T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HUNTİT-HİDROMANYEZİT KATKILI KAPLANMIŞ KUMAŞLARIN GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hazırlayan
Volkan KARADAYI

Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Yüksek Lisans Tezi

Temmuz 2019
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HUNTİT-HİDROMANYEZİT KATKILI KAPLANMIŞ KUMAŞLARIN GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Volkan KARADAYI

Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2018-8108 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Temmuz 2019
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Volkan Karadayı



"Huntit-Hidromanyezit katkılı kaplanmış kumaşların güç tutuşurluk özelliklerinin belirlenmesi" adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi' ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan
Volkan KARADAYI

Danışman
Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK

Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK danışmanlığında **Volkan KARADAYI** tarafından hazırlanan **"Huntit-Hidromanyezit katkılı kaplanmış kumaşların güç tutuşurluk özelliklerinin belirlenmesi "** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tekstil Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

08/07/2019

JÜRİ:

Danışman : Doç.Dr. Oğuz DEMİRYÜREK .....

Üye : Doç.Dr. Emel ÇİNÇİK .....

Üye : Doç.Dr. Serin MAVRUZ MEZARCIÖZ .....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 09/07/2019 tarih ve 2019/5048 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

09/07/2019

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR

Bana çalışmalarım süresince her türlü yardımı ve fedakârlığı sağlayan gerek akademik kişiliği gerek insani yönüyle örnek olan danışman hocam Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Kumaş temini, kaplamanın hazırlanması ve uygulanması konusunda Kaplama İşletme Müdürü Sayın Hatice ŞENEL başta olmak üzere OBA Perdesan şirketine ve laboratuvar personeline teşekkür ederim.

UltraCarb LH3 minerali temini konusunda yardımcı olduğu için LKAB Minerals firmasından Dr. Sakis CHATZİNİKOLAOU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmayı destekleyen Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Özel olarak bu günlere gelmemde emeği olan aileme ve büyüklerime minnetle teşekkür ederim.

Volkan KARADAYI

Temmuz 2019, KAYSERİ

HUNTİT-HİDROMANYEZİT KATKILI KAPLANMIŞ KUMAŞLARIN GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Volkan KARADAYI

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2019
Danışman: Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ÖZET

Bu çalışmada, güç tutuşurluk sağladığı bilinen doğal minerallerden olan huntit ve hidromanyezit minerallerinin kaplama malzemesi içinde kullanılarak perdelik kumaşa aktarılması neticesinde kumaşların güç tutuşurluğunun artırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak perdelik kumaşlar OBA Perdesan AŞ- Gebze, Kocaeli firmasından temin edilmiştir. İzmir ilinde madenciliği yapılan Huntit ve Hidromanyezit minerali ise LKAB Minerals-Yunanistan firmasından temin edilmiştir. OBA Perdesan firmasında kaplama patı ağırlıkça %0, %5, %10, %15, %20 ve %25 Huntit ve Hidromanyezit minerali içerecek şekilde hazırlanmış ve numune tipi kaplama cihazında kumaşa aktarılmıştır. Limit Oksijen İndeksi (LOI) ölçüm cihazında kaplanmış ve kaplanmamış kumaşların güç tutuşurluk özellikleri incelenmiştir. Buna ilaveten, kumaşların yüzey karakteristikleri ve mineral dağılımının belirlenmesi amacıyla SEM, TGA, FTIR, SEM-EDX analizleri de yürütülmüştür. FT-IR, SEM-EDX ve XRF sonuçlarına göre huntit-hidromanyezit kaplamasının başarılı olduğu görülmüş ve huntit-hidromanyezitin kumaş üzerindeki varlığı tespit edilmiştir. Kaplamadaki akrilik varlığı limit oksijen indeksi değerini düşürürken, huntit-hidromanyezit ilavesi ile LOİ değeri artmış ve 25 değerine ulaşmıştır. Bu değer güç tutuşurluk değerlendirmesine göre "sınırlı alev geciktirici" olarak değerlendirilmiştir. Kaplama yapılmış kumaşları eğilme dayanımı sonuçlarına göre huntit-hidromanyezit ilavesi kumaşların dökümlülüğüne negatif etki etmemiştir.

Anahtar kelimeler: Huntit, Hidromanyezit, Alev Geciktiricilik, Eğilme Dayanımı, Polyester, Akrilik, Kaplama

INVESTIGATING FLAME RETARDANT PROPERTIES OF HUNTITE-HYDROMAGNESITE CONTAINED COATED FABRICS

Volkan KARADAYI

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, July 2019
Supervisor: Assoc. Prof.Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

ABSTRACT

In this study, it is aimed to increase the flame retardancy of the coated fabric including natural minerals such as huntite and hydromagnesite which are known as flame retardancy properties. For this purpose, firstly roller blind woven fabric is supplied from OBA Perdesan A.Ş. company Gebze, Kocaeli. Huntite and Hydromagnesite minerals being mined in İzmir province is provided by LKAB Minerals company Greece. Coating paste is prepared as 0%, 5%, 10%, 15% 20% and 25% owf and transferred to fabric in a laboratory type coating device at OBA Perdesan plant. Flame retardancy properties of coated and uncoated fabrics are investigated by Limiting Oxygen Index (LOI) test device. In addition, to define surface characteristics of fabrics and mineral diffusions; SEM, TGA, FT-IR, SEM-EDX analyses are carried out. According to FT-IR, SEM-EDX and XRF results it is seen that the coating is successful and existence of Huntite and hydromagnesite on the fabric surface are detected. While acrylic existence in coating paste was reducing limiting oxygen index, LOI value increased by addition of huntite-hydromagnesite and reached value 25.1. This value is accepted as “limited flame retardant” according to flame retardancy rating table. Addition of huntite-hydromagnesite did not affect the drape of fabrics negatively according to stiffness test results of coated fabrics.

Keywords: Huntite, Hydromagnesite, Flame Retardancy, Bending, Polyester, Acrylic, Coating

İÇİNDEKİLER

HUNTİT-HİDROMANYEZİT KATKILI KAPLANMIŞ KUMAŞLARIN GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii

YÖNERGEYE UYGUNLUK iii

KABUL VE ONAY iv

ÖNSÖZ v

ÖZET vi

ABSTRACT vii

İÇİNDEKİLER viii

KISALTMALAR x

TABLOLAR LİSTESİ xi

ŞEKİLLER LİSTESİ xii

GİRİŞ 1

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1 Huntit ve Hidromanyezit 3

1.2 Tekstilde Kaplama İşlemi ve Yöntemleri 8

1.2.1 Kaplama İşlemi Yapılan Yüzey Çeşitleri 8

1.2.2 Kaplama Malzemeleri 9

1.2.2.1 Polivinil Klorür (PVC) 11

1.2.2.2 Poliviniliden klorür (PVDC) 12

1.2.2.3 Politetrafloretilen (PTFE) 12

1.2.2.4 Akrilik ..... .13

1.2.3 Kaplama Yöntemleri..... ..14

1.2.3.1 Bıçaklı kaplama 16

1.2.3.2 Kaplama Yapılmış Tekstillerin Kimyası..... 19

1.3 Güç Tutuşurluk 19

1.3.1 Güç tutuşurluğun mekanizması..... 21

1.4 Önceki Çalışmalar..... 25

2. BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1 Gereç..... 28

2.1.1 Kumaş 28

2.1.2 Huntit ve Hidromanyezit Minerali 29

2.2 Yöntem 30

2.2.1 Deney Planı 30

2.2.2 Numune Tipi Kaplama Cihazı 30

2.2.3 Limit Oksijen İndeksi (LOİ) test cihazı 31

2.2.4 SEM-EDX Ölçümleri..... 32

2.2.5 TGA Ölçümleri..... 33

2.2.6 XRF Ölçümleri 34

2.2.7 FT-IR CİHAZI 34

2.2.8 Eğilme dayanımı testi düzeneği ve Eğilme dayanımı testi..... 35

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1 FT-IR Testi Sonuçlarına ait görseller 36

3.2 XRF Testi Sonuçları..... 43

3.3-TGA Test Sonuçları..... 49

3.4 SEM GÖRÜNTÜLERİ..... 56

3.5 SEM-EDX Sonuçları..... 80

3.6 LOI Ölçüm Sonuçları 87

3.7 Eğilme Dayanımı Testi Sonuçları 88

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma..... 89

4.1.1 FT-IR Sonuçları 89

4.1.2 XRF Sonuçları..... 90

4.1.3 TGA Sonuçları..... 91

4.1.4 SEM Görüntüleri 91

4.1.5 SEM-EDX Sonuçları..... 92

4.1.6 LOI Sonuçları..... 92

4.1.7 Eğilme Dayanımı Testi Sonuçları 93

4.2 Sonuç ve Öneriler 93

KAYNAKÇA 95

ÖZGEÇMİŞ 98

KISALTMALAR

SEM : Scanning Electron Microscope – Taramalı Elektron Mikroskopu

FT-IR : Fourier Transfer Infrared – Fourier dönüşümlü infrared

XRF : X-ray Fleuresence – X ışını floresansı

TGA : Thermogravimetric analysis – Termogravimetrik analiz

DTA : Differential thermal analysis – Diferansiyel termal analiz

DSC : Differential scanning calorimetry – Diferansiyel taramalı kalorimetri

LOI : Limit oksijen indeksi

PVC : Polivinilklorür

PVDC : Polivinilidenklorür

PTFE : Politetrakloretilen

PU : Poliüretan

SBR : Stiren bütadien kauçuk

EVA : Etilen vinil asetat

LH3 : UltraCarb LH3

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Dünya Doğal Manyezit Üretimi (x1000 ton) 5
Tablo 1.2 Türkiye'deki Manyezit Rezervleri (ton) 5
Tablo 1.3 Kaplamada en çok kullanılan zemin kumaşları ve özellikleri 8
Tablo 1.4 Kaplamada kullanılan maddeler, özellikleri ve kullanım alanları 9
Tablo 1.5 Kaplamada kullanılan teknikler 14
Tablo 1.6 LOI'ye göre alev geciktirici sınıflandırması 19
Tablo 1.7 Halojensiz alev geciktiriciler ve bunlara ait bozunma sıcaklıkları ve alev geciktirici olarak kullanılabilirlikleri 20
Tablo 1.8 Yaygın güç tutuşurluk testleri 22
Tablo 1.9 Değişik türde lifler için Limit oksijen indeks (LOI) değerleri 23
Tablo 1.10 Huntit içeren Termoplastik Poliüretan Kompozitlerin LOİ değerleri 26
Tablo 2.1 UltraCarb LH3-Huntit ve hidromanyezit mineral özellikleri 29
Tablo 2.2 UltraCarb LH3'ün fiziksel özellikleri 29
Tablo 2.3 UltraCarb LH3'ün kimyasal bileşimi 29
Tablo 2.4 Deney Planı (Test Numunleri) 30
Tablo 3.1 LH3 içermeyen bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 43
Tablo 3.2 LH3 içermeyen iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 43
Tablo 3.3 LH3 içermeyen üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 43
Tablo 3.4 %5 LH3 içeren bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 44
Tablo 3.5 %5 LH3 içeren iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 44
Tablo 3.6 %5 LH3 içeren üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 44
Tablo 3.7 %10 LH3 içeren bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 45
Tablo 3.8 %10 LH3 içeren iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 45
Tablo 3.9 %10 LH3 içeren üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 45
Tablo 3.10 %15 LH3 içeren bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 46
Tablo 3.11 %15 LH3 içeren iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 46
Tablo 3.12 %15 LH3 içeren üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 46
Tablo 3.13 %20 LH3 içeren bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 47
Tablo 3.14 %20 LH3 içeren iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 47
Tablo 3.15 %20 LH3 içeren üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 47

Tablo 3.16 %25 LH3 içeren 1 geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 48
Tablo 3.17 %25 LH3 içeren 2 geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 48
Tablo 3.18 %25 LH3 içeren 3 geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları 48
Tablo 3.19 Toz numunenin XRF sonuçları 49
Tablo 3.20 LH3 içermeyen akrilik kaplı numunenin SEM-EDX sonuçları 81
Tablo 3.21 %5 LH3 içeren akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları 82
Tablo 3.22 %10 LH3 içeren geçişli akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları 83
Tablo 3.23 %15 LH3 içeren geçişli akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları 84
Tablo 3.24 %20 LH3 içeren geçişli akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları 85
Tablo 3.25 %25 LH3 içeren geçişli akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları 86
Tablo 3.26 LOI Sonuçları 88
Tablo 3.27 Eğilme Testi Sonuçları 89

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Huntit-hidromanyezit mineralinin SEM görüntüsü 4
Şekil-1.2 Farklı MgO-CO_2-H_2O oranında bileşikler içeren manyezit türleri 6
Şekil 1.3 huntit-hidromanyezitin DSC testi grafiği 7
Şekil 1.4 huntit-hidromanyezitin TGA testi sonucu 7
Şekil 1.5 Polivinil klorür polimerleşmesi 11
Şekil 1.6 Poliviniliden klorür polimerleşmesi..... 13
Şekil 1.8 Akrilik esteri (R=H akrilatlar için, R=CH_3 metakrilatlar için) 14
Şekil 1.9 Havalı rakle yöntemi..... 17
Şekil 1.10 Silindir üzerinde rakle yöntemi..... 17
Şekil 1.11 Blanket üzerinde rakle yöntemi 18
Şekil 1.12 Havada rakle yöntemi 18
Şekil 1.13 Bıçak profilleri..... 19
Şekil 1.14 Tekstil liflerinin tutuşma döngüsü 21
Şekil 1.15 bazı serbest radikal tutuşma tepkimeleri..... 21
Şekil 1.16 Endotermik ayrışma tepkimeleri..... 22
Şekil 1.17 Köpüklü cam oluşumu 22
Şekil-1.18 Huntit/hidromanyezit oranına göre Huntit/hidromanyezit takviyeli plastiklerin LOİ değişimi 26
Şekil-1.19 Parçacık boyutunun etkisine göre huntit/hidromanyezit takviyeli plastiklerin LOİ değişimi 26
Şekil 2.1 Mathis LTE-S marka numune tipi kaplama cihazı 31
Şekil 2.2 Fire Testing Marka Limit Oksijen İndeksi Cihazı ve Test Edilen Kumaşlar... 32
Şekil-2.3 Gemini marka, GeminiSEM 500 Model SEM Cihazı..... 33
Şekil-2.4 PERKIN ELMER DIAMOND TGA cihazı 33
Şekil-2.5 Panalytical marka Axios Advanced model XRF cihazı 34
Şekil-2.6 Perkin Elmer marka Spotlight 400 model FT-IR cihazı..... 34
Şekil 2.7 Eğilme dayanımı test sehpası ve cetvel aparatını gösteren görüntüler 35
Şekil 2.8 Eğilme dayanımı testi yapılışını gösteren görüntüler 35
Şekil-3.1 LH3 toz numunenin FTIR diyagramı 36

Şekil 3.2 LH3 içermeyen 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 37
Şekil 3.3 LH3 içermeyen 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 37
Şekil 3.4 LH3 içermeyen 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 37
Şekil 3.5 %5 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 38
Şekil 3.6 %5 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 38
Şekil 3.7 %5 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 38
Şekil 3.8 %10 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş FTIR sonuçları 39
Şekil 3.9 %10 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 39
Şekil 3.10 %10 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 39
Şekil 3.11 %15 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları ..... .40
Şekil 3.12 %15 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 40
Şekil 3.13 %15 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları ..... .40
Şekil 3.14 %20 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 41
Şekil 3.15 %20 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 41
Şekil 3.16 %20 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 41
Şekil 3.17 %25 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 42
Şekil 3.18 %25 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 42

Şekil 3.19 %25 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları 42
Şekil 3.20 LH3 toz numunesinin TGA sonuçları 49
Şekil 3.21 LH3 içermeyen 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 50
Şekil 3.22 LH3 içermeyen 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 50
Şekil 3.23 LH3 içermeyen 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 50
Şekil 3.24 %5 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 51
Şekil 3.25 %5 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 51
Şekil 3.26 %5 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 51
Şekil 3.27 %10 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 52
Şekil 3.28 %10 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 52
Şekil 3.29 %10 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 52
Şekil 3.30 %15 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları 53
Şekil 3.31 %15 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları. 53
Şekil 3.32 %15 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları. 53
Şekil 3.33 %20 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçlar.. 54
Şekil 3.34 %20 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçlar.. 54
Şekil 3.35 %20 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları. 54

Şekil 3.36 %25 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları. 55
Şekil 3.37 %25 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları. 55
Şekil 3.38 %25 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları. 55
Şekil 3.39 LH3 içermeyen bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 56
Şekil 3.40 LH3 içermeyen iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 57
Şekil 3.41 LH3 içermeyen üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 58
Şekil 3.42 %5 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 59
Şekil 3.43 %5 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 60
Şekil 3.44 %5 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 61
Şekil 3.45 %10 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 62
Şekil 3.46 %10 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 63
Şekil 3.47 %10 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 64
Şekil 3.48 %15 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 65
Şekil 3.49 %15 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 66
Şekil 3.50 %15 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 67
Şekil 3.51 %20 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 68
Şekil 3.52 %20 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 69
Şekil 3.53 %20 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 70
Şekil 3.54 %25 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 71
Şekil 3.55 %25 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 72
Şekil 3.56 %25 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri 73
Şekil 3.57 Toz numunelerin SEM görüntüleri 20x 30x 74
Şekil 3.58 LH3 içermeyen numunelere ait kesit görüntüleri 75
Şekil 3.59 %5 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri 76
Şekil 3.60 %10 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri 77
Şekil 3.61 %15 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri 78
Şekil 3.62 %20 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri 79
Şekil 3.63 %25 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri 80

GİRİŞ

Günümüzde Tekstil ürünlerinin, sahip oldukları temel özelliklerinin yanı sıra bazı ek fonksiyonlara veya işlevlere de sahip olması beklenmektedir. Teknik Tekstiller olarak nitelendirilen tekstil ürünleri, "Estetik veya dekoratif özelliklerinden ziyade sahip oldukları teknik ve performans özellikleri için üretilen tekstil materyalleri ve ürünleri" olarak tanımlanmaktadır [1]. Güç tutuşur tekstiller de teknik tekstil olarak sayılmaktadır. Güç tutuşurluk, günümüzde otomotiv, ev tekstilleri, bina tekstilleri, itfaiyeci giysileri gibi alanlarda istenen bir özellik haline gelmiştir. Bu özellik, karbon, cam, aramid gibi elyafların kumaş yapısında kullanılmasıyla; güç tutuşurluk sağlayan kimyasal maddelerin boya veya apre esnasında kumaşa verilmesiyle veya güç tutuşurluk sağlayan minerallerin kaplama yoluyla kumaşa aktarılmasıyla sağlanabilmektedir. Ülkemizde madencilik faaliyetleri kapsamında çıkarılan Huntit ve hidromanyezit gibi minerallerin güç tutuşurluk özelliği sağladığı bilinmektedir. Bu mineraller genellikle plastik sanayinde plastiklerin güç tutuşurluğunu artırmak için kullanılmaktadır.

İstatistiklere baktığımızda direk alev nedenli kayıplar Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinin yıllık gayri safi yut içi hâsıla miktarının %0,2 – 0,3'ü kadardır. Almanya'da kayıplar yıllık 6 milyar Euro ve ABD'de ise 10 milyar USD'den fazladır. Türk İstatistik Enstitüsü'nden alınan verilere göre 2005'te Türkiye'deki yangınlardan dolayı kayıp ve hasar 19,9 milyon USD'dir. Birçok yerde yangın riski için yeterli tedbir alınmamaktadır. Bu problem karşısında güç tutuşurluk materyalleri önemli rol oynamaktadırlar [2].

Bu çalışmada insan hayatını doğrudan etkileyen yangınların ölümcül zararlarını azaltmayı hedefleyen güç tutuşurluk konusunda insan sağlığı açısından iyileştirmeler amaçlanmaktadır. Çünkü geleneksel güç tutuşurluk maddeleri içerdikleri halojenler sebebiyle her ne kadar tutuşmayı zorlaştırsalar da yanma esnasında zehirli gazlar açığa çıkardıkları için yangın dışında da ölümlere sebep olabilmektedirler. Huntit-

Hidromanyezit mineral esaslı olduğu için herhangi bir zehirli gaz çıkışına sebep olmamaktadır, böylece hem insan sağlığına uygun hem de çevreye zararsız bir materyal özelliği taşımaktadır. Bu açıdan çalışmamızda kullanılan Huntit-Hidromanyezit maddesi tekstil alanında ilk çalışmalardan birisi olma özelliğini taşımaktadır. Bu maddenin madencilik faaliyetlerinin ülkemizde yapılıyor olması da milli bir değer kazanımı sağlayacaktır.

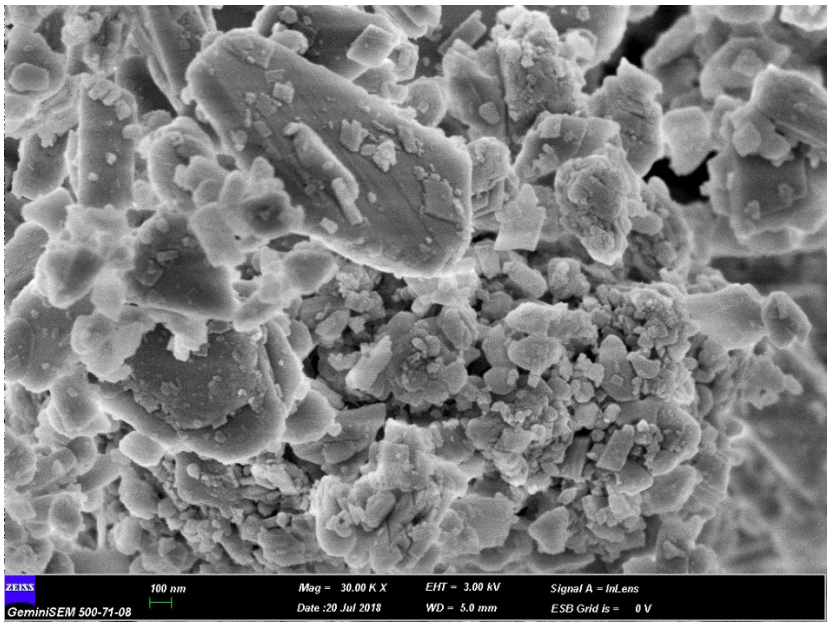
1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1 Huntit ve Hidromanyezit

Huntit minerali 1943 yılında keşfedilmiştir ve bu mineral ile ilgili çalışmalar 1948 senesinde Faust ve Callaghan tarafından Currant Creek (ABD) yataklarının mineralojisi ve petrolojisi üzerinde yapılan araştırmalarla başlamıştır. Yapılan araştırmalarda huntitin yeni bir mineral olduğu tespit edilmiştir. Mineralin ismi Prof. Walter F. Hunt'a atıf olarak konulmuştur. Hunt'un öğrencisi George Faust huntitin DTA analizini yaptı ve 644 °C ve 901 °C'de endotermik olarak bozunduğunu tespit etti. Ayrışmaların $MgCO_3$ ve $CaCO_3$ ayrışmaları olduğu belirlendi. Huntit için kimyasal formülün $Mg_3Ca(CO_3)_4$ olduğu kimyasal analizle de gösterilmiştir [3].

Hidromanyezit ise $Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O$ formülü ile gösterilir ve sulu manyezit olarak adlandırılır. Genellikle manyezitten ayrışma ürünleri olan magnezyum içeren serpentin ve brüsit ile birlikte oluşur. Genellikle mağaralarda ortaya çıkar. Kalsit ve aragonitten sonraki en yaygın mağara karbonat mineralidir. İlk defa 1836'de Hoboken, New Jersey'de tanımlanmıştır. Endüstriyel olarak genellikle huntit ile birlikte alev geciktirici olarak kullanılır. Termal olarak 220 °C ile 550 °C arasında su ve karbondioaksit bırakarak bozunur. Bozunma süreci üç aşamadan oluşur; birincisi yaklaşık olarak 220 °C'de başlayan dört molekül kristalenmiş su ayrışmasıdır. İkincisi, 330 °C'deki sudan hidroksit iyonu ayrışmasıdır. Üçüncü ise 350 °C'de karbondioksit salınmaya başlanmasıdır [4]. Şekil 1.1'de huntit-hidromanyezit mineralinin mikroskop altındaki görüntüsü verilmektedir.



Şekil 1.1 Huntit-hidromanyezit mineralinin SEM görüntüsü

Türkiye'de Denizli İli Hırsızdere mevkiinde ve Sırbistan'da Bela-Stena sedimanter manyezit yataklarının hidromanyezitlerin diyajenezi ile oluştukları sanılmaktadır [5]. Buradaki yataklarda stromatolitik yapıların izleri tabakalar arasında görülebilmektedir. Hidromanyezitler, güncel olarak da Burdur İli, Yeşilova İlçesinde yer alan Salda Gölü'nde de oluşmaktadır. Mineralizasyonda siyanobakterilerin önemli rol aldığı düşünülmektedir [6]. Hidromanyezitin en genel endüstriye kullanımı huntit ile bir karışım olarak polimerler için güç tutuşurluk katkı maddesi olarak kullanılmasıdır [7-8].

Huntitin kimyasal fomülü $CaMg_3(CO_3)_4$'tır. (%15,88 CaO, % 34.25 MgO ve % 49.87 CO_2). Yoğunluğu; 2.88 g/cm3 ve sertliği 1-2 Mohs'tur. Mikroskobik tane boyunda polikristalin yığışımlar halinde bulunur. Rombohedral ve hekzagonal sistemde kristallenir. Dolomit ve/veya manyezitle birlikte karstik, evaporitik, gelgit altı ve yer altı ısınmış ortamlarında Mg/Ca oranının 7'den yüksek ve sıcaklığın 50 °C'den daha fazla olduğu şartlarda (pH: 7,5-8) tabaka veya topak halde meydana gelir. Yarı duyarlı olduğundan ancak iyi muhafaza edilen yataklarda varlığını korur. Huntit; çoğunlukla hidromanyezit ve/veya manyezitle birlikte bulunup; dağılgan, saf beyaz görünümlüdür. Islak olduğuda çok plastiktir. Çamuru, mantar yüzeyleri gibi kırılıp çatlamalar gösterir. Beyaz renkte, toprağımsı, kırılgan yapıda bir mineraldir. Huntit cevherinin en önemli kullanım alanı ise ısıtıldığında ortaya çıkan CO_2 içeriğinden dolayı alev geciktirici dolgu malzemesi olarak kullanılmasıdır. Bunun yanı sıra boyalarda özel bağlayıcı ve

yapıştırıcı, özel tip lastiklerde dolgu sertleştirici ve kâğıt sanayinde kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu konularda huntitin kullanım standartları henüz tam olarak ortaya konmamıştır. Tüm bu nedenlerden dolayı; alev geciktirici olarak, çevre dostu olan huntit-hidromanyezit karışımı kullanımının giderek artabileceği tahmin edilmektedir [9]. Dünya Doğal Manyezit üretim değerlerine bakıldığında (Tablo-1.1) Türkiye; Çin, Rusya, Brezilya, Kuzey Kore ve Brezilya'dan sonra gelmektedir.

Tablo 1.1 Dünya Doğal Manyezit Üretimi (x1000 ton) [10]

Ülkeler	1996	1997	1998
Avustralya	238	245	359
Avusturya	624	650	650
Brezilya	1.268	1.300	1.200
Kanada	200	200	200
Çin	8.000	8.000	8.500
Yunanistan	682	650	650
Hindistan	373	375	372
Kuzey Kore	1.600	1.600	800
Rusya	3.181	2.700	2.200
Sırbistan	89	95	60
Slovakya	1.000	1.000	1.000
İspanya	490	450	500
Türkiye	1.200	1.200	1.400
Diğerleri	200	200	200
Dünya Toplamı	19.145	18.665	18.091

Tablo-1.2'de ise Türkiye'deki Manyezit rezervlerinin illere göre dağılımı görülmektedir.

Tablo 1.2 Türkiye'deki Manyezit Rezervleri (ton) [10]

İl	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam	Potansiyel
Ankara	57 087	18 814	15 000	90 901	65 000
Antalya		120 000		120 000	
Bilecik	96 572	128 000		224 822	
Burdur		85 000		85 000	
Bursa	160 000	470 000		68 000	
Bolu		14 000		14 000	4 300 000
Çankırı		3 055 220	418 000	3 473 000	510 000

Tablo 1.2 Türkiye'deki Manyezit Rezervleri (ton) (devamı) [10]

İl	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam	Potansiyel
Denizli		1 110 000		1 110 000	
Erzincan	4 200 000	128 600	5 200 000	9 528 600	
Erzurum		50 667	389 000	439 667	400 000
Eskişehir	12 487 000	18 209 000		30 696 000	
Konya	16 905 000	22 850 000	39 861 000	79 616 000	
Kütahya	10 154 000	8 958 560	9 713 000	28 825 560	
Muğla	150 000	150 000	60 000		
Toplam	44 059 659	55 198 111	55 747 000	155.199 520	5 335 000

Hidromanyezit su bağlı bir kalsiyum karbonat mineralidir. Kimyasal formülü $Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O$ şeklindedir. Huntit ise $Mg_3Ca(CO_3)_4$ yapısındadır. Bu minerallerin bozuna sıcaklıklar 200-400 ^{0}C'den başlamaktadır. Ayrışma reaksiyonları ise aşağıda gösterilmektedir.

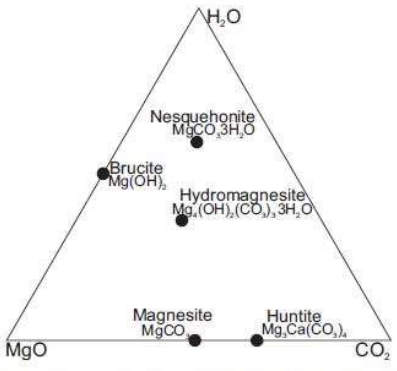
Huntit:

$$Mg_3Ca(CO_3)_4 \rightarrow 3MgO + CaO + 4CO_2$$

Hidromanyezit:

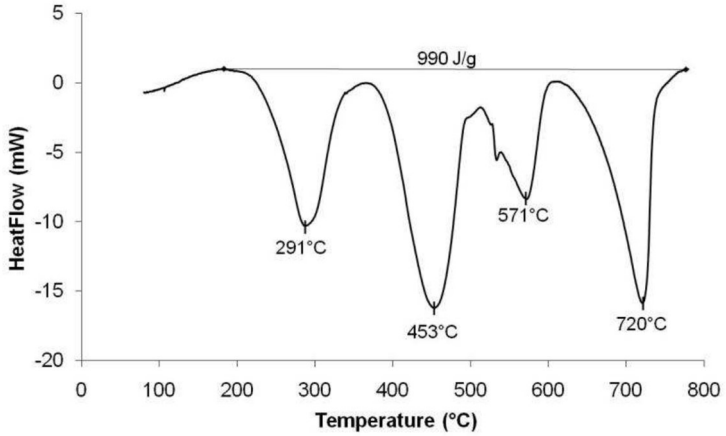
$$Mg_5(CO_3)_4(OH)_2.4H_2O \rightarrow 5MgO + 4CO_2 + 5H_2O$$

Huntit ve Hidromanyezit farklı sayıda MgO-CO_2-H_2O molekülleri içermektedir. Farklı oranda söz konusu moleküller içeren manyezit türleri ile ilgili bileşikler ve isimleri Şekil-1.2'de verilmektedir.

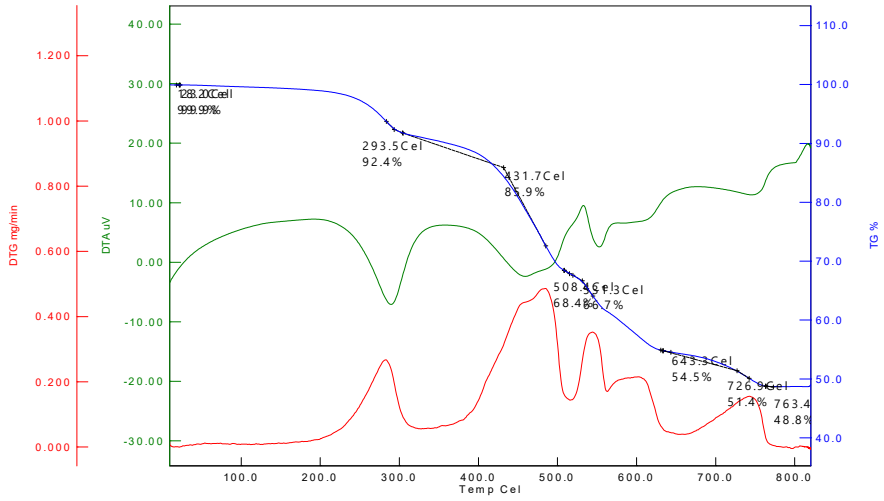


Şekil-1.2 Farklı MgO-CO_2-H_2O oranında bileşikler içeren manyezit türleri [11]

Huntit-hidromanyezit mineraline ait DSC testi grafiği Şekil 1.3'te görülmektedir. Burada 291 °C hidromanyezitin ayrışmaya başladığı sıcaklık, 453 °C ise huntitin bozunmaya başladığı sıcaklık değerleridir. Burada huntit-hidromanyezit karışımının endotermik olarak ayrıştığı rahatlıkla görülmektedir [12].



