A., Geçici Koruyucu Kaplamalarda Plastikleştirici Çeşitlerinin Etkileri, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, Kocaeli, Türkiye, 23-25 Kasım 2018.

ÖZGEÇMİŞ

Volkan Çalışkan 1990 yılında Üsküdar'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kocaeli'nde tamamladı. 2007 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümünden 2012 yılında mezun oldu. 2013 yılında girdiği Polisan Kansai Boyada halen Üretim Mühendisi olarak çalışmaktadır. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans eğitimine halen devam etmektir.