

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HUNTİT-HİDROMANYEZİT MİNERALİ KULLANARAK
GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİKLERİ DOĞAL YOLLARLA
ARTIRILMIŞ YATAKLİK KUMAŞ GELİŞTİRİLMESİ**

**Hazırlayan
Semiha KUTSAL**

**Danışman
Prof. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**

Yüksek Lisans Tezi

**Ocak 2024
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HUNTİT-HİDROMANYEZİT MİNERALİ KULLANARAK
GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİKLERİ DOĞAL YOLLARLA
ARTIRILMIŞ YATAKLIK KUMAŞ GELİŞTİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Semiha KUTSAL**

**Danışman
Prof. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**

**Bu çalışma, TÜBİTAK-TEYDEB-1505 Üniversite Sanayi İş birliği Programı
Tarafından 5210105 numaralı proje ile desteklenmiştir.**

**Ocak 2024
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.



Semiha KUTSAL

“Huntit-Hidromanyezit Minerali Kullanarak Güç Tutuşurluk Özellikleri Doğal Yollarla Artırılmış Yataklık Kumaş Geliştirilmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Semiha KUTSAL

Danışman

Prof. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK

Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca tüm yardım ve yönlendirmeleri, bilgi ve tecrübesiyle hem tez aşamama hem de kişisel hayatıma kazandırdığı her şey için değerli danışman hocam Prof. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda kumaş temini, kaplamanın hazırlanması, uygulanması ve test aşamalarında AYDIN TEKSTİL fabrikası çalışma arkadaşlarıma ve laboratuvar personellerine teşekkür ederim.

5210105 numaralı proje ile tez çalışmasına destek olan TÜBİTAK-TEYDEB 1505 Programı'na teşekkür ederim.

Tüm eğitimimde ve hayatımın her döneminde yanımda olan maddi manevi tüm katkılarından, sabır ve anlayışlarından dolayı aileme teşekkürü borç bilirim. Yüksek lisans eğitim süreci boyunca gösterdiği anlayış ve destek için sevgili eşime ve oğluma teşekkür ederim.

Semiha KUTSAL

Ocak 2024, KAYSERİ

HUNTİT-HİDROMANYEZİT MİNERALİ KULLANARAK GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİKLERİ DOĞAL YOLLARLA ARTIRILMIŞ YATAKLIK KUMAŞ GELİŞTİRİLMESİ

Semiha KUTSAL

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2024
Danışman: Prof. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**

ÖZET

Bu çalışmada tekstil sektöründe önemli yeri olan yataklık kumaşların güç tutuşurluk özelliğinin doğal yollarla artırılması amacıyla ülkemizin sahip olduğu doğal minerallerinden olan “huntit hidromanyezit” ile Çinko Borat kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmada öncelikle akrilik esaslı kaplama patı kullanılmış daha sonra ise yine akrilik esaslı organofosfat içerikli ticari güç tutuşur ürünleri kaplama için temel kaplama maddesi olarak belirlenmiştir. Çalışmanın başlangıcında huntit-hidromanyezit kullanılarak akrilik kaplama patı içerisine öncelikle, Alüminyum Hipofosfit, Alüminyum Dietil Fosfinat, Çinko Dietil Fosfinat malzemeleri ile birlikte kaplama patı oluşturularak kaplama işlemi yapılmış ve güç tutuşurluk özellikleri incelenmiştir. Burada, huntit-hidromanyezit ile bahsi geçen güç tutuşurluk malzemeleri ile sinerjik etkisinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra, birçok ticari güç tutuşurluk malzemeleri ile denemeler yapılmış ve Addiflam ticari kimyasalı ile huntit-hidromanyezitin sinerjik etkisinin iyi sayılabilecek durumda olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra, akrilik esaslı, organofosfat içerikli Addiflam kaplama patı içerisine huntit hidromanyezit ve çinko borat minerali katılarak farklı oranlarda birçok kaplama yapılmıştır. Kaplama işlemi için bıçaklı rakle yöntemi kullanılmıştır. Kaplanmış numuneler güç tutuşurluk testlerinden olan sigara, kibrit alevi eş değeri testi ve sınırlayıcı oksijen indeksi (LOI) testi, antibakteriyel ve eğilme dayanımı testleri yapılarak optimum kaplama patı oranları önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Huntit-hidromanyezit, Çinko Borat, Kaplama, Güç Tutuşurluk, Antibakteriyellik, Eğilme Dayanımı

**DEVELOPMENT OF BEDDING FABRIC WITH INCREASED FLAMMABLE
PROPERTIES BY NATURAL METHODS USING HUNTITE-
HYDROMAGNESITE MINERALS**

Semiha KUTSAL

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, January 2024
Supervisor: Professor Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**

ABSTRACT

In this study, it was aimed to use "huntite hydromagnesite", one of the natural minerals of our country, and Zinc Borate in order to naturally increase the flame retardancy of bedding fabrics, which have an important place in the textile industry. In the study, firstly acrylic based coating paste was used and then acrylic based organophosphate containing commercial flame retardant products were determined as the basic coating medium for coating. At the beginning of the study, huntite-hydromagnesite was used in the acrylic coating paste with Aluminum hypophosphite, Aluminum Diethyl Phosphinate, Zinc Diethyl Phosphinate materials and the coating process was carried out and the flame retardancy properties were examined. Here, it was determined that the synergistic effect of huntite-hydromagnesite with the aforementioned flame retardant materials was low. Then, experiments were carried out with many commercial flame retardants and it was found that the synergistic effect of huntite-hydromagnesite with Addiflam commercial chemical was good. Then, many coatings were made at different ratios by adding huntite hydromagnesite and zinc borate mineral into the acrylic-based, organophosphate-containing Addiflam coating paste. Knife paddle method was used for the coating process. Coated samples were subjected to flammability tests such as Cigarette, match flame equivalent test and limiting oxygen index (LOI) test, antibacterial and antistatic tests, flexural strength test.

Keywords: Huntite-hydromagnesite, Zinc Borate, Coating, Flammability, Antibacteriality, Bending Rigidity

İÇİNDEKİLER

HUNTİT-HİDROMANYEZİT MİNERALİ KULLANARAK GÜÇ TUTUŞURLUK ÖZELLİKLERİ DOĞAL YOLLARLA ARTIRILMIŞ YATAKLIK KUMAŞ GELİŞTİRİLMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL ONAY SAYFASI.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Huntit ve Hidromanyezit Minerali	2
1.1.2. Endüstriyel Kullanımı	4
1.1.3. Maden Yatakları ve Rezervleri	5
1.2. Türkiye Maden Yatakları Türkiye’de Bilinen Huntit-Hidromanyezit Yatakları	5
1.2.1. Çameli Yatakları Çardak Çameli Neojen Havzası.....	5
1.2.2. Salda Gölü	6
1.3. Güç Tutuşurluk.....	7
1.3.1. Güç Tutuşur Kumaşların Eldesi	8
1.3.1.1. Yapısı Gereği Güç Tutuşur Liflerin Kullanımı.....	8
1.3.1.2. Liflerin Kopolimerizasyon ile Kimyasal Modifikasyon yapılarak Yapılarının Değiştirilmesi	9

1.3.1.3. Sentetik Polimere Lif Çekimi Sırasında Güç Tutuşurluk Sağlayan Kimyasalların İlave Edilmesi	9
1.3.1.4. Kumaşın Güç Tutuşurluk Sağlayan Kimyasallar ile İşlem Görmesi	9
1.4. Tekstillere Anti-Bakteriyel Özellikleri	11
1.5. Tekstillere Anti-statik Özellikleri	12
1.6. Yatak Çeşitleri	13
1.6.1. Visko ve Lateks Yatak	13
1.6.2. Hava Yatakları	13
1.6.3. Su Yatakları	14
1.6.4. Viskoelastik Yataklar	14
1.7. Kaplama Kumaşlar ve Kullanım Alanları	15
1.7.1. Kaplama Teknikleri	15
1.7.1.1. Silindirde Rakle	16
1.7.1.2. Lastikli Rakle	16
1.7.1.3. Bıçaklı Rakle	17
1.8. Önceki Çalışmalar	17
1.9. Çalışmanın Önemi ve Amacı	35

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal	37
2.1.1. Kumaş	37
2.1.2. Kullanılan Mineraller ve Güç Tutuşurluk Ajanlarının Temel Özellikleri	38
2.2. Yöntem	41
2.2.1 Kumaş Kaplama Yöntemi	41
2.2.2. Güç tutuşurluk testleri	43
2.2.2.1. Sigara Testi (TS EN 597-1)	43
2.2.2.2. Kibrit Alevi Eşdeğeri Testi (TS EN 597-2)	43
2.2.2.3. Sınırlayıcı Oksijen İndeksi (LOI)	44
2.3. Antibakteriyel Test	46

2.4. Eğilme Dayanımı Testi.....	46
---------------------------------	----

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Güç Tutuşurluk Testi Sonuçları	48
3.2. Antibakteriyel Test Sonuçları	79
3.3 Eğilme Dayanımı Test Sonuçları	81

4.BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Öneriler	85
KAYNAKÇA	91
ÖZGEÇMİŞ.....	98

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Dönemsel olarak güç tutuşurluk malzemelerindeki gelişmeler	5
Tablo 1.2. Patent çalışmaları	29
Tablo 2.1. Kullanılan dokuma kumaş özellikleri	38
Tablo 2.2. LH3 Özellikleri (LKAB Minerals, 2023).....	38
Tablo 2.3. LH15 Özellikleri (LKAB Minerals, 2023).....	39
Tablo 2.4. 1250 Özellikleri (LKAB Minerals, 2023).....	39
Tablo 2.5. OP-560 Özellikleri (Clariant, 2023).....	39
Tablo 2.6. OP-930 Özellikleri (Clariant, 2023).....	40
Tablo 2.7. OP-950 Özellikleri (Clariant, 2023).....	40
Tablo 2.8. OP-1230 Özellikleri (Clariant, 2023).....	40
Tablo 2.9. OP-1312 Özellikleri (Clariant, 2023).....	40
Tablo 2.10. Addiflam Özellikleri	41
Tablo 2.11. Trifenil Fosfat özellikleri	41
Tablo 2.12. LOİ değerlerine göre güç tutuşturucularının sınıflandırılması	45
Tablo 2.13. Kantitatif ve kalitatif analiz yöntemler (Akaydın, 2014).....	46
Tablo 3.1. Organofosfat uygulanmış kumaşların FR performansları	48
Tablo 3.2. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları	50
Tablo 3.3. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları	52
Tablo 3.4. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları	54
Tablo 3.5. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları	56
Tablo 3.6. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları	58
Tablo 3.7. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları	60
Tablo 3.8. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları	62
Tablo 3.9. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları	64
Tablo 3.10. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları.....	69
Tablo 3.11. Addiflam LH3 ve ZNB'nin farklı oranlardaki LOİ değerleri	71
Tablo 3.12. Addiflam, Akrilik, ZNB, LH3, OP560'nın farklı oranlarındaki LOİ değerleri	72
Tablo 3.13. Addiflam, Akrilik, ZNB, LH3'nin farklı oranlardaki LOİ değerleri	74

Tablo 3.14. Addiflam, Akrilik, ZNB, LH3 ve QAS'nin farklı oranlarındaki LOİ değerleri	77
Tablo 3.15. Antibakteriyel Test Sonuçları	80
Tablo 3.16. Eğilme Dayanımı Test Sonuçları	82



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Huntit (a) hidromanyezit (b) partiküllerinin SEM görüntüsü (Toçu, 2019) ..3
Şekil 1.2.	Çamurtaşı bantları içeren huntit oluşum (Şahinoğlu, 2019)6
Şekil 1.3.	Tekstil lifleri için yanma döngüsü (Erkut, 2020)8
Şekil 1.4.	Güç tutuşurluk bitim işlemlerinin açık en kumaşlara uygulama aşamaları (Bical, 2014).....10
Şekil 1.5.	Çeşitli bakteriler (Bical, 2014)12
Şekil 1.6.	Su Yatağı (Jack, 2017)14
Şekil 1.7.	Silindir üstü bıçak kaplama prensibi (Balcı, 2011)16
Şekil 1.8.	Lastikli Rakle (Tekstilbilgi, 2022)17
Şekil 1.9.	Laboratuvar Tipi Bıçaklı (rakle) kaplama makinası (Çinçik, 2012)17
Şekil 2.1.	Projede kullanılan Mekanik Karıştırıcı42
Şekil 2.2.	Mathis Rakleli Numune Kaplama cihazı42
Şekil 2.3.	Etüv (kurutucu) makinası42
Şekil 2.4.	Sigara testi yapılan numune kumaş43
Şekil 2.5.	Kibrit testi yapılan numune kumaş.....44
Şekil 2.6.	LOI test cihazı45
Şekil 3.1.	OP930 %1049
Şekil 3.2.	OP930 %2049
Şekil 3.3.	OP950 %1049
Şekil 3.4.	OP950 %2049
Şekil 3.5.	OP1230 %1049
Şekil 3.6.	OP1230 %2049
Şekil 3.7.	AHP %10.....50
Şekil 3.8.	AHP %20.....50
Şekil 3.9.	OP930 %20+ LH3 %1051
Şekil 3.10.	Op930 %30.....51
Şekil 3.11.	OP 950 %3051
Şekil 3.12.	OP 930 %20+ %10 LH1551
Şekil 3.13.	OP 950 %20+%10 LH1551
Şekil 3.14.	OP 950 %20 + LH 3%1051
Şekil 3.15.	OP 1312 %20 LH15 %10.....53

Şekil 3.16. OP 1312 (%20).....	53
Şekil 3.17. OP 1312 %20 LH3%10.....	53
Şekil 3.18. OP 560 %20	53
Şekil 3.19. OP 560 %5	53
Şekil 3. 20. OP 560 %10	53
Şekil 3.21. OP560%10+1250%10.....	54
Şekil 3.22. OP560%10+LH15%10	54
Şekil 3.23. OP560%10+ZnB%10.....	55
Şekil 3.24. OP560%10+LH3%10	55
Şekil 3.25. OP560%10+1250%5.....	55
Şekil 3.26. OP560%10+ZnB%5.....	55
Şekil 3.27. OP560 %10+LH3%5	56
Şekil 3.29. OP560 %20+ZnB%5.....	57
Şekil 3.28. OP 560%20+ZnB%10	57
Şekil 3.30. OP 560%20+LH3%10	57
Şekil 3.31. OP 560%20+LH3%5	57
Şekil 3.32. Tek kat OP 560 %10+1250 % 20.....	58
Şekil 3.33. ÇiFT Kat 1-OP560 %10 2- 1250 %25	58
Şekil 3.34. ÇiFT Kat 1-OP560 %10 2- ZnB %25	59
Şekil 3.35. Tek kat OP 560 %10+ZnB % 20.....	59
Şekil 3.36. ÇiFT Kat 1-OP560 %10 2- LH3 %25.....	59
Şekil 3.37. Tek kat OP 560 %10+LH3 % 20	59
Şekil 3.38. OP 560 %20+ZnB%30.....	60
Şekil 3.39. OP 560 %20+ LH3 %2.2	60
Şekil 3.40. OP 560 %20+ LH3 %30	61
Şekil 3.41. OP 560 %20+ZnB%2.2.....	61
Şekil 3.42. OP 560 %20+ ZnB %5.5.....	61
Şekil 3.43. 1- OP560 20 gr 2-ZnB 30gr	62
Şekil 3.44. 1- OP 560 20 gr 2-1250 15 gr+ LH315 gr	62
Şekil 3.45. 1- OP560 20 gr 2-LH3 15 gr+ZnB15 gr	63
Şekil 3.46. 1-OP560 20gr 2-1250 30 gr	63
Şekil 3.47. 1- OP560 20 gr 2-LH3 30 gr	63
Şekil 3.49. OP560%20 + TFF %10.....	65