Şekil 1.3 huntit-hidromanyezitin DSC testi grafiği [12]



Şekil 1.4 huntit-hidromanyezitin TGA testi sonucu

1.2 Tekstilde Kaplama İşlemi ve Yöntemleri

Kaplama işlemi tekstil yüzeyine ek bir özellik kazandırmak veya onu takviye etmek amacıyla yapılır. Kaplama işlemi ile kazandırılması amaçlanan özellikler; güç tutuşurluk, geçirgenlik önleyicilik, mukavemet vs. olabilir.

1.2.1 Kaplama İşlemi Yapılan Yüzey Çeşitleri

Kaplama işlemi yapılan tekstil yüzeyini oluşturan hammaddeler toplu olarak Tablo 1.3'te verişmiştir.

Tablo 1.3 Kaplamada en çok kullanılan zemin kumaşları ve özellikleri [13]

Lif	Avantaj	Dezavantaj
Pamuk	Mükemmel kaplama adhezyonu Ara bağlayıcı madde ihtiyacı yok Düşük termal çekme	Bozulmaya, küflenmeye ve böceklere dayanıksız
Polyester	Yüksek sıcaklığa dayanıklı Düşük çekme özelliği Bozulmaya, küflenmeye ve böceklere karşı dayanıklı Yüksek aşınma direnci Giysilik ve diğer kullanım alanları için pamukla karıştırılabilme	Düşen nem çekme özelliği Sınırlı elastikiyet Pahalı oluşu
Polyamid	Yüksek sıcaklığa dayanıklı İyi elastikiyet Yüksek aşınma dayanımı Bozulmaya, küflenmeye ve böceklere karşı dayanıklı İyi ısı absorbe etme özelliği (hava yastıkları)	Düşük UV direnci Nem çekmeye bağlı olarak sarkma ya da çökme Polyestere göre pahalı
Polietilen, Polipropilen	Düşük ağırlıkta Kimyasal olarak etkisiz Bozulmaya, küflenmeye ve böceklere karşı dayanıklı Ucuz	Düşük erime sıcaklığı (özellikle polietilen) Bazı maddelere adhezyonu güçlü
Aramid	Yüksek erime sıcaklığı Yüksek gerilme mukavemeti Güç tutuşurluk	Pahalı Güneş ışığına ve UV ışınlarına dayanıksız
Cam Lifi	Yüksek UV dayanımı Nem çekmez Bozulmaya, küflenmeye ve böceklere karşı dayanıklı İyi boyut stabilitesi İyi güç tutuşurluk Dayanıklı Yüksek sıcaklık dayanımı	Nispeten ağır Kırılgan ve zayıf uzama özelliği Adhezyon güçlüğü

1.2.2 Kaplama Malzemeleri

Kaplama yapmak için kullanılan polimerler, avantaj ve dezavantajları ile kullanım alanlarından Tablo 1.4'te bahsedilmiştir. Bölüm 1.2.2.1den Bölüm 1.2.2.4'e kadar PVC, PVDC, PTFE ve çalışmada kullanılan akrilik polimerleri hakkında genişçe bilgi verilmiştir.

Tablo 1.4 Kaplamada kullanılan maddeler, özellikleri ve kullanım alanları [13]

Polimer madde	Avantaj/Dezavantaj	Kullanım alanları
PVC (Polivinilklorür)	Yüksek elastikiyet aşınma dayanımı, yağ ve çözücü direnci, güç tutuşur/düşük ısı performansı, soğukta çatlama	Tente, çadır bezi, koruyucu ve askeri giysi, mobilya döşemeleri, mimari ve inşaat tekstilleri
PU (Poliüretan)	Yüksek uzama değeri, hava şartlarına, yırtılmaya ve aşınmaya dayanıklı, yağ itici/güneş ışığı altında sararma eğilimi	Halı arkası ve el çantaları, düşük gramajlı suni deri ceket, su geçirmez ve nefes alabilir giysiler, can yelekleri, spor çantalar, tente yapımı
Doğal kauçuk	İlave maddeler ile birlikte yüksek hızda karıştırılıp tekstil yüzeyinde yayılabilme ve yüksek elastikiyet gösteren film oluşturabilme/gün ışığı ve oksidasyon dayanımı düşük, yanıcı ve yağ itici özelliği zayıf	Halı arkası malzemesi, otomobil lastiği, taşıyıcı bant ve koruyucu giysilerde
SBR (Stiren bütadien kauçuk)	Yüksek aşınma dayanımı, oksidasyona ve mikroorganizmalara dayanımı yüksek, havadan etkilenmez/yırtılma direnci düşük ve ısı dayanım aralığı dar	Halı arkası malzemesi, otomobil lastiği, taşıyıcı bant ve koruyucu giysilerde
Nitril kauçuk	Isı ve gün ışığına dayanımı yüksek, havadan etkilenmez/yırtılma direnci düşük ve ısı dayanım aralığı dar	Fueloil tankları ve hortumlar, yağlı bölgelerde kullanıma kayışlar, yağ itici kıyafetler ve taşıyıcı bantlar
Bütil kauçuk	Oksidasyona, kimyasallara ve ısıya dayanımı (-50/125 °C) yüksek, gaz geçirmezliği yüksek, güç tutuşurluğu düşük	Asit ve kimyasallara karşı koruyucu giysiler, düşük gramajlı can yemekleri, şişme botlar ve pnömatik yaylar

Tablo 1.4 Kaplamada kullanılan maddeler, özellikleri ve kullanım alanları (devamı) [13]

Polimer madde	Avantaj/Dezavantaj	Kullanım alanları
Neopren (Polikloropren kauçuk)	Kimyasallara, oksidasyona ve yağa dayanımı yüksek, yüksek çekme mukavemeti, güç tutuşurluğu iyi/renklendirilmesi zor, ısı dayanımı düşük ve sıcaklık üst limiti 120 °C	Hava yastıklarında can yeleklerinde, koruyucu giysilerde, uçak iç döşemeleri
Hypalon (Klorosülfat kauçuk)	Kimyasallara, oksidasyona ve yağa dayanımı yüksek, yüksek ısıya dayanıklı ve düşük ısı dayanımı az, renklendirilebilme	Koruyucu giysilerde, hava yastığı, can yeleği, uçak iç döşemeleri
Silikon	Mikroorganizmalara, kimyasallara ve oksidasyona dayanıklı, kokusuz nefes alma özelliği kazandırma, gaz geçirgenliği yüksek, yükske yırtılma ve patlama dayanımı/bağlanması, bskı ve renklendirilmesi zor, pahalı	Hava yastığı, paraşüt, gıda ve sağlık sektörü
PTFE (Politetrakloretilen)	İyi yağ ve su itici özellik, yüksek ısıya, kimyasallara ve çözücülere dayanıklı, oksidasyona, hava şartlarına ve mikroorganizmalara dayanıklı, yüksek ısı dayanım aralığı (-70/250 °C) ideal bir polimer/yüksek maliyet	Gıda ve sağlık sektörü, mimari ve inşaat uygulamaları
PVDC (Polivinilidenklorür)	Güç tutuşur, düşük gaz geçirgenliği, parlak, sert, kırılgan ve pahalı	Koruyucu giysilerde ateşe dayanıklılık gereken yerlerde
EVA (Etilen vinil asetat)	Tüm liflere adhezyonu, düşük sıcaklıklarda bile yüksek esneme kabiliyeti/yıkamaya karşı direnci düşük, solma eğilimi	Halı arkası malzemesi, duvar kaplamaları
Akrilik	UV ışınlarına direnci yüksek, güç tutuşurluğu düşük	Otomobil döşemeleri, tente ve yapışkan madde yapımı
Floroelastomer	Hava şartlarına, kimyasallara, çöüzücülere ve ısıya dayanımım yüksektir	Özel koruyucu giysi, çanta, valiz
Poliolefin	Asit, alkali ve diğer kimyasallara yüksek dayanım, gramajı ve maliyeti düşük, çevreye zararsız, erime sıcaklığı düşük, güç tutuşurluk özelliği zayıf, çabuk eskime eğilimi	Spor ve sırt çantası, tente yapımı

1.2.2.1 Polivinil Klorür (PVC)

Bu polimer vinil klorürün Şekil 1.5 gösterilen serbest radikal polimerleşmesi ile üretilir.



Şekil 1.5 Polivinil klorür polimerleşmesi [1]

Polimer sert esnemeyen bir katıdır söyle ki teknik tekstillerde kaplama olarak kullanılması için yumuşak esnek bir filme dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu PVC'nin kayda değer bir özelliği sayesinde mümkündür. Bu özellik toz haldeki polimerin büyük miktarda uçucu olmayan organik sıvı emebilmesidir. Bu sıvılar plastikleştirici olarak bilinirler ve PVC için özel plastikleştirici kloro hegzil izo oktil fitalat'tır. Polimer kendi ağırlığı kadar plastikleştirici emebilmektedir. Fakat polimer ve plastikleştirici ilk karıştırıldığında tekstil yüzeyine yayılabilen kararlı halde bir macun oluşur. PVC ve plastikleştirici macunu, plastikleştirici içinde askıda olan ve plastikleştirici tarafından kısmen yutulan PVC parçacıklardan oluşan bir plastisol olarak bilinmektedir. Karışım 120° C'ye ısıtıldığında bütün plastikleştirici çözeltisi ve soğutulduğunda bariyerleyici olmayan film polimer oluşur. Bu filmin esnekliği eklenen plastikleştiriciye bağlı olarak değişmektedir. Genelde %50'ye kadar plastikleştirici kullanılmaktadır. Yumuşatılmış PVC iyi bir aşınma dayanımı gösteren ve düşük geçirgenlikte temiz bir film şeklini alır. Film az yanıcı renkli ürünler üretmek için pigmentle renklendirilebilir veya içine alev dayanımı sağlayan kimyasallar eklenebilir. Kaplamalar asitlere ve alkalilere dayanıklıdır fakat organik çözücüler plastikleştiriciyi dışarı çıkararak kaplamayı daha esnemez ve kırılmaya elverişli hale getirebilir.

Asimetrik klor atomuna sahip polimerin bir büyük avantajı onun geniş dipol ve dielektrik dayanımıdır. Bu şu anlama gelir, kaplanmış ürün radyofrekans ve dielektrik kaynaklar vasıtasıyla bir araya getirilebilir. Bu faktör düşük fiyat ile bir araya geldiğinde onu muşamba gibi koruyucu yüzeyler için ideal yapmaktadır. Düşük geçirgenliği ve hava şartlarına dayanımının iyi olması onu maliyet açısından çok verimli kılmaktadır [1].

1.2.2.2 Poliviniliden klorür (PVDC)

PVDC PVC'nin viniliden klorürürün emülsüyon polimerizasyon ile elde edildiği durumlarda şekil 8.2'de görüldüğü gibi PVC'ye çok benzer.

Nihai polimer düşük gaz geçirgenliğine sahip film şeklini alır fakat polimer pvc'den daha pahalıdır ve bu sebepten sadece alev dayanımı gereken yerlerde kullanılmaktadır. Formülden görülebileceği gibi PVDC PVC'ye göre iki kat klor içerir ve bu fazladan klor atomları aleve dayanıklı kaplamalarda kullanılırlar. Bir alev bu materyali ısıttığında polimer serbest radikal kapanı gibi davranan klor radikalleri üretir, böylece alevi söndürmeye yardım eder [1].

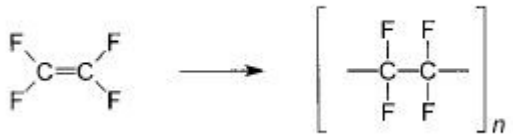
1.2.2.3 Politetrafloretilen (PTFE)

PTFE muhtemelen kaplanmış tekstillerde oluşan en tuhaf polimerdir. Tetrafloretilene ilave polimerizasyon ile üretilir (Şekil 1.6).

PTFE 1941'de Du Pont tarafından keşfedildiğinden beri kaplamada kumaşları güneş ışığının zararlı etkilerinden korumada birçok kullanım yeri buldu.



Şekil 1.6 Poliviniliden klorür polimerleşmesi [1]



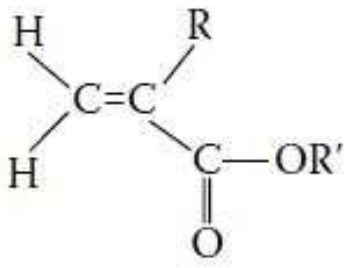
Şekil 1.7 Politetrafloretilen polimerleşmesi [1]

Polimerin dikkat çeken bir özelliği çok düşük yüzey enerjisidir. Bu yüzeyin su veya yağ tarafından ıslatılamayacağı anlamına gelir. Bu polimer ile uygulanmış tekstil yüzeyleri hem su iticidir hem de yağ iticidir. Bundan dolayı PTFE gıda imalatında kullanılan taşıyıcı bantlardan lekeye dayanıklılık istenen halılara kadar çok çeşitli yerlerde bulunur. İlave olarak polimer mükemmel termal stabilite gösterir ve 250° C'ye kadar

kullanılabilir. Bir çok çözücüye ve kimyasala dayanıklı olmasına rağmen güçlü oksitleyici asitler tarafından aşındırılabilir. Bu ikinci durum yapışmayı artırmak için kullanılabilir. Bir çok yönden PTFE ideal polimer olarak değerlendirilebilir. Ana sakınca ise diğerleri ile kıyaslandığındaki yüksek maliyetidir. Floropolimerlerin maliyetini düşürmek için çeşitli polivinilflorür (PVF) ve poliviniliden florür (PVDF) gibi PVC ve PVDC uyumuna benzeyen daha az pahalı bileşikler üretilmiştir. Her ne kadar bu materyaller PTFE'ye benzese de dayanıklılık ve hava şartlarından etkilenmeme konusunda biraz daha düşük seviyededirler [1].

1.2.2.4 Akrilik

Akrilik polimerleri genel olarak akrilikler olarak bilinirler. Akrilikleri oluşturan monomerler akirlik ve metakrilik esterleridir.



Şekil 1.8 Akrilik esteri (R=H akrilatlar için, R=CH_3 metakrilatlar için) [14]

Bazı yaygın esterleri metil, etil, n-bütil, isobütil, 2-etil hegzil ve oktildir. Bu esterler hidroksil, amino ve amido gibi fonksiyonel gruplar içerebilirler. Monomerler de aynı zamanda trimetilol propan triakrilat veya bütilen glikol diakrilat gibi çok işlevli olabilirler. R ve R' gruplarının doğası monomerlerin ve polimerlerinin özelliklerini belirler. Bu sınıftaki polimerler belirgin berraklığı ve olağanüstü koşullarda yaşlanmama ve özelliklerinin değişmemesi ile bilinirler.

Monomerin oluşumu, peroksitlerin azo bileşikleri gibi serbest radikal öncüleri kullanılarak serbest radikal polimerleşmesi ile oluşur. Akrilik polimerleri yumuşak ve pejmürde olma eğilimindedirler. Metakrilat polimerleri ise sert ve kırılgandır. Her bir monomer türünün iyi bir şekilde ayarlanması polimerin ve kopolimerin istenilen sertlik ve esneklikte olmasını sağlar. Ticari olarak kullanılan akrilik polimerlerinin çok büyük

çoğunluğu akrilik ve metakrilik esterlerinin kopolimerleridir. Polimerleşme kütle çözelti, emülsiyon veya süspansiyon yöntemleriyle oluşabilir.

Akrilat emülsiyonları yaygın olarak kaplamalar için katılaştırıcı olarak kullanılırlar. Akrilikler ultraviyole ışınlara, ısıya, ozona, kimyasallara, suya, yaşlanmayla sertleşmeye ve kuru temizleme çözücülerine karşı istisnai bir dayanıma sahiptirler. Bu yüzden akrilikler otomotiv döşemesinde, halılarda, perdelerde, dış giyimde havlı kumaşlarda arka kaplama malzemesi olarak kullanılırlar [14].

1.2.3 Kaplama Yöntemleri

Asıl kaplama yöntemleri bir emdirme tankı içinde sabit alımı sağlayan bir çift sıkma silindiri bulunan çeşitli emdirme yöntemlerini esas alır. Daha sonra malzeme ramözde sabit ende hava ile kurutulur ve sarılır. Fakat kaplamanın kumaşın tek yüzünde istenildiği durumlarda kaplama banyosunun kumaşın tamamına emdirilmesi mümkün olmamış ve diğer yöntemler geliştirilmiştir. Genel olarak kaplama yöntemleri ve açıklamalarından Tablo 1.5'te bahsedilmiştir. Çalışmada kullanılan bıçaklı kaplama ise özel olarak Bölüm 1.2.3.1'de anlatılacaktır [1].

Tablo 1.5 Kaplamada kullanılan teknikler [13]

Kaplama maddesinin sıvı olduğu kaplama yöntemleri	Kaplama maddesinin sonradan dozajlandığı yöntemler	Bıçaklı (rakleli kaplama)	Bilinen en eski yöntemlerden biridir. Kaplama maddesi kumaşa direkt olarak aktarılarak sabit bir rakle ile üniform bir şekilde sürülmektedir. Genellikle düzgün, üiform dokuma kumaşlara uygulanmaktadır.
		Tel sarılı rulo ile kaplama	Düşük viskozitede ve düşük gramajda kaplamalarda tercih edilir.
	Kaplama maddesinin önceden dozajlandığı yöntemler	Silindir kaplama	Düşük viskoziteli kaplamalarda tercih edilir.
		Döner şablon ile kaplama	Rotasyon baskı prosesine benzemektedir.
		Püskürtme ile kaplama	Bu yöntemde kaplama maddesi, taşıyıcı silindirler ile yönlendirilen kumaşa püskürtücü jetler tarafından aktarılmaktadır. Düşü viskoziteli, su bazlı ve çok ince kaplamalar için uygundur.

Tablo 1.5 Kaplamada kullanılan teknikler (devamı) [13]

Kaplama maddesinin katı olduğu kaplama yöntemleri	Sıcak eriyik ile kaplama	Ekstrüzyon ile kaplama	Termoplastik polimer, ekstrüder vasıtası ile kaplama için uygun sıcaklıkta eriyik hale getirilir, silindirler arasında sıkışmış halde bulunan kumaş ile birbirine yapıştırılarak soğutma silindiri ile sabitlenmektedir.
		Pudralı kaplama	Toz halde bulunan polimer madde kumaş üzerine serpilir ve radyasyon ısıtıcılı sistemde termoplastik madde eritilir. Polietilen, naylon, EVA gibi kaplama maddeleri kullanılır.
	Kalandır ile kaplama		Isıtılmış haldeki silindirler arasından geçerek akışkan hale gelen katı haldeki kaplama maddesinin kumaşa aktarımı dönen silindirler ile sağlanır.
	Transfer kaplama		Bu kaplama yönteminde daha önceden hazırlanmış kesintisiz kaplama tabakası ısıyla ya da yapıştırıcıyla kumaşa aktarılır. Bu yöntemin avantajı, kaplama filminin gözeneksiz hazırlanabilmesidir. Dokusuz yüzeyler, örme, likralı ve hassas kumaşlar sorunsuz bir şekilde kaplanabilmektedir.

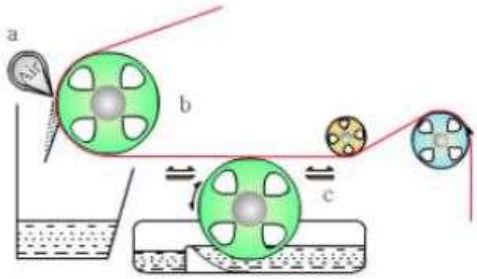
Tablo 1.5 Kaplamada kullanılan teknikler (devamı) [13]

Modern kaplama yöntemleri	Sol-jel ile kaplama	Çözelti formundan yola çıkılarak farklı uygulama alanlarına yönelik olarak seramik cam ve kompozit malzemeler üretim tekniğine verilen genel isimdir. Sol-jel kaplama ile aşınma dayanımı, su, yağ ve kir iticilik, güç tutuşurluk, boyama, UV koruma, antimikrobiyellik, elektrik iletkenliği, kokuların kontrollü salınımı sağlanabilmektedir.
	Plazma ile kaplama	Tekstil materyallerinin yüzeyini modifiye eden bir teknolojidir. Plazma işlemi, tıp, biyotıp, otomobil elektronik, yarı iletkenler ve tekstil endüstrisi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Plazma, çevre dostu ve ekolojik bir teknolojidir. Ayrıca tekstil yüzeyini diğer geleneksel yöntemlerle kazandırılamayan özellikler kazandırılabilir. Plazma ile su absorbsiyonu, ıslanma, adhezyon, boyanabilme, su, yağ ve kir iticilik ve kimyasallara dayanım gibi özellikler değiştirilebilmektedir.

1.2.3.1 Bıçaklı kaplama

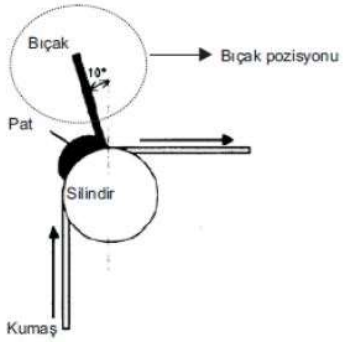
Bıçaklı kaplama yöntemi en temel kaplama tekniğidir. Bu tekniğin uygulamasında dört farklı yöntem vardır. Bunlar havada rakle, blanket üzerinde rakle, silindir üzerinde rakle ve hava raklesidir.

Havalı rakle yönteminde gerçek bir bıçak bulunmaz, bunun yerine basınçlı hava püskürtülerek fazla sıvı kumaştan uzaklaştırılır. Bu yöntem kaplama sıvısının düşük viskozitede olduğu durumlarda kullanılır (Şekil 1.9) [15].



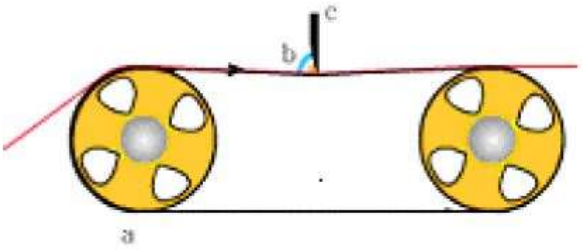
Şekil 1.9 Havalı rakle yöntemi [15]

Silindir üzerinde rakle yönteminde bıçağın konumu bir silindir üzerine ayarlanmıştır. Bunun amacı kumaşa destek sağlamaktır. Yüksek gramajlı kumaşlarda kullanılır (Şekil 1.10) [15].



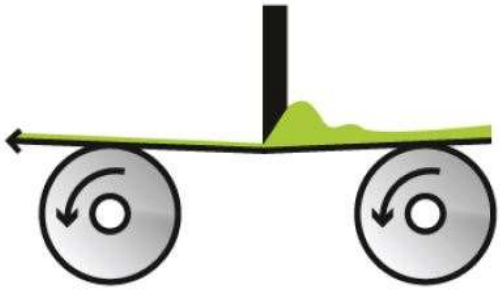
Şekil 1.10 Silindir üzerinde rakle yöntemi [15]

Blanket üzerinde rakle yönteminde kumaş sonsuz taşıyıcı bant üzerinde hareket ederken bıçakla kaplama işlemi yapılır. Bu yöntemde kumaşa gerilim uygulanmaz. Boyut stabilitesi olmaya kumaşlar tercih edilir (Şekil 1.11) [15].



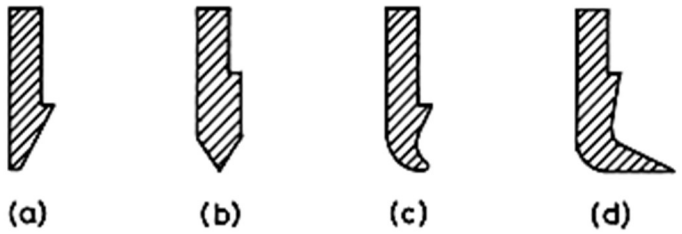
Şekil 1.11 Blanket üzerinde rakle yöntemi [15]

Havada rakle yönteminde taşıyıcı silindirler üzerinden iletilen kumaşa bıçak ile direk olarak kaplama maddesi uygulanır. Kumaşa herhangi bir destek veren taşıyıcı bulunmamaktadır (Şekil 1.12) [15].



Şekil 1.12 Havada rakle yöntemi [15]

Şekil 1.13-a'da görülen bıçak tipi yivli bıçaktır. Kaplama maddesinin biriktiği bölgenin ters tarafında yiv bulunmaktadır. Bu tip bıçak çok ince kaplamalar için kullanılır. Şekil 1.13-b'de ise iki tarafı yivli "v" tipi bıçaktır. Kaplama esnasında kama etkisi yaparak aşırı basın oluşumu sağlar. Böylece kaplama maddesinin kumaşın iç kısmına nüfuzunu sağlar. Şekil 1.13-c'de boğa burunlu bıçak profili görülmektedir. Bu bıçak profili sayesinde kalın kaplama maddesi kumaşa yüzeysel olarak uygulanabilmektedir. Şekil 1.13-d'de ise görüntü sebebiyle ayakkabı olarak adlandırılan bıçak tipi görülmektedir. Bu bıçağın kullanımında topuk kısmı yükseltilerek kumaşa aktarılan kaplama maddesi miktarı arttırılabilmektedir. Bu sayede kaplama dozajı ayarlanabilmektedir [15].



Şekil 1.13 Bıçak profilleri [14]

1.2.3.2 Kaplama Yapılmış Tekstillerin Kimyası

Teknik tekstillerin üretiminde kullanılan kaplamalar bu ürünlerin viskoz bir sıvının yüzeye yayılarak üretilebilmesi ile sınırlıdır. Bu işlemi kurutma veya kürleme işlemi izler. Bu işlem kaplamayı sertleştirir ve nihai ürün üretilmiş olur. Bu ürünlerin kaplamaları lineer polimerler ile sınırlı olduğu için bunlar eriyik polimer veya çözeltiden soğutulan katı film veya çözeltiden buharlaştırma sonucu katı film ile kaplanabilirler. Katı film oluşturmak için bazı sıvı halde ve kimyasal çapraz bağlı uygulanabilen kaplama tipleri vardır. Teknik tekstillerde kullanılan kaplamaların tamamı termoplastik polimerlerdir. Bunlar uzun zincirli lineer moleküllerdir. Bazıları çapraz bağ yapabilme kabiliyetine sahiptir. Bu polimerik maddelerin özellikleri son ürünün dayanıklılığını doğrudan etkiler. Bu yüzden bu maddeler için bazı tanımlamalar zorunludur [1].

1.3 Güç Tutuşurluk

Güç tutuşurluk apreleri tekstillere önemli bir özellik sağlamaktadırlar. İtfaiyeciler ve acil durum personeli görevlerini yaparken alevden korunmaya ihtiyaç duyarlar. Zemin kaplamaları, döşemelikler ve perdelik kumaşların da güç tutuşur olması gerekmektedir. Ordu ve havacılık endüstrisi güç tutuşur tekstillere daha fazla ihtiyaç duymaktadırlar.

Ticari olarak başarılı güç tutuşur tekstil ürününden beklenenler güç tutuşurluk şartlarını sağlamanın yanı sıra; tekstil ürününün fiziksel özelliklerine çok az etkisi olması veya hiç olmaması; tekstil ürünün estetik ve fizyolojik özelliklerini koruması; basit bir işlem ile geleneksel ekipmanlar ile ve ucuz kimyasallarla üretilmesi; evde yıkanmaya, tamburlu kurutmaya ve kuru temizlemeye dayanıklı olmasıdır. LOI değerleri ve bunların güç tutuşurluk açısından yorumlanmaları Tablo 1.6'da mevcuttur [16].

Tablo 1.6 LOI'ye göre alev geciktirici sınıflandırması [17]

<%24	Yanabilir,Alev alabilir	% 29-34	Alev geciktirici
%24-28	Sınırlı alev geciktirici	>%34	Ekstra alev geciktirici

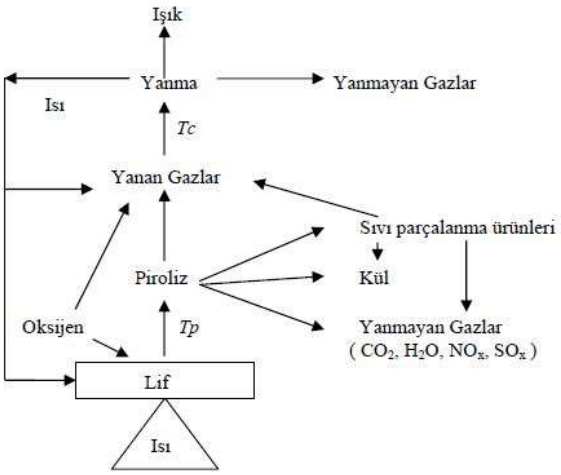
Tablo 1.7'ye bakıldığında hidromanyezitin 220-240 °C'de, huntitin ise 450 °C'nin üzerinde bozunmaya başladığı görülmektedir.

Tablo 1.7 Halojensiz alev geciktiriciler ve bunlara ait bozunma sıcaklıkları ve alev geciktirici olarak kullanılabilirlikleri [17]

Mineral Tipi	Bozuşma sıcaklığı (°C)	Açıklama
Nesquehonit(MgC03.3H20)	70-100	Etkin; fakat bozuşma sıcaklığı düşük
Gibsit (Al(OH3))	180-200	Yaygın kullanılır
Hidromagnezit(3MgC03.Mg(OH)2.3H20	220-240	Kullanım yeri bulabiliyor
Na-Dawsonit (NaAl(OH)2C03)	240-260	Etkin; fakat yaygın değil
Brusit (Mg(OH)2)	300-320	Etkin ve kullanımı artıyor
Huntit (3MgC03.CaC03)	>450	Hidromanyezit ile karıştırılarak kullanım yeri bulabiliyor.

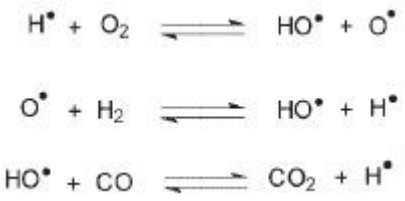
1.3.1 Güç tutuşurluğun mekanizması

Etkili güç tutuşurluk maddelerini anlamak için öncelikle tutuşmanın mekanizmasının anlaşılması gerekir. Tutuşma üç bileşen (ısı, oksijen ve uygun bir yakıt) gerektiren, ekzotermik bir işlemdir. Serbest bırakıldığında tutuşma kendini katalizler duruma gelir ve oksijen, yakıt veya fazla ısı tükenene kadar devam eder. Tekstil liflerinin tutuşma akış modelini gösteren bir diyagram şekil 1.14'te gösterilmiştir. Ayrıca tekstil materyallerinin tutuşma döngüsünde bulunan serbest radikal tutuşma tepkimelerine örnekler Şekil 1.15'te görülmektedir [16].

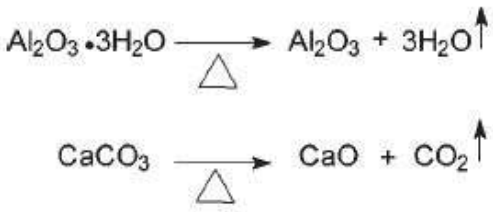


Şekil 1.14 Tekstil liflerinin tutuşma döngüsü [18]

Tekstil materyalleri için bu döngüyü kırma girişimleri için birkaç yaklaşıma odaklanılmıştır. Yöntemlerden birisi lif üzerinde veya içinde, termal olarak güçlü endotermik tepkimelerle bozunan materyal kullanarak oluşan ısıyı yok etmektir. Bu tepkimeler sayesinde yeterli ısı emilebilirse elyaf piroliz sıcaklığına ulaşamaz ve tutuşma gerçekleşmez. Bu yöntemin örnekleri alüminyum hidroksit veya "alümina tri hidrat" ve kalsiyum karbonatın polimerlerde ve kaplamalarda dolgu olarak kullanımıdır (Şekil 1.16) [16].



Şekil 1.15 bazı serbest radikal tutuşma tepkimeleri [16]



Şekil 1.16 Endotermik ayrışma tepkimeleri [16]

Bir diğer yaklaşım lifin etrafına yalıtıcı bir tabaka oluşturacak bir materyal uygulamaktır. Böylece lifin piroliz sıcaklığının altında kalması sağlanır. Borik asit ve sulu tuzları bu özelliktedirler (Şekil 1.17). Isıtıldığında düşük erime sıcaklığına sahip bu bileşikler su buharı salar ve lifin üzerinde ısıdan ve oksijenden yalıtan köpüklü camsı bir yüzey oluşturur.



Şekil 1.17 Köpüklü cam oluşumu [16]

Dünya genelinde farklı kullanım alanları için çeşitli alev dayanımı testleri bulunmaktadır. Bu testler ve hangi kurumlar tarafından yapıldıkları Tablo 1.8'de açıklamalarıyla birlikte verilmiştir.

Bir elyafın yanıcılığı Limit oksijen indeksi (LOI) testi ile belirlenmektedir. Tablo 1.9'da çeşitli liflerin tutuşma karakteristiği ve LOI değerleri bulunmaktadır.

Tablo 1.8 Yaygın güç tutuşurluk testleri [16]

Test yöntemi	Destekleyen kurum	Açıklamalar
16 CFR 1610	Consumer Product Safety Comission (CPSC)	Genel kıyafet için kumaş 45° açıyla aleve 1 saniye tutulur.
16 CFR 1615/1616	CPSC	Çocuk uyku kıyafeti için kumaş aleve dikey olarak 3 saniye tutulur.
NFPA 1971	National Firefighters Protection Association (NFPA)	Koruyucu giysi için kumaş aleve 12 saniye dikey olarak tutulur.
NFPA 701	NFPA	Perdeler için kumaş aleve dikey olarak 45 saniyeden ile 2 dakikaya kadar tutulur.
ASTM D-2863 Limiting oxygen index (LOI)	ASTM	Kumaş değişik oksijen/azot karışım oranlarında dikey olarak tutulur ve üstten tutuşturulur. Tutuşmayı devam ettiren en az oksijen seviyesi sonucu belirler.

Tablo 1.8 Yaygın güç tutuşurluk testleri (devamı) [16]

Test yöntemi	Destekleyen kurum	Açıklamalar
BS 5852 Bölüm 1 and 2, tutuşturma kaynakları 'sigara' ve 'kibrit' eşdeğeri ayrıca EN 1021 ve EN 597	British Standarts Institution	Döşeme yapılmış mobilyaların kumaşlarının sigara içen kişinin kullandığı sigara ve kibrit gibi nesneler karşısında yanma davranışını belirler. BS 5651'e göre apre yapılmış kumaş Poliüretan köpük destekli model bir sandalye üzerinde dikey ve yatay olarak sabitlenmiş olarak 40° C'ta yedi tutuşturma yönteminde erimeye dayanıklı olmalıdır.
ISO 6940/6941	Internatinal Standarts Organisaiton	Dikey olarak tutulan numuneler üzerinde tutuşma kolaylığı veya alev yayılma özelliklerinin belirlenmesi.
DIN 54333 T1	Deutches Institut für Normung	Numuneler yatay olarak tutulur çünkü ısı dağılımı dikey testlerden daha az şiddetlidir.

Tablo 1.9 Değişik türde lifler için Limit oksijen indeks (LOI) [16]

Havadaki tutuşurluk	LOI	Lif türü
Kolay tutuşur, hızlı yanar	18,2	Akrilik
	18,4	Pamuk
	18,6	Viskoz
	19	Polipropilen
Normal tutuşma ve yanma davranışı	20-21	Polyester
	20-21,5	Naylon 6 ve Naylon 6.6
Neredeyse tutuşmaya dayanıklı	25	Yün
Güç tutuşur özellikteki 26'dan büyük LOI değerleri	29-30	Modakrilik
	28-31	Meta-aramid
	29-31	Para-aramid

Tablo 1.9 Değişik türde lifler için Limit oksijen indeks (LOI) (devamı) [16]

Ağır şartlarda güç tutuşur, örneğin yüksek hava akışında. 30'dan büyük LOI değerleri	30-34	Fenol-formaldehit (Kinol)
	32	Melamin formaldehit (Bazofil)
	32	Poli(aramid-imid) (Kermel)
	34	Polipropilensülfid (PPS)
	35	Polietereterketon (PEEK)
	36-38	Poliimid (PI, P84)
	>41	Polibenzimidazol (PBI)
	44-45	Polieterimid (PEI)
	45-55	Kısmen oksitlenmiş Poliakrilonitril (Preox, Panox)
	60	Poli(viniliden/vinil)klorid (PVC, PVDC)
	68	Polibenzenoksazol (PBO, Zylon)
	98	Politetrafloretilen (PTFE)
Saf oksijende bile yanıcı olmayan (LOI 100), sadece eriyen	-	Cam seramik lifleri ve bunların en yüksek oksitli bileşikleri

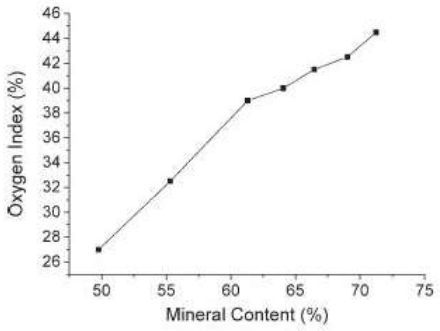
1.4 Önceki Çalışmalar

Yapılan Literatür çalışmasında, Huntit ve hidromanyezitin tekstilde kullanımına ait spesifik bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Literatürde huntit ve hidromanyezitin genellikle polimer kompozit üretiminde alev geciktirici katkısı olarak kullanıldığı belirlenmiştir.

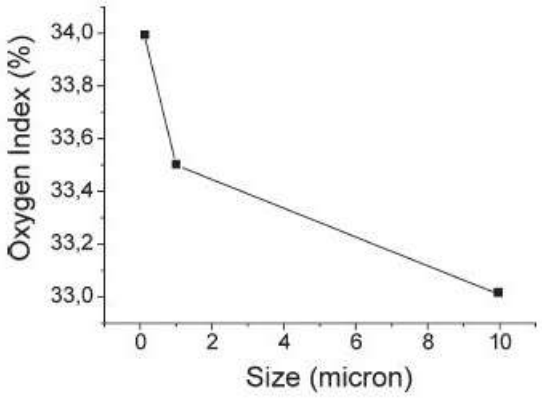
Atay ve Çelik yaptıkları elektrik kablolarında kullanılmak üzere Türk huntit-hidromanyezit minerallerinin alev geciktirici olarak plastik malzemelerde kullanılması ile ilgili yaptıkları çalışmada parçacık büyüklüğü 10, 1 ve 0.1 μm olan huntit-hidromanyezit mineralleri kullanmışlardır. Mineral miktarının artması ve parçacık büyüklüğünün azalması ile alev geciktiriciliğinin arttığı görülmüştür (Şekil 1.19) [2]. Atay ve Çelik bir başka çalışmada Borik asit ve antimon oksit-huntit, hidromanyezit polimer kompozitlerinin alev geciktirici özelliğini incelemişlerdir. Çalışmada mineraller nano boyuta indirgenerek alev geciktiriciliğin sinerjitik etkisinin artırılması

hedeflenmiştir. Çalışmada mineral oranının artırılması ve parçacık boyutunun azaltılmasıyla alev geciktiriciliğinin arttığı gözlemlenmiştir [19]. Atay ve Çelik ayrıca , epoksi boya içerisine gümüş nano parçacıkları, huntit-hidromayezit, baryum hekzaferrit ve kitosan ekleyerek multifonksiyonel bir polimer elde etmeye çalışmışlarıdır. Bu malzemelerin sinerjetik etkileri ile alev geciktirici, radar emici ve antibakteriyel bir ürün elde edilmiştir [20]. Sen vd. polyanilin termal stabilitesini artırmak için huntit kullandıkları çalışmada; huntitin, polianilin termal stabilitesini artırdığını bulmuşlardır [21]. Seki vd. polyester matris içerisine huntit ekledikleri çalışmada mekanik termal ve morfolojik özellikleri incelemişlerdir. TGA sonucuna göre 3%'lük huntitin polyester matirisin bozunma sıcaklığını 10^0C artırdığı görülmüştür [22].

Sen vd [21] çalışmalarında Türkiye menşeli huntit-hidromanyezit kullanarak polianilin kompozitlerin güç tutuşurluk değerlerini incelemişlerdir. Şekil-1.18 ve Şekil-1.19'da bu çalışma sonucunda elde edilen önemli bazı grafikler gösterilmektedir. Şekil-1.18'de kompozit yapı içerisindeki mineral miktarının artmasıyla LOİ değerinin yaklaşık lineer bir artış ile arttığını görülmektedir. Mineral oranı %72 olduğunda LOİ değeri yaklaşık 45 olmaktadır. Şekil-1.19'da ise mineral boyutunun LOİ değerine etkisi görülmektedir. Beklendiği üzere parçacık boyutunun artması, spesifik yüzey alanını azaltacağından, parçacık boyutunun artmasıyla LOİ değeri düşmektedir. Altıntaş vd. [23] ise termoplastik poliüretan kompozit içersine ekledikleri huntit mineralinin LOİ değerlerinin incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar Tablo-1'de verilmektedir. Buna göre yapıda huntit bulunmadığında LOİ değeri 28 iken %7,5 huntit bulunduğunda LOİ değeri 40,8'e çıkmaktadır (Tablo 1.10). Bu çalışmalar dikkate alındığında, huntit-hidromanyezitin polimerik yapıların güç tutuşurluk değerlerini artırdığı anlaşılmaktadır. [24]



Şekil-1.18 Huntit/hidromanyezit oranına göre Huntit/hidromanyezit takviyeli plastiklerin LOİ değişimi [20]



Şekil-19 Parçacık boyutunun etkisine göre huntit/hidromanyezit takviyeli plastiklerin LOİ değişimi [20]

Tablo 1.10 Huntit içeren Termoplastik Poliüretan Kompozitlerin LOİ değerleri [24]

Huntit Oranı	LOİ değeri
0	28
1	34
2,5	36,5
5	37,9
7,5	40,8

İzmir ilinde bulunan uluslararası bir madencilik firmasının (LKAB Minerals) UltraCarb LH3 isimli ürünün çalışmada kullanılmıştır. Bu ürün Huntit ve Hidromanyezit minerallerinden oluşmaktadır ve polimerik malzemelerle uyumlu bir şekilde kullanılabilmektedir. UltraCarb'ın termal bozunma sıcaklığı 220^0C'de başlamaktadır. Endotermik reaksiyon sonucunda 1000J/g'lık bir enerjiyi absorbe edebilmektedir. Bu ürünün yüksek ısı absorblaması, karışım yapılan polimerin termal bozunmasını geciktirmekte ve yanıcı ürünler ortaya çıkarmasını engellemektedir

Türkan Güler yüksek lisans tez çalışmasında huntit-hidromanyezit içeren poliüretan elastomerin termal ve yanmazlık özelliklerini incelemiş ve bu kapsamda LOI, UL-94, TGA, ATR-FTIR, XRD, testlerini ve SEM incelemelerini yapmıştır [25].

Çamlıbel vd. yaptıkları çalışmada akrilik kaplama içerisinde huntit-hidromanyezit karışımı bulunan kaplama uygulanmış pamuklu kumaşların performans özelliklerini incelemek üzere LOI testi, DTA-TG analizi, antibakteriyellik testi, mekanik testleri

(yırtılma, aşınma ve eğilme dayanımı testleri ve kalınlık ölçümü), hava geçirgenliği testi, UV koruması ve renk özellikleri araştırmalarını yapmıştır [26].

Yukarıda özetleri verilen literatür dikkate alındığında, huntit ve hidromanyezitin polimerik yapıların güç tutuşurluk değerlerini artırdığı görülmektedir. Şimdiye kadar dış cephe boyalarının içerisine veya ekstrüder içersinde masterbatch bileşeni olarak polimerik kalıplar içerisine veya kompozit yapılar içerisine bu mineraller eklenerek söz konusu polimerik yapıların güç tutuşurluğu artırılmak istenmiştir. Bu çalışmada ise söz konusu minerallerin akrilik esaslı kaplama patına eklenerek kaplama bileşeni olarak kullanılması ve polyester zemin kumaşa bu kaplama malzemelerinin uygulanmasıyla güç tutuşur stor perde kumaşının elde edilmesi planlanmıştır.

BÖLÜM 2

GEREÇ VE YÖNTEM

Güç tutuşurluk sağladığı bilinen doğal minerallerden olan huntit ve hidromanyezit minerallerinin kaplama malzemesi içinde kullanılarak perdelik kumaşa aktarılması neticesinde kumaşların güç tutuşurluğunun artırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak perdelik kumaşlar OBA Perdesan A.Ş. Gebze, Kocaeli firmasından temin edilmiştir. İzmir ilinde madenciliği yapılan Huntit ve Hidromanyezit minerali ise LKAB Minerals-Yunanistan firmasından temin edilmiştir. OBA Perdesan firmasında Huntit ve Hidromanyezit minerali ile kaplama patı hazırlanmış ve numune tipi kaplama cihazında kumaşa aktarılmıştır. Ayrıca kumaşların fikse işlemi de aynı firmada gerçekleştirilmiştir. Kumaşların güç tutuşurluk özelliklerinin incelenmesi için Erciyes Üniversitesi'nde bulunan Limit Oksijen İndeksi (LOI) ölçüm cihazında kaplamış ve kaplanmamış kumaşların güç tutuşurluk özellikleri incelenmiştir. Buna ilaveten, kumaşların yüzey karakteristikleri, mineral dağılımının belirlenmesi amacıyla SEM, TGA, FTIR, EDX analizleri de Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde (TAUM) yürütülmüştür. Aşağıda, bahsi geçen gereç ve yöntem basamakları sırasıyla verilmektedir.

2.1 Gereç

2.1.1 Kumaş

Çalışmada, %100 polyester kumaş kullanılmıştır. Kumaş gramajı TSE 251 standardı esas alınarak 175 gr/m^2, Atkı ve çözgü sıklıkları ise sırasıyla 18,5 atkı ipliği/cm 31,5 çözgü ipliği/cm olarak bulunmuştur.

2.1.2 Huntit ve Hidromanyezit Minerali

Huntit ve Hidromanyezit mineralleri İzmir'de madenciliği yapılan LKAB Minerals-Yunanistan firmasından temin edilmiştir. Kaplama patı içerisinde homojen bir dağılım olması için en ince boyutta öğütülmüş olan firmanın LH3 kalitesindeki mineraller tercih edilmiştir. Bu mineral, hidromayezit oranı daha fazla olan bir mineraldir ve bu minerale ait özellikler Tablo-2.1'de verilmiştir.

Tablo-2.1 UltraCarb LH3-Huntit ve hidromanyezit mineral özellikleri [27]

Parça boyutu (µm)			Yağ emilimi (ml/100g)	105 ^{0}C'de nem kaybı	Renk	
d_{50}	d_{90}	d_{98}			L*	b*
1.5	10	16.5	25	En fazla 1%	98.5	1.6

Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'de, söz konusu huntit-hidromanyezitin (UltraCarb) sırasıyla fiziksel özellikleri ve kimyasal birleşimi gösterilmektedir [23].

Tablo-2.2 UltraCarb LH3'ün fiziksel özellikleri [27]

Yoğunluk	2.4 g/cm3
Kırılma (refractive) indeksi	1.56
Yüzey alanı	11-17 m^2/g
Sertlik (Mohs')	2.5
Birim hacim ağırlığı	0.4 kg/lt

Tablo 2.3 UltraCarb LH3'ün kimyasal bileşimi [27]

Magnezyum (MgO)	%36-39
Kalsiyum (CaO)	%6-9
Silika (SiO2)	%0.2-1
1000 ^{0}C'lik tutuşmada kütle kaybı	%51-54

2.2 Yöntem

2.2.1 Deney Planı

LH3 materyalinin güç tutuşurluk sağlama etkisini gözlemlemek amacıyla Tablo 2.4'te verilmiş olan numuneler hazırlanmıştır.

Tablo 2.4 Deney Planı (Test Numunleri)

	1 Kat Kaplama Yapılmış	**2 Kat Kaplama Yapılmış**	**3 Kat Kaplama Yapılmış**	**Uygulanan Kaplama Patı**
Numune Adı	LH3 İçermeyen 1 Geçiş	LH3 İçermeyen 2 Geçiş	LH3 İçermeyen 3 Geçiş	**%0 LH3 İçeren (LH3 İçermeyen)**
Numune Adı	%5 LH3 İçeren 1 Geçiş	%5 LH3 İçeren 2 Geçiş	%5 LH3 İçeren 3 Geçiş	**%5 LH3 İçeren**
Numune Adı	%10 LH3 İçeren 1 Geçiş	%10 LH3 İçeren 2 Geçiş	%10 LH3 İçeren 3 Geçiş	**%10 LH3 İçeren**
Numune Adı	%15 LH3 İçeren 1 Geçiş	%15 LH3 İçeren 2 Geçiş	%15 LH3 İçeren 3 Geçiş	**%15 LH3 İçeren**
Numune Adı	%20 LH3 İçeren 1 Geçiş	%20 LH3 İçeren 2 Geçiş	%20 LH3 İçeren 3 Geçiş	**%20 LH3 İçeren**
Numune Adı	%25 LH3 İçeren 1 Geçiş	%25 LH3 İçeren 2 Geçiş	%25 LH3 İçeren 3 Geçiş	**%25 LH3 İçeren**

2.2.2 Numune Tipi Kaplama Cihazı

Çalışmada, OBA Perdesan A.Ş.-Kocaeli'de bulunan "Mathis LTE-S" marka numune tipi kaplama cihazı kullanılmıştır (Şekil-2.1). Bu cihaz bıçaklı rakle metodu ile maksimum 28 cm-30 cm boyutundaki kumaşa kaplama patını aktarabilmekte ve kaplama işleminden sonra gelen fırın ile fikse işlemi de aynı cihaz üzerinde hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Kaplama hızı 1m/dk, kaplama hassasiyeti 0.01 mm, fikse sıcaklığı ise 150 ^{0}C olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.1 Mathis LTE-S marka numune tipi kaplama cihazı

2.2.3 Limit Oksijen İndeksi (LOİ) Test Cihazı

Elde edilen test numunelerinin güç tutuşurluk değerlerini belirlemek amacıyla, Limit Oksijen İndeksi (LOİ) ölçümleri için Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan "Fire Testing" marka cihaz kullanılmıştır (Şekil-2.2). Bu test için "ASTM D1230-17" standardı esas alınmıştır. Bu standarda göre, 47mm x 152mm boyutundaki numuneler aparat arasındaki numune tutucuya yerleştirilmiştir. Ölçüm yapılacak numune için referans LOI değeri bulunur. Cihaz kapatıldıktan sonra kumaş üstten tutuşturulur ve 5 saniye içerisinde tutuşma oluştuğunda kronometre ile süre tutulup iki dakika içerisinde işaretli bölgeye gelmeden sönmesi beklenir. Sönmüyorsa LOI değeri düşürülerek tekrar test yapılır.



Şekil 2.2 Fire Testing Marka Limit Oksijen İndeksi Cihazı ve Test Edilen Kumaşlar

2.2.4 SEM-EDX Cihazı

Numunelerin yüzey görünümlerini göstermek amacıyla SEM görüntülemeleri için Erciyes Üniversitesi bünyesinde bulunan Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden (TAUM) hizmet alınmıştır. Bu işlemde "Gemini" markasının "GeminiSEM 500" modeli olan cihaz kullanılmıştır (Şekil-2.3). Görüntülemesi

yapılacak olan numuneler 2cm x 2 cm boyutlarında kesilerek altın paladyum kaplama yapıldıktan sonra numune tutucu üzerine yerleştirilmiştir, daha sonra gerekli görüntülemeler yapılarak görüntüler kaydedilmiştir.



Şekil 2.3 Gemini marka, GeminiSEM 500 Model SEM Cihazı

2.2.5 TGA Cihazı

Termal bozunma sonucunda numunelerin kalıntı miktarlarını belirlemek ve ısıl davranışlarını analiz etmek amacıyla TGA ölçümleri TAUM bünyesindeki "PERKIN ELMER" marka "DIAMOND" model cihaz kullanılarak yapılmıştır (Şekil-2.4). Bu ölçümler için yaklaşık 5 mg numune alınarak alümina koroze kap içerisinde cihaza yerleştirilir. Test parametreleri girildikten sonra ölçümler yapılır. Ölçümler 0-800 ^{0}C arasında 20 ^{0}C aralıklarla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.4 Perkı Elmer Diamond TGA cihazı [28]

2.2.6 XRF Cihazı

Numunelere yapılmış olan mineral yüklemelerini ve materyallerin elementel içeriğini tespit etmek amacıyla XRF ölçümleri için TAUM bünyesinde bulunan "Panalytical" marka "Axios Advanced" model cihazı kullanılmıştır (Şekil-2.5). Test için numuneler 30 mm x 30 mm boyutlarında kesilerek cihaza yerleştirilir, ölçümler tamamlanır.



Şekil 2.5 Panalytical marka Axios Advanced model XRF cihazı

2.2.7 FT-IR Cihazı

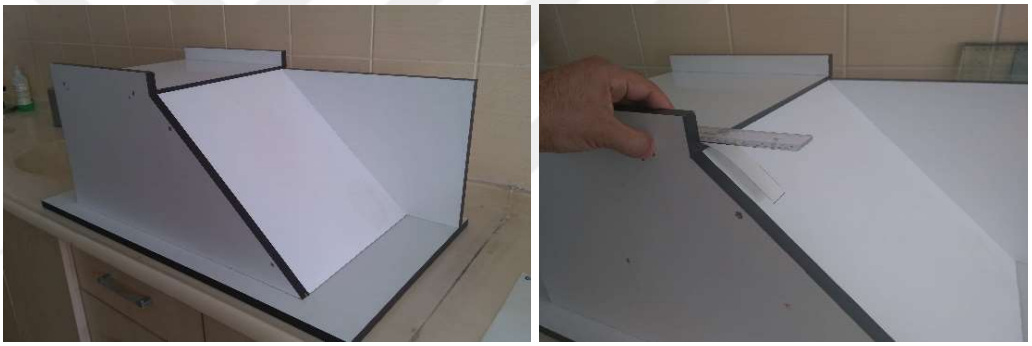
Test numunelerinin yapısını analiz etmek ve eklenen içeriği belirlemek amacıyla FT-IR ölçümleri için TAUM bünyesindeki "Perkin Elmer" marka "Spotlight 400" model cihaz kullanılmıştır (Şekil-2.6).



Şekil 2.6 Perkin Elmer marka Spotlight 400 model FT-IR cihazı [28]

2.2.8 Eğilme dayanımı testi düzeneği ve Eğilme dayanımı testi

Kaplanmış kumaşların dökümlülüğünü ölçmek amacıyla eğilme dayanımı testi ölçümleri için Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümün Laboratuvarında bulunan, Şekil 2.7'de görülen test düzeneği kullanılmıştır. Bu düzenek 41,5° eğimli bir yanal yüzeye sahip bir eğik düzlem den oluşmaktadır. Testin yapılmasında kullanılan standart ASTM D1388'dir. Eğilme dayanımı için 2,5cm x 15cm boyutlarında kesilmiş test numunesi, test için kullanılan cetvel aparatı yardımıyla düzeneğin düz yüzeyi üzerinden eğimli yüzeyinin bulunduğu kenara doğru kaydırılır. Test numunesinin sehpadan sarkan kısmının kendi ağırlığı ile eğimli yanal yüzeye temas ettiği noktadaki kumaş uzunluğu test sonucunu gösterir. Testin yapılışı ile ilgili görüntüler Şekil 2.8'de verilmiştir.



Şekil 2.7 Eğilme dayanımı test sehpası ve cetvel aparatını gösteren görüntüler



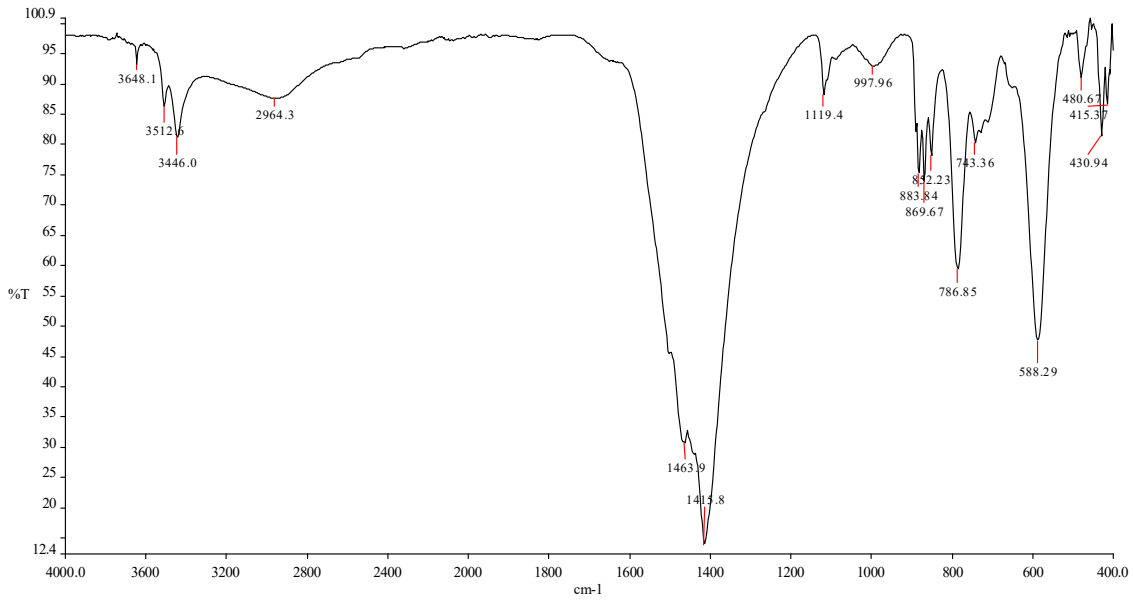
Şekil 2.8 Eğilme dayanımı testi yapılışını gösteren görüntüler

BÖLÜM 3

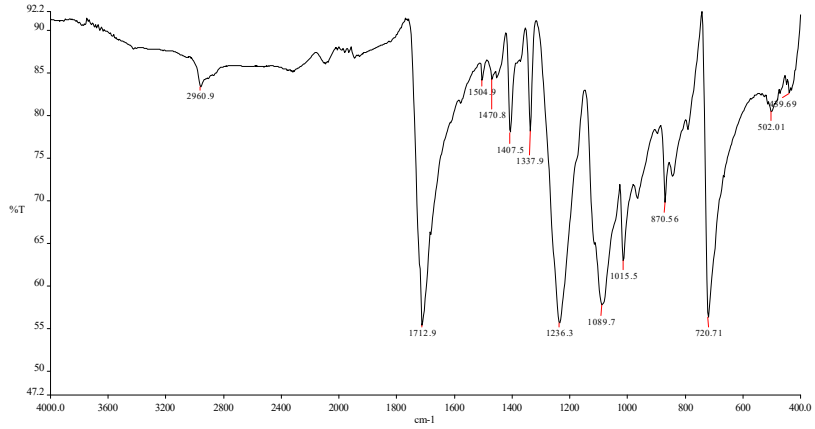
BULGULAR

Huntit-Hidromanyezit içeren akrilik ile kaplanmış kumaş numunelerine ait FT-IR, SEM, SEM EDX, TGA, XRF ölçümlerine ait test verileri ve görselleri aşağıda verilmiştir.

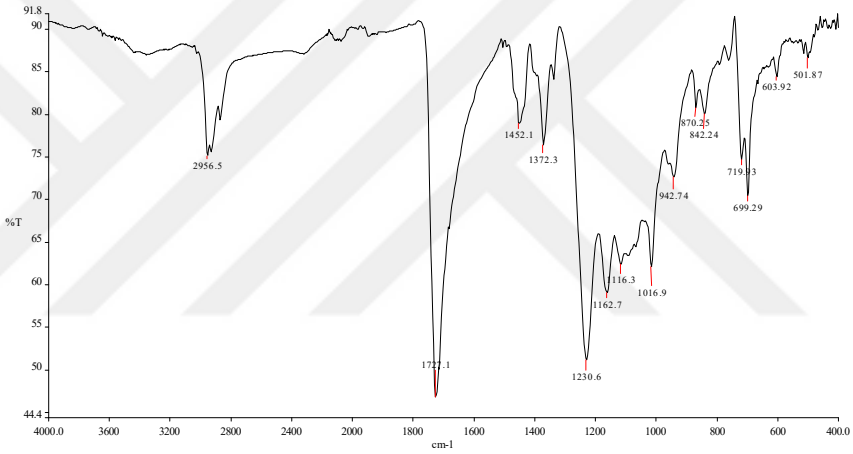
3.1 FT-IR Testi Sonuçlarına ait görseller



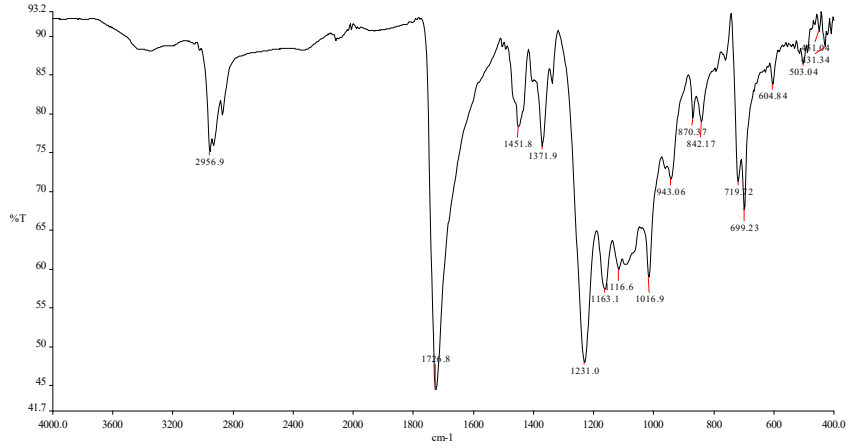
Şekil 3.1 LH3 toz numunenin FTIR diyagramı



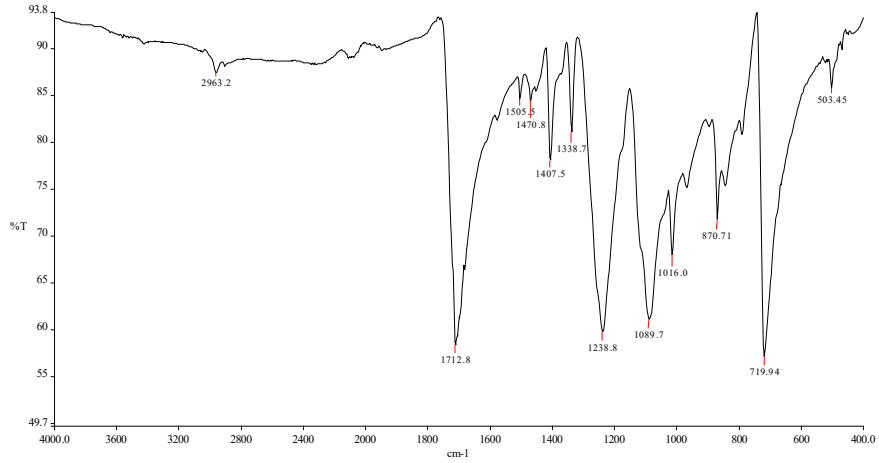
Şekil 3.2 LH3 içermeyen 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



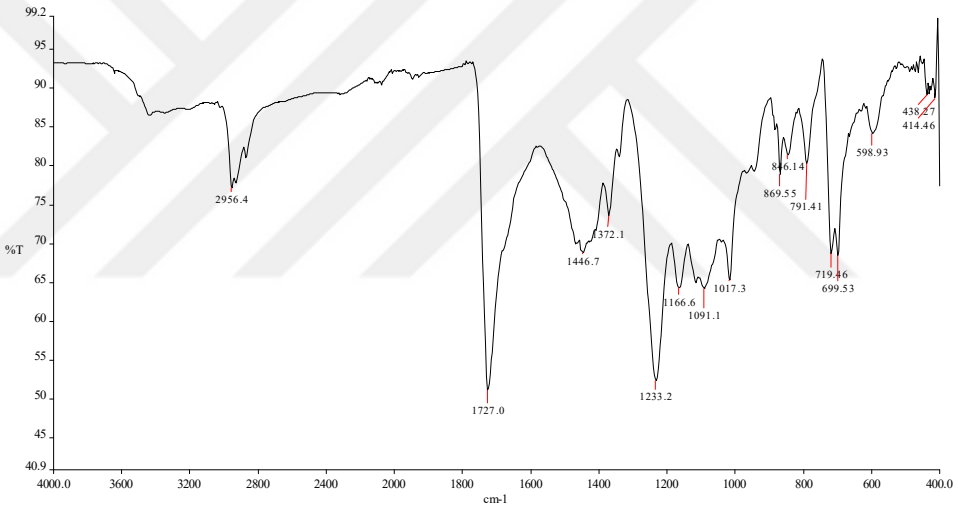
Şekil 3.3 LH3 içermeyen 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