Şekil 3.50. OP560%20 + Melamin %10 + LH3 %10	65
Şekil 3.51. OP560%20 + TFF %10 + LH3 %10	65
Şekil 3.52. OP560%20 + TBF %10 + LH3 %10.....	66
Şekil 3.53. OP560%20 + MgHipoFosfit %10 + LH3 %10	66
Şekil 3.54. OP560%20 + TBF %20	66
Şekil 3.55. OP560%20 + Melamin %10	66
Şekil 3.56. Addiflam F10 HF/2 + LH3%5	67
Şekil 3.57. Addiflam F10 HF/2	67
Şekil 3.58. Addiflam + LH3%15	67
Şekil 3.59. Addiflam + LH3%10.....	67
Şekil 3.60. Addiflam + LH3%20.....	68
Şekil 3.62. Addiflam + ZNB%10	68
Şekil 3.61. Addiflam + ZNB%10	68
Şekil 3.63. ADDF %5 LH3 %5 ZNB	69
Şekil 3.64. ADDF %10 LH3 %10 ZNB	69
Şekil 3.65. ADDF %5 LH3 %15 ZNB	70
Şekil 3.66. ADDF %15 LH3 %5 ZNB	70
Şekil 3.67. ADDF %2,5 LH3 %2,5 ZNB	70
Şekil 3.68. ADDF %20 LH3 %10 ZNB	70
Şekil 3.69. ADDF %20 LH3 %20 ZNB	71
Şekil 3.70. ADDF %10 LH3 %20 ZNB	71
Şekil 3.71. ADDF, LH%10 ZNB %10, Akrilik %10	72
Şekil 3.72. ADDF, LH3 %10, ZNB 10, Akrilik %20	72
Şekil 3.73. ADDF, LH3%10 ZNB%10, Akrilik %5	73
Şekil 3.74. ADDF, LH310%, ZNB%10, OP560 20%.....	73
Şekil 3.75. ADDF, LH310%, ZNB10%, OP560 10%.....	73
Şekil 3.76. ADDF, LH310%, ZNB10%, OP560 5%.....	73
Şekil 3.77. ADDF, LH3 5%, ZNB 5%, Akrilik10%	74
Şekil 3.78. ADDF, LH35%, ZNB5%, OP560 10%.....	74
Şekil 3.79. ADDF, LH315%, ZNB5%, Akrilik10%	75
Şekil 3.80. ADDF, LH35%, ZNB20%, Akrilik10%	75
Şekil 3.81. ADDF, LH35%, ZNB15%, Akrilik5%	75
Şekil 3.82. ADDF, LH315%, ZNB5%, Akrilik5%	75

Şekil 3.83. ADDF, LH320%, ZNB5%, Akrilik5%	76
Şekil 3.84. ADDF, LH35%, ZNB20%, Akrilik5%	76
Şekil 3.85. ADDF, LH320%, ZNB5%, Akrilik10%.....	76
Şekil 3.86. ADDF, LH35%, ZNB15%, Akrilik10%	76
Şekil 3.87. ADDF LH3 10%, ZNB10%, Akrilik 5%, Q.A.S 1%.....	78
Şekil 3.88. ADDF, LH3 10%, ZNB10%, Akrilik5%, Q.A.S 2%.....	78
Şekil 3.89. ADDF, LH3 5%, ZNB 5%, Akrilik 5%, Q.A.S 2%.....	78
Şekil 3.90. ADDF, LH3 5%, ZNB 5%, Akrilik 5%, Q.A.S 1%.....	78



GİRİŞ

Günümüzde tekstil ürünlerinin temel işlevlerine ilaveten bazı ek işlevlere sahip olması beklenilir. Teknik tekstiller şeklinde tanımlanan tekstil ürünleri, “estetik ya da dekoratif özelliğinden ziyade teknik ve performans özellikleri için üretilen tekstil malzemeleri ve ürünleri” şeklinde tanımlanmaktadır. Alev geciktirici tekstiller aynı zamanda teknik tekstiller şeklinde kabul edilir. Alev geciktiricilik günümüzde otomotiv, ev tekstili, inşaat tekstili ve itfaiyeci kıyafetlerine benzer ürünlerde aranan bir özelliktir. Bu özellik, kumaşın yapısında karbon, cam ve aramide benzer elyafların kullanılması; boyama veya apre işlemi sırasında kumaşa alev geciktirici kimyasallar katılarak ya da alev geciktirici minerallerin kaplamalar yolu ile aktarılmasıyla elde edilebilir. Ülkemizde madencilik çalışmalarında çıkarılan manyezit ve hidromanyezit benzer minerallerin alev geciktirici özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Bu mineraller çoğunlukla plastik endüstrisinde plastiğin güç tutuşurluğunu çoğaltmak için kullanılmaktadır.

Son zamanlarda ısı yalıtımı ve alev geciktiriciliğin gerekli olduğu tüm alanlarda alev geciktirici elyafların kullanılması veya tekstillere çeşitli alev geciktirici işlemlerin uygulanması ihtiyacı yeniden önem kazanmaya başlamıştır. Alev geciktirici bir ürün elde etmenin temel amacı yanmayı önlemek olmakla birlikte, ürünün rahat olması, insan hareketini kısıtlamaması, kompakt ve hafif olması, güçlü ve uzun ömürlü olması, tekrarlanan yıkama, kurutma ve kuru temizlemeye dayanıklı olması, aynı zamanda çevre dostu da olmalıdır. Bunun yanında toksik olmaması ve maliyetinin düşük olması da alev geciktirici ürünlerden beklenen özelliklerdir. Çalışmada, yataklık kumaşların güç tutuşurluk, antibakteriyellik özelliklerinin geliştirebilmek için Huntit Hidromanyezit, Çinko Borat gibi mineraller kullanılarak kaplama yolu ile kumaşlara aktarılmıştır. Elde edilen sonuçlar, kaplama yapılmış kumaşların güç tutuşurluk, antibakteriyellik değerlerini arttırdığını göstermiştir.

1. BÖLÜM

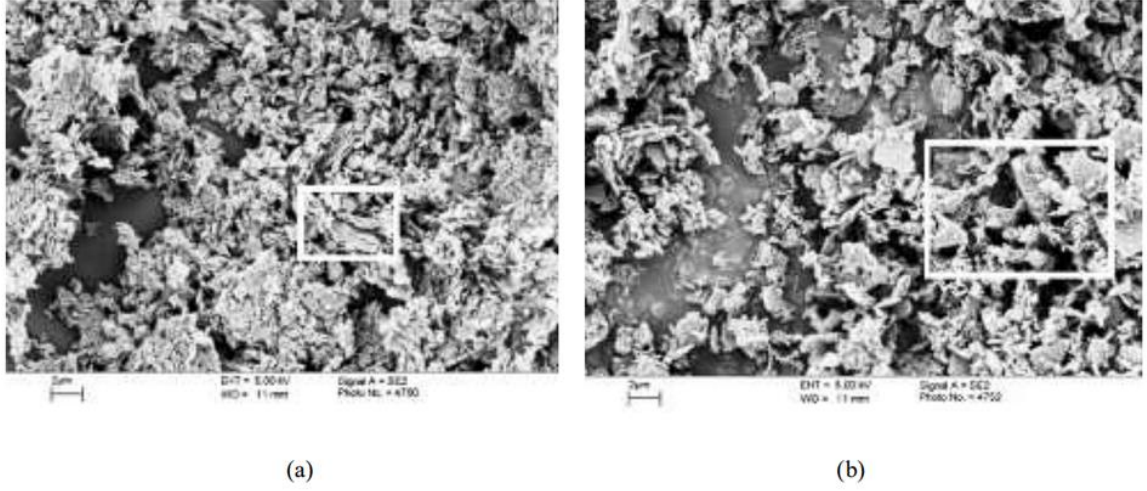
GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Huntit ve Hidromayezit Minerali

Huntit minerali 1943'te keşfedildi ve bu mineralle ilgili araştırmalar 1948'de Faust ve Callaghan'ın Currant Creek yatağında mineralojik ve petrolojik çalışmaları ile başladı. Araştırmalar huntitin yeni bir mineral olduğunu belirlemiştir. Mineralin adı Prof. Walter F. Hunt'a referans olarak dahil edilmiştir. Hunt'ın öğrencisi George Faust, huntitin DTA analizini gerçekleştirdi ve bunun 644 °C ve 901 °C'de endotermik olarak ayrıştığını tespit etti. Ayrışma $MgCO_3$ ve $CaCO_3$ ayrışması olarak belirlendi. Kimyasal analizler ayrıca huntitin kimyasal formülünün $Mg_3Ca(CO_3)_4$ olduğunu göstermektedir (Yücel, 2018).

Kırılma yüzeyleri oluşturmayan piroksen, beyaz ve limon beyazı renkte, Mohs sertlik skalasına göre sertliği 1-2 olan huntit, yapısına göre epeyce dağılgan bir mineraldir. Huntitin özgül ağırlığı 4 °C'de 2,696 g/cm³ olmasına ve tırnakla kolayca çizilmesine rağmen suda bırakıldığında gözenekli hale gelmektedir. Parlaklığı flüoresans özelliği gösterilip; saydamlığı toprağımsıyla çizgi rengi beyaz olmaktadır. Huntit mineralinin formülü $3MgO.CaO.4CO_2$ ya da $3MgCO_3.CaCO_3$ ya da $Mg_3Ca(CO_3)_4$ ile anlatılmaktadır. Bu bileşime dair huntit, dolomitte manyezit arasında bulunmaktadır. Oluşum ortamına bağlı olarak huntitin bünyesinde eser miktarda Si, Fe, Sr, Ba, Ti, B, Al ile Mn elementine rastlanılmaktadır (Ulusoy, 2022).

Araştırmacılar, doğal olarak oluşan huntit ile kömürit-hidrokonit karışımı minerallerinin parçacıklarına bakmak için elektron mikroskobu kullandılar. Huntit dağınık, saf beyaz bir görünüme sahiptir ve sıklıkla hidromanyezit ya da manyezit ile beraber bulunmaktadır. Huntit, dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) ve manyezitin ($MgCO_3$) değişimi neticesinde oluşmuş mineralin fiziksel görünümü manyezite benzese de alev testi sonunda farklılık göstermektedir (Topçu, 2019).



Şekil 1.1. Huntit (a) hidromanyezit (b) partiküllerinin SEM görüntüsü (Toçu, 2019)

Türkiye’de Denizli’nin Hırsız Dere bölgesindeki ve Sırbistan’ın Bela-Stena kentindeki tortul manyezit yataklarının hidromanyezit diyajeneziyle oluştuğuna inanılmaktadır. Buradaki yataklar arasında stromatolit yapıların izleri tabaka aralarında görülmektedir. $Mg_3Ca(CO_3)_4$ Türkiye’de Burdur İli, Yeşilova İlçesi, Salda Gölü’nde hidromanyezit üretimi yapılmaktadır. Siyanobakterilerin mineralizasyonda önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Hidromanyezitin en genel endüstriye kullanımı huntit ile karıştırılarak polimere göre güç tutuşurluk katkı maddesiyle kullanılmaktadır (Yıldırım, 2014).

- HH mineral bazlı bir güç tutuşurluk maddesidir. Mineral bazlı alev geciktirici dolgular aşağıdaki mekanizma yoluyla alev geciktirici etki gösterir; Endotermik ayrışma (ayrışma esnasında ortam ısınısını emerek yanmayı ve polimer bozunmasını geciktirir).
- Bozunma işlemi esnasında su buharı ve CO_2 benzeri yanıcı olmayan gazlar açığa çıkarak ortamdaki yanıcı gazların konsantrasyonu azaltır, dolayısıyla yanma süreci yavaşlar.
- Bozunma esnasında meydana gelen metal oksitlerin yüksek ısı kapasitesi nedeniyle polimerin parçalanması için gereken ısı miktarı azalmasıdır.

Bunlar arasında yan etkisi olmayan çevre dostu huntit ile hidromanyezitin iyi alev geciktirici özelliklere sahip olmaktadır. Bu maddeler karbonat içerir. Bu yapılar $200^{\circ}C$ ile $400^{\circ}C$ arasında endotermik olarak ayrışarak su buharı ve karbondioksit oluşmaktadır. Reaksiyonun soğutucu etkisiyle ortamda meydana gelen inert gazın etkisiyle beraber yanan zemin üstünde bir tür seramik yapıya benzer bir katman oluşmakta. Bu katman

Tablo 1.1. Dönemsel olarak güç tutuşurluk malzemelerindeki gelişmeler (Yücel B., 2018)

Güç tutuşurluk Malzemelerinin Geliştirilmesi Süreci		
10 Yıllık Dönemler	Olaylar	Çözümler
1960	Ciddi yangınlara sebep olan ucuz polimer ürünler	Tutuşma sıcaklığının indirilmesi
1970	Kaçış için yangın dumanının ana faktör olması	Dumanın Azaltılması
1980-1990	Isı dağılımını ölçmek için koni kalorimetrenin gelişmesi	Zirve ısılarını indirme
2000	Çevreye zararlı halojen gazların bulunması	Halojensiz ürün kullanımı
2010	İklim değişikliği ve diğer çevresel duyarlılıkların ana akım olması	Sürdürülebilir ekosistem

1.1.3. Maden Yatakları ve Rezervleri

Literatürdeki en önemli huntit yatağı; Yunanistan da Kozani Basın ile Amerika Birleşik Devletleri Currant Creek’de olmaktadır. Ticari yönle yürütülen yataklarsa Türkiye ile Yunanistan’da bulunmaktadır (Şahinoğlu, 2019).

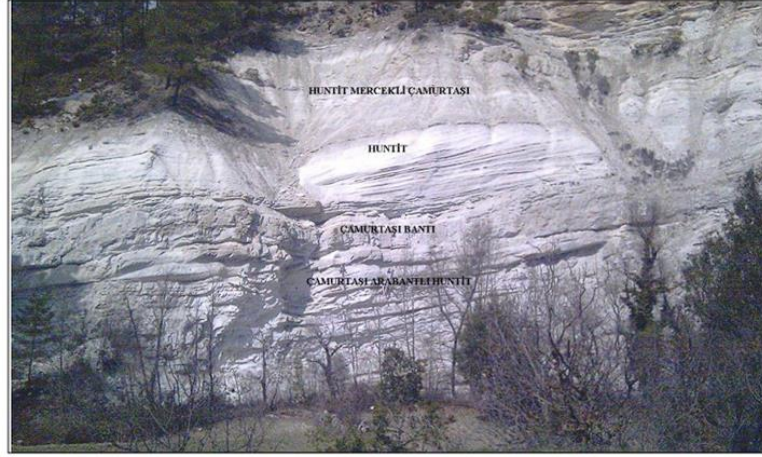
1.2. Türkiye Maden Yatakları Türkiye’de Bilinen Huntit-Hidromanyezit Yatakları

Türkiye’de bilinen huntit-hidromanyezit yatağı; genellikle Denizli bölgelerinde olmakla birlikte, Burdur ile Isparta yörelerinde bulunmaktadır.

1.2.1. Çameli Yatakları Çardak Çameli Neojen Havzası

Çameli-Acıpayam (Denizli) huntit cevherleşmenin jeolojikle temelini kuzeyde Mesozoyik ofiyolitli seri, güneydeyse ultrabazikler oluşturmaktadır. İki serinin sınırları örtüşmelidir. Temel üstünde mümkün Pliyosen’de başında oluşan tektonik hareketlerle oluşan dağ arası havzalarda, kırıntılı malzemenin karadan taşınması minimumda tutulmuş ve havzalarda genellikle çevredeki temelden eritilerek taşınmış elementle oksitler ortam koşullarına dair kalsit, dolomit, manyezit, hidromanyezit, kuvarsla huntit mineralizasyonu biçiminde çökelmiştir. Bollukları havza içerisindeki yerel fizikokimyasal şartlar aracılığıyla belirlenmektedir. Genel olarak havzanın ultrabazik kayalara yakın kesimlerinde huntit cevherleşmeyi daha baskın ile yaygın olmaktadır.

Bunun en güzel örneği, hâlihazırda işletilen Likya Minelco madencilğine ait huntit sahasıdır (Şahinoğlu, 2019).



Şekil 1.2. Çamurtaşı bantları içeren huntit oluşum (Şahinoğlu, 2019)

1.2.2. Salda Gölü

Salda Gölü, ülkemizin önemli doğal kaynaklarından biri olup, göller bölgesi olarak bilinen Ege Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi'nin kavşağında yer almaktadır. Burdur İli 14 göle sahip olup Göller Bölgesi'nin odak noktasıdır. Bu göller arasında Salda Gölü berrak suyu ve turkuaz rengiyle daha çok ilgi görmektedir. Son senelerde Türkiye'de ve dünyada ismi giderek artan Salda Gölü, büyük ilgi görmektedir. Salda Gölü turistik bir cazibe merkezi olarak kabul edilmekte ve onu ziyaret edenlerin sayısı her geçen gün artmaktadır (Gökburun, 2021).

Su kaynakları eski çağlardan beri uygarlığın başlangıç noktası olmuştur. Tarihe damgasını vuran uygarlıkların deniz kıyılarında yükseldiği gözlenmektedir. Modern çağın olanaklar sudan faydalanma biçimi yöntemlerini artırmıştır. Başta içme suyu, ulaşım ve sulama, enerji üretimi ve turizm olmak üzere su kaynaklarının kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Hayatın kaynağını oluşturan su, zamanımızda hedeflerle kullanılan stratejik kaynaklarda gözlenmektedir.

Salda Gölü'nden dışa akış olmamaktadır. Gölün yüzey suları; Düden-Killik Deresi-Salda Deresi, Doğanbaba Deresi, Küçük Dere, Değirmen Deresi ve diğer kısa ana derelerdir. Bu derelerden gelen su ile gölün her iki tarafındaki Kale tepesini oluşturan karstik kaynaklar ile havzadan gelen yeraltı suyu ve göl yüzeyinden buharlaşan su miktarı arasındaki denge bozulmaktadır. Diğer yandan tarım alanlarını sulamak için yeraltı

sularından su pompalayan Değirmen Nehri üzerindeki barajlar, iklim değişikliği sırasında sıcaklıkların ve buharlaşmanın artmasında etkili olmaktadır (Kantarıcı, 2020).

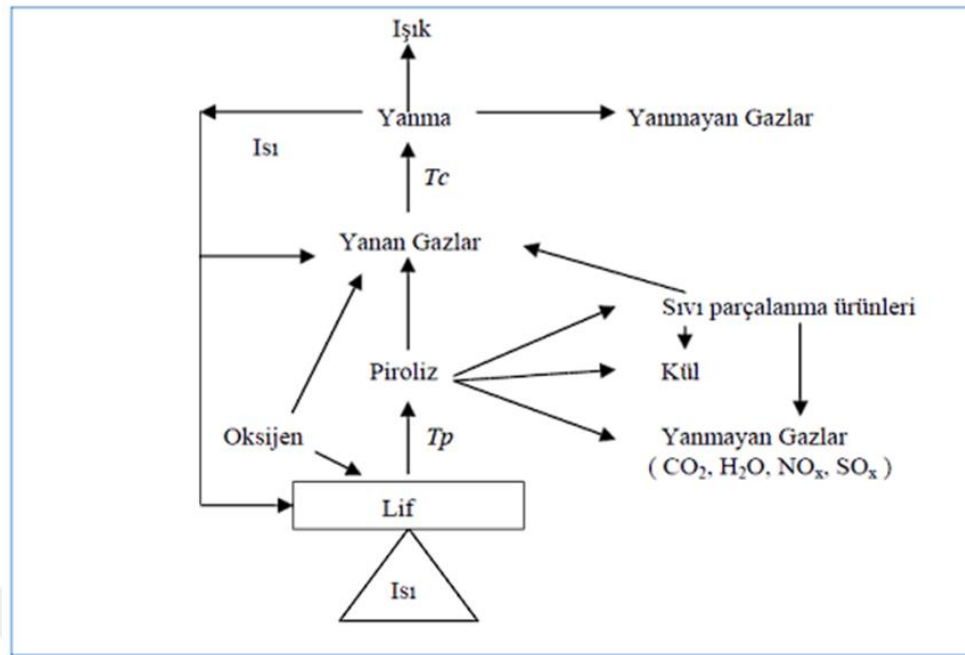
1.3. Güç Tutuşurluk

Güç tutuşur lifler üretmenin bir yöntemi, kimyasal yapılarına göre alev geciktirici lifler geliştirmektir. DuPont tarafından geliştirilen aramid lifi, kendiliğinden aleve sağlam lif grubunun en iyi bilinen örneklerinden biridir. Nomex gibi poliamidler doğası gereği yanıcı değildir ve bu özelliklerini aşınma ya da yıkama yoluyla kaybetmezler. Aleve maruz kaldığında lifler genişler ve kalınlaşır, ısı kaynağı ile lif yüzeyi arasında koruyucu bir bariyer oluşturur. Bu koruyucu bariyer, malzeme soğuyana dek devam eder, dolayısıyla bu malzemeden yapılmış bir termal giysi, kişiye ekstra yaşam süresi vererek onu tehlike bölgesinden uzaklaşmasına fırsat tanımaktadır (Avcı, 2019).

Güç tutuşur tekstiller, ateşe ya da yüksek sıcaklığa maruz kalındığında yanmayan, yansa bile kendi kendine sönebilen tekstildir (Ömeroğulları, 2010).

İdeal bir tutuşmayı geciktirici polimer sentezine göre:

- Ateş veya alev yayılımına karşı yüksek direnç
- Düşük yanma hızı
- Düşük süratte ve meblağda duman oluşması
- Yanan gazı düşük düzeyde tutuşabilmesi ile zehirli olması,
- Kullanma esnasında yanıcılığın kuvvetinin azaltılması
- Belli kullanım alanına göre özelliğin ve görünüşün onaylanabilmesi
- Malın ücretine etkisi az olunması gerekli olmaktadır.



Şekil 1.3. Tekstil lifleri için yanma döngüsü (Erkut, 2020)

1.3.1. Güç Tutuşur Kumaşların Eldesi

Alev geciktirici kumaş üretmenin türlü yöntemleri vardır. Bunlar; yapısı gereği alev geciktirici olan lifler olan karbon, cam, asbest, kyrol, basofil liflerini kumaştan kullanarak olabilir. Ayrıca, liflerin kopolimerizasyon ile kimyasal modifikasyon yapılarak yapılarının değiştirilmesi, sentetik polimere lif çekimi sırasında güç tutuşurluk sağlayan kimyasalların ilave edilmesi, kumaşın güç tutuşurluk sağlayan kimyasallar ile işlem görmesi ile güç tutuşur kumaşlar elde edilebilir.

1.3.1.1. Yapısı Gereği Güç Tutuşur Liflerin Kullanımı

Kimyasal bileşimlerine göre polimerler organik ve inorganik olma üzere iki kategoriye ayrılır. Organik polimerler, esas olarak karbon, hidrojen, oksijen, nitrojen ve halojen atomlarını içerir. İnorganik polimerlerdeki ana zincir atomlarının bağ enerjisi, organik polimerlerdeki elemanların bağ enerjisinden daha yüksektir. Mesela B-O bağ enerjisi 119,3 kcal/mol ve Si-O bağ enerjisi 89,3 kcal/mol'dür. Yüksek bağ enerjisine sahip polimerleri parçalamak için yüksek termal enerjinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Yüksek bağ enerjisine sahip polimerler yüksek termal ve mekanik özelliğe sahiptir (Erkut, 2020). Bir polimer zincirinde aromatik halkanın olması, rezonansla kararlı sistemin varlığı yüzünden yan grubun muhafaza edilmesi sağlanılarak ısı kararlılığı yüksek polimer üretilmektedir (Kabasakal, 2011).

1.3.1.2. Liflerin Kopolimerizasyon ile Kimyasal Modifikasyon yapılarak Yapılarının Değiştirilmesi

Kimyasal modifikasyon, polimerlerin belirli kimyasallarla reaksiyona girerek yanıcı ürünlere dönüştürülmesi olarak tanımlanabilir. Bir kopolimerizasyon prosesinde, klor benzer yanıcı bir element içeren bir monomer, 2. bir monomerle polimerleşerek kopolimer oluşturmaktadır. Böylelikle, güç tutuşurluk, polimerin zincir yapısında bulunur ve polimer yapısı gereğiyle güç tutuşur duruma gelmektedir. Bu yöntemle örnek verilirse yanıcı akrilik/modakrilik, FR viskoz, FR PES, FR Nylon, FR yün, Durvil ile Karvin lifi verilmektedir (Ömeroğulları, 2010).

1.3.1.3. Sentetik Polimere Lif Çekimi Sırasında Güç Tutuşurluk Sağlayan Kimyasalların İlave Edilmesi

Sentetik polimerlere alev geciktirici özellikler kazandırmak için lifler eğrilmeden önce alev geciktirici kimyasallar eklenir. Bu kimyasallar arasında organik fosfor bileşikler ile antimon oksit ile beraber organik holojen bileşiği içermektedir. İnorganik alev geciktiriciler arasında hidratlı alüminyum, magnezyum hidroksit ve borik asit bulunur. Alev geciktirici kimyasalların hepsi her tür polimer için uygun değildir. Dolgu malzemesi, stabilizatörler ve işleme yardımcıları gibi bileşenler arasındaki olası etkileşimler değerlendirilmelidir. Etkili güç tutuşurluk sağlamak için kullanılan yanıcı kimyasal maddenin ayrışma sıcaklığının polimerin ayrışma sıcaklığına yakın olması gerekir. Katı fazı yavaşlatan çoğu organik fosfor bileşiği yanma sırasında fosfor asit ve anhidritlere ayrışır ve katı karbonlu kül oluşmasını artırır. Başka fosfor bileşiklerindeyse, karbonlu fosfor bileşiği ısı emişini düşürdüğü için reaksiyonun soğutulması başarılmaktadır (Özcan, 2002).

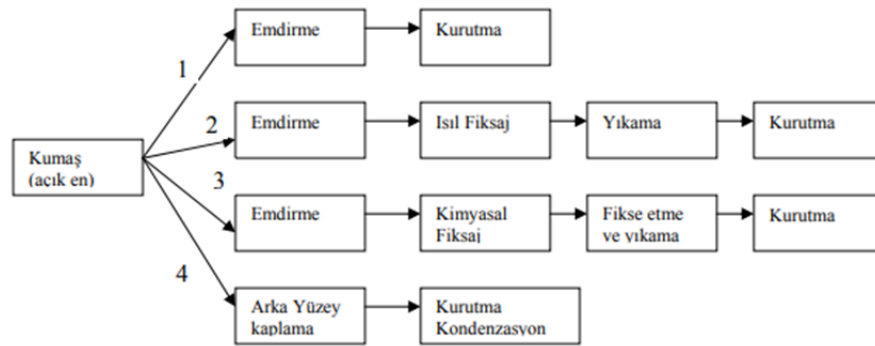
1.3.1.4. Kumaşın Güç Tutuşurluk Sağlayan Kimyasallar ile İşlem Görmesi

Alev geciktiricilerin tekstilde kullanımı 1600'lü senelere dayanmaktadır. Bilinen ilk uygulama, yangın riskini azaltmak için Paris tiyatro perdelerinin kil ve alçı ile kaplanmasıydı. 1740 senesine gelindiğinde şap malzeme olarak kullanılmaya başlandı.

Konuyla ilgili ilk patent 1735 senesinde İngiltere'de şap, demir sülfat ve boraks karışımı içeren pamuklu kumaşlar üzerinde uygulanan araştırmalar sonucunda alınmıştır. 1700'lerin sonlarında pamuklu kumaşlarda amonyum fosfat kullanılmıştır. 1821 senesinde ünlü Fransız kimyager Gay Lussac, amonyum fosfat, amonyum klorid ile

boraks'dan sağlanılan karışımı, güç tutuşur yapı sağlanmış kumaşa uygulanmaktaydı. Seneler boyunca tekstil alev geciktirici bilimi ve teknolojisi, türlü kullanımlara ve tutuşmaya maruz kalma koşullarına uyacak farklı tutumlar geliştirmiştir (Tatlı, 2007).

Başarılı bir alev geciktirici bitim işleminin açık kumaşa uygulamada 4 ayrı işlem basamağı aşağıdaki biçimde gösterilmektedir (Bical, 2014).



Şekil 1.4. Güç tutuşurluk bitim işlemlerinin açık en kumaşlara uygulama aşamaları (Bical, 2014)

Açık en kumaşta güç tutuşurluk özelliği kazandırılması için yapılan 4 kolay terbiye formülü olmaktadır (Bical, 2014);

1. Yöntem, amonyum fosfata benzer genellikle en hassas, suda çözünebilen alev geciktirici kimyasallara göre kolay bir daldırma/kurutma yöntemini göstermektedir. 2. Yöntem, kırıxık önleyici veya benzer ısıl işlem gerektiren tekstil terbiye işlemleri ile aynı sırayı izlemektedir. Bu yöntem, pamuklu ve pamuklu/polyester kumaşlarda kullanılan Pyrovatex CP, Afflamit ve Antiblaze TFR1 benzer fosfonamit sistemlerinin uygulanmasına göre çok uygundur. Bu yöntem fosforik asite benzer asidik bir katalizör gerektirdiğinden, yıkama adımında bir alkali nötralizasyon işlemi gereklidir. Kısmi dayanıklı bir bitirme işleminde aynı işlem sırası takip edilebilir, ısıyla sabitleme aşaması ve yıkama sırasında alkali bir nötralizasyon işlemi gerekmektedir. Aynı işlem esnasında kısmen sağlam terbiye işlemin ısı sabitleme aşamasıyla terbiye maddesiyle selüloz arasında belirli seviyede etkileşim olunmasını sağlayacağından yıkama kademesi çıkarılarak izlenmektedir. 3. Yöntem, Tetrakis Hydroxymethyl Phosphonium Chloride THPC tabanlı Proban için en uygun muamele sırasıdır. Proban GT kimyasalının elyaf ile polimerize olabilmesi için amonyak gazıyla sabitlenmesi gerekmektedir. Bu şekilde, Proban CC (tetrahidroksimetilfosfonyum klorürün (THPC) yoğunlaşması) üre emdirme

yoluyla kumaşa uygulanır ve kuruduktan sonra, suda çözünmeyen bir polimerik bir terbiye sağlanması için kondensatla çapraz bağı oluşturan bir amonyak reaktöründen geçirilmektedir. Sağlamlığı ile terbiye işlemi dayanıklılığı çoğaltmak için son yıkama işlemi ile kurutmadan evvel oksitleyici fikse işlemi uygulanması gerekmektedir. 4.Yöntem, alev geciktirici kimyasalların bir arka kaplama işlemi yoluyla kumaşın arkasına aktarılması için bir yapışkan bulamacının kullanılmasını ifade eder. Bu biçimde ön tarafın estetiğini korurken kumaşın arka kısmına alev geciktirici özellikler kazandırır. Bu işlem kumaşın yalnızca bir tarafında gerçekleştiğinden, kaplama işleminde kullanılan kimyasallar kumaşın her tarafına yayılabilmesi için amonyum bromür veya başka halojenli yapılar içeren malzemelere benzer gaz fazındaki reaktif sistemlerden seçilmektedir. Bu yöntem çoğunlukla döşemelik kumaşa alev geciktirici kimyasalın terbiye işlemi sırasında tercih edilmektedir.

1.4. Tekstillerin Anti-Bakteriyel Özellikleri

Mikroorganizmalar insan vücudunda, havada, toprakta ve bütün yüzeyler de bulunur ve uygun koşullar sağlandığında hızla çoğalabilirler. Bakterilerin gelişebilmesi için yeterli neme, sıcaklığa ve besin kaynağına gereksinimi vardır. Bu ihtiyaçlar tekstil malzemelerinde bulunabilir. Genel olarak bakteriler hoş olmayan kokular üretir; mantarlarsa biyolojik bozulmaya ve lekelenmeye neden olur. Birden fazla bakteri 30-37°C arasında optimal büyüme sıcaklığı sergilerken, birden fazla mantarın optimal büyüme sıcaklığı 25-30°C'dir. Aktif olduğunda vücutta lokal sıcaklık değişiklikleri meydana gelir ve bakteri çoğalmasını tetikler. Gıda kaynakları (türlü gıda yabancı maddeleri, yağlar, proteinler, şekerler ve deri kalıntıları) içeren tekstil malzemeleri mikrobiyal büyümeyi hızlandıran diğer bir faktördür.

Antimikrobiyal aktivite ya da antimikrobiyal aktivite testi, bakterilerin varlığını ve sayısını tespit eden bir testtir ve çoğunlukla bakteri üremesinin yaygın olduğu bölgelerde gerçekleştirilmektedir. Bu oluşumun bakteriyel çoğalmaya uygun ortamda tespiti, alınacak önleyici tedbirlerin tespit edilmedi yönünden önemli olmaktadır. Antibakteriyel etki değerlendirmesi sonuçlarına göre ürün yüzeyinde bakteri üremesi önlenabilir. Bakteriler çok hızlı büyüyen organizmalardır. Ortam uygun sıcaklık ve nem şartlarına sahip ise sayıları katlanarak artacaktır. Bu durum kişilerin hastalanmasına sebep olabilir.