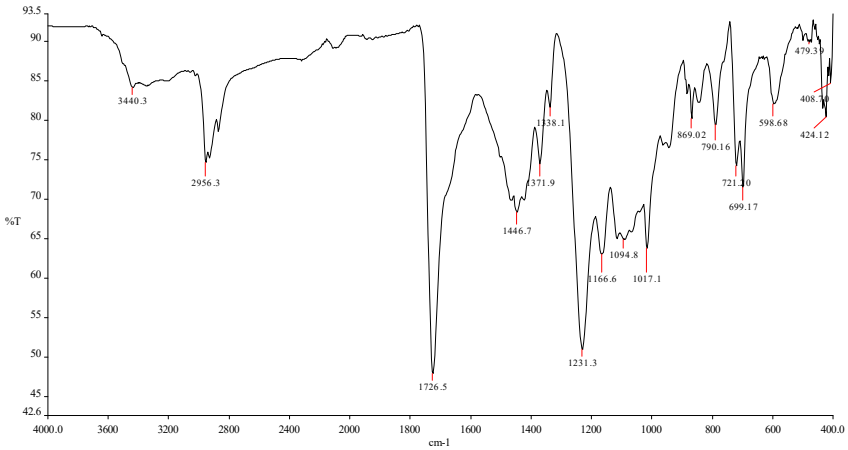
Şekil 3.4 LH3 içermeyen 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



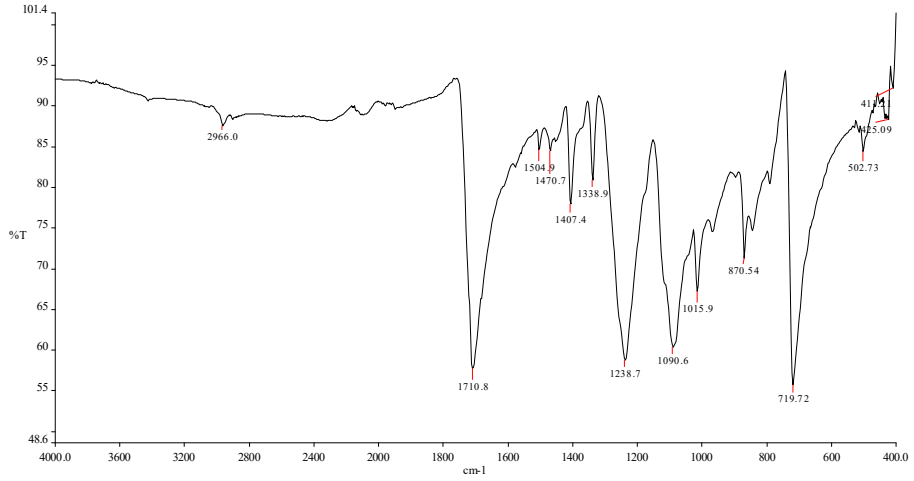
Şekil 3.5 %5 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



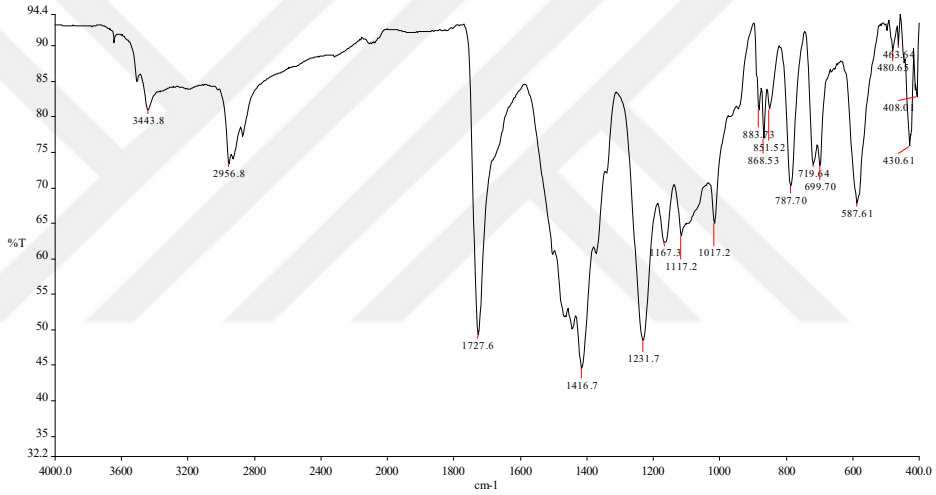
Şekil 3.6 %5 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



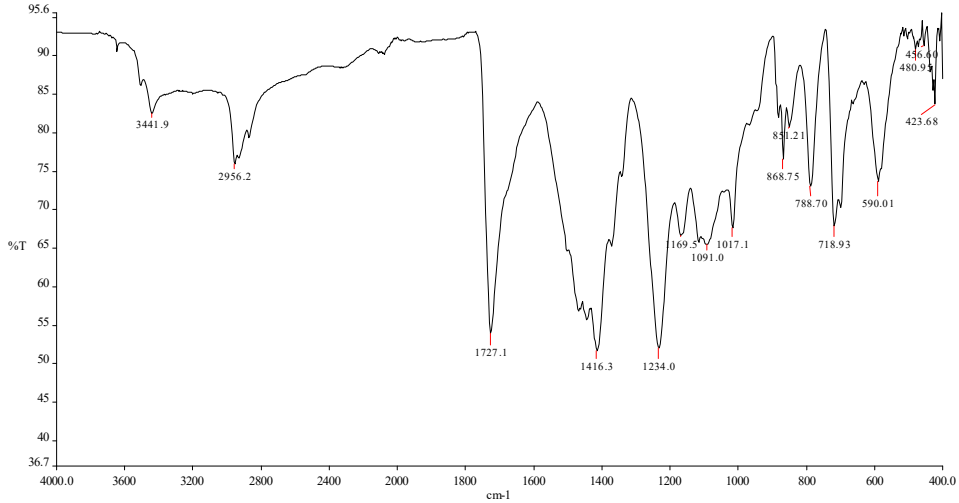
Şekil 3.7 %5 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



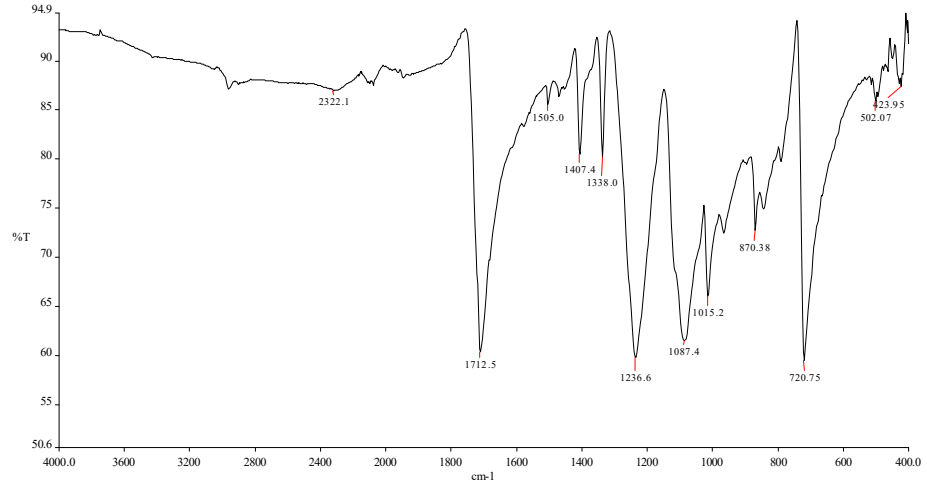
Şekil 3.8 %10 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş FTIR sonuçları



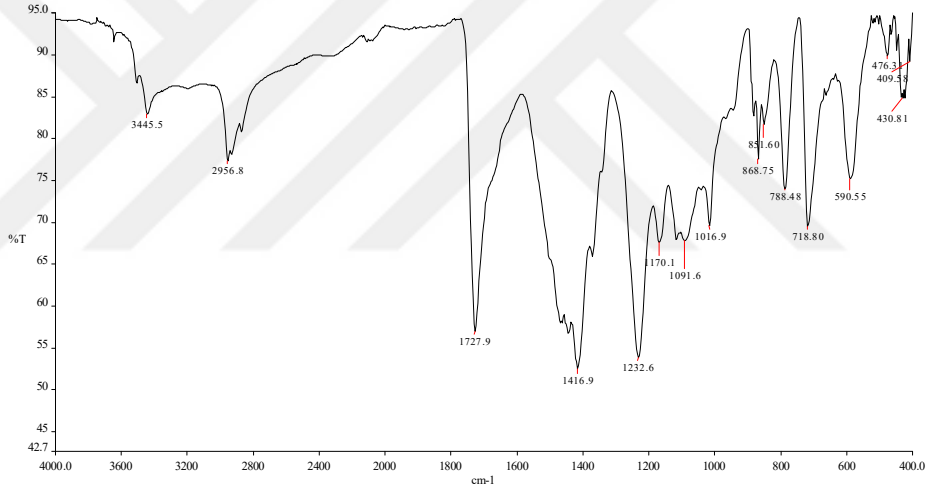
Şekil 3.9 %10 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



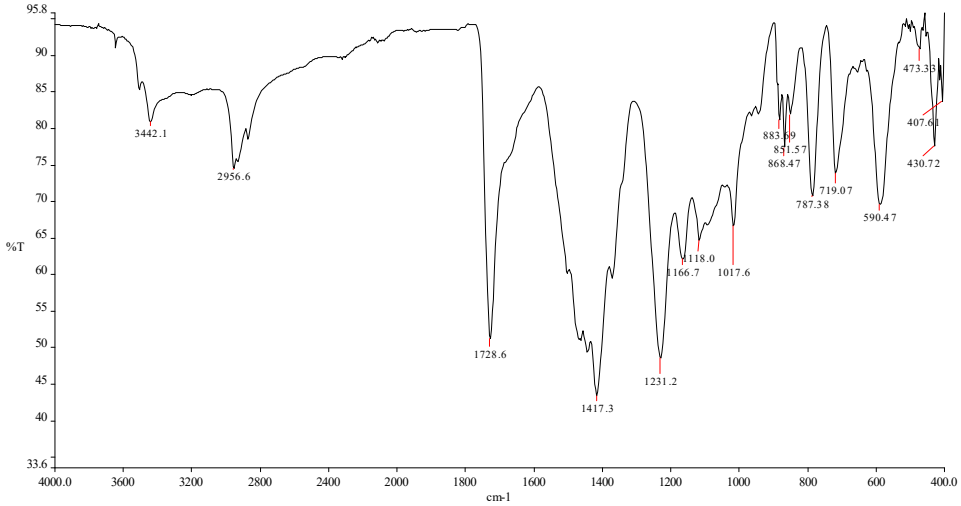
Şekil 3.10 %10 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



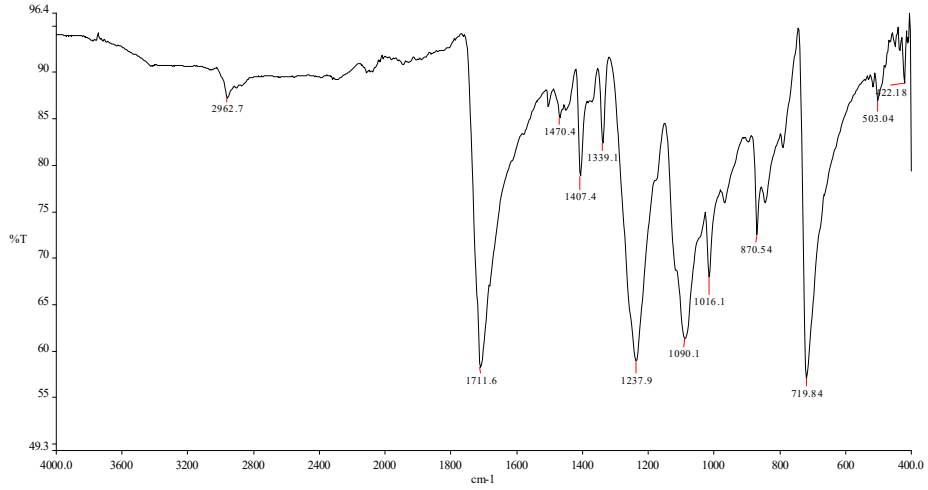
Şekil 3.11 %15 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



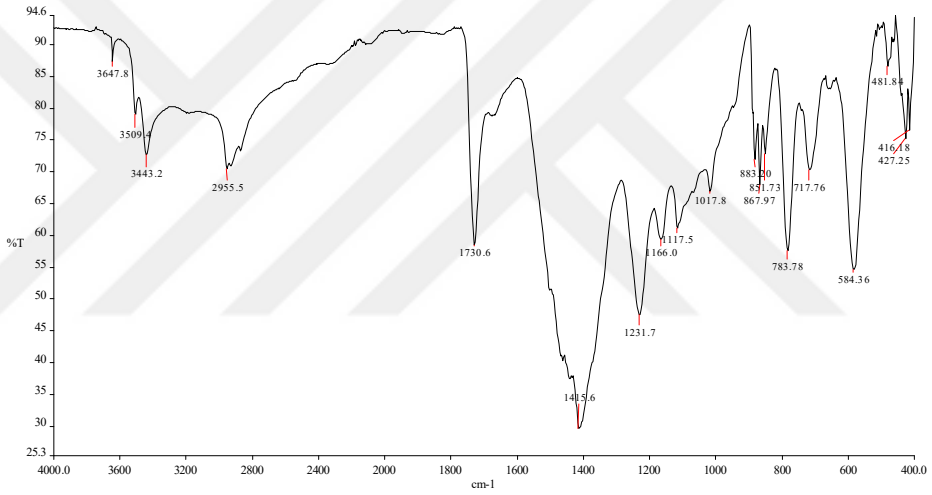
Şekil 3.12 %15 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



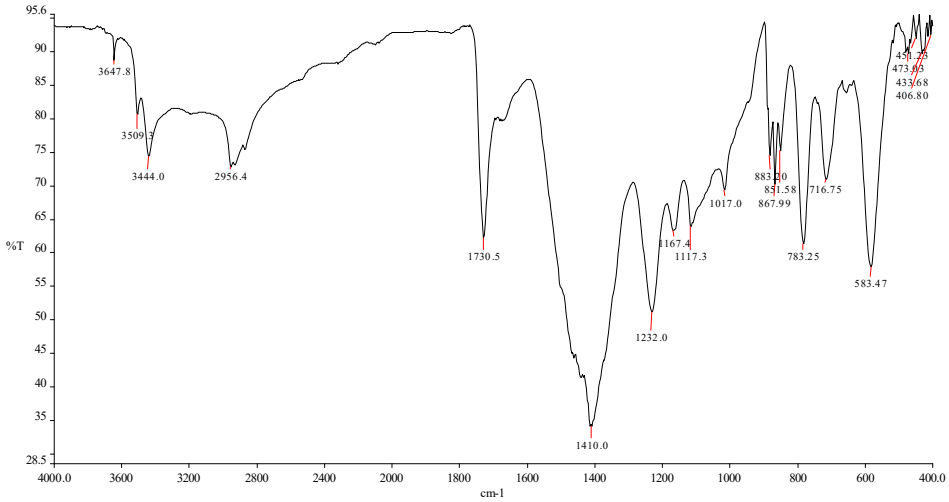
Şekil 3.13 %15 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



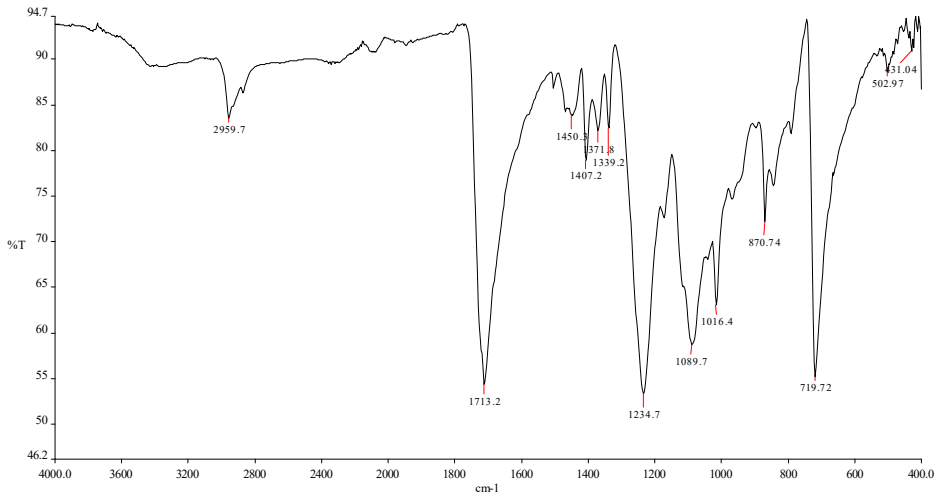
Şekil 3.14 %20 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



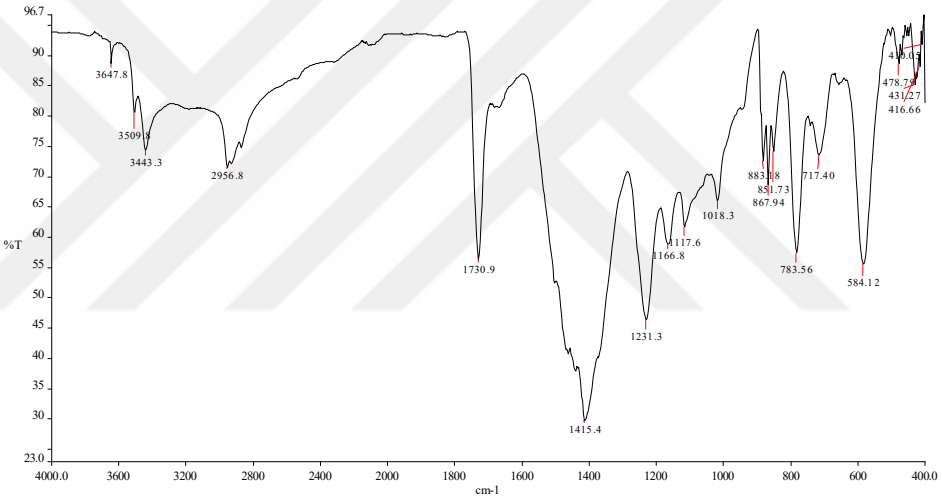
Şekil 3.15 %20 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



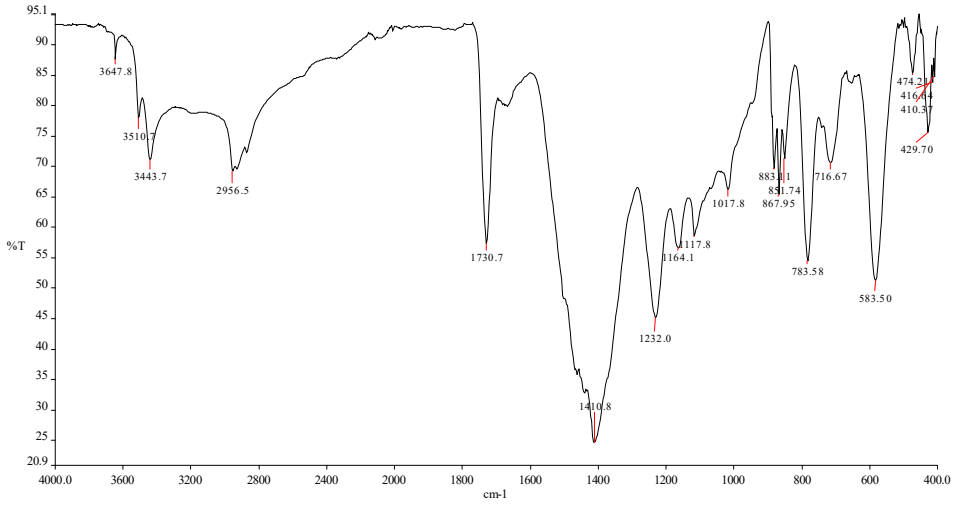
Şekil 3.16 %20 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



Şekil 3.17 %25 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



Şekil 3.18 %25 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları



Şekil 3.19 %25 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin FTIR sonuçları

3.2 XRF Testi Sonuçları

XRF testine ilişkin sonuçlar tablo 3.1-tablo 3.19 arasında verilmiştir.

Tablo 3.1 LH3 içermeyen bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Ti	0.75	0.03
2	Na	0.27	0.02
3	Fe	0.20	0.01
4	S	0.16	0.01
5	Cr	0.11	0.01
6	Si	0.06	0.007
7	Ca	0.04	0.006
8	Cl	0.03	0.005
9	Al	0.02	0.004
10	Mg	0.02	0.004
11	K	0.02	0.004
12	Cu	0.01	0.003

Tablo 3.2 LH3 içermeyen iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Ti	0.73	0.03
2	Na	0.27	0.02
3	Fe	0.20	0.01
4	S	0.17	0.01
5	Cr	0.12	0.01
6	Si	0.03	0.005
7	Ca	0.03	0.005
8	Cl	0.02	0.005
9	Ni	0.02	0.004
10	Cu	0.02	0.004
11	Al	0.01	0.003
12	Mg	0.01	0.003
13	K	0.01	0.003

Tablo 3.3 LH3 içermeyen üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Ti	0.76	0.03
2	Na	0.55	0.02
3	S	0.51	0.02
4	Fe	0.14	0.01
5	Cr	0.09	0.009
6	Ca	0.04	0.006
7	Si	0.04	0.006
8	Cl	0.04	0.006
9	Ni	0.01	0.003
10	Cu	0.01	0.003
11	K	0.01	0.003
12	Mg	0.01	0.003
13	Al	0.01	0.003

Tablo 3.4 %5 LH3 içeren bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	2.63	0.05
2	Ti	0.73	0.03
3	Ca	0.53	0.02
4	K	0.40	0.02
5	Na	0.26	0.02
6	P	0.25	0.01
7	S	0.22	0.01
8	Si	0.16	0.01
9	Fe	0.13	0.01
10	Cr	0.08	0.009
11	Cl	0.03	0.005
12	Al	0.02	0.004
13	Mn	0.01	0.003
14	Ni	0.01	0.003
15	Cu	0.01	0.002

Tablo 3.5 %5 LH3 içeren iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	3.55	0.06
2	Ca	0.79	0.03
3	Ti	0.72	0.03
4	K	0.43	0.02
5	P	0.41	0.02
6	S	0.39	0.02
7	Na	0.37	0.02
8	Si	0.22	0.01
9	Fe	0.14	0.01
10	Cr	0.07	0.008
11	Cl	0.06	0.007
12	Al	0.02	0.004
13	Ni	0.01	0.003
14	Cu	0.01	0.002

Tablo 3.6 %5 LH3 içeren üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	4.14	0.06
2	Ca	1.13	0.03
3	Ti	0.67	0.02
4	S	0.57	0.02
5	K	0.47	0.02
6	Na	0.40	0.02
7	P	0.38	0.02
8	Si	0.28	0.02
9	Fe	0.13	0.01
10	Cl	0.05	0.007
11	Cr	0.05	0.007
12	Al	0.02	0.004
13	Ni	0.01	0.003
14	Cu	0.01	0.002

Tablo 3.7 %10 LH3 içeren bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	6.53	0.08
2	Ca	1.49	0.04
3	Ti	0.74	0.03
4	K	0.49	0.02
5	Si	0.43	0.02
6	P	0.33	0.02
7	Na	0.28	0.02
8	S	0.18	0.01
9	Fe	0.04	0.006
10	Cl	0.03	0.005
11	Al	0.02	0.005
12	Cr	0.01	0.003
13	Cu	0.01	0.002

Tablo 3.8 %10 LH3 içeren iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	6.63	0.08
2	Ca	1.61	0.04
3	Ti	0.69	0.02
4	Si	0.47	0.02
5	K	0.24	0.01
6	Na	0.21	0.01
7	P	0.20	0.01
8	S	0.20	0.01
9	Fe	0.13	0.01
10	Cr	0.06	0.007
11	Al	0.04	0.006
12	Cl	0.04	0.006
13	Cu	0.01	0.003
14	Ni	0.01	0.002

Tablo 3.9 %10 LH3 içeren üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	8.64	0.09
2	Ca	2.45	0.05
3	Ti	0.62	0.02
4	Si	0.62	0.02
5	K	0.38	0.02
6	S	0.32	0.02
7	P	0.31	0.02
8	Na	0.22	0.01
9	Fe	0.13	0.01
10	Cr	0.06	0.007
11	Cl	0.05	0.007
12	Al	0.03	0.006
13	Ni	0.01	0.003
14	Cu	0.01	0.002

Tablo 3.10 %15 LH3 içeren bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	6.38	0.08
2	Ca	1.54	0.04
3	Ti	0.70	0.03
4	K	0.48	0.02
5	Si	0.41	0.02
6	P	0.29	0.02
7	Na	0.24	0.01
8	S	0.17	0.01
9	Cl	0.06	0.007
10	Al	0.04	0.006
11	Fe	0.03	0.006
12	Cr	0.02	0.004
13	Cu	0.01	0.003

Tablo 3.11 %15 LH3 içeren iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	7.20	0.08
2	Ca	1.76	0.04
3	Ti	0.66	0.02
4	Si	0.53	0.02
5	S	0.26	0.02
6	Na	0.16	0.01
7	Fe	0.12	0.01
8	Cr	0.06	0.008
9	Cl	0.06	0.007
10	Al	0.06	0.007
11	K	0.02	0.004
12	Cu	0.01	0.003
13	Ni	0.01	0.003
14	P	0.01	0.002

Tablo 3.12 %15 LH3 içeren üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	9.07	0.09
2	Ca	2.60	0.05
3	Si	0.65	0.02
4	Ti	0.59	0.02
5	S	0.37	0.02
6	Na	0.25	0.01
7	Fe	0.13	0.01
8	Cl	0.09	0.009
9	Al	0.06	0.008
10	Cr	0.05	0.007
11	K	0.02	0.005
12	Cu	0.01	0.003
13	P	0.01	0.003

Tablo 3.13 %20 LH3 içeren bir geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	10.76	0.1
2	Ca	2.61	0.05
3	Si	0.70	0.03
4	Ti	0.64	0.02
5	K	0.44	0.02
6	P	0.36	0.02
7	Na	0.24	0.01
8	S	0.19	0.01
9	Fe	0.11	0.01
10	Cr	0.05	0.007
11	Al	0.04	0.006
12	Cl	0.04	0.006
13	Cu	0.01	0.002
14	Ni	0.01	0.002

Tablo 3.14 %20 LH3 içeren iki geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	8.82	0.09
2	Ca	2.56	0.05
3	Ti	0.65	0.02
4	Si	0.63	0.02
5	K	0.35	0.02
6	P	0.28	0.02
7	S	0.27	0.02
8	Na	0.24	0.01
9	Fe	0.12	0.01
10	Cr	0.05	0.007
11	Cl	0.05	0.007
12	Al	0.05	0.007
13	Ni	0.01	0.003
14	Cu	0.01	0.003

Tablo 3.15 %20 LH3 içeren üç geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	9.25	0.09
2	Ca	3.40	0.06
3	Si	0.68	0.02
4	Ti	0.58	0.02
5	S	0.40	0.02
6	K	0.34	0.02
7	Na	0.27	0.02
8	P	0.18	0.01
9	Fe	0.13	0.01
10	Cl	0.06	0.007
11	Cr	0.04	0.006
12	Al	0.04	0.006
13	Cu	0.01	0.003
14	Ni	0.01	0.003

Tablo 3.16 %25 LH3 içeren 1 geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	11.55	0.1
2	Ca	3.50	0.06
3	Si	0.92	0.03
4	Ti	0.59	0.02
5	S	0.20	0.01
6	Na	0.16	0.01
7	Fe	0.13	0.01
8	Cl	0.07	0.008
9	Cr	0.06	0.007
10	Al	0.05	0.007
11	K	0.02	0.005
12	Cu	0.01	0.002
13	P	0.01	0.002
14	Ni	0.01	0.002

Tablo 3.17 %25 LH3 içeren 2 geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	11.48	0.1
2	Ca	3.37	0.06
3	Si	1.01	0.03
4	Ti	0.56	0.02
5	S	0.22	0.01
6	Na	0.17	0.01
7	Fe	0.12	0.01
8	Al	0.06	0.007
9	Cl	0.05	0.007
10	Cr	0.04	0.006
11	K	0.02	0.005
12	P	0.01	0.003
13	Cu	0.01	0.002
14	Ni	0.01	0.002

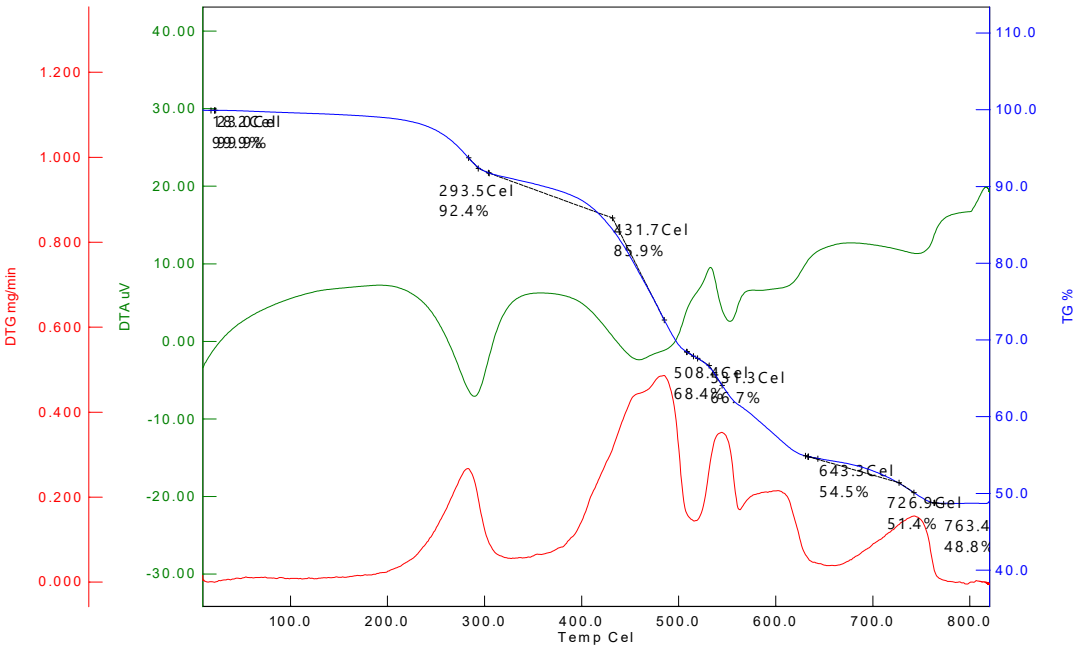
Tablo 3.18 %25 LH3 içeren 3 geçiş akrilik kaplı numunenin XRF sonuçları

No	Element	Oran (%)	Hata (%)
1	Mg	12.32	0.1
2	Ca	4.47	0.06
3	Si	0.78	0.03
4	Ti	0.51	0.02
5	S	0.29	0.02
6	K	0.26	0.02
7	Na	0.25	0.01
8	Fe	0.14	0.01
9	P	0.13	0.01
10	Cl	0.06	0.008
11	Al	0.06	0.007
12	Cr	0.06	0.007
13	Cu	0.01	0.003
14	Ni	0.01	0.002

Tablo 3.19 Toz numunenin XRF sonuçları

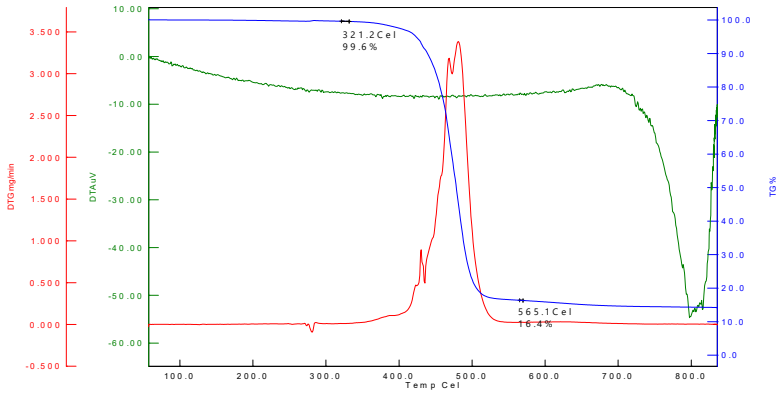
No	Element/Bileşik	Oran (%)	Hata (%)
1	MgO	34.56	0.09
2	CaO	8.54	0.08
3	SiO_2	2.11	0.04
4	$P2O_5$	0.57	0.02
5	Na_2O	0.17	0.01
6	Fe_2O_3	0.15	0.01
7	Al_2O_3	0.13	0.01
8	SrO	0.09	0.009
9	SO_3	0.05	0.007
10	Cl	0.02	0.005
11	NiO	0.01	0.003
12	K_2O	0.01	0.003

3.3-TGA Test Sonuçları

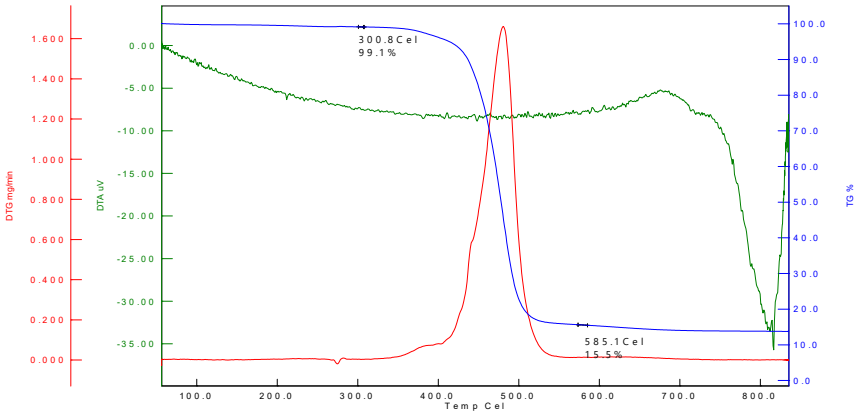


Şekil 3.20 LH3 toz numunesinin TGA sonuçları

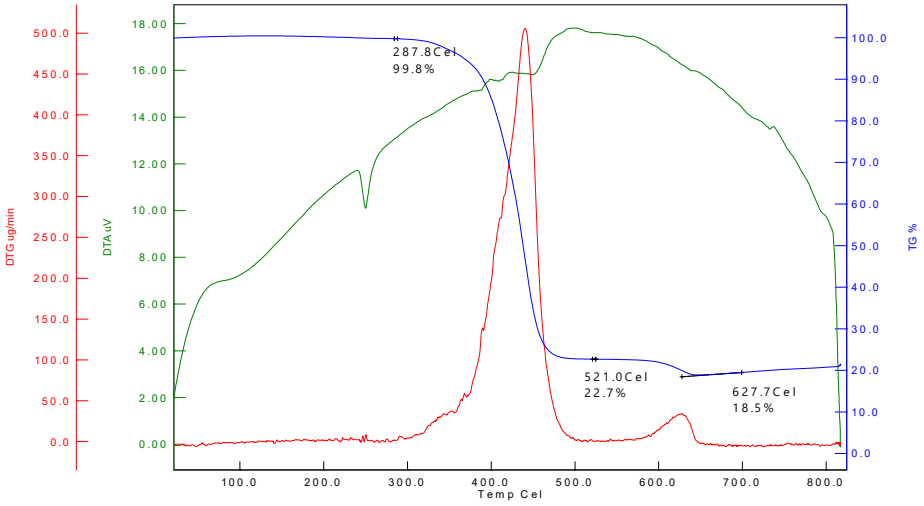
TG % (mavi) değeri test sonucundaki yüzde olarak kütle kaybını, DTA (yeşil) değeri test numunesinin entalpisini, DTG (kırmızı) değeri ise test esnasındaki kütle kaybındaki değişimi göstermektedir.