Şekil 1.5. Çeşitli bakteriler (Bical, 2014)

Antibakteriyel etkinliğin değerlendirilmesin de çoğunlukla aşağıdaki standartlara uyulmaktadır:

- TS ISO 22196 Plastikler ve diğer gözeneksiz yüzeylerde olan antibakteriyel aktivitenin ölçümü
- TS EN ISO 20743 Tekstil- Antibakterial aprenilmiş kumaşlarda antibakteriyel aktivitenin tayini

1.5. Tekstillerin Anti-statik Özellikleri

İnsanlar; yürürken, otururken, araçlara binerken, araçtan inerken, yemek masasında çalışırken kıyafet giyip çıkarırken vb. sürtünmelere maruz kalırlar. Elektrik çarpması gibi günlük aktiviteler sırasında (+) veya (-) yüklenirler ve sıklıkla elektrik çarpması hissi hissedilir. Bu oluşumların tamamı vücutta biriken elektrostatik yüklerin açığa çıkmasıdır.

Yapılan araştırmalar da yükün emin bir biçimde boşalabilmesi, insanların ve statik elektriğe karşı hassas eşyanın korunması düşüncesiyle Antistatik uygulamayı yapılmaya başlanmış ve Elektrostatik yükü, insan duyarlılığına ulaşmadan dağıtan ürünler üretilmeye başlanmaktadır.

1.6. Yatak Çeşitleri

1.6.1. Visko ve Lateks Yatak

Lateks yataklar hem destek hem de basınç noktası rahatlanmayı sunulmasını tasarlanmakta ve sırtüstü, yan ve yüzüstü olmakla birlikte bütün uyku şekillerine göre uygun olmaktadır.

Doğal lateks, kauçuk ağacı öz suyundan yapılmaktadır. Çıkarılan özsu çırpılarak köpük durumuna getirilmekte, kalıplara dökülür ve fırınlarda tam manasıyla bir kek gibi pişirilmekte! Daha sonrası ise yatak üretimine göre hazır duruma getirilen lateks, modern teknolojisine sahip işletmelerde kullanıma hazır duruma getirilmektedir.

Yüksek teknolojiyle işlenerek yatağa dönüştürülen bu malzemedeki hava kanalları vücudun terleme dengesini düzenleyerek mikrop ile bakterilerin çoğalmasını engellemektedir. Bu tür yatakların dış yüzeyi çoğunlukla antimikrobiyal özelliğe sahip bir kumaşla kaplanır. Yüksek anatomik ile ortopedik özellikleriyle uyku pozisyonu ne olursa olsun omurga pozisyonu korur ve sinir sıkışmasını önlemektedir (tekstil, 2022).

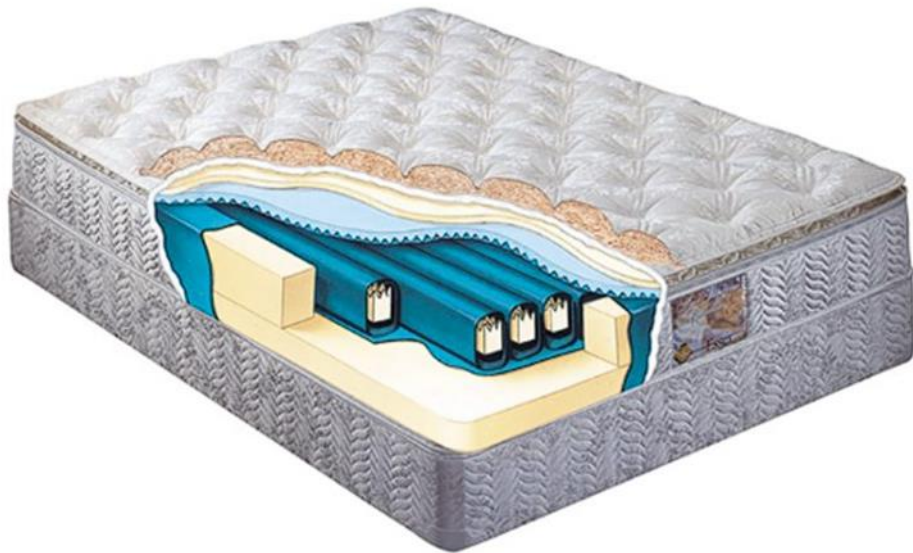
1.6.2. Hava Yatakları

Havalı yataklar; çoğunlukla yatak motoru ile hava yatağı olmakla birlikte iki bölümden oluşmaktadır. Bu yataklar, basınç düzeyini hastanın ağırlığı ile yarasına göre basınç seviyesini ayarlanarak hastada yara oluşumu en az seviyeye indirilmesi hedeflenerek üretilmiş üründür. Havalı hasta yatakları; hastanın vücudunun yatağa temas eden bölgelere ayrı basınç şiddeti uygulayan özel bir yatak modelidir. Bu sayede hastanın vücudundaki bölgesinde kan dolaşımı sürer ve yara oluşmasını engellemektedir (Elmaslar, 2023).

Hareketsiz hastalar için havalı yatağın en önemli özelliği tedavi edici etkisidir. Yatma sonucu oluşan vücut yaralarını ve doku ezilmelerinin iyileşmesini sağlamaktadır. Her yatak, kullanan kişinin özelliğine göre ayarlanabilmektedir. Kan dolaşımını hızlandırıcı özelliğe sahiptir. Motorla beraber çalışmasına rağmen ses veya gürültü çıkarmamaktadır (Fp7, 2023).

1.6.3. Su Yatakları

Su yatağı “sert kenarlı” dikdörtgen ahşap çerçeveden ya da “yumuşak kenarlı” sağlam köpük çerçeveden oluşmuş bir baza içine yerleştirilen, ısıtılmış su dolu yataktır. Her iki cinsten yatağı uygun yüksekliğe yükseltmek için sağlam bir metal platformu bulunmaktadır. İlk modeller yatakta sadece su deposu içerirken bu yataktaki yatan kişiyi sallanılmasına sebep olunduğundan daha sonra bu dalga hareketini düşürmek için fiber bloklarla birbirine bağlı birden fazla su deposu kullanılmaya başlanmıştır. Birkaç modern su yatakları, su ve hava odaklarının bir karışımını kullanmaktadır. Termostatik ile incelenen elektrik ısıtma yastığında bulunan su çoğunlukla 30° sıcaklığa sahip olmaktadır (Jack, 2017).



Şekil 1.6. Su Yatağı (Jack, 2017)

1.6.4. Viskoelastik Yataklar

Hafızalı sünger yatak ya da viskoelastik sünger olarak da bilinen Visco, viskoelastik malzemeden yapılan bir yatak cinsidir. İlk olarak 1960'lı yıllarda NASA aracılığıyla astronotların uçak yastıkları ve yataklarındaki güvenliğini ve konforunu çoğaltmaya göre geliştirilmekteydi. Fırlatma sırasında astronotların omurgasındaki yükü azaltmak ve onları güvende tutmak için basınç noktalarını eşit şekilde dağıtmak üzere tasarlanmıştır. Günümüzde viskon yataklar, benzersiz özellikleri, basıncı azaltma ve uyku sırasında vücuda destek sağlama yetenekleri sebebiyle yatak endüstrisinde büyük bir popülerlik kazanmaktadır (Sleep, 2023). Visco yataklar, vücudun ağırlığını destek oluşturarak sinir

sistemi, omurgayla eklem rahatsızlığını engelleyerek yataktan dolayı ağrı şikayetini minimize etmektedir (Morpho, 2023).

1.7. Kaplama Kumaşlar ve Kullanım Alanları

Kaplamalı kumaş; dokuma, örme veya non-woven yüzey olarak üretilen kumaşın bir veya her iki zeminin kimyasal maddelerle kaplanmasıyla sağlanmaktadır. Kaplamalar ve laminasyonlar, kumaşların fiziksel ve estetik özelliğini ilerletmek, değiştirmek ve kullanım alanlarını genişletmek için kumaşların, polimerlerin, köpüklerin ve filmlerin avantajlarını birleştirir kaplama ve laminasyon işlemleriyle sağlanan tekstil ürünleri günümüz tekstil sektörünün önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Teknik tekstillere olan isteğin artması, bilhassa son senelerde kaplamalı kumaşlara olan isteği de artırmıştır (Bulut, 2015).

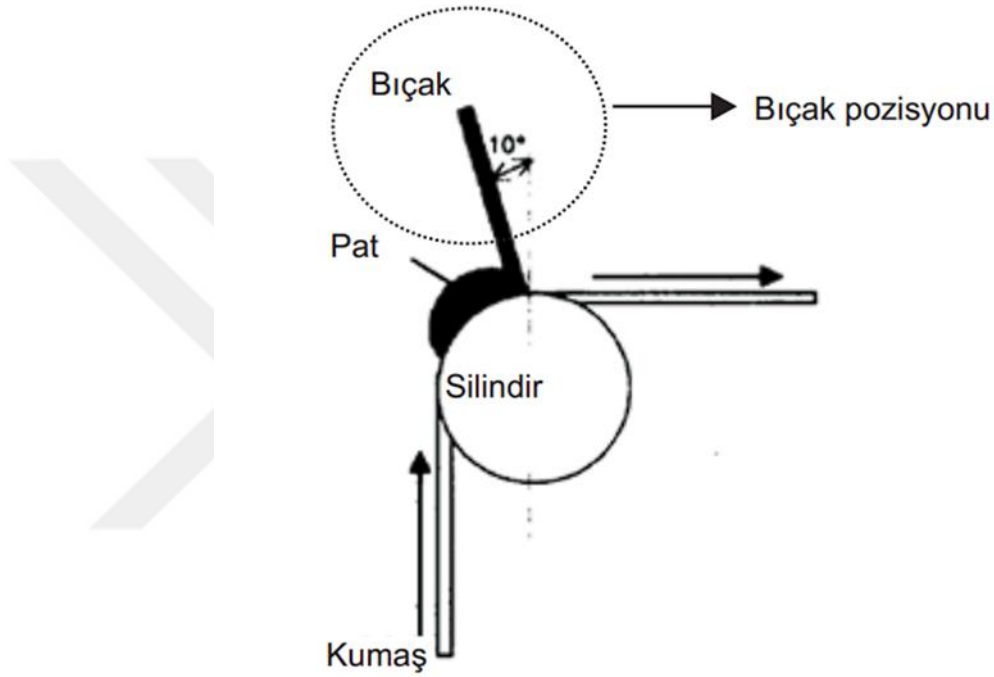
Kaplama ve laminasyon işlemleriyle sağlanan tekstil ürünleri günümüz tekstil sektörünün önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Son senelerde teknik tekstillere olan isteğin çoğalması kaplamalı kumaşlara olan isteği artırmıştır. Kaplamalı kumaş kullanımının 1995 yılında 2.0385 milyon ton olduğu, yıldan yıla artarak 2005 yılında 2.6856 milyon tona ulaştığı görülmektedir. 2005 yılı baz alındığında, üretilen kaplamalı kumaşların %36,6'sının taşıtlarda kullanıldığı, bunu %27 ile spor amaçlı ve daha sonra da geniş bir yelpazede endüstriyel kullanımların izlediği belirlenmektedir. 2010 senesine uygun varsayımlara dair; kaplama kumaş kullanımının çoğalma gösterime süreceği, 3144,2 bin ton düzeyine erişeceği öngörülmekte, toplam kullanımında sırası ile taşıta dair mamulün sportif malzemenin ile endüstriyel mamulün alacağı düşünülmektedir (Bulut, 2010).

1.7.1. Kaplama Teknikleri

Özellikle su geçirmezlik bitim işleminde, suni deri üretiminde yapılan kaplama yönteminde sürülmenin muntazam bir şekilde yapılması gerekmektedir. Uygulanan kaplamanın kalınlığı bıçakla ayarlanmaktadır. Raklenin bulunuş biçimine dair havada rakle, lastik bantlı rakleyle silindirde rakleyle ve kombine rakleyle olmakla birlikte 4 ayrı biçimde kaplama yapılabilmektedir (Tekstilbilgi, 2022).

1.7.1.1. Silindirde Rakle

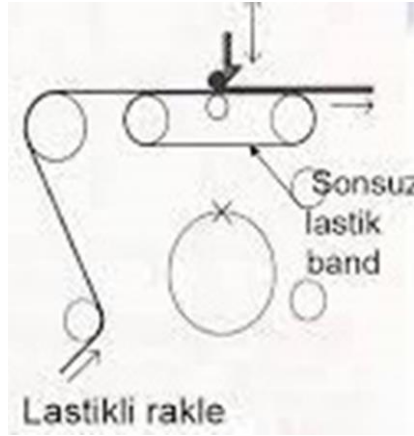
Silindir üstü bıçak kaplama, rakle bıçağıyla yapılan kaplama payı, muntazam bir biçimde taşıyıcı malzeme üzerine sürülen, kaplama bileşeni sabit bıçak veya sıyırma bıçak yardımı ile tekstil substratı üstüne üniform dağılmaktadır. Kaplama kalınlığı bıçakla kumaş zemini arasında olan mesafeyle tespit edilmektedir. Şekil 1.7’de çalmada silindirde rakle yöntemi görülmektedir (Balcı, 2011).



Şekil 1.7. Silindir üstü bıçak kaplama prensibi (Balcı, 2011)

1.7.1.2. Lastikli Rakle

Yaygın olarak kullanılan bu cins raklenin altından geçen kumaş sonsuz bir bant üstünde hareket etmektedir (Şekil-1.8). Lastik bant kumaşa destek olurken aynı zamanda esneklik sağlandığından raklenin altında olan kaplamanın düzgün olmamasına neden olacak kabarıkların oluşmadan kaplama işleminin yapılması sağlanmaktadır. Kaplamanın kalınlığı; raklenin faz kalınlığıyla rakleyle kumaş arasında olan mesafeyle değişmektedir (Tekstilbilgi, 2022).



Şekil 1.8. Lastikli Rakle (Tekstilbilgi, 2022)

1.7.1.3 Bıçaklı Rakle

Bıçaklı kaplama yöntemi, kaplamanın en eski ve en temel kaplama tekniğidir. Yöntemde kumaş sevk silindirleri vasıtasıyla kumaşa dik konumda bulunan bıçağın altından gergin bir şekilde geçmesi esasına dayanır. Burada kaplama maddesi, kumaşın tüm eni boyunca bıçağın önüne dökülmektedir. Bıçak sabit konumda olduğu için kumaşın ileri hareketiyle kaplama maddesi bıçak vasıtasıyla belirli kalınlıkta kumaşın üzerine sürülmüş olmaktadır. Yukarıda bahsi geçen makine görseli aşağıdaki Şekil 1.9’ da verilmiştir. Daha sonra tekstil materyalinin kurutucu üniteye sevkı gerçekleşir.



Şekil 1.9. Laboratuvar Tipi Bıçaklı (rakle) kaplama makinası (Çinçik, 2012)

1.8. Önceki Çalışmalar

Camlibel vd, (2019) yaptıkları çalışmada, Huntit-hidromanyezit içeren poliakrilat esaslı kaplama patını pamuklu kumaşlara bıçaklı rakle ile kaplamıştır. Pamuklu kumaşların alev

geciktirici özellikleri dikey alev testi, limit oksijen indeksi (LOI) testi, için için yanan sigara ve kibrit alevi testlerine göre test edilmiştir. Pamuklu kumaşların termal davranışı ise DTA-TG analizi ile incelenmiştir. Kaplanmış pamuklu kumaşların antibakteriyel aktiviteleri kalitatif olarak AATCC Method 147'ye göre belirlenmiştir. Pamuklu kumaşların mekanik özellikleri yırtılma mukavemeti, aşınma mukavemeti, kalınlık ve sertlik ölçümleri yardımıyla değerlendirilmiştir. Hava geçirgenliği, UV koruması ve renk özellikleri de incelenmiştir. Pamuklu kumaşlar üzerindeki kaplamaların serbest formaldehit içeriği Japon Yasası 112'ye göre belirlendi. Pamuklu kumaşların mikroyapısal özellikleri SEM ve FTIR (ATR) analizleri kullanılarak karakterize edilmiştir. Ayrıca, X-ışını floresan spektrometresi ve parçacık boyutu analizörü ile Huntit-hidromanyezitin mineral içeriği ve ortalama parçacık boyutu değeri de belirlenmiştir. Huntit-hidromanyezit içeren akrilat bazlı polimer pat ile kaplanan pamuklu kumaşların alev geciktirici ve antibakteriyel özellikleri iyileştirilmiştir. Pamuklu kumaşın yırtılma mukavemeti gibi mekanik özellikleri kaplama işleminden sonra azalmış, ancak kaplama patına Huntit-hidromanyezit ilavesi pamuklu kumaşın yırtılma mukavemeti kaybında daha fazla bir artışa yol açmamışken, elde edilen maksimum aşınma devir sayısı, kaplama işlemi uygulamasının ardından önemli ölçüde artmıştır. Ayrıca uygulanan kaplama işlemlerinden sonra pamuklu kumaşın beyazlık ve hafiflik gibi kolorimetrik özellikleri önemli ölçüde değişmemiştir. SEM ve FTIR analizleri, kaplama işleminden sonra pamuk liflerinin mikro yapısının değişmediğini doğrulamıştır (Çamlıbel, 2019).

Çamlıbel vd., (2021) pamuklu kumaşları modifiye Huntit-hidromanyezit (HH) ile fularlama-kurutma-kürleme yöntemi ile silan bazlı nanosoller ile kaplamıştır. HH'nin modifikasyonu, serbest radikal reaksiyonunda hidrojen peroksit ve amonyum persülfat gibi farklı oksidatif ajanlar vasıtasıyla HH üzerine (3-glisidiloksipropil) trimetoksisilan (GPTMS) veya viniltrietoksisilanın (VTES) aşılamaıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada amaç, HH üzerine GPTMS veya VTES aşılamaıyla HH'nin silika film tabakasına pamuklu kumaş üzerine gömülmesini iyileştirmektir. Pamuklu kumaşların alev geciktirici özellikleri kül içeriği, limit oksijen indeksi, dikey alev testi, koni kalorimetri testi ve diferansiyel termal analiz-termogravimetrik analize göre değerlendirilmiştir. Kül içeriğindeki artış, yanma sonrası iyi yapısal bütünlüğe sahip kömür kalıntısı, kaplanmış kumaşların alev geciktiriciliğinde iyileşmeyi doğrulamıştır. Kumaş özellikleri ayrıca, çekme mukavemeti testi, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, beyazlık ve sarılık indeksi ile analiz edilmiştir. VTES ile aşılama HH ile modifiye edilmiş kumaşların

doğal özellikleri önemli ölçüde değişmezken, GPTMS ile aşılınmış HH ile modifiye edilmiş kumaşlar, işlem görmemiş kumaşlara göre daha yüksek gerilme mukavemeti ve daha düşük beyazlık indeksi sergilemiştir. SEM-EDX ve FTIR-ATR analizi, HH aşıllı GPTMS ile modifiye edilmiş kumaşların, nispeten yoğun film tabakasına ve yüzeylerinde daha fazla silika ve HH içeriğine sahip olduğunu göstermiştir; bu, GPTMS ile aşılınmış HH'nin silika tabakasına gömülmesinin gelişimini göstermiştir (Çamlıbel N. O., 2021).

Jiang vd. (2019), çiçek şeklindeki hidromanyezit (MgO-P) ve magnezyum oksit (MgO) mikro küreleri, kalsinasyonlu ve kalsinasyonsuz çökeltme yaşlanma yöntemiyle sentezlemiştir. Sonikasyonla MgO-P ve MgO'nun yaklaşık 50 nm (20 nm kalınlığında) ayrılmış nano pul pul taç yaprağı, elektrospun selüloz asetat (CA)/MgO-P veya CA/MgO nanofiber için alev geciktiriciler olarak kullanılmıştır. İlgili tüm ürünleri karakterize etmek için SEM, XRD, FTIR, HRTEM yöntemleri kullanılmıştır. Çıplak, MgO-P ve MgO katkılı CA nanofiberin ayrıntılı ayrıştırma prosedürlerini analiz etmek için TGA kullanılmıştır. Birleştirilmiş nanoliflerin alev geciktiriciliğini karşılaştırmak için ısıtma sonrası kırılma süresi, ısıtma sırasında termografi ve yanma gözlemi dahil olmak üzere üç değerlendirme yöntemi benimsenmiştir. Katkılı CA nanolifleri, ısı kaynaklı kırılma süresini 0.46'dan 12.09 s'ye uzatarak en iyi alev geciktiriciliği göstermiştir ki bu durum, CA nanolifinin 26.3 katıdır. CA/MgO-P ve CA/MgO'nun alevi, ateşleme kaynağı kaldırıldıktan sonra kendi kendine sönebilmektedir. CA/MgO-P veya CA/MgO nanoliflerinin yanması sırasında duman ve boyut küçülmesi gözlenmemiştir. Sonuç olarak, Mg bazlı nano pul pul taç yaprağının karşılık gelen alev geciktirici mekanizması önerilmektedir (Jiang, 2019).

Ustaömer vd (2020) çalışmalarında, mineral bazlı yangın geciktiricilerin etkileri, termogravimetrik analiz (TGA), sınırlayıcı oksijen indeksi (LOI) ve termal iletkenlik testi yoluyla orta yoğunluklu suntanın (MDF) termal ve yangın özelliklerine göre araştırmıştır. Huntit/hidromanyezit ve çinko borat (ZB) içeren mineral bazlı kimyasallar farklı konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Kimyasalların türüne ve konsantrasyonuna bağlı olarak tüm değerlerde değişiklikler gözlenmiştir. TGA değerlendirmesine göre, mineral bazlı kimyasallarla üretilen MDF numunelerindeki artık ağırlıklar, kontrol MDF numunesindeki artık ağırlıktan daha yüksek çıkmıştır. Sınırlayıcı oksijen indeksi test sonuçları, mineral bazlı kimyasallarla üretilen MDF numuneleri için kontrol numunesine göre daha yüksek değerler göstermiştir. Kimyasal konsantrasyonun artmasıyla LOI

değerleri artmış ve en yüksek değer B12 grubunda gözlenmiştir. MDF numunelerinin termal iletkenlik eğilimleri, kimyasalların türüne ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Genel olarak kimyasallarla üretilen MDF numunelerinin ısı iletkenlik değerleri kontrol değerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, çeşitli kombinasyonlara sahip bu kimyasalların ahşap ve ahşap esaslı panel endüstrisi için yangın geciktiriciler olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir (Ustaomer, 2020).

Atay vd (2013), Huntit/hidromanyezit mineral takviyeli polimerik kompozitlerin mekanik özelliklerini araştırılmışlardır. HM tozlarının faz ve mikroyapı analizi, kompozit malzemelerin imalatından önce XRD ve SEM-EDS kullanılarak yapılmıştır. Farklı partikül boyutu ve içeriğine sahip mineraller daha sonra kompozit malzemeler üretmek için etilen vinil asetat kopolimerine (EVA) ilave edildi. Kompozitlerin mekanik davranışları, çekme mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve kopmada uzama değerlerini belirlemek için değerlendirildi. Artan partikül içeriğinin mekanik performansı azalttığı ve katkı boyutunun azaltılmasının daha iyi mekanik özellikler elde etmek için faydalı olduğu sonucuna varılmıştır (Atay H. Y., 2013).

Atay ve Çelik (2016), yardımcı alev geciktirici malzeme olarak borik asit ve antimon oksit, Huntit ve hidromanyezit ile birlikte kullanmıştır. Mekanik özelliklerin bozulmasını önlemek için, polimer kompozitlerde katkı miktarının yeterince az olması istenmektedir. Ayrıca, çeşitli katkılarla polimerlerin alev dayanıklılık özellikleri elde edilebilir. Daha ince tozların kullanılması ayrıca daha iyi alev geciktirici özelliklerin verilmesine yardımcı olur. Bu nedenle, mineraller, sinerjik etkilerle geliştirilmiş alev geciktiriciliği araştırmak için kullanılmıştır. Öğütülmüş mineraller, farklı yükleme seviyeleri ve boyutları ile bir epoksi reçinesine eklenmiştir. Kompozitler, DTA-TG, FTIR, SEM-EDS ve yüzey profilometrisi kullanılarak karakterize edilmiştir. UL94-alev geciktirme testleri bu araştırmanın temel amacı olarak yapılmıştır. Boyut dağılımı ve mineral türü/içerik etkileri ölçülmüştür. Artan mineral içeriği ve küçülen boyut ile alev geciktirici özelliklerin iyileştirildiği sonucuna varılmıştır. Borik asit ve antimon oksit, Huntit ve hidromanyezit ile birleştirildiğinde yanıcı polimerlerin alev geciktiriciliğini olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Atay, 2016).

Baştürk vd (2016), Huntit/hidromanyezit minerali eklenerek polietilen tereftalat (PET)'in termal stabilitesinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. PET'e çeşitli oranlarda Huntit/hidromanyezit eklenerek PET/huntit/hidromanyezit kompozitleri hazırlanmıştır.

Kompozitlerin kimyasal yapıları Fourier transform kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ve X-ışını kırınımı (XRD) analizi ile karakterize edilmiştir. Kompozitlerin termal özellikleri, termogravimetrik analiz (TGA) ve diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) ile belirlendi. Kompozitlerde Huntit/hidromanyezit içeriğinin artmasıyla camsı geçiş sıcaklıkları ve kömür verimleri artmıştır. Kompozitlerin yüzey morfolojileri taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, kompozit sistemin saf PET'in kendisinden termal olarak daha kararlı olduğunu kanıtlamıştır (Baştürk, 2016).

Dike vd (2017) Huntit-hidromanyezit içeren termoplastik poliüretanın alev geciktirici ve termal özellikleri üzerine çinko boratın (ZnB) etkisi incelenmiştir. Termoplastik poliüretan esaslı kompozitlerin alev geciktirici özellikleri, sınırlayıcı oksijen indeksi, dikey yanma testi (UL 94), termogravimetrik analiz ve kütle kaybı kalorimetresi kullanılarak araştırılmıştır. ZnB'nin kompozitlerin yanıcılık özellikleri üzerinde kayda değer bir etkisi gözlenmemiştir. UL 94 derecesi, eklenen ZnB miktarına bakılmaksızın değişmez iken 1:1 oranında sınırlayıcı oksijen indeksi değerinde hafif bir artış gözlemlenmiştir. ZnB'nin adjuvan etkisi, kütle kaybı kalorimetre çalışmaları sırasında, yoğunlaşmış fazdaki kalıntının bariyer etkisini artırarak ve gaz fazında yanıcı olmayan gazların oluşumunu artırarak gözlemlenmiştir. En yüksek alev performansı 1:1 oranında elde edilmiştir (Dike, 2017).

Güler vd (2017), genişletilebilir grafitin (EG) etkisi, Huntit&hidromanyezit (HH) içeren termoplastik poliüretan (TPU)'nun alev geciktirici, termal ve mekanik özellikleri üzerinde incelemiştir. FR testleri sonuçlarına göre, HH ve EG arasında sinerjik etkileşim gözlenmiştir. Maksimum sınırlayıcı oksijen indeksi (LOI değeri 1:1 (HH:EG) oranında ve en yüksek dikey yanma testi (UL-94) V0 oranı 4:1, 3:2 oranlarında gözlenirken, 1:1. EG ve HH arasındaki sinerjistik etkileşim, kütle kaybı kalorimetre test sonuçlarının yardımıyla düşük EG yüzdesinde (%10) da çıkarılmıştır. Mekanik test gözlemleri, HH'nin dahil edilmesinin, gerilme mukavemetini ve uzamayı azalttığını ortaya koymuştur. Yüklenen EG miktarı arttıkça kompozitlerin elastik modülü daha da iyileşmiştir (Güler, 2017).

Savaş vd (2017), Huntit&hidromanyezit (HH) içeren termoplastik poliüretan (TPU) kompozitlerin alev geciktirici, termal ve mekanik özellikleri üzerinde mikrokapsüllü kırmızı fosforun (mRP) etkisini incelemiştir. TPU esaslı kompozitlerin alev geciktirici özellikleri, sınırlayıcı oksijen indeksi (LOI), dikey yanma testi (UL 94), termogravimetrik

analiz (TGA) ve kütle kaybı kalorimetresi kullanılarak araştırılmıştır. Kompozitlerin mekanik özellikleri, çekme testi ve dinamik mekanik analiz (DMA) kullanılarak incelenmiştir. Test sonuçlarına göre, kompozitlerin hem FR hem de mekanik özellikleri açısından mRP'nin adjuvan etkisi gözlenmiştir. En yüksek LOI değeri (32.5), en yüksek UL-94 derecesi (VO) ve en düşük pHRR (155 kW/m(2)) değeri, ağırlıkça %7 mRP'nin HH ile kısmi ikamesi ile gözlenirken çekme mukavemeti de TPU/50HH'ye göre yaklaşık %60 artmıştır. mRP, yoğunlaşmış fazda kalıntının bariyer etkisini ve gaz fazında aktif radikallerin oluşumunu artırarak sinerjistik etki göstermiştir. mRP, düşük moleküler ağırlıklı epoksi reçine taşıyıcının plastikleştirici ve uyumlulaştırıcı etkisinden dolayı mekanik özellikler üzerinde adjuvan etki göstermiştir (Savaş, 2017).

Atay (2021), Ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılmasının önündeki en büyük engel yangına karşı dayanıklı olmamasından dolayı, çalışmada ahşabın kullanılmasındaki bu büyük engele karşı direnç sağlanması amaçlanmıştır. Bu anlamda inorganik Türk Huntit ve hidromanyezit mineralleri kullanılarak yeni alev geciktirici ahşap kompozitler üretilmiştir. Kompozit malzeme üretimi için mineral ezilip öğütülerek farklı büyüklükteki fraksiyonlara elenmiştir. Kompozit matris olarak talaş kullanılmıştır. İlk olarak katkı maddesinin boyut değeri sabit tutularak kompozitteki mineral katkı oranı değiştirilmiştir. Daha sonra katkı oranı sabit tutulmuş ancak boyut değerleri değiştirilmiştir. Bu sayede miktar ve boyuta olan bağımlılık araştırılmıştır. Mineralojik yapı XRF, XRD ve SEM-EDS cihazları ile belirlenmiştir. Termal davranış, DTA-TG tarafından gözlemlendi. Mekanik özellikler eğilme testi ile değerlendirildi. Ahşap kompozitlerin alev geciktirici özelliklerini belirlemek için UL-94 test cihazı kullanıldı. İnorganik mineraller içeren ahşap kompozitlerin yangına karşı direnç kazandığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, ahşap kompozitlerin alev geciktirici özellikleri, mineral içeriği arttıkça ve boyut küçüldükçe iyileşmiştir (Atay Y. , 2021).

Toure vd (1996), çalışmalarında etilen-propilen kopolimerinin yanıcılığını azaltmak için antimon trioksit (Sb_2O_3) ve dekabromodifenil oksit (DBDPO) karışımı ile birlikte esas olarak Huntit ve hidromanyezit içeren doğal bir mineral dolgu maddesi kullanmıştır. Aynı zamanda, yüksek dolgu içeriğinde bile darbe direncine zarar vermeden kopolimerin sertliğini geliştirmek istenmiştir. Tüm bileşenler ve elde edilen kompozitler, diferansiyel termal (DTA) ve termogravimetrik analiz (TGA) ile incelenmiştir. Kompozitler üzerinde spesifik yanıcılık testleri ve mekanik testler de yapılmıştır. Mineral dolgu maddesinin

ve/veya Sb_2O_3 /DBDPO karışımının kopolimer özellikleri üzerindeki etkisi araştırıldı. En iyi sonuçlar, %25 mineral dolgu ve %20 Sb_2O_3 /DBDPO karışımı verecek şekilde her iki ana bileşenin birleştirilmesiyle elde edilmiştir (Toure, 1996).