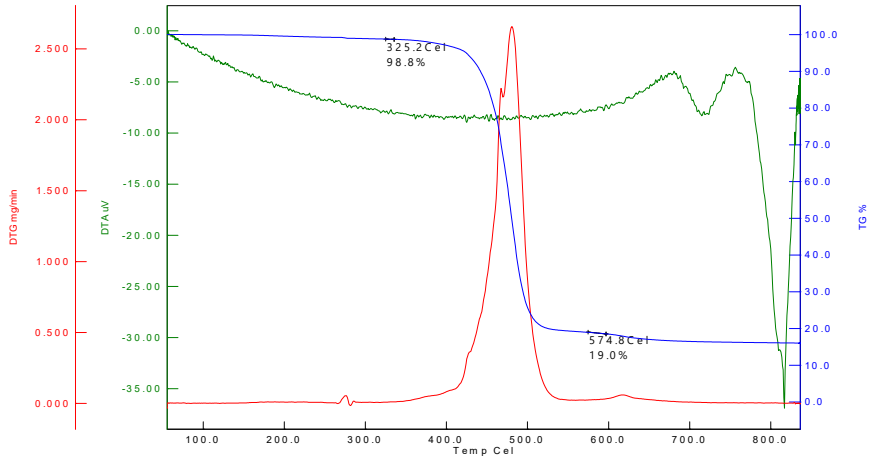
Şekil 3.21 LH3 içermeyen 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



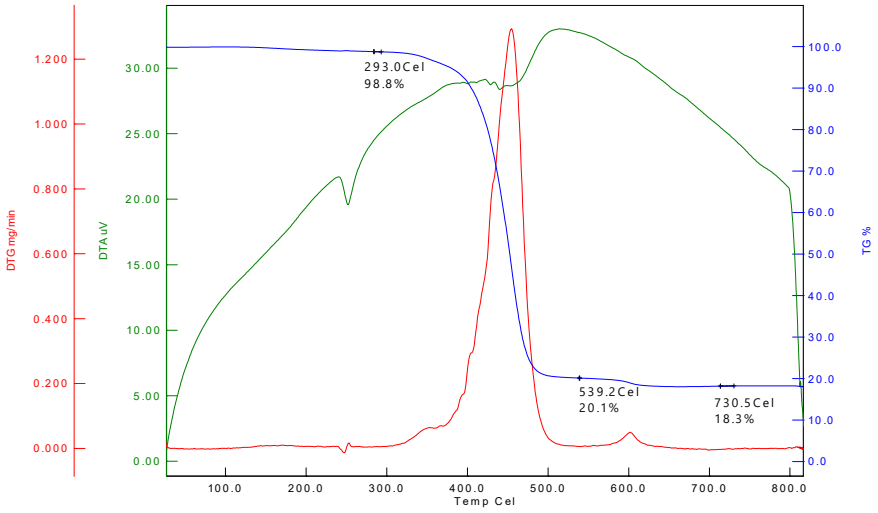
Şekil 3.22 LH3 içermeyen 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



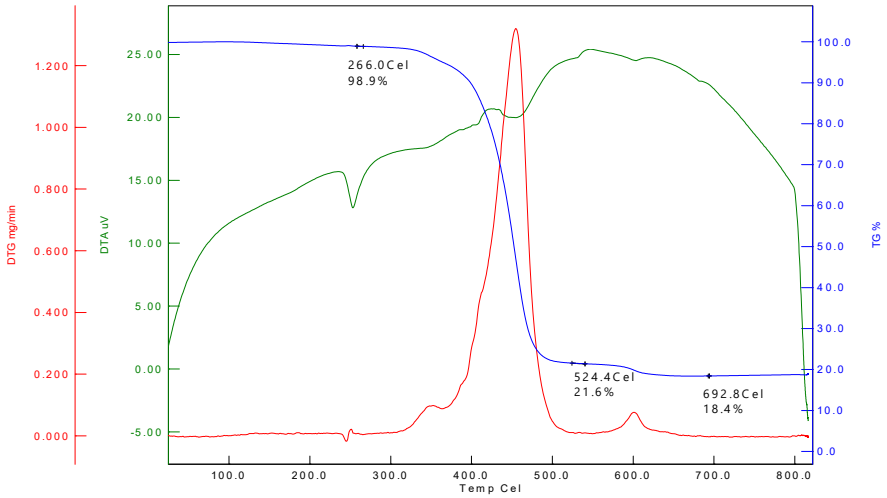
Şekil 3.23 LH3 içermeyen 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



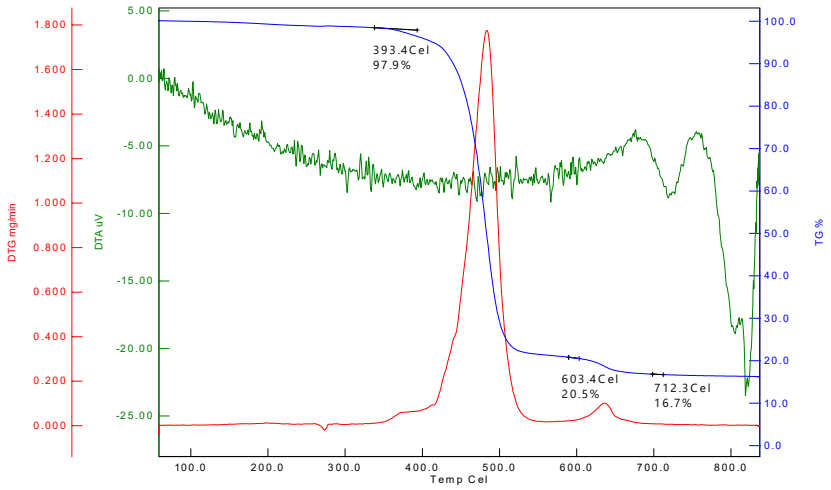
Şekil 3.24 %5 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



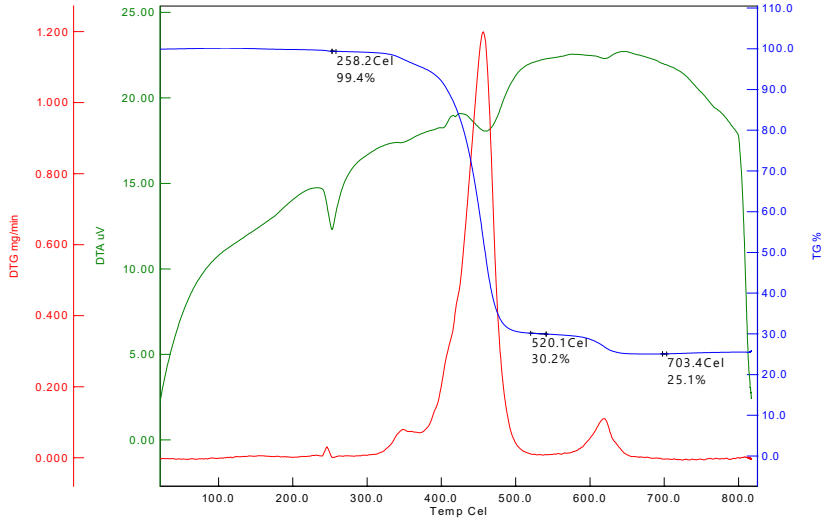
Şekil 3.25 %5 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



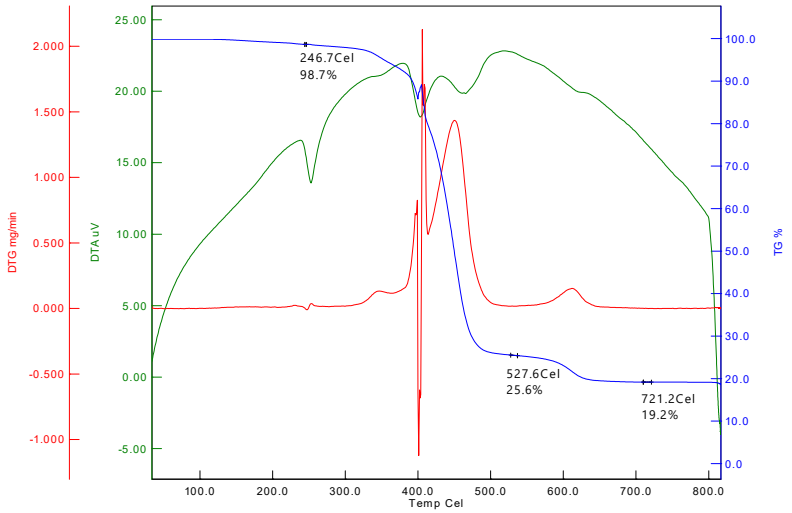
Şekil 3.26 %5 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



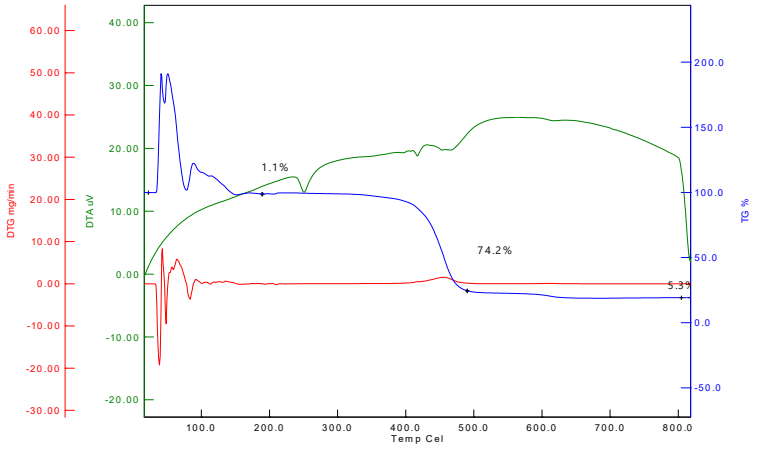
Şekil 3.27 %10 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



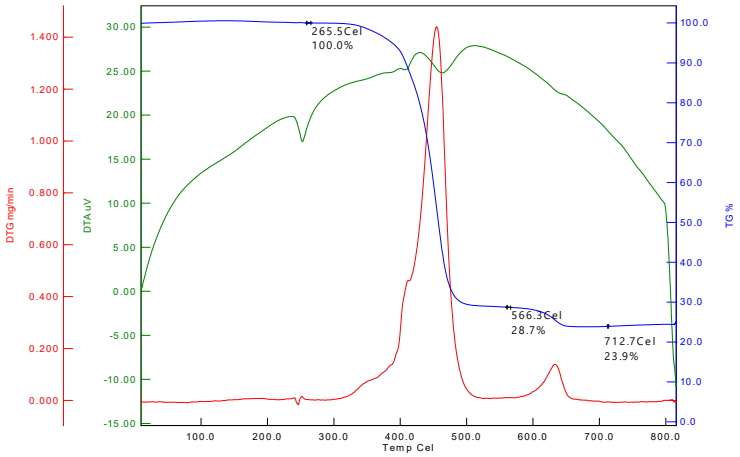
Şekil 3.28 %10 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



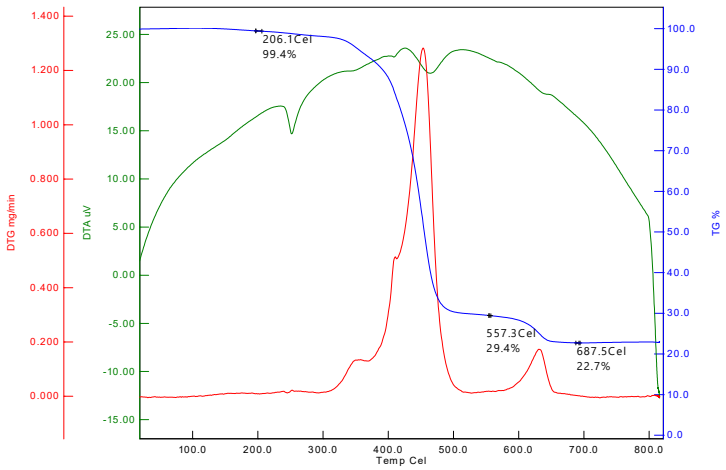
Şekil 3.29 %10 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



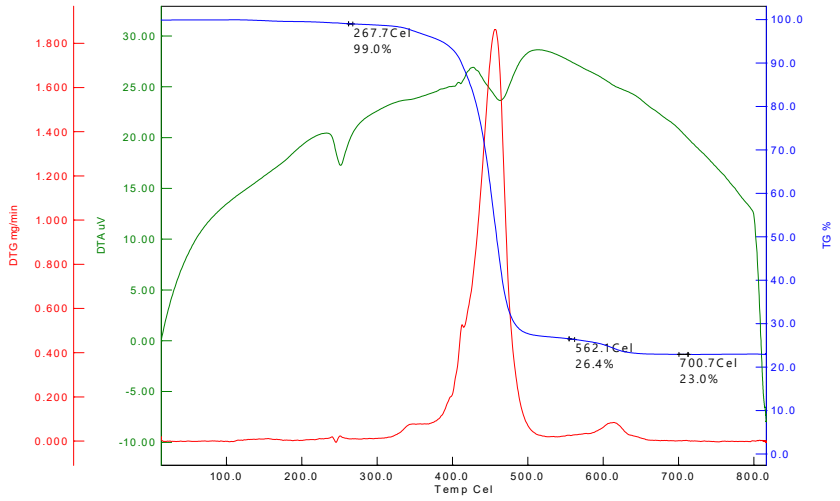
Şekil 3.30 %15 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



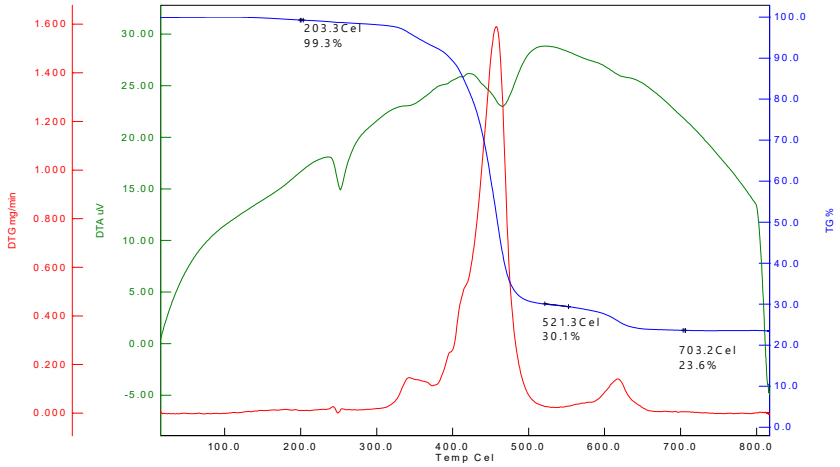
Şekil 3.31 %15 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



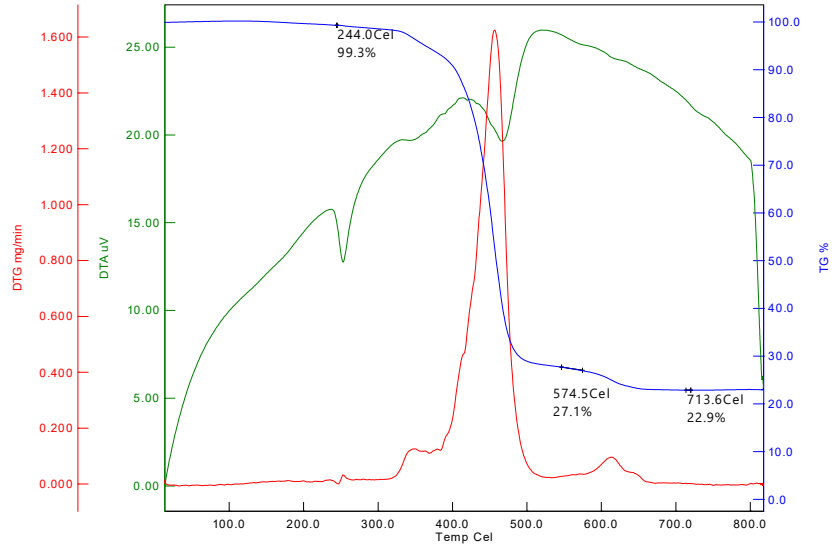
Şekil 3.32 %15 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



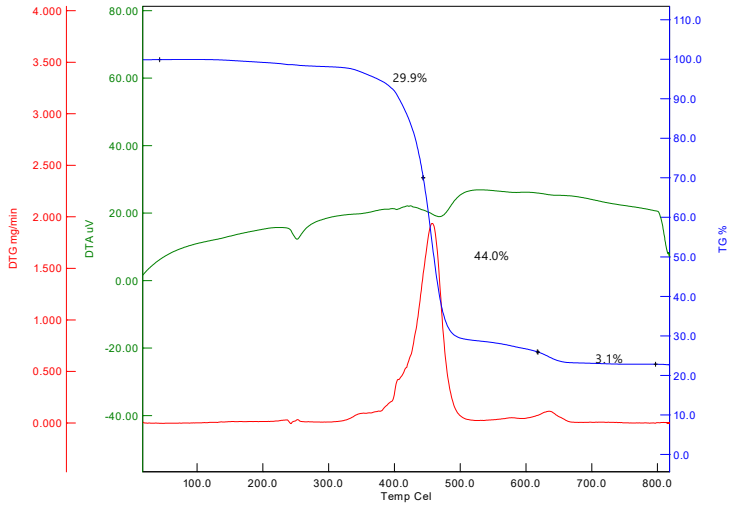
Şekil 3.33 %20 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



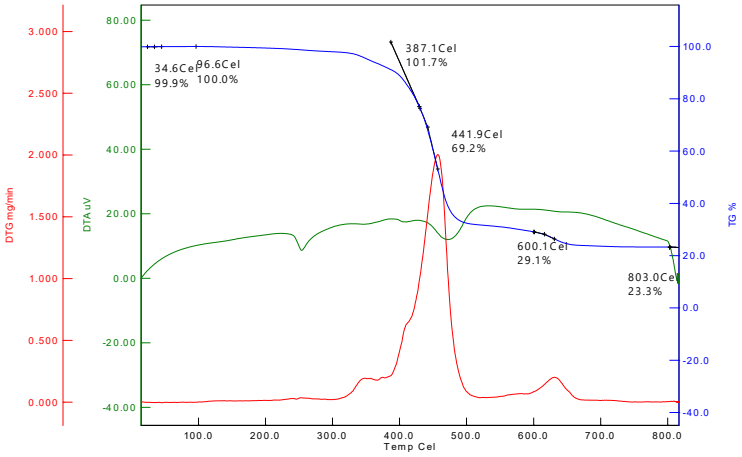
Şekil 3.34 %20 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



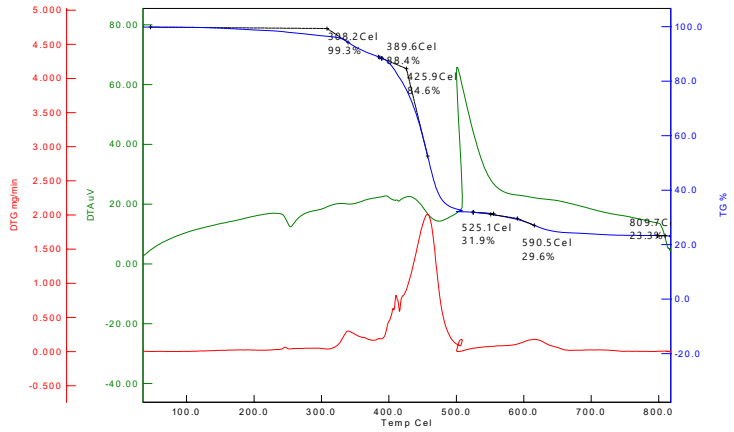
Şekil 3.35 %20 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları



Şekil 3.36 %25 LH3 içeren 1 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları

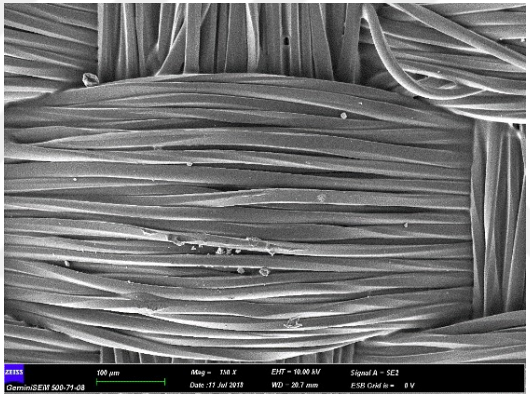


Şekil 3.37 %25 LH3 içeren 2 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları

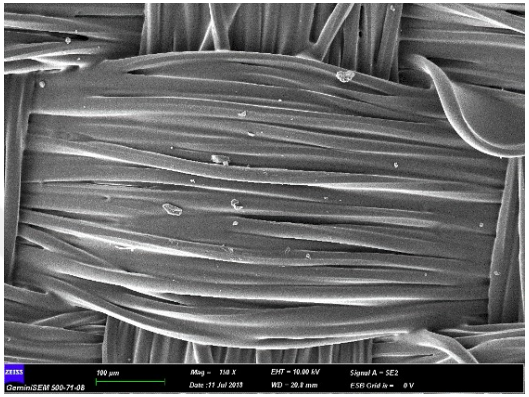


Şekil 3.38 %25 LH3 içeren 3 geçişli akrilik kaplı kumaş numunesinin TGA sonuçları

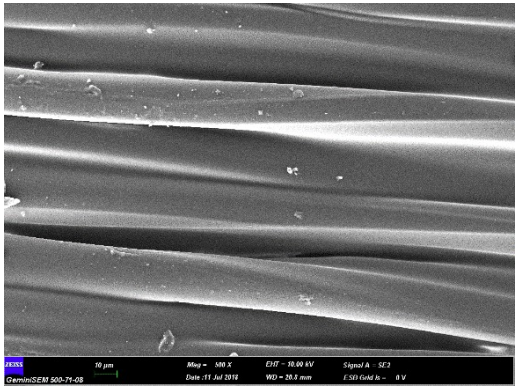
3.4 SEM GÖRÜNTÜLERİ



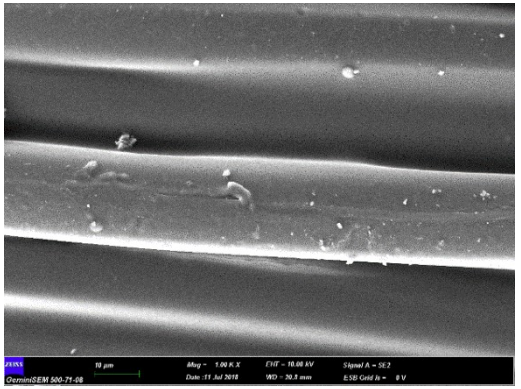
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

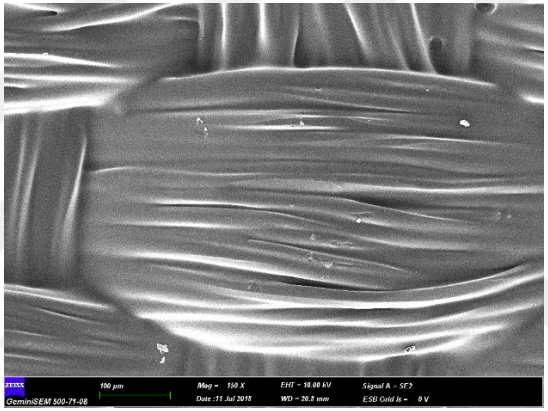


c) üst yüzey 500x

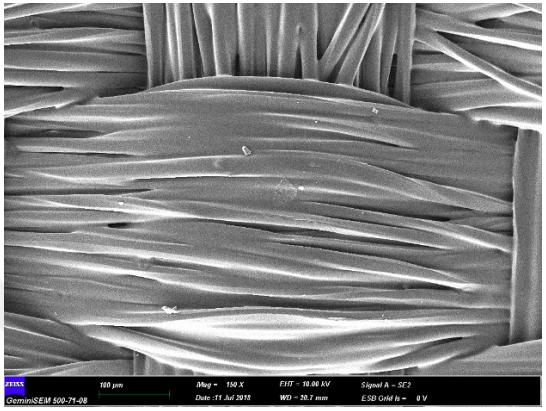


d)üst yüzey 1000x

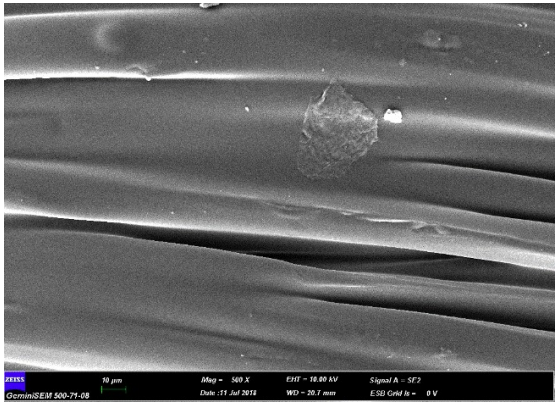
Şekil 3.39 LH3 içermeyen bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



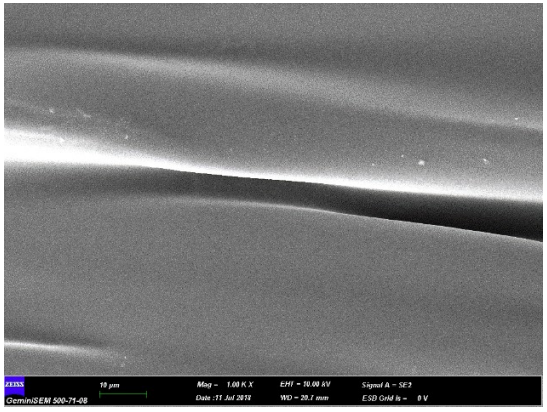
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

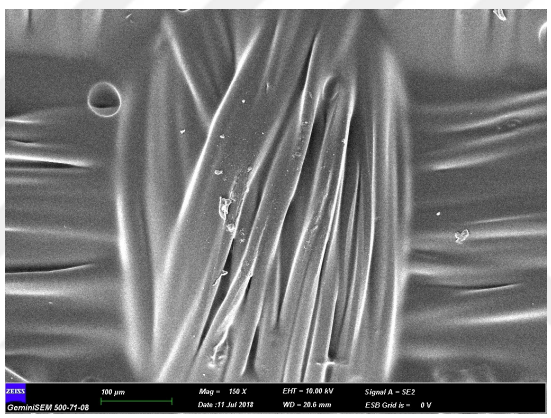


c) üst yüzey 500x

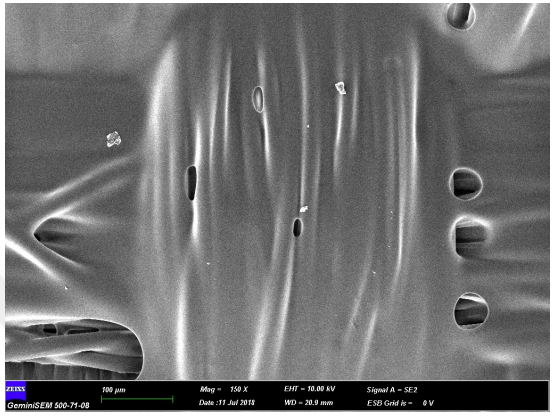


d)üst yüzey 1000x

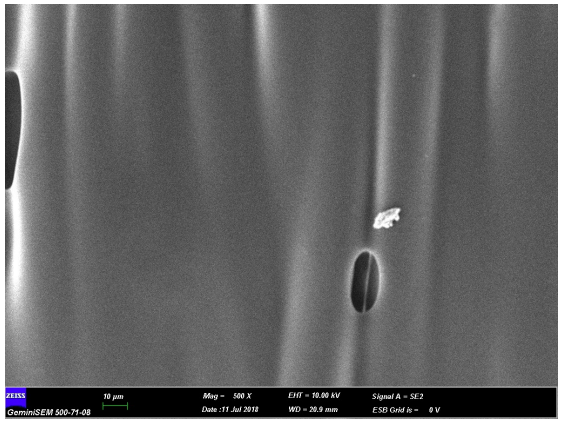
Şekil 3.40 LH3 içermeyen iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



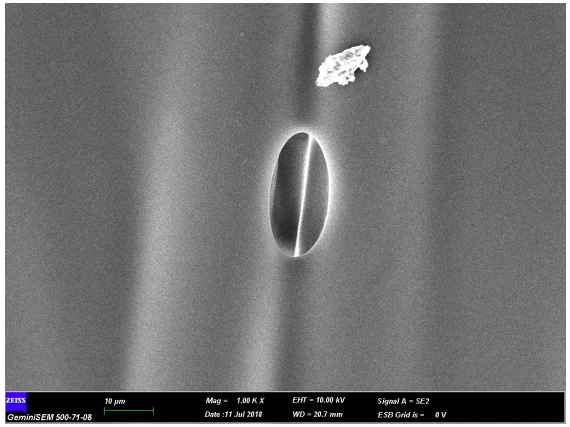
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