Yıldırım (2014), çalışmasında farklı alev geciktirici mineraller aracılığıyla plastik boya malzemesinin alev geciktirici özelliklerini araştırmış ve geliştirmeye çalışmıştır. Bu kapsamda, boya malzemesine farklı miktarlarda Huntit/hidromanyezit, antimon (III) oksit ve borik asit gibi çevre dostu (halojensiz) ve nano boyutta alev geciktirici malzemeler eklenerek kompozit malzemeler elde edilmiştir. Daha sonra bu kompozit malzemeler XRD, DTA-TG ve yüzey pürüzlülüğü ile karakterize edilmiştir. Bu kompozit malzemelerin alev geciktirici özelliklerini incelemek için mum alevi testi standartları da yapılmıştır. Yapılan testlerin sonuçlarından sonra kompozit malzemelerin mükemmel alev geciktirici özellikler sergilediği belirlenmiştir (Yıldırım, 2014).

Jiao vd. (2022), çalışmalarında, etilen-vinil asetat (EVA) için alev geciktirici olarak magnezyum hidroksit (MH) sentezlemek için, yangın direncini ve dumanı bastırmayı arttırmak amacıyla, nadir bulunan bir doğal hidratlı alkalin magnezyum karbonat olan hidromanyezit kullanmıştır. Sentezlenen MH'nin morfolojisini ve alev geciktirici etkinliğini değiştirmek için çeşitli konsantrasyonlarda sodyum hidroksit (NaOH) kullanıldı. EVA/MH kompozitleri eriyik harmanlama ile hazırlanmış ve NaOH'nin alev geciktirici ve mekanik özellikler üzerindeki etkisi, sınırlayıcı oksijen indeksi (LOI), koni kalorimetre testi (CCT) ve çekme testi ile araştırılmıştır. Alev geciktirme sonuçları, LOI değerindeki saf EVA için %20'den %38'e çıkarak MH'nin eklenmesinden sonra kompozitlerin dikkate değer ölçüde iyileştirilmiş alev geciktirici özellikler sergilediğini göstermiştir. Ek olarak, EVA3 için ısı salım hızının zirvesi (pHRR), toplam ısı salımının (THR) ve duman üretim hızının tepe noktası, saf EVA'ya kıyasla sırasıyla %37.6, %20.7 ve %44.4 azaldı. Bu arada artan kül kalıntıları da gözlemlendi. Farklı MH konsantrasyonlarının dahil edilmesi, EVA/MH kompozitlerinin mekanik özellikleri üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Jiao, 2022).

Yurddaskal ve Çelik (2018) çalışmasında, polipropilen (PP) nanokompozitler, çift vidalı bir ekstrüderde eriyik birleştirme ve ardından enjeksiyon kalıplama tekniği ile hazırlanan ağırlıkça %30 halojensiz alev geciktiricilerle takviye edilmişlerdir. Farklı halojensiz nanoparçacıkların çeşitli bileşimlerle takviye edilerek alev geciktirici nanokompozitlerin üretilmesi ve nanokompozitlerin endüstriyel uygulamalarda kullanılabilirliğinin

araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, halojensiz nano boyutlu Huntit/hidromanyezit, antimon trioksit, bentonit ve çinko borat partikülleri polipropilen matrikse takviye edilmiştir. Halojensiz alev geciktiriciler içeren polipropilen nanokompozitler için farklı mineral tipi/içeriğinin yapısal, termal, mekanik ve alev geciktirici özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Nanokompozitler, PP kompozitlerin yapısal, termal, mekanik ve alev geciktirici davranışlarını karakterize etmek için X-ışını kırınımı (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM), termo-gravimetrik analiz (TGA), çekme ve UL94 alev geciktirme testleri ile analiz edildi. TGA ve alev geciktirici testleri, diğer mineral türlerini içeren saf PP ve PP kompozitlere kıyasla, Huntit/hidromanyezit varlığında bozunma sıcaklığının arttığını göstermiştir. PP kompozitlerin alev geciktirici davranışının artan mineral içeriği içinde iyileştiği sonucuna varıldı, bu da UL94 derecesinin Huntit/hidromanyezit ve PP arasında iyi bir uyumluluk yoluyla V-0'a ulaştığını göstermiştir (Yurddaskal, 2018).

Morganl vd (2007) çalışmasında, halojen içermeyen alev geciktirici tel ve kablo uygulamalarında yaygın olarak kullanılan polimerler için magnezyum karbonat bazlı alev geciktiricilerin değerlendirilmesine ilişkin olarak Doğal magnezyum karbonat (manyezit), sentetik magnezyum karbonat (hidromanyezit) ve hidromanyezit/huntit karışımları, EVA veya EEA ile birleştirilerek koni kalorimetre ile alev geciktirme etkinliği açısından test etmişlerdir. Yanabilirlik sonuçları, bu karbonatların etkinliğinin polimere bağlı olduğunu gösterirken bu durum polimer bozunma kimyasının yanıcılık azaltma mekanizmasında bir rol oynadığını ortaya koydu. Hidromanyezit, performans açısından magnezyum hidroksitle karşılaştırılabilir olduğundan, genel olarak yanıcılığı azaltmada daha etkilidir. Son olarak, nanokompozitin karışık sonuçlar verdiğini gösteren bazı polimer-kil (organik olarak işlenmiş montmorillonit ve magadiit) + magnezyum karbonat alev geciktirici sonuçlarını rapor ediyoruz. Spesifik olarak, polimer-kil nanokompozit numuneleri, en yüksek ısı salma oranında her zaman en büyük azalmayı sağlamamıştır (Morganl, 2007).

Çok işlevli malzemelerin üretimi ile ilgili olarak, antibakteriyel, radar emici, kendi kendini iyileştiren ve alev geciktiricilik özelliklerini elde etmek için polimer matrisine dört tip malzeme eklenmiştir. Bu çalışmada, bir epoksi boya, birden fazla işlevi yerine getirebilen çok işlevli bir malzemeye dönüştürülmüştür. Epoksi boyayı güçlendirmek amacıyla, çok işlevli özellik için Ag nanoparçacıkları, Huntit/hidromanyezit mineralleri,

baryum heksaferrit parçacıkları ve kitosan kullanılmıştır. Bu malzemeler farklı yükleme seviyelerinde polimer matrise eklenerek farklı tipte kaplanmış numuneler elde edilmiştir. Daha sonra numuneler, diğer karakterizasyon testlerinin yanı sıra antibakteriyel testler, alev geciktirici testler, radar soğurma testleri ve kendi kendini iyileştirme testleri ile karakterize edilmiş; FTIR, SEM, XRD, çizik, yüzey profilometresi vb. Bu malzemelerin sinerjik yararlı etkiler sergilediği sonucuna varılmıştır (Atay, 2015).

Polipropilenin alev geciktiriciliğini geliştirmek amacıyla H/HM minerallerinden oluşan bir alev geciktirici sistem üzerinde çalıştı. Farklı H/HM yüzdelere sahip dört ticari karışım (U1250, U1253, LH15, H2090) kullanıldı. İdeal formülasyonu elde etmek için, H/HM karışımı çift vidalı bir ekstrüderde %30-40-50-60 yükleme seviyelerinde polipropilene ilave edildi. H/HM karışımı oranının polipropilenin alev geciktirici özelliklerine ve mekanik özelliklerine etkisi araştırıldı. Çekme testi sonuçları, kompozit malzemeye eklenen H/HM karışımı oranı arttıkça malzemenin kırılma enerjisinin arttığını göstermektedir. Polipropilende H/HM oranının artması ile polipropilenin alev geciktirici özelliklerinin çoğaldığı gözlenmektedir.

UL 94-yatay güç tutuşurluk testi, kızgın tel testiyle limit oksijen indeks ölçümü test neticelerine dair, her yükleme düzeyine göre yüksek seviyede (%50-60) hidromanyezit içerilen karışım (LH15), yüksek seviyede (%60-80) huntit içerilen karışıma (U1250, U1253, H2090) göre daha aktif bir performans göstermiştir. Polipropilenin alev geciktirici özelliğini çoğaltmak düşüncesiyle uygulanan çalışmada %50 LH15 ve %10 çinko borat beraber kullanılmaktadır. Test neticelerine dair LH15 ve çinko boratıyla beraber içeren kompozit, mekanik ve yanmazlık özelliği yönünden %60 seviyesinde LH15 içeren kompozitten daha iyi neticeler göstermektedir (Zakut, 2012).

Yücetürk (2022) araştırmasında fosfor-azot bazlı şişen alev geciktirici sistem ve Türk rhosite/hidromagnezit mineral kombinasyonundan oluşan alev geciktirici kompozitlerin termal, mekanik ve yanma davranışı özelliklerini araştırmıştır. Mineral bazlı alev geciktiriciler kullanıldığında kompozitlerin mekanik özellikleri düştüğünden fosfor-azot bazlı şişen alev geciktiriciler kullanılarak kompozitlerin alev geciktirici V0 seviyesinden ayrılmadan mekanik özellikleri iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Manyezit/hidromanyezit ve fosfor nitrojen bazlı şişen yangın geciktirici katkı maddelerinin bir karışımını içeren polipropilen bazlı kompozitler, çift vidalı bir ekstrüder kullanılarak ekstrüzyon işlemi sırasında hazırlanmaktadır. Kompozit karışım, yüksek hızlı bir laboratuvar termodinamik

karıştırıcısı kullanılarak eritilmiştir. Plakalar sıcak preslenir ve daha sonra soğuk preslenir. Mekanik ve yanıcılık testleri için test numuneleri sırası ile ISO 527-2 standardına, ISO 178 standardına ve UL 94 dikey yanıcılık standardına göre hazırlanmıştır. Sağlanan kompozit parçacıkların termal özellikleri termogravimetrik analizle (TGA) belirlenmiştir. Termogravimetrik analiz (TGA) neticelerine dair polipropilen matrisinde kalan inorganik madde miktarının manyezit/hidromagzit seviyesindeki artışıyla orantılı olduğu görülmüştür. Alev geciktirici katkı maddelerinin polipropilen kompozit levhaların rengine etkisi spektrofotometre ölçümüyle gözlemlenmektedir. Alev geciktirici ilave oranının toplamı %50'den fazla olduğunda, polipropilenin şeffaf renginin donuklaştığı ve sarıya doğru yöneldiği gerçeklerle kanıtlanmıştır. Numunelerin alev geciktirici özellikleri UL 94 dikey yanıcılık testine göre gözlemlenmiştir. Grup V0 numuneleri UL 94 test neticelerine dair seçilir. Fosfor nitrojen bazlı şişen alev geciktiriciler ilave edilmeden sağlanan kompozit panellerde yalnızca %60 veya daha fazla karbonat/hidronit yüklü V0 malzemesi elde edilmesine rağmen, şişen alev ile sinerji etkisi gözlenmiş, oran %40 alev geciktiriciye düşmüştür. V0 kalite numunelerin mekanik özelliğini tespit etmek amacıyla çekme ve üç nokta eğme testleri yapılmıştır. Kompozit paneldeki alev geciktirici katkı maddelerinden manyezit/hidromagzit minerallerinin yüzdesi azaldıkça kompozit malzemenin kırılabilirliği azalmakta ve test numunesinin çekme mukavemeti artmaktadır. Mineral katkı miktarı düştükçe çekme noktası uzama değerleri artar. Şişen alev geciktirici sistem, malzemenin maksimum çekme gerilimini saf polipropileninkine yakın hale getirir. Çekme testi sonrasında elde edilen kompozitlerin yapısal ve morfolojik özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi ile karakterize edildi. Alev geciktirici kompozit parçacıkların fiziksel özelliklerini belirlemek için erime akış indeksi (MFI), yoğunluk ve nem içeriği değerleri ölçülmüştür (Yüçetürk, 2022).

Karakoyun (2021) yüksek lisans çalışmada, Polyester perde kumaşları, LH3 adı verilen manyezit-hidromagzit mineralinin akrilik kaplama bulamacına karıştırılmasıyla kaplandı ve sağlanan kumaşların ses yalıtım özelliğinde araştırıldı. Bu amaçla ağırlıkça %0, 5, 10, 15, 20 ve 25 LH3 içeren kaplama bulamaçları OBA Perdesan tarafından hazırlanarak 1, 2 ve 3 kat kumaşa aktararak Get 18 kumaşa aktarıldı. Ortaya çıkan kumaşlar kalınlık, hava geçirgenliği, ısı direnci, su direnci ve ses yalıtımı açısından test edildi. Test sonuçları Design Expert paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Sonuç olarak LH3 miktarı artar; tek katlı kumaşların kalınlık değerlerini düşürse de üç katlı

kumaşların kalınlığında artışa ve genel olarak ısı ve suya dayanıklılık değerlerinde azalmaya neden olur. Hava geçirgenliği değerlerindeyse tek katlı kumaşta LH3 %20 seviyesinde iyi netice sunarken 3 katlı kumaşlar da LH3 seviyesinin belirgin bir etkisi görülmemektedir. Ses yutum değerleri LH3 %25 içeren kumaşlar da orta az ve orta frekanslar da daha iyi durumdayken yüksek frekanslar da LH3 %0 içeren kumaşların daha iyi ses yutumu sağladığı görülmektedir. Ses iletim kaybı değerlerine göreyse genel itibariyle LH3 seviyesinin %25 olması halinde hiç LH3 eklenilmemiş hale dair daha yüksek ses iletim kaybının olduğu gözlenmektedir (Karakoyun, 2021).

Karadayı (2019) yüksek lisans çalışmada, Amaç, kaplama malzemesinde alev geciktirici sağladığı bilinen doğal mineraller olan manyezit ve hidromanyezit minerallerini kullanarak perde kumaşına aktararak kumaşın alev geciktiriciliği arttırmaktır. Bu amaçla perde kumaşları ilk olarak OBA Perdesan AŞ - Gebze, Kocaeli'den satın alınmaktadır. İzmir ilinde çıkarılan rosit ve hidromanyezit mineralleri LKAB Minerals-Yunanistan firması tarafından tedarik edilmektedir. OBA Perdesan'da ağırlıkça %0, %5, %10, %15, %20 ve %25 oranında kömürit ve hidromanyezit mineralleri içeren kaplama bulamaçları hazırlandı ve numune tipi kaplama ünitesinde kumaşa aktararak kaplandı. Kaplanmış ve kaplanmamış kumaşların alev geciktirici özellikleri, sınırlayıcı bir oksijen indeksi (LOI) ölçüm cihazı kullanılarak incelenmektedir. Ayrıca kumaşların yüzey özelliklerini ve mineral dağılımını belirlemek düşüncesiyle SEM, TGA, FTIR, SEM-EDX analizleri yapılmıştır. FT-IR, SEM-EDX ve XRF neticelerine dair huntit-hidromanyezit kaplamasının başarılı olunduğu gözlenmiş ve huntit-hidromanyezitin kumaş üstündeki varlığı belirlenmiştir. Kaplamadaki akrilik varlığı limit oksijen indeksi değerini azalırken, huntit-hidromanyezit ilavesiyle LOİ değeri çoğalmış ve 25 değere çıkmıştır. Bu değer güç tutuşurluk değerlendirmesine dair "sınırlı alev geciktirici" şeklinde değerlendirilmektedir. Kaplama yapılan kumaşları eğilme dayanımı neticelerine dair huntit-hidromanyezit ilavesi kumaşların dökümlülüğüne negatif etki etmemektedir (Karadayı, 2019).

Aytan (2021) Bu çalışmada doğa dostu ile zehirli gaz salınımı yapmayan bir yanma geciktirici ürün geliştirildi. Bu özelliklere sahip malzemeler geliştirmek için ilk adım, gözenekli bir silika ağ yapısı oluşturmaktır. Sol-jel teknolojisiyle sağlanan bu ağ yapısı, bünyesinde geniş çapraz bağlı bir yapı oluşturarak gözenek boyutunu ve gözenek yüzdesini (%) azaltır. Bu amaçla sol-jel reaksiyonu başlanılmadan evvel gözenek

oluşturucu şeklinde tanımlanmış olup, çözelti içerisinde pluronik asit, yüksek molekül ağırlıklı PEG veya CTAB gibi yapılar kullanılmaktadır. Çapraz bağlı silika yapısı içinde yer alan bu organik yapılar kalsinasyon işlemiyle ekstrakte edilir, bu şekilde ağ yapısı içinde mezogözenekler oluşturulur. Mezo gözenekli silika malzemeleri sentezlenirken TEOS malzemelerine öncelik verilir. Bu çalışmada, mezogözenekli silika küreler (MPS) ve polifosfat bazlı organofosfat alev geciktirici malzemeler sentezlenmiş ve bunların akrilat bazlı poliüretan (PUR) ve polyester (PE) reçinelerdeki alev geciktirici özellikleri incelenmektedir (Aytan, 2021).

Güler vd, (2015) İnsanların doğaya yönelmesiyle tıbbi ve aromatik bitkilere ilgi artmakta. Tıbbi aromatik bitkiler, insanlık tarihinin başlangıcından bu yana hastalıkları önlemek, tedavi etmek ve sağlığı korumak amacıyla ilaç olarak kullanılan bitkilerdir. Bu bitkilerin kullanım alanları ilaç, gıda, meşrubat, kozmetik sanayi, sabun ve parfüm üretimi ile sınırlı olmayıp, günümüzde organik tarım ve hayvancılıkta da kullanımları giderek artmaktadır. Ayrıca farklı özelliklerinden dolayı günümüzde birden fazla alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bunlardan biri tekstil endüstrisidir. Tıbbi ve aromatik bitkiler, antimikrobiyal özelliklerinden dolayı sentetik tekstil terbiye malzemelerine alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Tekstillerde kullanılan antimikrobiyal maddelerin en önemli özelliklerinden biri kullanılan maddelerin insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilememesi ve tekstillerin diğer özelliklerini olumsuz yönde etkilememesidir (Güler H. K., vd., 2015).

Üreyen vd, (2015) Bu çalışmada tekstil kumaşlarına uygulanabilen, yıkama direnci yüksek, gümüş katkılı antimikrobiyal bir kimyasal geliştirildi. İlk olarak, gümüş katkılı kalsiyum fosfat bazlı antibakteriyel toz, ıslak kimyasal yöntem kullanılarak sentezlendi. Sentezlenen tozun tane boyutu nanometre boyutuna indirilir. Daha sonra bu toz kullanılarak bir bitirme kimyasalı geliştirildi. Geliştirilen apre kimyasallarının performansını test etmek amacıyla laboratuvar tipi eşarp pamuğu, PES ve modal kumaşlara uygulandı. JIS-L 1902:2002 yöntemine göre Gram (-) Escherichia coli'ye karşı antibakteriyel test. Test sonuçları, kumaşın 20 kez yıkandıktan sonra bile güçlü antibakteriyel aktivitesini koruduğunu gösteriyor (Üreyen, vd., 2008).

Tablo 1.2. Patent çalışmaları

Patent Numarası	Patent İsmi	Açıklama
US5626960A	Spandex containing a huntite and hydromagnesite additive	Spandeks üretiminde HH kullanımına yöneliktir. Huntit ve hidromanyezitin bir mineral karışımının partikülleri içinde dağılmış olan spandeks, yapışkanlığı azaltmış, klorin neden olduğu bozulmaya karşı direnci arttırmış, tatmin edici proses sürekliliğine ve tipik asitle yıkama ve boyama işlemlerinde mineral karışımının çok az ekstraksiyonuna sahiptir. Parçacıklar aşırı aşındırıcılığa yol açmaz ve atık akışlarında çevresel olarak kabul edilebilir (Carney, 1997).
EP2489705A1	Production method for polymer paint with non-flammable property	Mevcut buluş tarafından geliştirilen yanıcı olmayan polimer boya üretim yöntemi, bir Huntit ve hidromanyezit karışımının nanometrik boyutlara öğütülmesi; öğütülmüş avit ve hidromanyezit karışımının öğütülmüş borik asit ve/veya antimon oksit karışımı ile karıştırılarak yanıcı olmayan bir malzeme elde edilmesi; ve yanmaz malzemenin polimer boyaya sürekli mekanik karıştırma ile eklenmesini içerir. Üretilen boyanın uygulanması polimer malzemenin tutuşma süresini %60'a kadar uzatabilir. Bu nedenle, sıcaklık yükseldiğinde polimer malzemelerin oluşturduğu tehlikeler azalır.
CA3053255A1	Flame retardant cover	Şilte ve alev geciktirici şilteler için alev geciktirici örtüler sağlanmaktadır. Elyafların, ipliklerin veya örtülerin kumaşının en azından bir kısmı, amonyum fosfat gibi alev geciktirici bir bileşik içeren bir karışım ile işlenir. Kapaklar ayrıca cam elyafı veya silika yüklü suni ipek gibi herhangi bir alev bariyeri elemanı gerektirmez.
WO2015026353A1	Structured endothermic fire-retardant agents	Bir yangın geciktirici bileşim, bir birinci reaktif ve bir ikinci reaktif içerir; birinci reaktif, ikinci reaktiften izole edilir; ve birinci reaktif ve ikinci reaktif endotermik olarak birbirleriyle reaksiyona girecek şekilde yapılandırılır.
WO2020236456A1	Expandable graphite flame retardant layer for polyurethane and latex foam	Esnek bir köpük bileşimi, esnek köpüğün poliüretan ve/veya lateks esnek köpük olduğu bir yüzeye ve yüzey üzerinde veya yüzeye bitişik köpük yüzeyi içinde genleşebilir bir grafit tabakasına sahip olan bir esnek köpük gövdesini içerir. Genişleyebilir grafit tabakalı esnek köpük bileşimi, bileşime geliştirilmiş alev geciktirici özellikler kazandırır (Peterson, 2023).

Tablo 1.2. Devamı

US20130047884A1	Expandable Sponge	Süngerin toplam ağırlığına göre yüzde olarak aşağıdaki bileşenlere sahip bir sünger: yaklaşık %15 ila %45 arasında polioksialkilen poliolo; yaklaşık %5 ila %25 arasında tolven diizosiyanat; %10'dan az alev geciktirici; %10'dan az su; yaklaşık %8 ila %19 arasında polipropilen glikol; yaklaşık %10 ila %20 arasında yavaş geri tepme polieter ve yaklaşık %2'den daha az silikon yağı ve burada söz konusu sünger, vakumla kapatılmış bir paket içinde sıkıştırıldığında genleşenden yaklaşık 3.5 kat daha az bir hacme sahiptir.
US20190100661A1	Fire resistant foam composition and method	Poliüretan köpük kaplama ile ilgili bir patenttir. Bir düzenlemede, ateşe veya aleve dayanıklılık özelliklerini geliştirmek için geleneksel poliüretan bileşim A veya B'ye öğütülmüş mineral yün eklenir. İkinci bir düzenlemede, elde edilen köpüğün hidrokarbon içeriğini önemli ölçüde azaltmak için daha yüksek bir su konsantrasyonu ile birlikte daha büyük bir öğütülmüş mineral yün yüzdesi kullanılır. Üçüncü bir düzenlemede, bir köpük bileşimi, poliöl konsantrasyonunu azaltmak için büyük ölçüde yeniden formüle edilir. Ön testler, "köpük" bileşenlerinin yüksek bir poliöl konsantrasyonuna sahip olmasını gerektirmeden etkili bir köpük benzeri yalıtım oluşturmaının mümkün olduğunu ileri sürmüştür (Stogner, 2019).
US4504991A	Fire-resistant mattress and high strength fire-retardant composite	Geliştirilmiş bir şilte, fiberglas kumaş gibi yüksek gerilme mukavemetli bir malzeme tabakasına bağlanmış bir ısı bariyeri sağlayabilen bir yangın geciktirici malzeme tabakasından yapılmış bir kompozit içerir. Kompozit, şiltenin yanıcı bileşenlerinin en azından çoğunu ve genellikle pratik olarak tamamını kapsar. Ateşe maruz kaldığında, yangın geciktirici malzeme kömürleşir, böylece yüksek çekme mukavemetli malzeme şilteyi bir arada tutarken şiltenin içini koruyan bir ısı kalkanı oluşturur ve şiltenin patlamasını önler ve böylece yanıcı bileşenlerini ateşe maruz bırakır. . Mevcut buluşun kompoziti, yüksek gerilme mukavemetli bir malzemeye bir ısı bariyeri sağlayabilen yangın geciktirici bir malzemenin birleştirilmesiyle yapılır (Klancnik, 1985).

Tablo 1.2. Devamı

US4448841A	Flame retardant compositions for textiles and treated textiles	Tekstillerin veya tekstil ürünlerinin in situ muamelesi için bileşim, katkı maddelerini içerir: (a) alev geciktirici özelliklere sahip bir amonyum tuzu veya amonyum tuzlarının karışımı, (b) amonyak vermek üzere 100°C ila 200°C arasında bir sıcaklıkta ayrılan suda çözünür bir amid, ve (c) bir kumaşa uygulandığında bileşim tarafından bir kumaşın bozulmasına neden olmak için yetersiz bir konsantrasyonda sulu asit (Glass, 1984).
CA2524803C	Heat and flame-resistant materials and upholstered articles incorporating same	Bir şilte, temel veya diğer döşemeli uyku ürünü veya eşyası, çekirdeği çevreleyen bir çekirdek ve bariyer malzemesi içerir. Bariyer malzemesi, Kaliforniya Eyaleti Tüketici İşleri Dairesi'nin Kaliforniya Teknik Bülteni 603'e göre, döşemeli eşya bir gaz alevi ile çarptığında çekirdeğin yanmasını önlemek için yapılandırılan aleve ve ısıya dayanıklı malzemeyi içerir. Bariyer malzemesi, aleve ve alev tarafından üretilen ısıya karşı bir bariyer oluşturacak şekilde bir alev varlığında şişmek ve kömürleşmek üzere yapılandırılan şişen bir malzeme içerebilir (Douglas, 2015).
CN100424244C	Method for producing anti-static flame retardant, water-proof and oil-proof natural fibrous fabric	Mevcut buluş, antistatik, alev geciktirici, su geçirmez ve yağa dayanıklı doğal lifli bir kumaş üretmek için bir yöntemle ilgilidir. Yöntem, kumaş için aşağıdaki antistatik dokuma, alev geciktirici sıvıya daldırma, fırınlama, sabunlama, tat giderme, su geçirmez ve yağ geçirmez apreleme, çerçeveleme ve ürün inceleme adımlarını içerir; burada doğal elyaf kumaşın bir antistatik ham kumaş, hammadde olarak organik iletken lifler veya metal iletken lifler alır ve organik iletken lifler veya metal iletken lifler, kumaş işleme sırasında kumaşın çözgü yönünde veya atkı yönünde eşit aralıklarla dokunur; doğal elyaf kumaş, alev geciktirici sıvı daldırma adımı bir yangın geciktirici ve bir çapraz bağlama maddesi ile tamamlanır; su geçirmez ve yağ geçirmez apre, su geçirmez ve yağ geçirmez apre adımı su geçirmez ve yağ geçirmez bir ajan olarak bir flor bileşiği alınarak gerçekleştirilir. Yöntem, az miktarda kimyasal elyaf içeren doğal elyaf kumaş için de kullanılabilir. Kumaşın antistatik, alev geciktirici, su geçirmez ve yağ geçirmez çeşitli işlevleri vardır.

Tablo 1.2. Devamı

WO2006008900A1	Flame retardant knit fabric	Bu buluş, örneğin şilteler ve sandalyeler gibi döşemeli mobilyalarda ve yastıklar, şilte pedleri ve yatak takımları gibi yatak ürünlerinde kullanılan pamuk veya üretan köpük malzemelerinde var olan tutuş ve rahatlığı tatmin edici bir şekilde çekerken, alev geciktirici örgü bir kumaş sağlar. , bu ürünleri oldukça alev geciktirici hale getirebilir. Alev geciktirici örgü kumaş, halojen içeren liflerden (A), selülozik liflerden (B), alev geciktirici selülozik liflerden (C) ve polyester liflerden (D) oluşan gruptan seçilen en az iki tip lif içerir. Alev geciktirici örgü kumaşın özelliği, birim alan başına ağırlığın 150 g/m2'den az olmaması, kalınlığın 0,5 mm'den az olmaması, tüm örgü kumaştaki alev geciktirici oranının %2'den az olmamasıdır. ve (örme kumaşın birim alanı başına ağırlık (g/m2)) × (örme kumaş kalınlığı (mm)) × (bütün örgü kumaşta alev geciktirici oranı (ağırlık %)/100) değeri değildir. 10'dan az.
US9943079B2	Modified mineral-based fillers	En az bir aktif bileşen ve/veya geliştirilmiş antimikrobiyal özelliklerin daha iyi tutulduğu modifiye mineral bazlı dolgu maddeleri açıklanmaktadır. Malzemeler, katyonik bir modifikasyon işlemi, bir yüzey adsorpsiyon işlemi, bir yüzey tutma işlemi veya bunların en az bir aktif bileşenle bir kombinasyonu olabilen en az bir modifikasyon işlemine tabi tutulmuş en az bir mineral bazlı dolgu maddesi içerir. en az bir ısıl işlemle. En az bir aktif bileşen, bir metal madde veya başka bir biyosit, mantar ilacı, küf ilacı, antibiyotik, böcek ilacı, koruyucu veya antimikrobiyal madde olabilir. Polimerler, giysiler, cerrahi ekipman, kaplamalar ve boyalar gibi uygulamalarda ürünlerin antimikrobiyal aktivitesini arttırmaya yönelik yöntemler de açıklanmaktadır.

Tablo 1.2. Devamı

CN104403186	COMPOSITE SYNERGISTIC FLAME RETARDANT AND SMOKE SUPPRESSION LOW SMOKE HALOGEN- FREE SKELETON MATERIAL	Yeni malzemelerin teknik alanına ait olan buluş, hidromanyezit, Huntit ve alüminyum hidroksit kompozit sinerjistik alev geciktirici ve duman bastırıcı düşük dumanlı halojen içermeyen iskelet malzemesi ile ilgilidir. Düşük dumanlı halojensiz iskelet malzemesi ağırlıkça aşağıdaki bileşenlerden oluşur: 10-20 kısım matris reçinesi A, 5-10 kısım matris reçinesi B, 15-30 kısım matris reçinesi C, 10-20 kısım a. bağdaştırıcı, 40-60 kısım alev geciktirici ve duman bastırma maddesi, 0,5-2 kısım bir birleştirme maddesi, 2-4 kısım bir akış arttırıcı, 0,5-2 kısım bir yağlayıcı ve 0,5-2 kısım bir antioksidan. Spesifik olarak, alev geciktirici ve duman bastırma maddesi, 1:1-2 oranında hidromanyezit-huntit ve alüminyum hidroksit tarafından oluşturulan kompozit bir sinerjik alev geciktirici ve duman bastırıcı maddedir. A matris reçinesi bir etilen-vinil asetat kopolimeridir, matris reçinesi B bir etilen-okten kopolimeridir ve matris reçinesi C polietilendir. Buluş tarafından sağlanan düşük dumanlı halojensiz iskelet malzemesinin mekanik özellikleri iyileştirilir ve aynı zamanda alev geciktiriciliği de büyük ölçüde iyileştirilir.
CN105949598	HYDROMAGNESITE/HU NTITE FLAME- RETARDANT EVA/LLDPE (ETHYLENE- VINYL ACETATE/LINEAR LOW- DENSITY POLYETHYLENE) MATERIAL	Buluş, ağırlıkça kısımlar halinde aşağıdaki bileşenlerden hazırlanan bir hidromanyezit/huntit alev geciktirici EVA/LLDPE (etilen-vinil asetat/doğrusal düşük yoğunluklu polietilen) malzemesini açıklar: 100 kısım baz reçineler A (EVA ve LLDPE), 20-30 kısım bağdaştırıcı B maleik anhidrit aşıllı polietilen (PE-g-MAH), 170-190 kısım inorganik alev geciktirici C (hidromanyezit tozu ve Huntit tozu), 0,5-1 kısım antioksidan D ve 2,5-4 kısım yağlayıcı E. Hazırlama yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşur: hammaddelerin homojen bir şekilde karıştırılması ve 140-150°C'lik plastifikasyon sıcaklığında ve 160-180°C'lik kütleme sıcaklığında işleminden geçirilmesi. buluş, uygun alev geciktirme, mükemmel gerilme mukavemeti ve kopmada mükemmel uzama avantajlarına sahiptir.