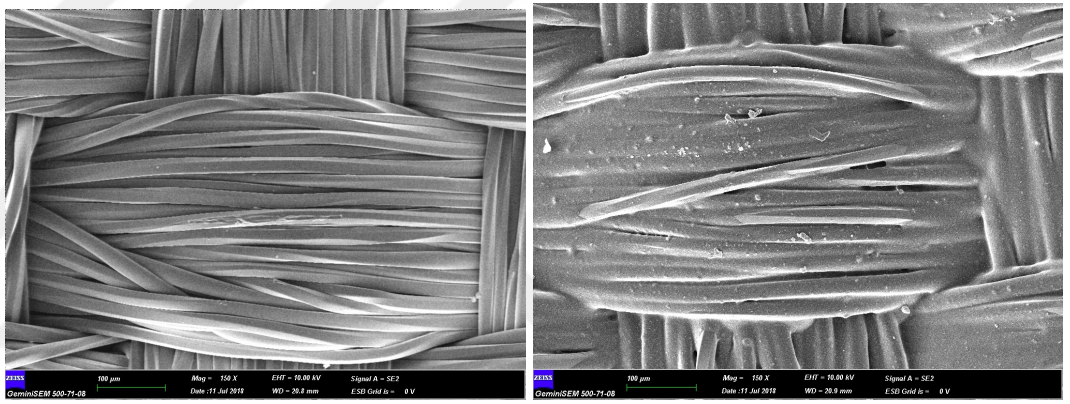


c) üst yüzey 500x

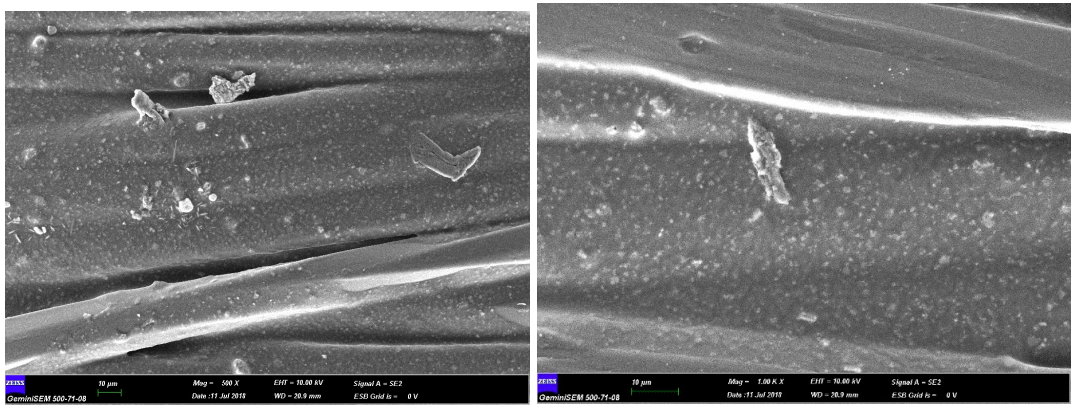


d)üst yüzey 1000x

Şekil 3.41 LH3 içermeyen üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri

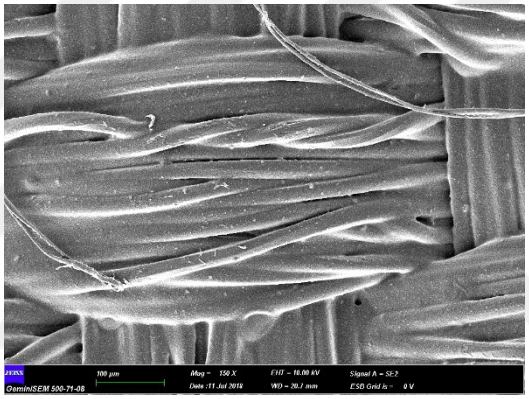


a) alt yüzey 150x b) üst yüzey 150x

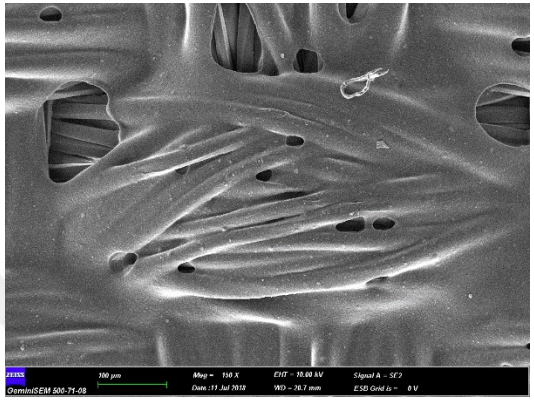


c) üst yüzey 500x d)üst yüzey 1000x

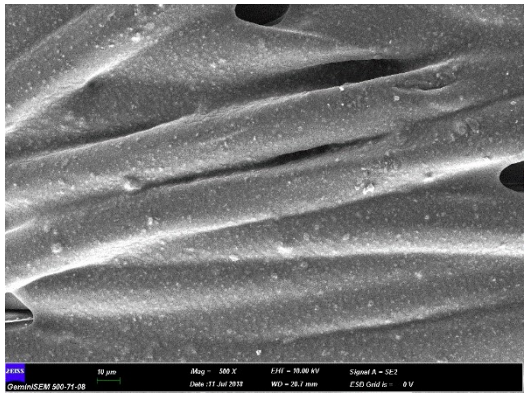
Şekil 3.42 %5 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



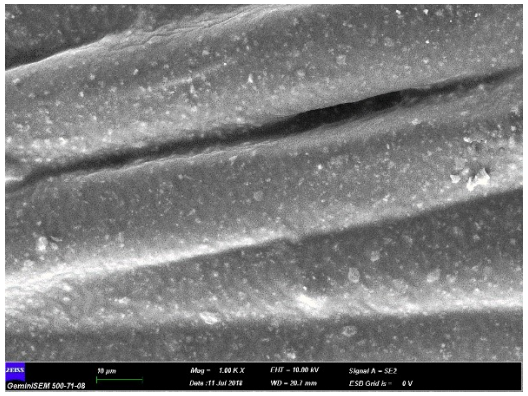
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

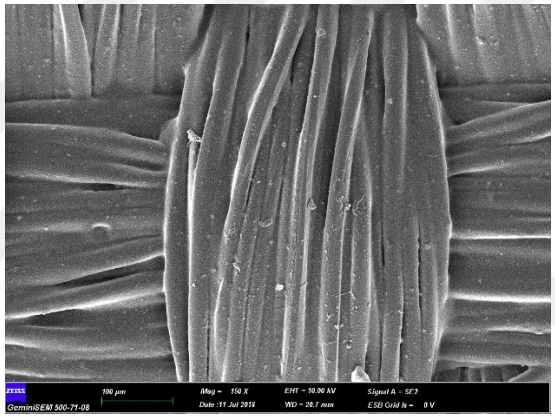


c) üst yüzey 500x

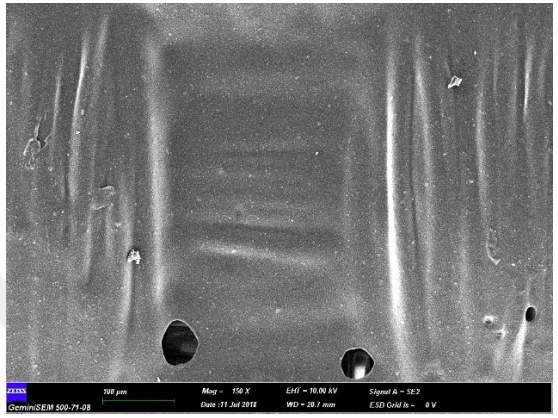


d)üst yüzey 1000x

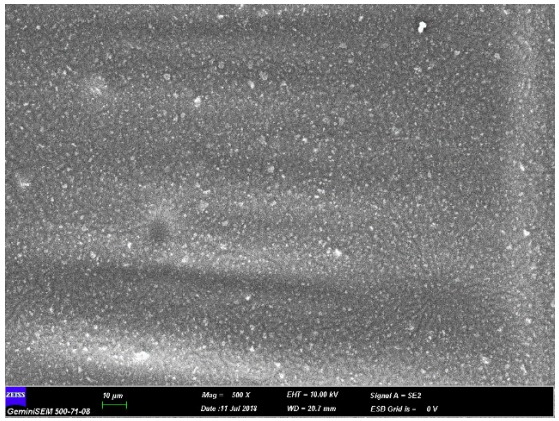
Şekil 3.43 %5 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



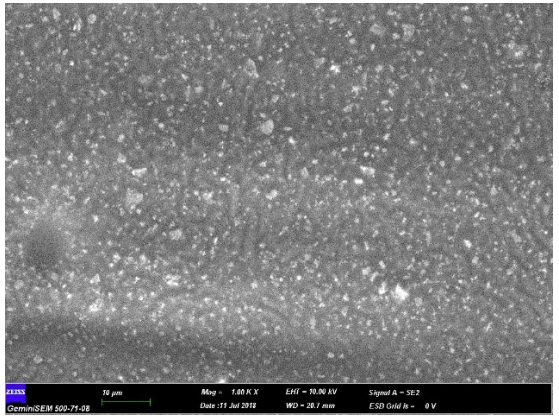
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

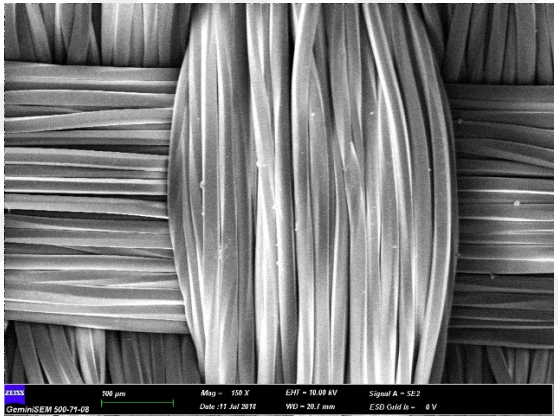


c) üst yüzey 500x

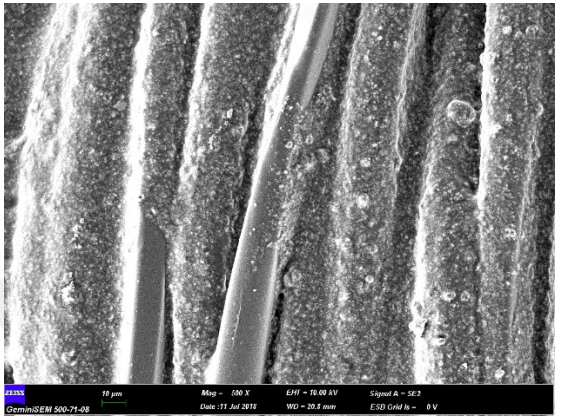


d)üst yüzey 1000x

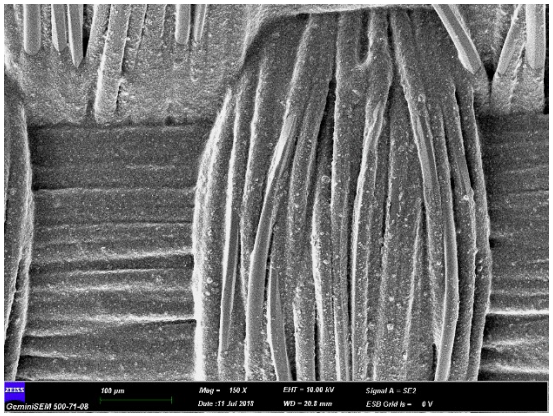
Şekil 3.44 %5 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



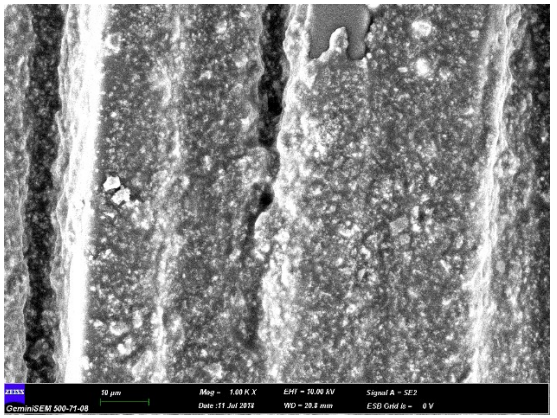
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

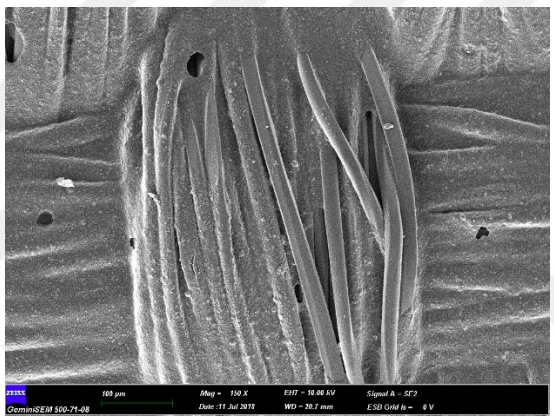


c) üst yüzey 500x

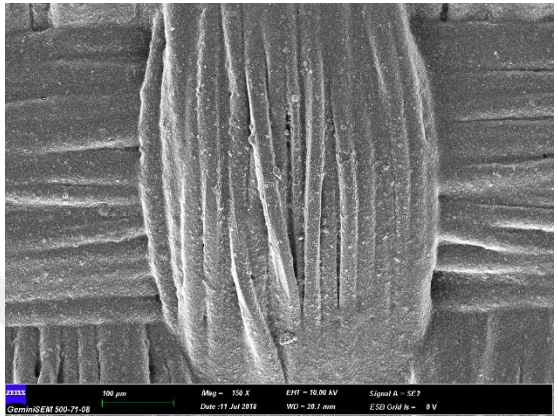


d)üst yüzey 1000x

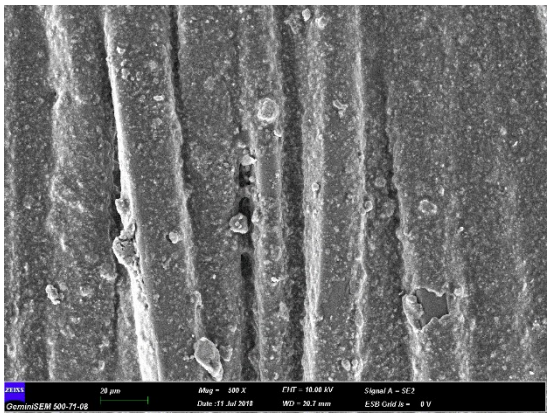
Şekil 3.45 %10 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



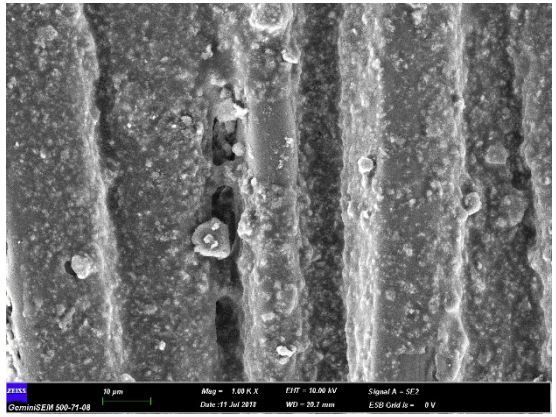
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

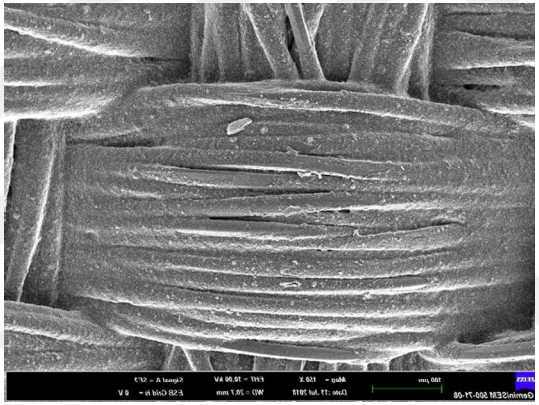


c) üst yüzey 500x

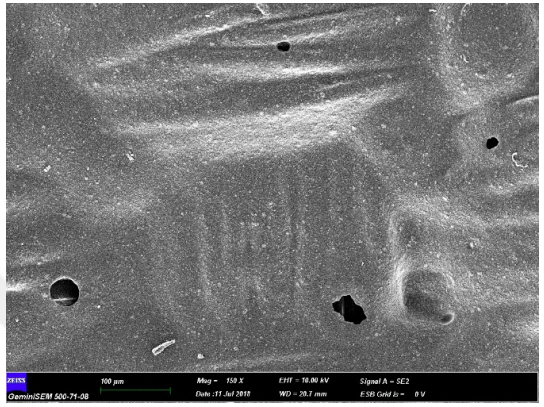


d)üst yüzey 1000x

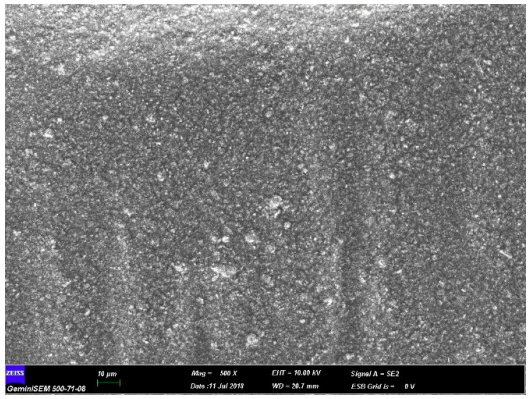
Şekil 3.46 %10 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



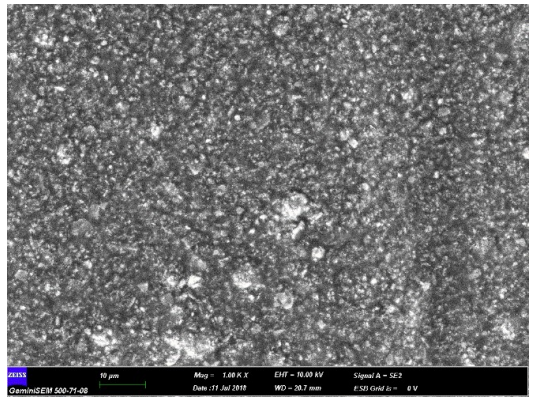
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

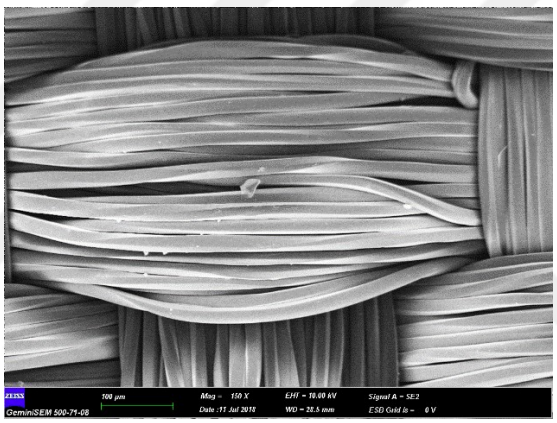


c) üst yüzey 500x

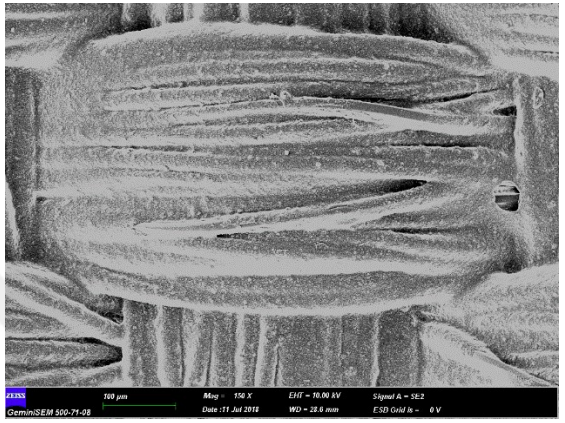


d)üst yüzey 1000x

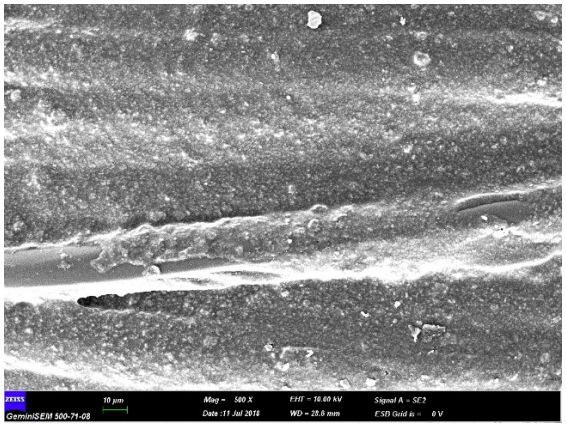
Şekil 3.47 %10 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



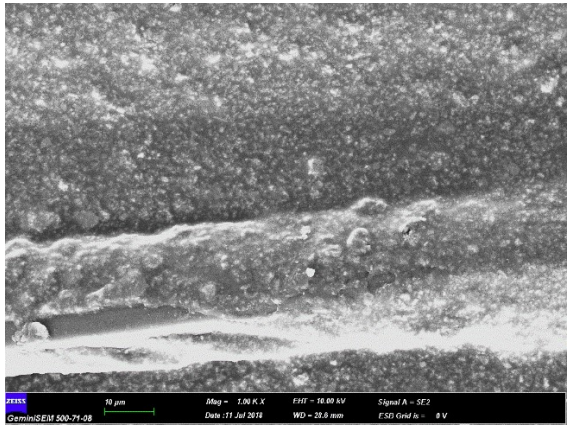
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

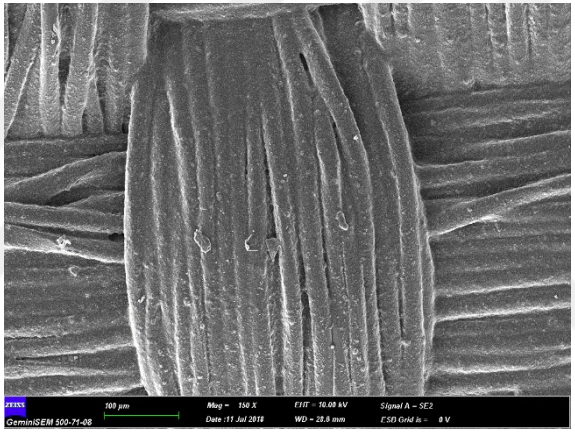


c) üst yüzey 500x

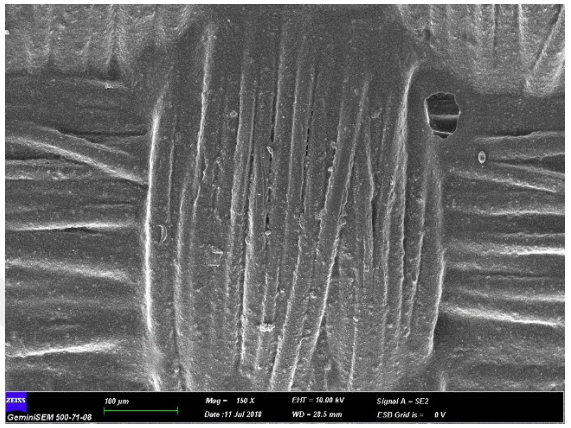


d)üst yüzey 1000x

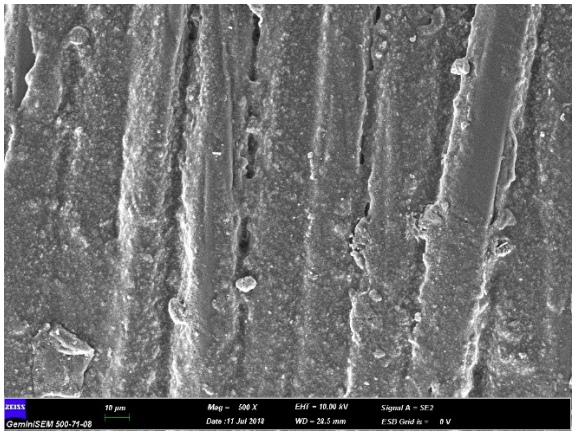
Şekil 3.48 %15 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



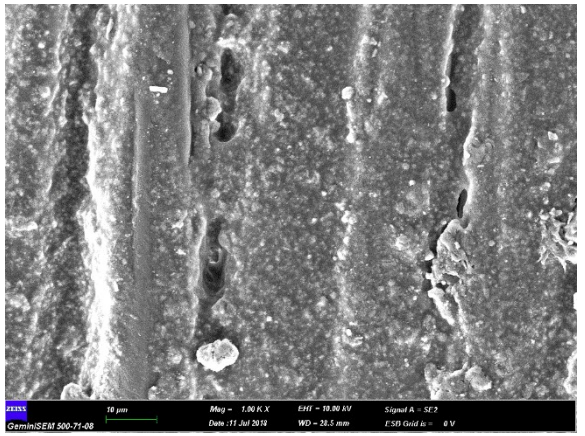
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

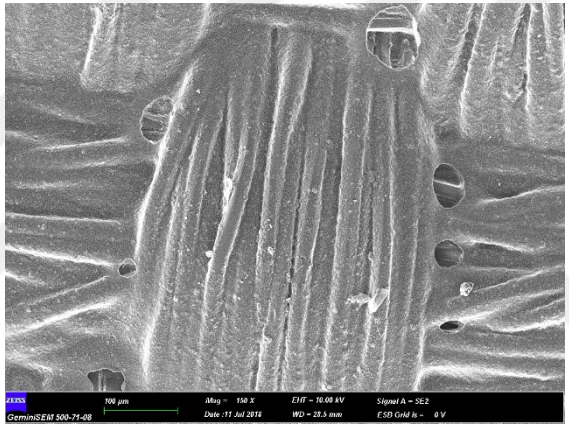


c) üst yüzey 500x

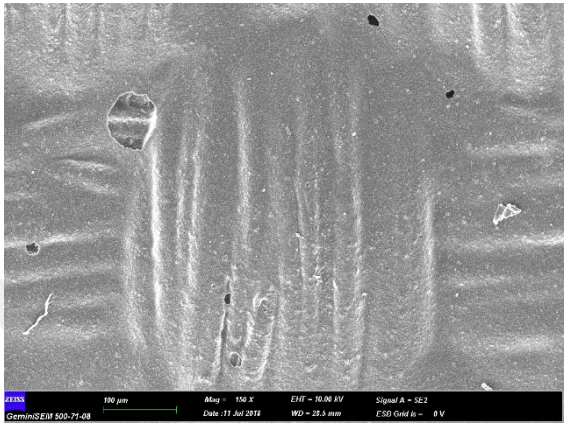


d)üst yüzey 1000x

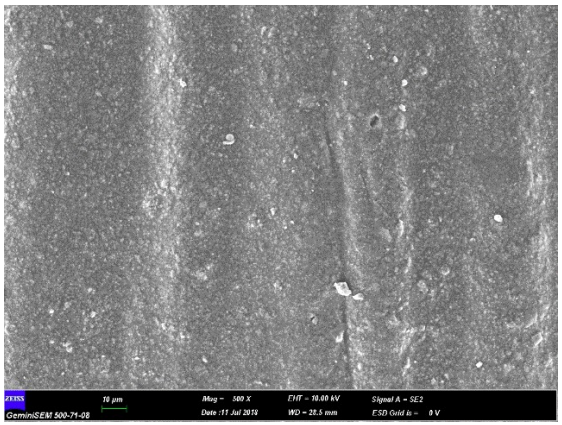
Şekil 3.49 %15 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



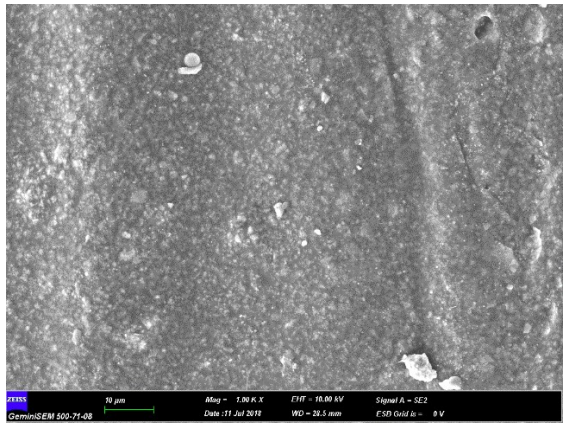
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

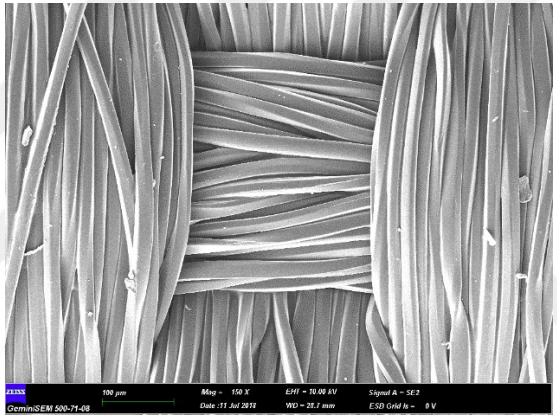


c) üst yüzey 500x

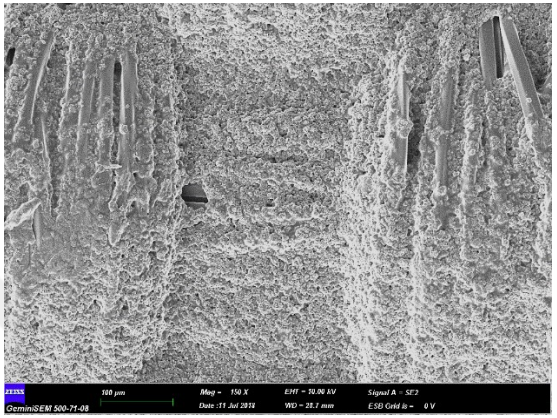


d)üst yüzey 1000x

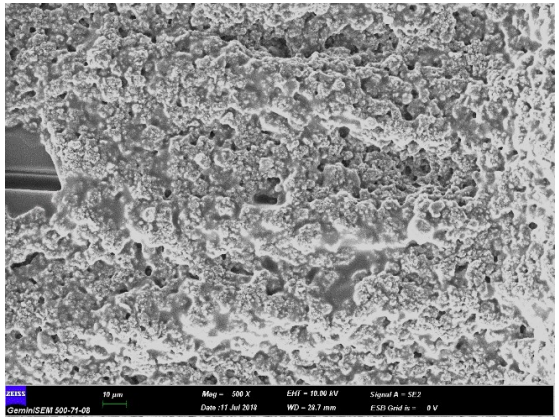
Şekil 3.50 %15 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



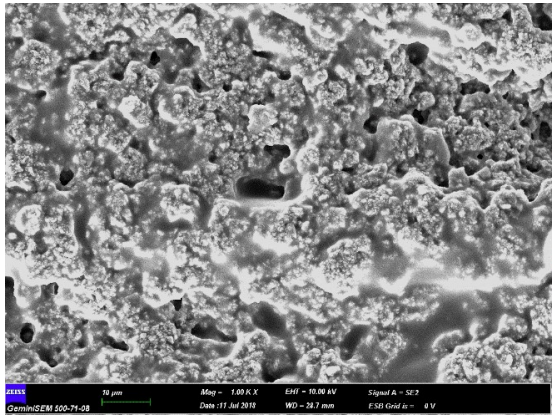
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

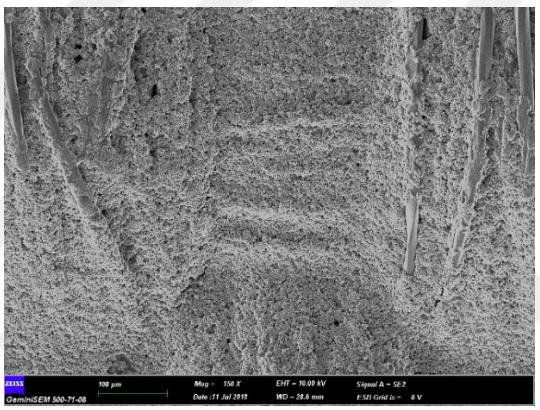


c) üst yüzey 500x

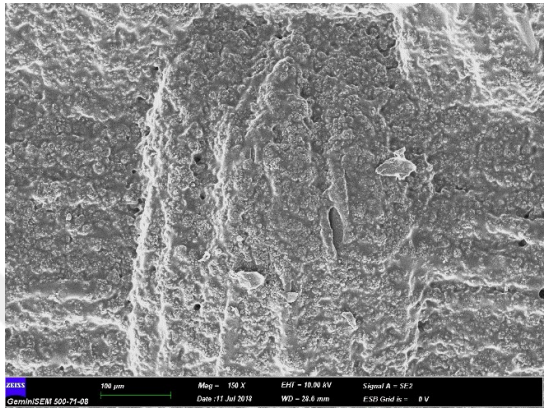


d)üst yüzey 1000x

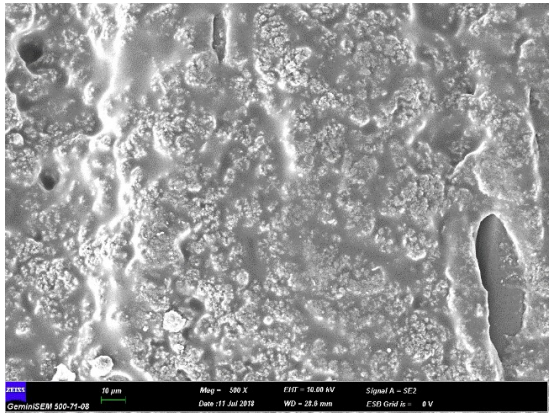
Şekil 3.51 %20 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



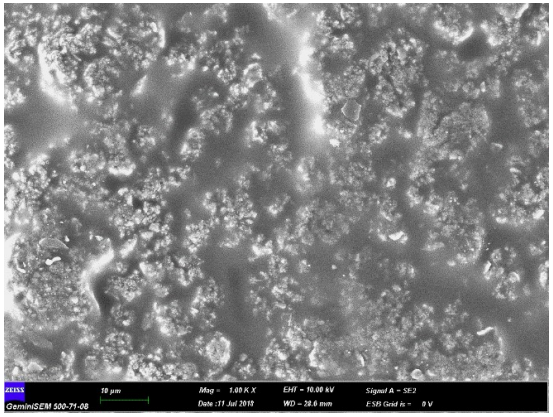
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

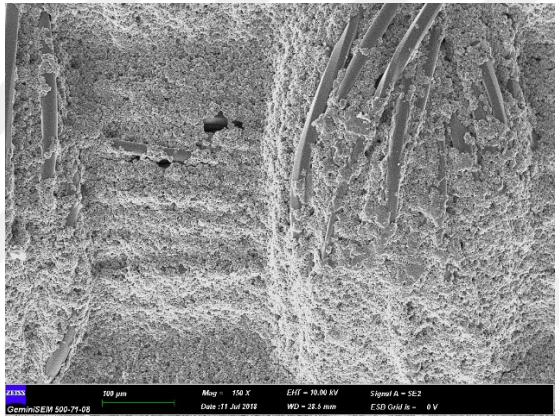


c) üst yüzey 500x

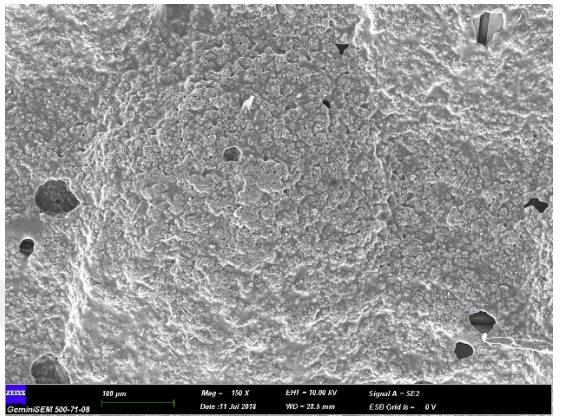


d)üst yüzey 1000x

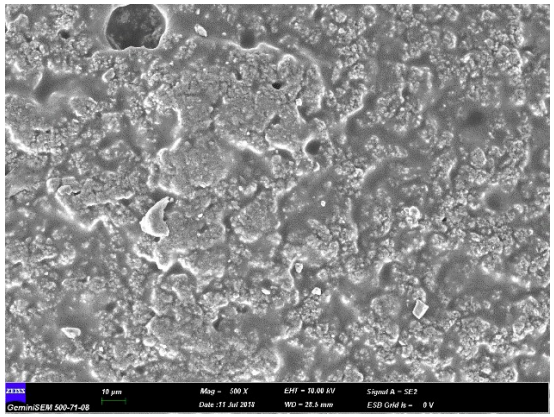
Şekil 3.52 %20 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



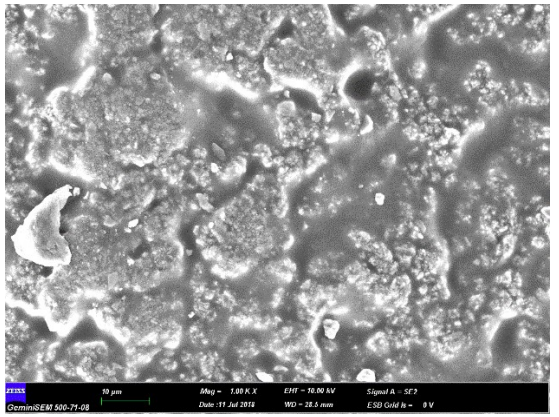
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

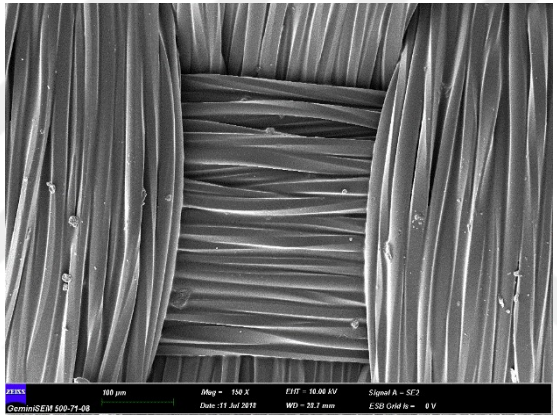


c) üst yüzey 500x

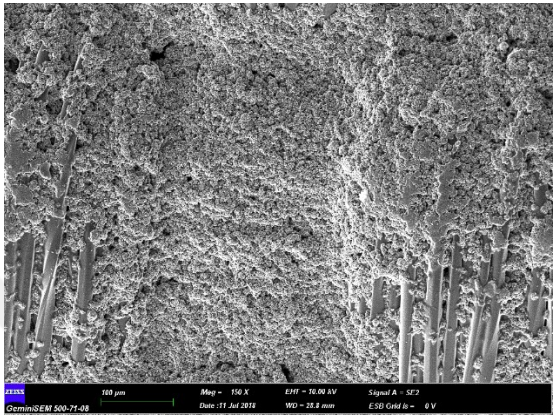


d)üst yüzey 1000x

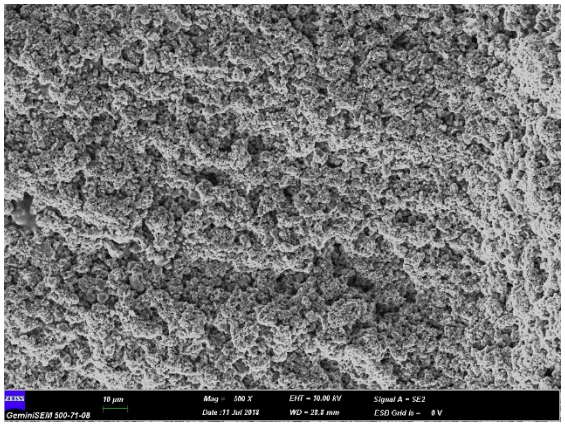
Şekil 3.53 %20 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



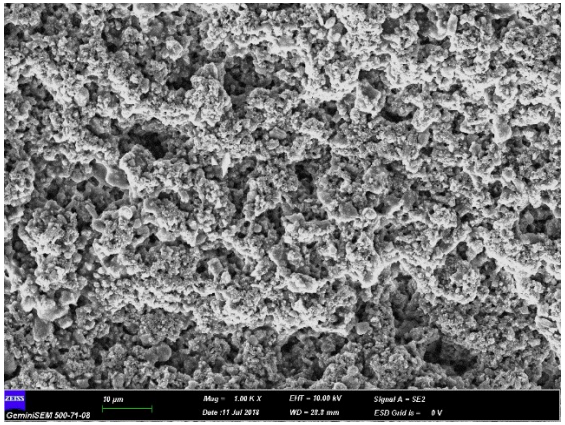
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

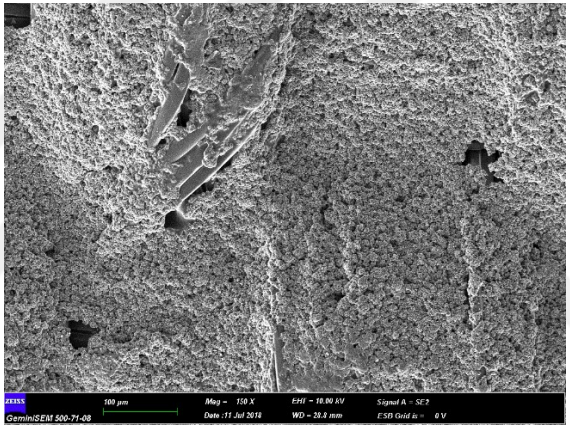


c) üst yüzey 500x

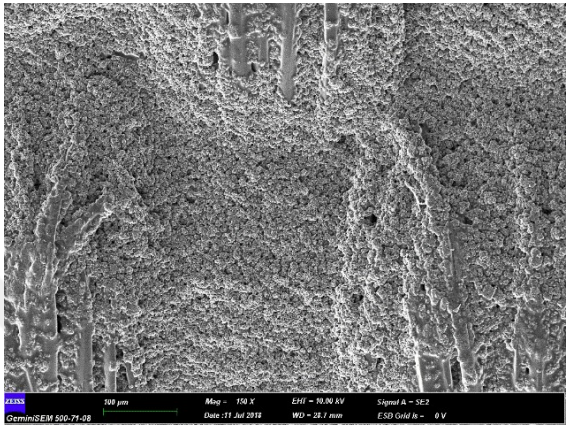


d)üst yüzey 1000x

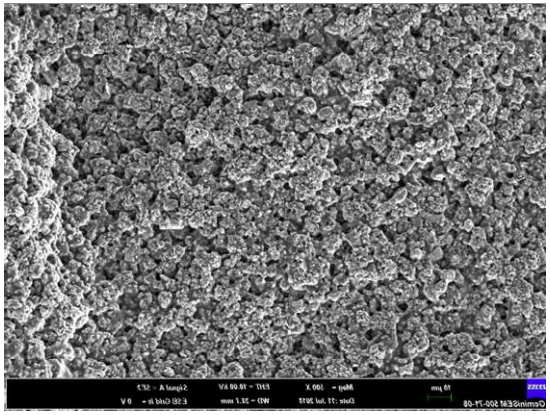
Şekil 3.54 %25 LH3 içeren bir kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



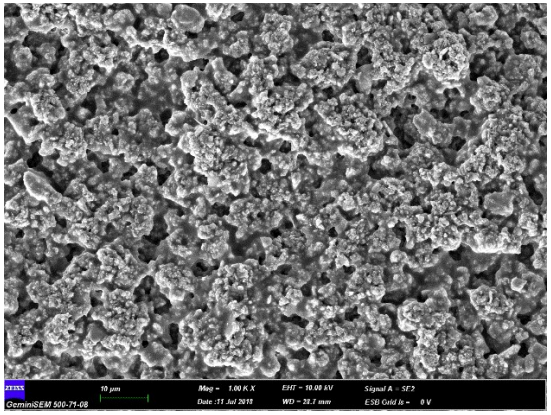
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

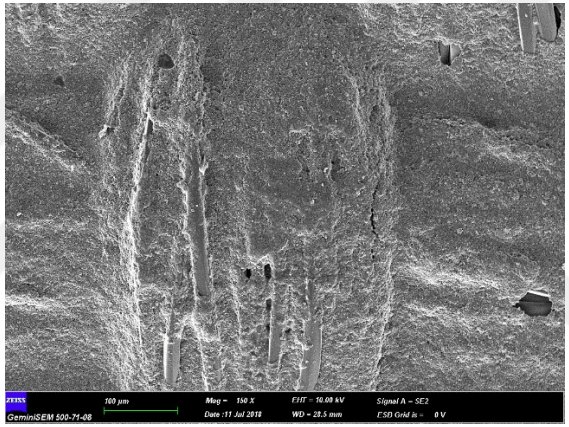


c) üst yüzey 500x

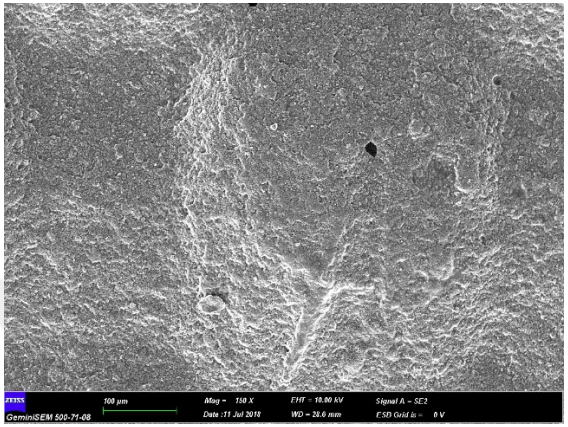


d)üst yüzey 1000x

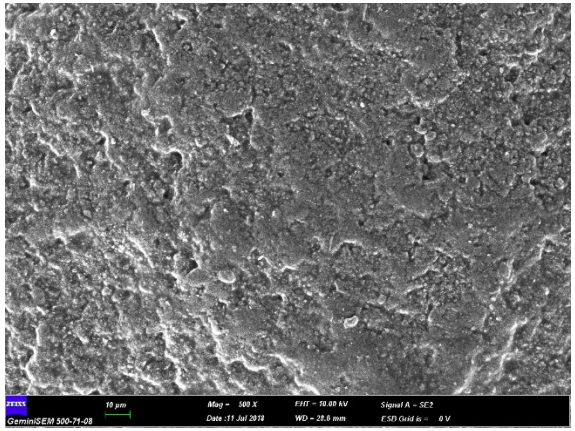
Şekil 3.55 %25 LH3 içeren iki kat akrilik kaplı kumaş numuneleri



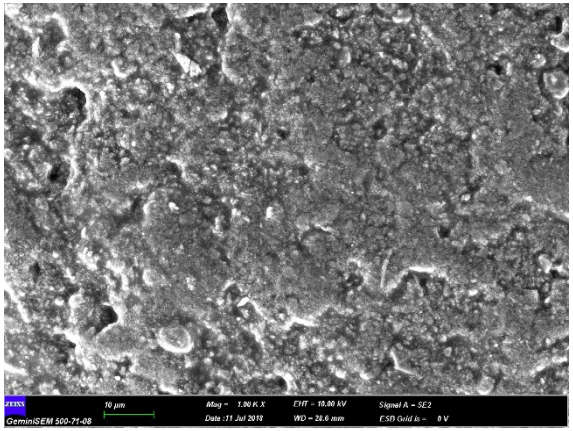
a) alt yüzey 150x



b) üst yüzey 150x

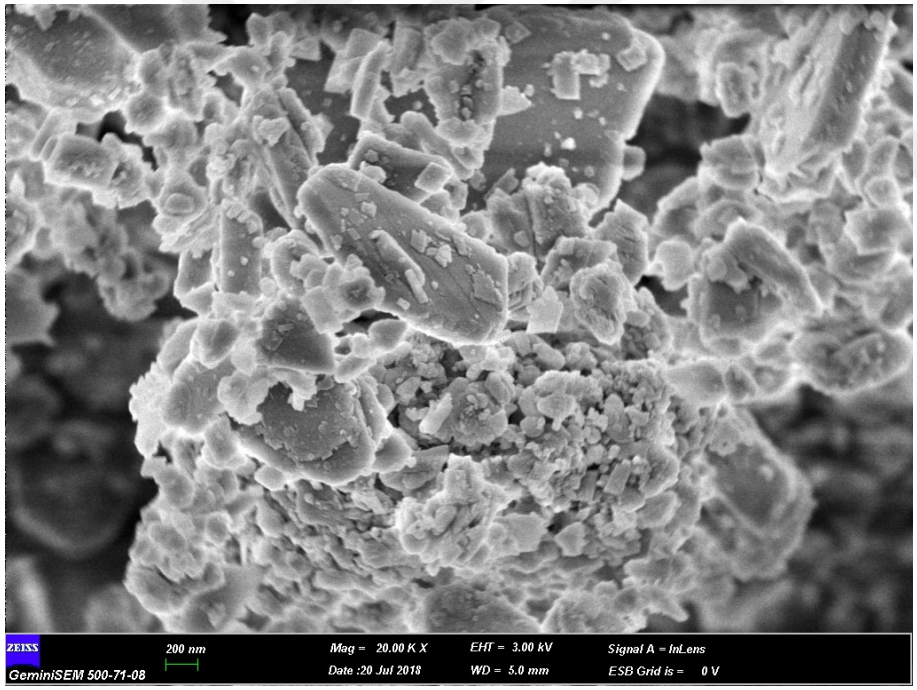


c) üst yüzey 500x

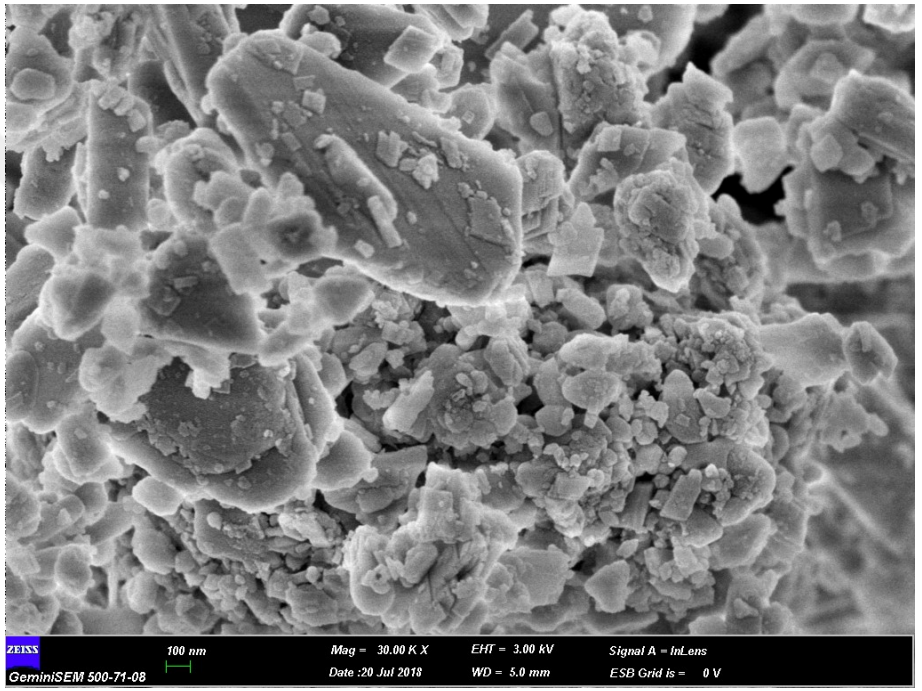


d)üst yüzey 1000x

Şekil 3.56 %25 LH3 içeren üç kat akrilik kaplı kumaş numuneleri

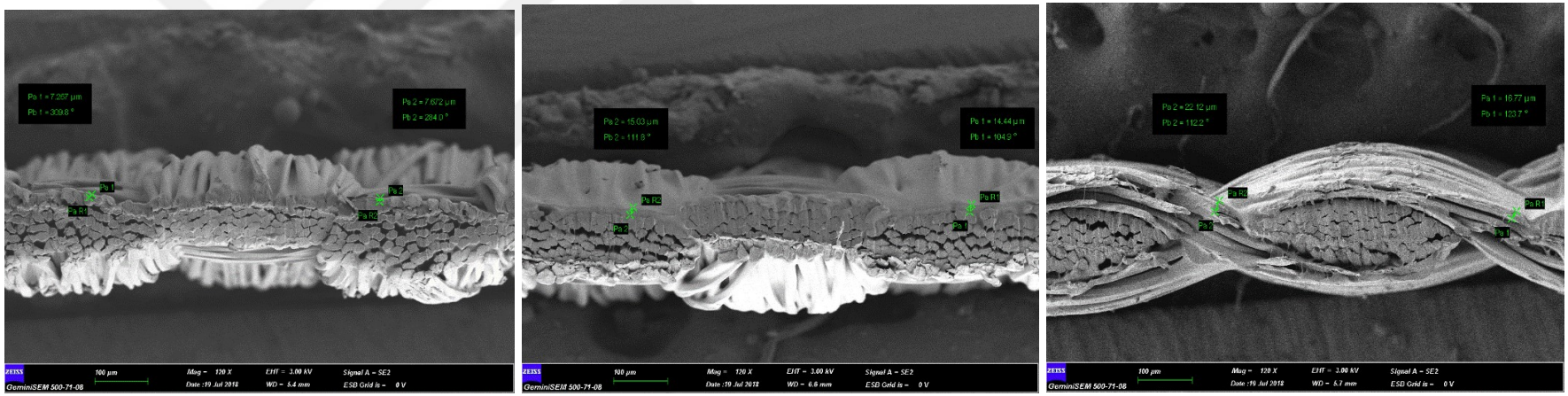


a) 20x büyütme



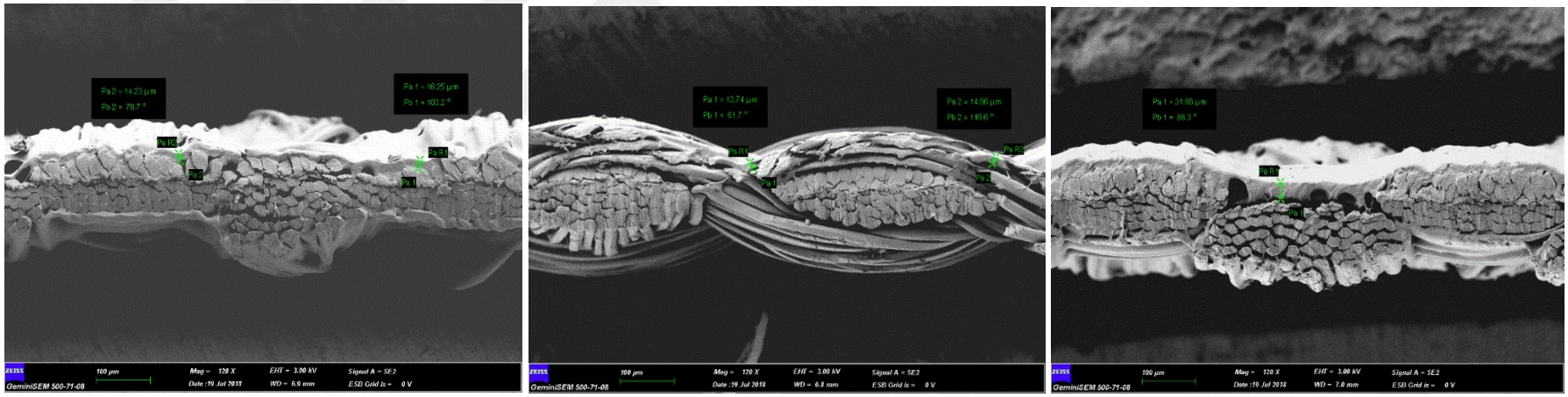
b) 30x büyütme

Şekil 3.57 Toz numunelerin SEM görüntüleri 20x 30x



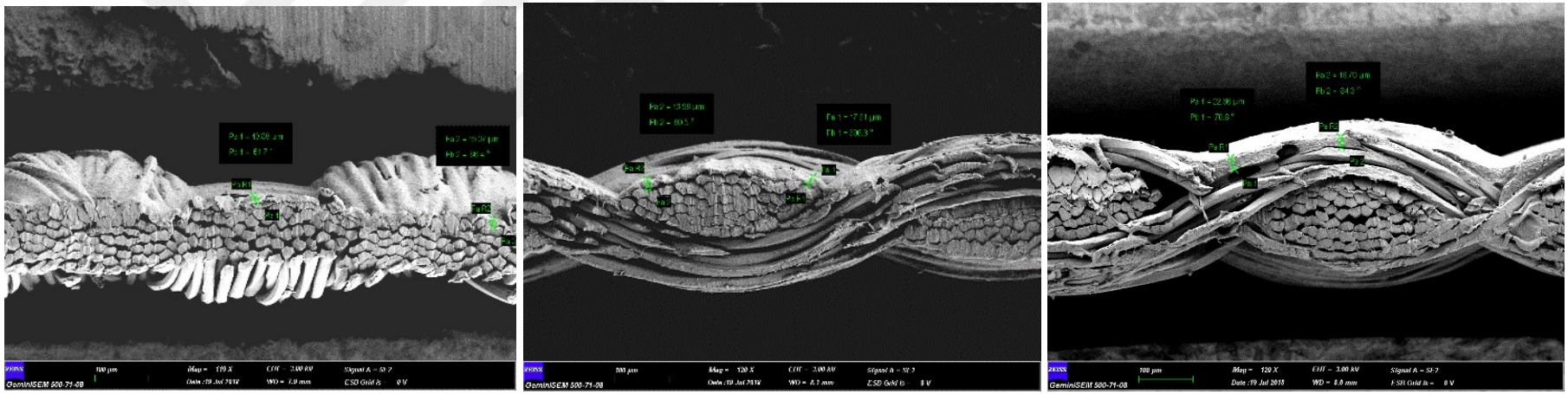
a) Bir geçiş b) İki geçiş c) Üç geçiş

Şekil 3.58 LH3 içermeyen numunelere ait kesit görüntüleri



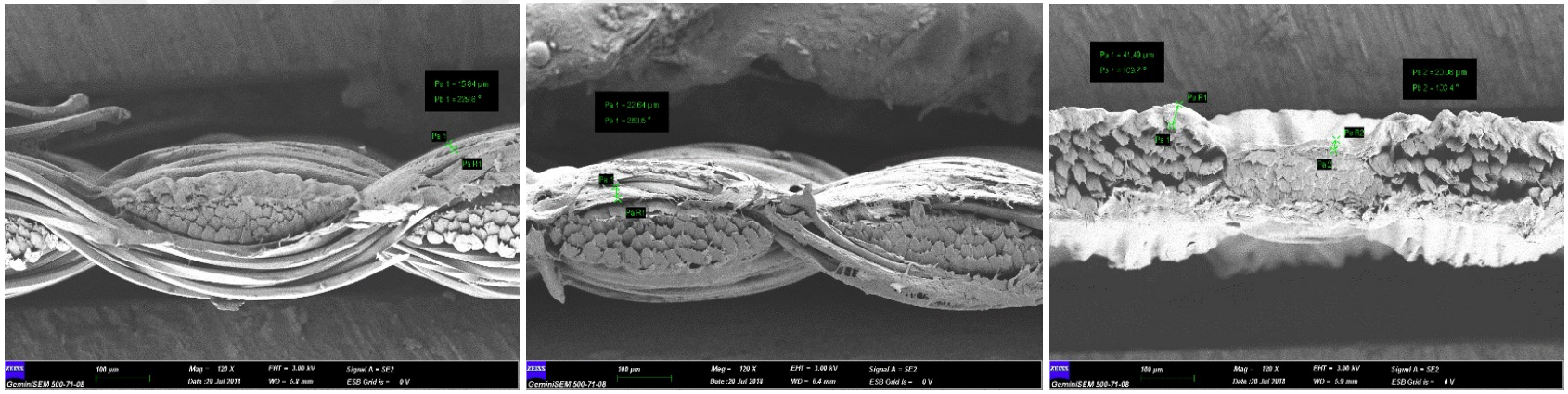
a) Bir geçiş b) İki geçiş c) Üç geçiş

Şekil 3.59 %5 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri



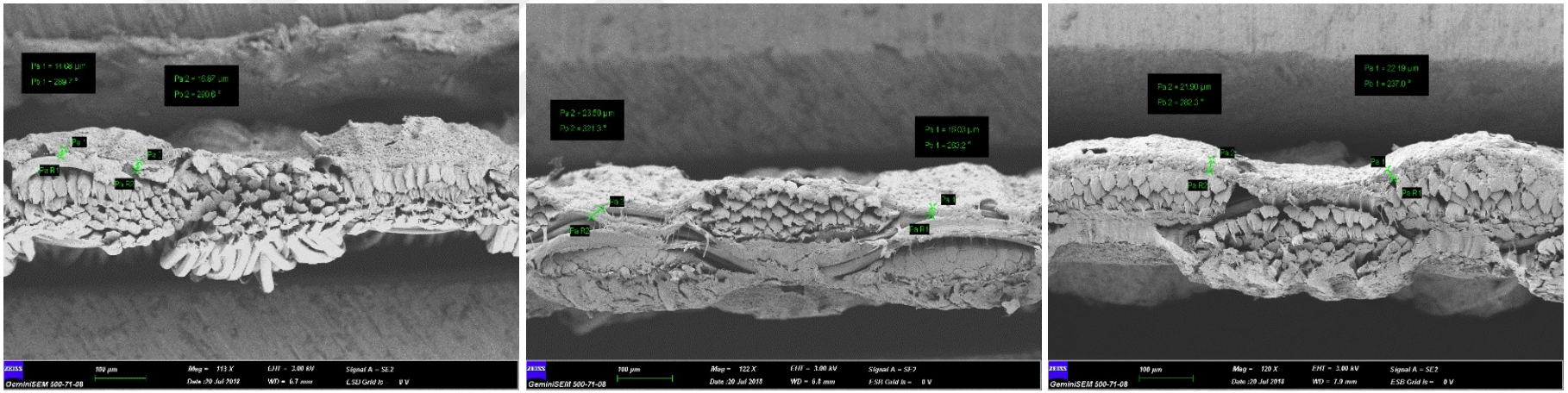
a) Bir geçiş b) İki geçiş c) Üç geçiş

Şekil 3.60 %10 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri



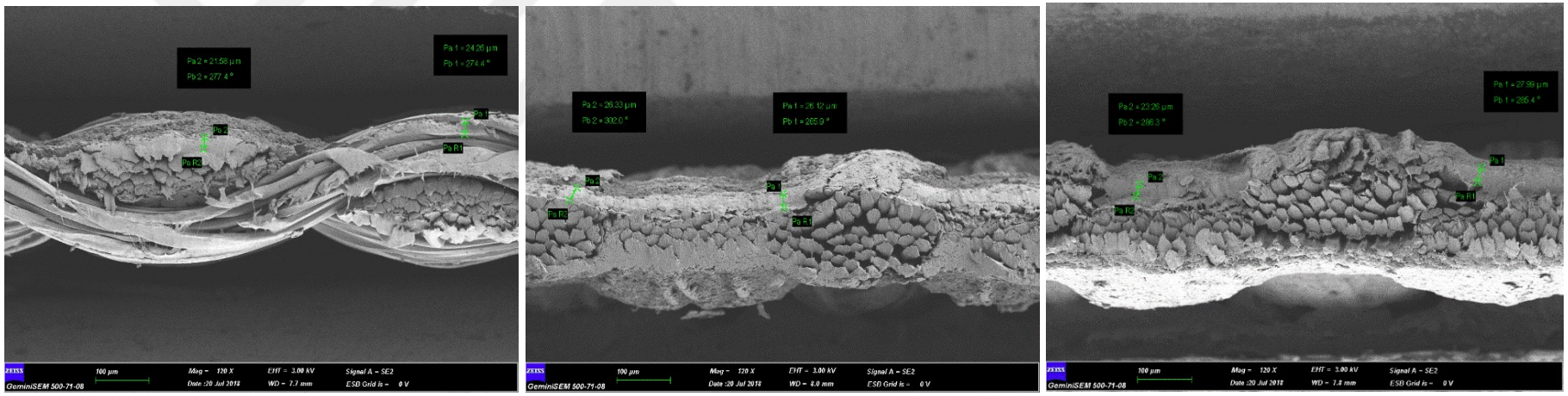
a) Bir geçiş b) İki geçiş c) Üç geçiş

Şekil 3.61 %15 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri



a) Bir geçiş b) İki geçiş c) Üç geçiş

Şekil 3.62 %20 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri



a) Bir geçiş b) İki geçiş c) Üç geçiş

Şekil 3.63 %25 LH3 içeren numunelere ait kesit görüntüleri

3.5 SEM-EDX Sonuçları

SEM-EDX inacelemelerine ait sonuçlar Tablo 3.19-Tablo 3.24 arasında verilmiştir.

Tablo 3.20 LH3 içermeyen akrilik kaplı numunenin SEM-EDX sonuçları

Bir Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	67,65	68,50	68,075	73,64	74,39	74,015	758,18	740,48	749,33
OK	32,16	31,33	31,745	26,29	25,54	25,915	194,43	179,71	187,07
MgK	0,01	0	0,005	0	0	0	0,24	0	0,12
SiK	0,09	0,14	0,115	0,04	0,06	0,05	2,94	4,49	3,715
CaK	0,10	0,04	0,07	0,03	0,01	0,02	1,84	0,74	1,29
İki Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	69,02	68,40	68,71	74,87	74,36	74,615	743,36	748,65	746,005
OK	30,74	31,24	30,99	25,03	25,5	25,265	172,82	181,76	177,29
MgK	0,02	0,03	0,025	0,01	0,02	0,015	0,58	0,74	0,66
SiK	0,09	0,15	0,12	0,04	0,07	0,055	2,84	5,1	3,97
CaK	0,13	0,18	0,155	0,04	0,06	0,05	2,35	3,28	2,815
Üç Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	72,76	69,94	71,35	78,12	75,66	76,89	882,14	762,7	822,42
OK	27,09	29,88	28,485	21,84	24,27	23,055	155,95	166,23	161,09
MgK	0,00	0,05	0,025	0	0,03	0,015	0	1,38	0,69
SiK	0,01	0,04	0,025	0	0,02	0,01	0,25	1,44	0,845
CaK	0,13	0,08	0,105	0,04	0,03	0,035	2,62	1,46	2,04

Tablo 3.21 %5 LH3 içeren akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları

Bir Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	61,53	62,45	61,99	68,69	69,73	69,21	580,85	590,52	585,685
OK	35,42	33,85	34,635	29,68	28,37	29,025	226,68	213,09	219,885
MgK	2,70	2,91	2,805	1,49	1,61	1,55	68,98	75,43	72,205
SiK	0,09	0,2	0,145	0,04	0,1	0,07	3,05	6,74	4,895
CaK	0,25	0,57	0,41	0,08	0,19	0,135	4,64	10,56	7,6
İki Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	61,51	61,28	61,395	69,09	68,76	68,925	558,45	562,23	560,34
OK	33,73	34,41	34,07	28,44	28,99	28,715	213,45	218,73	216,09
MgK	3,85	3,62	3,735	2,14	2,01	2,075	99,67	93,11	96,39
SiK	0,19	0,06	0,125	0,09	0,03	0,06	6,02	2,08	4,05
CaK	0,72	0,63	0,675	0,24	0,21	0,225	13,2	11,45	12,325
Üç Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	62,32	61,36	61,84	69,72	69,04	69,38	577,89	568,27	573,08
OK	33,32	33,52	33,42	27,98	28,32	28,15	210,71	218,56	214,635
MgK	3,80	4,07	3,935	2,1	2,26	2,18	99,01	108,56	103,785
SiK	0,05	0,24	0,145	0,03	0,11	0,07	1,75	8,01	4,88
CaK	0,51	0,81	0,66	0,17	0,27	0,22	9,38	15,34	12,36

Tablo 3.22 %10 LH3 içeren geçişli akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları

Bir Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	47,93	48,94	48,435	56,89	57,89	57,39	365,25	405,46	385,355
OK	42,39	41,58	41,985	37,77	36,93	37,35	341,18	350,7	345,94
MgK	8,07	7,9	7,985	4,73	4,62	4,675	212,6	223,1	217,85
SiK	0,19	0,07	0,13	0,1	0,03	0,065	6,13	2,33	4,23
CaK	1,43	1,5	1,465	0,51	0,53	0,52	27,22	30,51	28,865
İki Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	47,65	47,23	47,44	56,72	56,3	56,51	370,3	354,25	362,275
OK	42,18	42,37	42,275	37,69	37,92	37,805	348,52	345,22	346,87
MgK	8,46	8,81	8,635	4,97	5,19	5,08	229,42	233,74	231,58
SiK	0,10	0,11	0,105	0,05	0,06	0,055	3,44	3,55	3,495
CaK	1,60	1,49	1,545	0,57	0,53	0,55	31,33	28,49	29,91
Üç Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	46,22	46,27	46,245	55,55	55,58	55,565	366,4	365,65	366,025
OK	41,77	42	41,885	37,68	37,87	37,775	381,14	375,51	378,325
MgK	10,42	9,9	10,16	6,18	5,88	6,03	308,34	287,67	298,005
SiK	0,06	0,1	0,08	0,03	0,05	0,04	2,23	3,57	2,9
CaK	1,54	1,72	1,63	0,55	0,62	0,585	32,44	35,86	34,15

Tablo 3.23 %15 LH3 içeren geçişli akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları

Bir Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	44,61	44,94	44,775	53,62	53,97	53,795	353,95	361,69	357,82
OK	44,93	44,54	44,735	40,54	40,15	40,345	410,27	411,69	410,98
MgK	8,80	8,91	8,855	5,23	5,28	5,255	247,17	254,92	251,045
SiK	0,04	0,07	0,055	0,02	0,03	0,025	1,27	2,38	1,825
CaK	1,63	1,54	1,585	0,59	0,55	0,57	33,28	32,06	32,67
İki Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	43,33	52,72	48,025	52,46	52,72	52,59	343,58	340,28	341,93
OK	45,24	40,95	43,095	41,13	40,95	41,04	432,83	421,71	427,27
MgK	9,55	9,5	9,525	5,71	5,68	5,695	276,73	270	273,365
SiK	0,12	0,08	0,1	0,06	0,04	0,05	4,11	2,77	3,44
CaK	1,77	1,7	1,735	0,64	0,62	0,63	37,31	35,1	36,205
Üç Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	42,00	42,63	42,315	51,43	51,93	51,68	310,66	302,61	306,635
OK	44,59	44,66	44,625	40,99	40,84	40,915	420,51	400,93	410,72
MgK	11,06	10,91	10,985	6,69	6,56	6,625	316,52	296,04	306,28
SiK	0,19	0,09	0,14	0,1	0,05	0,075	6,62	2,84	4,73
CaK	2,15	1,72	1,935	0,79	0,63	0,71	44,42	33,74	39,08

Tablo 3.24 %20 LH3 içeren geçişli akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları

Bir Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	37,07	37,77	37,42	46,41	47,14	46,775	247,29	257,95	252,62
OK	47,49	47,17	47,33	44,64	44,19	44,415	470,43	465,68	468,055
MgK	12,80	12,32	12,56	7,92	7,59	7,755	351,73	341,84	346,785
SiK	0,23	0,29	0,26	0,13	0,16	0,145	7,6	9,65	8,625
CaK	2,41	2,45	2,43	0,9	0,92	0,91	48,01	49,22	48,615
İki Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	47,32	47,24	47,28	56,56	56,51	56,535	380,25	384,62	382,435
OK	41,61	41,47	41,54	37,33	37,25	37,29	361,79	367,49	364,64
MgK	9,14	9,33	9,235	5,4	5,52	5,46	263,35	274,48	268,915
SiK	0,14	0,14	0,14	0,07	0,07	0,07	4,94	4,98	4,96
CaK	1,79	1,82	1,805	0,64	0,65	0,645	37,02	38,23	37,625
Üç Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	45,65	45,13	45,39	54,98	54,53	54,755	358,46	356,35	357,405
OK	42,47	42,52	42,495	38,4	38,57	38,485	381,46	381,72	381,59
MgK	9,85	10,19	10,02	5,86	6,08	5,97	285,06	301,15	293,105
SiK	0,16	0,21	0,185	0,08	0,11	0,095	5,46	7,34	6,4
CaK	1,88	1,95	1,915	0,68	0,71	0,695	38,96	41,3	40,13

Tablo 3.25 %25 LH3 içeren geçişli akrilik kaplı numunelerin SEM-EDX sonuçları

Bir Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	28,86	30,04	29,45	37,61	38,94	38,275	167,34	189,89	178,615
OK	51,85	51,19	51,52	50,76	49,82	50,29	577,08	592,62	584,85
MgK	16,01	15,44	15,725	10,31	9,89	10,1	426,26	439,19	432,725
SiK	0,36	0,3	0,33	0,2	0,16	0,18	10,93	9,75	10,34
CaK	2,93	3,03	2,98	1,14	1,18	1,16	56,88	62,93	59,905
İki Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	32,14	32,18	32,16	41,2	41,26	41,23	210,47	203,88	207,175
OK	50,18	50,03	50,105	48,3	48,15	48,225	567,16	550,73	558,945
MgK	14,72	14,88	14,8	9,32	9,42	9,37	422,25	416,36	419,305
SiK	0,20	0,27	0,235	0,11	0,15	0,13	6,76	8,75	7,755
CaK	2,76	2,65	2,705	10,6	1,02	5,81	57,73	53,9	55,815
Üç Geçişli Kaplama yapıldığında									
Element	**Ağırlık (%)**			**Atomik (%)**			**Net Int (%)**		
	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.	Ölçüm1	Ölçüm2	Ort.
CK	34,50	33,00	33,75	43,77	42,24	43,005	233,11	207,17	220,14
OK	48,56	48,99	48,775	46,25	47,08	46,665	531,45	519,94	525,695
MgK	14,21	15,01	14,61	8,9	9,49	9,195	413,36	416,24	414,8
SiK	0,19	0,2	0,195	0,1	0,11	0,105	6,48	6,54	6,51
CaK	2,54	2,8	2,67	0,97	1,08	1,025	53,69	56,31	55

3.6 LOI Ölçüm Sonuçları

Yapılmış olan LOI (Limit Oksijen İndeksi) ölçümlerine ait veriler Tablo 3.27'de verilmiştir.

Tablo 3.27 LOI Sonuçları

Kumaş HM (%/Geçiş)	LOI (%)
25 3 Geçiş	25.1
25 2 Geçiş	22.5
25 1 Geçiş	21.2
20 3 Geçiş	22
20 2 Geçiş	21.5
20 1 Geçiş	20.7
15 3 Geçiş	21.4
15 2 Geçiş	21
15 1 Geçiş	20.8
10 3 Geçiş	22
10 2 Geçiş	21.3
10 1 Geçiş	20.7
5 3 Geçiş	21
5 2 Geçiş	20.7
5 1 Geçiş	19.9
0 3 Geçiş	19.5
0 2 Geçiş	19
0 1 Geçiş	19.5
HAM PES Kumaş	21

3.7 Eğilme Dayanımı Testi Sonuçları

Eğilme dayanımı testinin sonuçları Tablo 3.28'de verilmiştir.

Tablo 3.28 Eğilme Testi Sonuçları

Numuneler	Ölçümler (cm)		
	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm
LH3 içermeyen 1 geçiş	13.6	13.1	13.6
LH3 içermeyen 2 geçiş	14	13.7	13.5
LH3 içermeyen 3 geçiş	13.6	14.1	13.5
% 5 LH3 içeren 1 geçiş	11.6	11.6	11.4
% 5 LH3 içeren 2 geçiş	11.7	11.6	11.7
% 5 LH3 içeren 3 geçiş	11.7	12	11.8
% 10 LH3 içeren 1 geçiş	10.1	9.7	9.5
% 10 LH3 içeren 2 geçiş	12.1	11.8	11.8
% 10 LH3 içeren 3 geçiş	12	12.3	12.2
% 15 LH3 içeren 1 geçiş	9.1	9	9.1
% 15 LH3 içeren 2 geçiş	11.2	11.7	11.8
% 15 LH3 içeren 3 geçiş	11.8	11.9	11.5
% 20 LH3 içeren 1 geçiş	12.3	12.1	11.5
% 20 LH3 içeren 2 geçiş	12.2	12.2	11.9
% 20 LH3 içeren 3 geçiş	11.6	11.8	11.7
% 25 LH3 içeren 1 geçiş	12.4	12.3	11.6
% 25 LH3 içeren 2 geçiş	12	12.9	12.7
% 25 LH3 içeren 3 geçiş	11	10.6	11

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma ve Sonuç

Bu bölümde, "3. Bulgular" bölümünde verilen çalışma kapsamında elde edilen veriler irdelenecektir. Çalışmada %100 polyester bezayağı kumaş üzerine LKAB Minerals firmasından temin edilen LH3 adı verilen huntit-hidromanyezit mineralleri akrilik kaplama patı içerisine karıştırılarak kumaş üzerine 1,2 ve 3 kat olacak şekilde kaplama yapılmıştır. Huntit-hidromanyezit içeren ve içermeyen akrilik kaplı kumaşların FTIR, XRF, TGA, SEM ve SEM-EDX gibi karakterizasyon testlerinin yanı sıra, kaplanmış kumaların Sınırlayıcı oksijen İndeksi (LOİ) testi ile huntit-hidromanyezit ilavesinin perdelik kumaş olarak kullanılacak olan kaplanmış kumaşların eğilme dayanımının değişimini incelemek için eğilme dayanımı testi yapılmıştır. Aşağıda sırasıyla 3. Bulgular bölümünde verilen veriler tartışılmaktadır.

4.1.1 FT-IR Sonuçları

Şekil 3.1'de LH3 (huntit-hidromanyezit) mineraline ait FT-IR diyagramı incelendiğinde 3648,1, 3512,6, 3446 cm^{-1} frekanslarında O-H gerilmeleri, 2963 cm^{-1} frekansında C-H gerilmesi, 1415,8-1463,9 cm^{-1} frekanslarında C-H eğilmelerinin olduğu, 1119,4 cm^{-1} frekansında C-O gerilmesi, 997,6 cm^{-1}, 852,23 cm^{-1}, 883,84 cm^{-1}, 869,67 cm^{-1} frekanslarında C=C eğilmesi, 786cm^{-1} frekansında C-H eğilmesi olduğu görülmektedir.

LH3 içermeyen akrilik polimer kaplı kumaşlara bakıldığı zaman, bir kat kaplama yapılan kumaştaki 2960,9 cm^{-1} frekansı bölgesindeki pikin derinleştiği 1163,1 cm^{-1} frekansında C-O gerilmesi 1116 cm^{-1} frekansında C-F bağı pikleri oluştuğu görülmüştür.

%5 LH3 içeren ve %25 LH3 içeren kumaşların eğrileri karşılaştırıldığında ise LH3 minerallerinden gelen 3647,8 cm^{-1}, 3510,7 cm^{-1} frekanslarında O-H gerilmelerine, 3443,7 cm^{-1} frekansında N-H gerilmesine ait yeni piklerin oluştuğu, 1410,8 cm^{-1} frekansındaki S=O gerilmesine ait olduğu düşünülen pikte derinleşme olduğu, 1232,0 cm^{-1} frekansındaki C-O gerilmesine ait pikin zayıfladığı, 1164,1 cm^{-1}, 1117,8 cm^{-1} frekanslarındaki C-O gerilmelerine ait ve 883,11 cm^{-1}, 851,74 cm^{-1} frekanslarında C-H eğilmesine ait yeni çatallanmalar oluştuğu ve 716,67 cm^{-1} frekansındaki pikin zayıfladığı, 583,50 cm^{-1} frekansında ve 474,21 cm^{-1}, 429,70 cm^{-1}, 416,64 cm^{-1}, 410,37 cm^{-1} frekanslarında LH3 minerallerinden gelen yeni pikler oluştuğu görülmüştür.

FT-IR testi sonucunda elde edilen veriler LH3 yüklemesini açıkça ortaya koymakta ve kumaşlara kaplama yoluyla LH3 yüklemesinin başarılı olduğunu göstermektedir.

4.1.2 XRF Sonuçları

Tablo 3.1 ile 3.18 arasındaki veriler incelenerek akrilik kaplı numuneler içerisindeki atomların ve bileşiklerin oranları incelenmiştir. Tablo 3.19'da ise toz haldeki LH3 numunenin element-bileşik yüzdeleri gösterilmektedir. Tablo 3.19'daki veriler incelendiğinde MgO bileşiğinin %34,56, CaO bileşiğinin %8,54, SiO_2 bileşiğinin ise %2,11 olduğu, diğer bileşik ve elementlerin eser miktarda olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3.1-Tablo 3.3 arasında ise LH3 içermeyen 1,2 ve 3 kat akrilik kaplamaların içerdiği element yüzdeleri verilmektedir. Elementlerin kaplama içerisindeki durumları incelendiğinde Ti metalinin 1. Sırada olduğu görülmüştür. Ti metali akrilik kaplama içinde kullanılan TiO_2 bileşiği içerisinde bulunmaktadır. Diğer elementler ise eser miktarda bulunmaktadır. %5 LH3 içeren kaplamalar incelendiğinde Tablo 3.4-Tablo 3.6'daki veriler Mg ve Ca minerallerinin arttığını göstermektedir. %5 bir geçişte %2,63 olan Mg miktarı üç geçişte %4,14'e yükselmiştir. Ca miktarı ise bir geçişte %0,53 iken üç geçişte %1,13'e yükselmiştir. Diğer elementler eser miktardadır.

Tablo 3.7- tablo 3.18 arasındaki veriler incelendiğinde LH3 % miktarı arttıkça ve kaplama geçiş sayısı arttıkça Mg ve Ca miktarının da yapı içerisinde arttığını göstermektedir. Tablo 3.18'de %25 LH3 içeren üç geçişli kaplanmış kumaştaki Mg miktarı %12,32 iken Ca miktarı %4,47 olarak tespit edilmiştir.

4.1.3 TGA Sonuçları

Şekil 3.20-Şekil3.37 arasındaki grafikler kaplanmış numunelerin TGA, DTA ve DTG grafiklerini gösterirken, LH3 toz numunesine ait olan söz konusu değerler Şekil 3.20'de verilmektedir. Bu şekillerde mavi renk ile gösterilen eğriler Thermo gravimetrik analysis (TGA) eğrileri, yeşil ile gösterilen eğriler derivative thermo gravimetric (DTG) analizini göstermektedir. TGA, sıcaklık artışı ile malzemede meydana gelen kütle kaybını göstermektedir. DTA ise DSC (differential scanning calorimetry) tekniğine benzerdir. Malzemenin absorbe ettiği (endotermik) veya ortama verdiği (ekzotermik) ısı miktarını göstermektedir. DTG ise kütle kaybındaki değişimi göstermektedir.

Şekil 3.20'de LH3 toz numunesinin TGA sonuçları verilmektedir. Buna göre 293,5 °C'de bozunma başlamaktadır. 726 °C'ye gelindiğinde ise malzeme kütlesinin yaklaşık %50'sini kaybetmektedir. Şekil 3.21-Şekil 3.23 arasındaki grafikler LH3 içermeyen sırasıyla bir, iki ve üç kat akrilik kaplama yapılmış kumaşların TGA eğrilerini göstermektedir. Bu eğrilerden kumaşların yaklaşık 300 °C'de ağırlık kaybına başladıkları, 560-600 °C arasında ise kütle kaybının %80-85 olduğu görülmektedir. LH3 içermeyen kumaşların 800 °C'de başlangıç ağırlığının yaklaşık %14'ü geriye kalmaktadır. Şekil 3.23-Şekil 3.37 arasındaki grafikler incelendiğinde ise mineral artış oranının bozunma sıcaklığını artırdığı görülmektedir.

Şekil 3.38'de %25 LH3 içeren üç geçişli kaplanmış kumaş numunesinin TGA verileri incelendiğinde 308,2 °C'de kütlesinin %99,3'ünü koruduğu, 525 °C'de kütlesinin %31,9'unu koruduğu, 809,7 °C'de ise kütlesinin %23,3'ünü koruduğu anlaşılmaktadır.

4.1.4 SEM Görüntüleri

SEM yüzey görüntüleri Şekil 3.39-Şekil 3.56 arasında verilmektedir. LH3 toz mineraline ait SEM görüntüsü Şekil 3.57'de gösterilmiştir. Ayrıca kaplama kalınlığını görebilmek amacıyla kumaş enine kesitlerinin SEM görüntüleri Şekil 3.39- Şekil 3.56 arasında verilmiştir. Şekiller incelendiğinde LH3 içermeyen kumaşlarda akrilik kaplamanın saydam davranışta bulunduğu ve kumaş görüntüsünü olduğu gibi gösterdiği anlaşılmaktadır. Ancak LH3 oranı %5'ten %25'e doğru çıktıkça ve kaplama sayısı arttıkça LH3 minerali kumaş üzerinde daha çok görünür olmakta ve kumaş üzerindeki mineral görüntüsü artmaktadır. Saydamlık azalmaktadır. Şekillerden kaplamanın

homojen bir şekilde yapıldığı minerallerde bir topaklaşma veya aglomerasyon olmadığı görülmektedir. Kumaş alt yüzeyinde ise kaplama geçiş sayısı (kat sayısı) arttıkça mineralin kumaşın alt tarafında da görülmeye başladığı anlaşılmaktadır. Bir kat geçişlerde kumaşın arka tarafına sızma olmazken iki ve üç kat geçişlerde kumaşın arka yüzeyinde de kaplama maddesi bulunmaktadır.

Şekil 3.57'de ise toz numunenin SEM görüntüsü verilmektedir. Toz mineralin büyüklükleri arasında varyasyon olduğu ve mineral boyutlarının irili ufaklı bir şekilde dağıldığı anlaşılmaktadır.

Şekil 3.58-Şekil 3.63 incelendiğinde ise kumaş enine kesitlerindeki kaplama kalınlıkları ölçülmeye çalışılmıştır. Buna göre LH3 içermeyen bir geçişli numune kaplama kalınlığı ortalama 7,5µ olurken üç geçişli numunenin kaplama kalınlığı ortalama 19,4µ olmuştur.

%25 LH3 içeren bir katlı numunenin yaklaşık olarak kalınlığı ortalama 23µ olurken üç kat numunenin kalınlığı yaklaşık olarak ortalama 25,62µ olmuştur.

4.1.5 SEM-EDX Sonuçları

Tablo 3.20-Tablo 3.25 arasında kaplama yapılmış kumaşların SEM-EDX sonuçları verilmektedir. Buna göre LH3 içermeyen kumaşlar incelendiğinde (Tablo 3.20) karbon içeriğinin bir geçiş için ağırlıkça %68,075 olduğu, üç geçiş için ise %71,35'e yükseldiği görülmektedir. Yapılan akrilik kaplamanın bu neticeyi ortaya çıkardığı düşünülmektedir. %5-%10-%15-%20 ve %25 LH3 içeren numuneler incelendiğinde ise Mg miktarı ve Ca miktarının LH3 yüklemesi ve kaplama geçiş sayısı arttıkça arttığı görülmektedir. %25 LH3 içeren üç geçişli numunede Mg miktarı %14,61 olurken Ca miktarı ise %2,67 olmuştur.

4.1.6 LOI Sonuçları

Ham polyester kumaşın LOI değeri %21 iken akrilik ile kaplama yapıldığında (LH3 eklemeden) LOI değeri 19.5'e düşmektedir. %5 üç geçiş veya %10 bir geçiş durumunda LOI değeri başlangıçtaki ham kumaş özelliğine yakın bir değer alırken bu değerden sonra LH3 yüklemesinin artması LOI değerinde büyük artışlara sebep olmamaktadır. Ancak %25 üç geçiş yapıldığında birden LOI değeri artmakta %25,1'e yükselmektedir. Bu durum LH3 mineralinin sinerjik etkisinin %25 oranında başladığını göstermektedir

(Tablo 3.26). Huntit-hidromanyezitin LOİ değerine katkısı ise %5,6 olarak hesaplanmıştır.

4.1.7 Eğilme Dayanımı Testi Sonuçları

Eğilme dayanım testi sonuçları dikkate alındığında ise LH3 içermeyen kumaşların eğilme dayanımı yüksekken, bir başka ifade ile daha sert bir tutuma sahipken, LH3 ilavesi ile eğilme dayanımında azalmanın olduğu daha yumuşak bir tutumunun olduğu görülmektedir. Buradan, LH3 ilavesinin eğilme dayanımını azalttığı görülmektedir. Bu yüzden LH3 ilavesinin perdelik kumaşlar için kullanılabileceği anlaşılmıştır(Tablo 3.27).

4.2 Öneriler

Çalışma kapsamında, polyester zemin kumaş üzerine akrilik esaslı huntit-hidromanyezit katkılı kaplama yapılmıştır. Çalışma sonucunda geliştirilen kaplanmış kumaşların sınırlı alev geciktirici özelliğe sahip olduğu; ayrıca huntit-hidromanyezit içerikli bu kumaşların eğilme dayanımı veya dökümlülüğünün huntit-hidromanyezit içermeyen kumaşlara göre farklı olmadığı da görüldüğünden, %25 oranında huntit-hidromanyezit içeren kaplanmış kumaşların endüstride üretilmesiyle, son kullanıcılar için halojen içermeyen alev geciktirici ev tekstili olarak kullanılabileceği önerilmektedir. Ayrıca gelecek çalışmalar için bazı öneriler aşağıda sıralanmaktadır.

1- Akrilik malzeme, LOİ değerini düşüren bir unsur olarak ön plana çıkmıştır. Bunun için kaplama malzemesi içerisinde akrilik yerine farklı kaplama matrisi kullanılabilir.

2- LH3'te bulunan huntit-hidromanyezit tanecik boyutları firmanın üretmiş olduğu en küçük boyuttaki ürünüdür. Çalışmanın başlangıcında, bu numunelerin seçilmesiyle yüzey alanının artacağı ve daha fazla LOİ değerine sahip kaplanmış kumaş üretilebileceği öngörülmüştü. Ancak çalışma esnasında ve sonrasında küçük tanecik boyutundaki LH3 numunesinin spesifik yüzey alanının yüksek olması sebebiyle kaplama patı içerisinde daha fazla ıslanmaya ihtiyacı olduğu ve bu yüzden kaplama patı viskozitesinin artış gösterdiği görülmüştür. Maksimum %25 oranındaki LH3 oranı bu yüzden daha fazla artırılamamıştır. Tanecik

boyutunun daha büyük seçilmesiyle kaplama patının ıslanma ihtiyacının azalacağı ve daha yüksek oranda huntit-hidromanyezitin kumaşa yüklenebileceği önerilmektedir.

3- Çalışmada polyester zemin kumaş seçilmiştir. Farklı lif içerikli zemin kumaş seçilerek bir çalışma yürütülebilir.

4- LH3 malzemesi pütürlü bir yüzey oluşturduğundan ses yalıtımına pozitif etki sağlayabilir. Bu yüzden söz konusu kumaşların ses yalıtım özellikleri de incelenebilir.

5- Perde amaçlı kullanılabilecek olan Huntit-hidromanyezit içerikli kumaşların mekanik (çekme ve yırtılma) ve ısıl özellikleri de incelenebilir.

6- Stearat işlemi görmüş huntit-hidromanyezit numuneleri ile yeni bir çalışma yapılabilir.

KAYNAKÇA

1. Harrocks, A. R., Anand, S. C., 2000. Handbook of Technical Textiles. Woodhead Publishing Cambridge England, pp .559.
2. Yılmaz Atay H, Çelik E. Use of Turkish Huntite/Hydromagnesite Mineral in Plastic Materials as a Flame Retardant. **Polymer Composites**-2010, DOI:10.1002/pc
3. Yücel M.B.Türkiye Huntit Varlığı ve Ekonomisi, **Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni**, (2018) 25: 31-37.
4. Anonim, https://en.wikipedia.org/wiki/Hydromagnesite (Erişim Tarihi: Haziran 2019)
5. Hollingbery, LA; Hull TR (2010). "The Fire Retardant Behaviour of Huntite and Hydromagnesite - A Review". **Polymer Degradation and Stability 95** (12): 2213–2225. doi:10.1016/j.polymdegradstab.2010.08.019
6. Hollingbery, LA; Hull TR (2012). "The Fire Retardant Effects Huntite in Natural Mixtures with Hydromagnesite". **Polymer Degradation and Stability 97 (4):** 504–512. doi:10.1016/j.polymdegradstab.2012.01.024
7. Hull, TR; Witlowski A; Hollingbery LA (2011). "Fire Retardant Action of Mineral Fillers". **Polymer Degradation and Stability 96 (8):** 1462–1469.
8. YILDIRIM S, ÇELİK E. Alev Geciktirici Huntit ve Hidromanyezit Nanopartikül Takviyeli Polimerik Kompozit Kaplamalar. **AKÜ FEMÜBİD 14** (2014) OZ5762 (387-393)
9. Anonim, http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/huntit (Erişim Tarihi: Haziran 2019)
10. Çelik, M.S., Müdüroğlu, M. Manyezit, İTÜ Maden Fakültesi, (https://madencilikrehberi.files.wordpress.com/2012/02/manyezit1.doc) (Erişim Tarihi: Haziran 2019)
11. Simandl G.J., Simandl J., Debrecen i, A., British Columbia Hydromagnesite-Magnesite Resources: Potential Flame Retardant Material, **Geological Fieldwork**, **2001-1**, 327-336, 2000.

12. Hollingbery, L.A. and Hull, T Richard (2012) The thermal decomposition of natural mixtures of huntite and hydromagnesite. **Thermochimica Acta, 528 .** pp. 45-52. ISSN 00406031
13. Aydemir, H. Seçilmiş Perdelik Kumaşların Ses Yalıtımı ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 119 s.
14. Sen A. K., 2008. Coated Textiles: Principles and Applications, Second Edition. CRC Press Boca Raton, London New York, 230pp
15. Çinçik, E., 2012. Kaplama ve laminasyon teknolojisi ders notları, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
16. Schindler W. D, Hauser P, J., 2000. Chemical Finishing of Textiles. Woodhead Publishing Cambridge England, 213pp
17. M. Kaya, D. Oz Mineral Esaslı Alev Geciktirici ve Duman Bastına Katkı Maddeleri, 3.Endiistriyel Hammaddeler Sempozyumu /14-15 Ekim 1999, 152-162, Izmir, Turkiye.
18. Ömeroğulları, Z. ve Kut, D.: Tekstilde Güç TutuşurlukMcCrum N.G, Buckley C.P, and Bucknall C.B. Principles of Polymer Engineering (2nd edition) **Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 17**, Sayı 1, 2012
19. McCrum N.G, Buckley C.P, and Bucknall C.B. Principles of Polymer Engineering (2nd edition)
20. Atay HY, Celik, E. Flame Retardant Propertiers of Boric Acid and Antimony Oxide Accompanying wiyh Huntite and Hydromagnesite in the Polymer Composites, **Polymer&Polymer Composites, 24(6),** 419-428, 2016.
21. Atay HY, Celik E, Multifunctional polymer composites: Antibacterial, flame retardant, radar absorbing and self-healing, **Journal of Composite Materials, 49(20),** 2469-2482, 2015.
22. Sen F, Madakbas S, Kahraman MV, Preparation and Characterization of Polyaniline/Turkish Huntite-Hydromagnesite Composites, **Polymer Composites, 35(3),** 456-460, 2014.
23. Seki Y, Sever,K, Sarikanat M, Sakarya A, Elik E, Effect of huntite mineral on mechanical, thermal and morphological properties of polyester matrix, **Composites Part B-Engineering**, **45(1),** 1534-1540, 2013.

24. Altıntaş Z. , Kahraman M.V., Apohan, N.K., Termoplastik Poliüretan/Huntit Kompozit Malzemelerinin Hazırlanması, s.47, III. Fiziksel Kimya Günleri, 12-15 Temmuz 2012, Burhaniye/Balıkesir.
25. Güler T., Mechanical, Thermal And Flammability Properties Of Huntite Hydromagnesite Reinforced Polyurethane Elastomer. Middle East Techninal Universysity, Master of Science Thesis, 102p
26. Onar Çamlıbel, N., Avinc, O., Arik, B., Yavaş, A., Yakin, I. 2018. The effects of huntite–hydromagnesite inclusion in acrylate-based polymer paste coating process on some textile functional performance properties of cotton fabric. Cellulose. **Springer Nature B.V.** 10.1007/s10570-018-1924-y.:1
27. UltraCarb Product Brochure 06-01EN, 13-08 https://www.lkabminerals.com/en/products/ultracarb/ (Erişim Tarihi: Mayıs 2016)
28. http://taum.erciyes.edu.tr/ (Erişim Tarihi: Mayıs 2019)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Volkan Karadayı
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri: 02.03.1987 - Kayseri
Medeni Durum: Bekar
E-mail: krdy38@gmail.com
Telefon: 0 535 684 16 20

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Tekstil Mühendisi	2019
Lisans	Uşak Üniversitesi, Tekstil Mühendisi	2014
Lise	TED Kayseri Koleji Vakfı Özel Lisesi, Kayseri	2005

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2019–Halen	Realkom Tekstil Ürünleri Sanayi Pazarlama ve Dış Tic. A.Ş.	Kumaş Kontrol Mühendisi
2017-2018	Şirikçioğlu İplik ve Denim İşletmeleri San. Tic. A.Ş.	Dokum İşletme Uzman Yardımcısı

YABANCI DİL

İngilizce

ÇALIŞMA KAPSAMINDA ÜRETİLEN YAYINLAR

1- Demiryürek O. , Karadayı V. Developing Flame Retardant Curtain Fabrics Using Acrylic Coating Material Containing Huntite And Hydro-Magnesite Minerals2nd International Congress of Innovative Textiles, Tekirdağ, Türkiye, 17 - 18 April 2019, cilt.1, no.1, ss.274-281

2- Demiryürek O. , Karadayı V. Investigating the flame retardancy property of Huntite And Hydro-Magnesite coated polyester fabrics, Journal of Industrial textiles (in progress)