Tablo 1.2. Devamı

CN106009042	PREPARATION METHOD OF HYDROMAGNESITE-HUNTITE COMPOSITE FLAME RETARDANT	Buluş, bir hidromanyezit-huntit kompozit alev geciktiricinin bir hazırlama yöntemini açıklar. Ultra ince hidromanyezit tozu ve Huntit tozu, bir silan birleştirme maddesi ve kuru modifikasyon için bir alüminat değiştirici ile karıştırılır ve daha sonra hidromanyezit-huntit kompozit alev geciktirici hazırlanır, burada silan birleştirme maddesi, hidromanyezitin toplam ağırlığının %0.4-0.8'idir. toz ve Huntit tozu ve alüminat değiştirici hidromanyezit tozu ve Huntit tozunun toplam ağırlığının %0.8-%1.2'sidir; silan birleştirme ajanı KH550, KH560 ve ZQ-172'den biridir ve alüminat değiştirici F3, F-1 ve LS-822'den biridir. Yöntemin benimsenmesiyle, inorganik bir alev geciktirici ile reçine arasındaki karşılıklı etki geliştirilebilir ve hazırlama yöntemi, düşük dumanlı ve düşük halojenli plastik, dumansız ve halojensiz plastik ve benzeri alanlar için yaygın olarak kullanılabilir. gibi.
EP1198499	A FLAME-RETARDANT POLYMER COMPOSITION	Mevcut buluş, yüksek mekanik mukavemete sahip, nispeten sert, alev geciktirici bir polimer bileşimi ile ilgilidir. Bileşim, bir polimer karışımı ve bir veya daha fazla dolgu maddesi içerir. Dolgu maddeleri, magnezyum hidroksit, alüminyum trihidrat, Huntit, hidromanyezit ve bunların karışımlarından oluşan gruptan seçilen bir inorganik alev geciktirici içerir ve polimer karışımı, homopolimerler ve kopolimerlerden oluşan gruptan seçilen bir polimer veya polimerlerin bir kombinasyonunu içerir. PP, HDPE, LLDPE, LDPE, EVA, EBA, EEA, EMA. Ayrıca polimer veya polimerler, PP veya HDPE polimerlerinden en az birini içerir ve polimer karışımındaki polimerlerin ağırlıkça en az %5'i maleik asit anhidrit ile modifiye edilir (Bar, 2015).
GB2591121	POLYLACTIC ACID FLAME RESISTANT BLEND	Alev geciktiriciye ek olarak darbe mukavemeti ve/veya akış hızı değiştiricisine sahip PLA içeren bir karışım. Darbe mukavemeti/akış hızı değiştiricisi polibütilen adipat-ko-tereftalat (PBAT), polibütilen tereftalat (PBT), polibütilen süksinat (PBS), Polibütilen süksinat-ko-adipat (PBSA), Polihidroksialkanoat (PHA) veya Polikaprolakon (PCL). Yangın geciktirici tercihen amonyum polifosfat veya mineral bazlı malzemedir. Bir düzenlemede mineral bazlı malzeme, Huntit ve hidromanyezit – magnezyum karbonatların bir karışımıdır. Bir çekirdekleştirici madde ve takviye edici dolgu maddesi de dahil edilebilir. Tercihen karışım, fişler, elektronik cihaz mahfazaları veya ambalajlar gibi eşyaları yapmak için kullanılır. Karışım, PLA, mukavemet/akış hızı değiştiricisi ve alev geciktiriciyi karıştırarak ve bir tel halinde veya bir kalıptan ekstrüde edilerek üretilir. Tercihen karışım 150 ile 230°C arasında ısıtılır. Karışım, V0 sertifikası olarak UL94 yangına dayanıklılık sağlama yeteneğine sahiptir.

1.9. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Yapılan literatür araştırmasında pamuklu kumaşlara akrilik kaplama ile HH mineralinin kaplama yapıldığı; HH fularlama-kurutma-kürleme yöntemi ile silan bazlı nanosoller ile kaplama yapıldığı, hidromanyezit ve magneyum oksitin çökeltme yaşılanma yöntem ile sentezlenere karakterize edildiği , sunta içerisinde HH mineralinin uygulandığı, HH takviyeli polimerik kompozitlerin mekanik özelliklerinin araştırıldığı, polimerik kompozitlerde HH'nin borik asit ve antimon oksitle birlikte kullanılarak FR özelliklerinin incelendiği, polietilen tereftalat'a HH eklenerek elde edilen kompozitlerin FR özelliklerini araştırıldığı, poliüretan elastomer kompozitlerde çinko borat ve HH mineralinin FR ve termal özelliklerinin incelendiği, HH kullanılan poliüretan kompozitlerde genişleyebilen grafitin, mikrokapsüle edilmiş kırmızı fosforun FR, termal ve mekanik etkilerinin incelendiği; ahşap kompozitlerde HH'nin kullanıldığı, HH'nin antimonitroksit, ve decabromodiphenyl oxide ile birlikte kullanıldığı, HH'nin antimon oksit ve borik asitle birlikte boyalarda kullanıldığı, EVA'nın FR özelliklerini geliştirmek için HH'nin kullanıldığı, Polimer kompozitlerde HH'nin kullanıldığı, Polietilen-ko-vinil asetat ve polietilen-ko-etil akrilat içerisinde HH'nin kullanıldığı, polipropilen içerisinde HH kullanılarak FR özelliklerinin iyileştirilmeye çalışıldığı , FR kompozitlerde amonyum polifosfat ile HH 'nin sinerjik etkisinin araştırıldığı, stor perdelik kumaşlarda akrilik esaslı HH kaplanmış kumaşların ses ve termal yalıtımı ve mekanik özelliklerinin ve güç tutuşurluk özelliklerinin incelendiği çalışmalara rastlanmıştır. Literatür araştırması sonucunda HH'nin kompozit, boya, ahşap ve plastik sanayiinde kullanılmasına yönelik çalışmalara rastlanılmıştır. Ayrıca, pamuklu ve polyester kumaşlarda yapılan uygulamalara da rastlanılmıştır. Mevcut proje konusu ise çeşitli organo-fosfatlar ile birlikte HH'nin yataklık kumaşlara uygulanması ile ilgilidir. Bu bakımdan mevcut proje konusunun literatürde çalışılmadığı ve özgün olduğu belirlenmiştir.

Patent araştırmasında ise HH'nin spandex içinde kullanıldığı, boya sanayisinde, sünger ve tekstil sanayisinde kullanılmasına yönelik patentlerin olduğu görülmüştür. Çalışmaya en yakın patent CA3053255A1 numaralı "Flame retardant cover" isimli patent olarak görülmüştür. Burada yatak şiltelerinde amonyum fosfatın yanında HH'nin de kullanılmasıyla FR özelliklerinin elde edilebileceği konu edinilmektedir. Ancak detaylı bir yöntem veya usul gösterilmemektedir. Projede amonyum fosfat kullanılmayacak olup Alüminyum di etil fosfinat, çinko di etil fosfinat ve Alüminyum hipo fosfit gibi

organofosfatlar kullanılacaktır. Ayrıca yöntem HH'nin bu organofosfatlar içerisinde kullanılması özelinde karakterize edilecektir. Bu bakımdan çalışmanın ilgili patent ile farklılıklar göstereceği düşünülmektedir.

Mevcut tez çalışmasında, HH'nin yataklık kumaşlarda güç tutuşurluk değerlerini artırabileceği düşünülmüştür. Yataklık kumaşlarda ayrıca antibakteriyellik de önemlidir. Bu bakımlardan akrilik bazlı kaplama patına HH, ZnB, Alüminyum hipofosfit gibi malzemelerin eklenmesiyle yataklık kumaşların hem güç tutuşurluk değerlerinin hem de antibakteriyel özelliklerinin kumaşa kazandırılabilmesi düşünülmüştür. Bu amaçla, söz konusu malzemelerin kaplama patına karıştırılması ve bu patın kaplama yöntemi ile kumaş yüzeyine aktarılması sağlanmıştır. Kumaşların temel fiziksel özellikleri, güç tutuşurluk, eğilme dayanımı, antibakteriyel özellikleri ölçülmüştür. Yapılan çalışma neticesinde optimum kaplama özellikleri belirlenmiştir.

Günümüz dünyasında sürdürülebilirlik ve doğal kaynakların etkin kullanılması, kimyasalların azaltılması gibi kavramlar öne çıkmaktadır. HH minerali doğadan elde edilen bir mineral olup ülkemizde de çok miktarda bulunmaktadır. HH genellikle boya ve plastik sanayiinde güç tutuşur malzeme olarak kullanılmakta olup, HH'nin tekstilde kullanılmasına yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Proje ile ülkemizde çıkarılan bir mineralin katma değerli ürün haline gelmesi, bu mineralin kullanılmasıyla FR kimyasallarının kullanımının azaltılması beklenmektedir. Ayrıca HH'nin sağlayabileceği antibakteriyellik özelliklerinin yataklık kumaşlara kazandırılması amaçlanmıştır.

Literatür ve patent araştırması neticesinde, HH'nin yataklık kumaşlarda güç tutuşurluk amacıyla kullanılmasına ilişkin bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu bakımdan çalışmanın bilimsel literatüre katkı sunması beklenmektedir. Ayrıca, yataklık kumaşların güç tutuşurluk değerleri doğal yollarla arttırıldığından, çalışma sonucunun tekstilde sürdürülebilirlik temasına ve yangınlar sonucu yaralanmaların önüne geçilebilmesi bakımından insan yaşamına katkı sunması beklenmektedir. Buna ilaveten, çalışmada kullanılan HH ve bor mineralleri ülkemizde çıkarılan mineraller olduğundan ülkemiz madencilik sektörüne ve tekstil sektörüne çalışmanın katkı sunması beklenmektedir.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, sabit konstrüksiyonlu dokuma polyester kumaş seçilmiş olup kaplama işlemleri bu kumaş üzerinde yapılmıştır. Kaplama yöntemi olarak bıçaklı rakle yöntemi seçilmiştir. Kaplama patı akrilik esaslı olarak belirlenmiş ve ilk planda halojenli patların FR özellikleri belirlenerek bu özelliklere denk veya daha üstün özellikteki fosfor içeren FR ajanı, kumaşa kaplama yaparak belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra, akrilik-organo fosfat patına farklı oranlarda HH ve çinko-borat malzemeleri farklı oranlarda karıştırılarak birçok kaplama patları elde edilip PET kumaş üzerine kaplanmıştır. Daha sonra kumaşların sınırlayıcı oksijen indeksi (LOI), sigara testi, kibrit testi, Crib 5 testi, antibakteriyel testler, eğilme dayanımı gibi özellikleri karakterize edilmiştir. Akrilik, organo-fosfat, HH, ZnB'den oluşan karışım patlarının sinerjik etkileri araştırılarak en iyi sonuç veren oran belirlenmiştir. Alüminyum ve çinko esaslı organo fosfatlar, HH ve ve Çinko-borat'ın ise geliştirilecek kumaşın antibakteriyel özelliklerini artıracığı düşünülmüştür. Nihai ürünün FR ve antibakteriyel analizleri yapılmıştır.

2.1. Materyal

2.1.1. Kumaş

Dokuma kumaş, AYDIN Tekstil firmasından temin edilip kartelada 30x50 cm boyutlarında kesilmiş ve rakleli kaplama makinesinin ölçülerine hazır hale getirilmiştir.

Kumaş %100 polyester maddeden oluşup temel özellikleri Tablo 2.1'de verilmektedir.

Tablo 2.1. Kullanılan dokuma kumaş özellikleri

Gramaj	200 g/m ²
Çözümlü sıklığı	33 tel/cm
Atkı sıklığı	23 tel/cm
İplik numarası	300 denye

2.1.2. Kullanılan Mineraller ve Güç Tutuşurluk Ajanlarının Temel Özellikleri

Çalışmada HH mineralleri olarak LKAB firmasından elde edilen LH3, LH15, 1250 ticari isimli mineraller kullanılmıştır. Ayrıca Clariant'tan temin edilen OP560, OP930, OP950, OP1230, OP1312 organofosfat içerikli güç tutuşurluk ajanlarının yanı sıra Trifenil Fosfat, Magnezyum Hipofosfit, Melamin, Tirbütilfosfat kullanılmıştır. Çalışma deneysel olarak kurgulanmış olup, kaplama yapılan kumaşlardan elde edilen güç tutuşurluk değerlerine göre malzeme seçimi yapılmıştır. Addiflam güç tutuşurluk patı da bu amaçla çalışmada kullanılmıştır. Bahsi geçen malzemelerin temel özellikleri aşağıdaki tablolarda sırasıyla verilmiştir.

Tablo 2.2. LH3 Özellikleri (LKAB Minerals, 2023)

Ortalama Yoğunluk (g/cm ³)	2,4	Magnezyum MgO	38,7
Kütle Yoğunluğu (kg/l)	0,3	Kalsiyum CaO	6,3
pH	10	Silikon SiO ₂	0,9
N ₂ - Yüzey Alanı (m ² /g)	14,6	Aliminyum Al ₂ O ₃	0,05
Renk (L*; b*)	98,5; 1,6	Demir Fe ₂ O ₃	0,05
Yağ Emilimi (ml/100g)	25	Kül Kalıntısı (@1,000 °C)	46,3
Malvern Lazer Kırılımı, D ₉₈ (µm)	9,0	Malvern Lazer Kırılımı, D ₅₀ (µm)	1,5

Tablo 2.3. LH15 Özellikleri (LKAB Minerals, 2023)

Ortalama Yoğunluk (g/cm ³)	2,4	Magnezyum MgO	37,9
Kütle Yoğunluğu (kg/l)	0,3	Kalsiyum CaO	7,4
pH	10	Silikon SiO ₂	0,7
N ₂ - Yüzey Alanı (m ² /g)	11,1	Aliminyum Al ₂ O ₃	0,06
Renk (L*; b*)	97,; 1,8	Demir Fe ₂ O ₃	0,05
Yağ Emilimi (ml/100g)	29	Kül Kalıntısı (@1,000 °C)	46,5
Malvern Lazer Kırılımı, D ₉₈ (µm)	16,5	Malvern Lazer Kırınım, D ₅₀ (µm)	3,1

Tablo 2.4. 1250 Özellikleri (LKAB Minerals, 2023)

Ortalama Yoğunluk (g/cm ³)	2,6	Magnezyum MgO	36
Kütle Yoğunluğu (kg/l)	0,3	Kalsiyum CaO	10,2
pH	10	Silikon SiO ₂	1,0
N ₂ - Yüzey Alanı (m ² /g)	17,9	Aliminyum Al ₂ O ₃	0,06
Renk (L*; b*)	97,5;1,6	Demir Fe ₂ O ₃	0,04
Yağ Emilimi (ml/100g)	34	Kül Kalıntısı (@1,000 °C)	48,0
Malvern Lazer Kırılımı, D ₉₈ (µm)	13,5	Malvern Lazer Kırınım, D ₅₀ (µm)	3,1

Tablo 2.5. OP-560 Özellikleri (Clariant, 2023)

Fosfor	%10-13
Yoğunluk	1.20 g/cm ³
Viskozite	500 mPa. sn
PH Değeri	4,5
Renk Numarası	800 maks.
Asit Numarası	2 maks mg/ KOH/g
Hidroksil Numarası	400-500 mg KOH/g

Tablo 2.6. OP-930 Özellikleri (Clariant, 2023)

Fosfor	%10-13
Su/Nem	%0,5
Yoğunluk	1.35 g/cm ³
Kütle Yoğunluğu	100-250 kg/m ³
Ayrışma Sıcaklığı	300°C
Lazer Kırılımı D50 (µm)	10
Lazer Kırılımı D95 (µm)	20

Tablo 2.7. OP-950 Özellikleri (Clariant, 2023)

Fosfor	%19,5- 20,5
Su/Nem	%0,25
Yoğunluk	1,3 g/cm ³
Kütle Yoğunluğu	600 kg/m ³
Ayrışma Sıcaklığı	350°C

Tablo 2.8. OP-1230 Özellikleri (Clariant, 2023)

Fosfor	%23,3-24
Su/Nem	%0,2
Yoğunluk	1,35 g/cm ³
Kütle Yoğunluğu	400-600 kg/m ³
Ortalama Parçacık Boyutu D50 (µm)	20-40

Tablo 2.9. OP-1312 Özellikleri (Clariant, 2023)

Fosfor	%18,7-19,7
Su/Nem	%0,3
Yoğunluk	1,6 g/cm ³
Kütle Yoğunluğu	500 kg/m ³
Ayrışma Sıcaklığı	320°C

Tablo 2.10. Addiflam Özellikleri

Dış Görünümü	Beyaz
Katı içerik	%40
Viskozite	600-850 mPas
Yoğunluk	1.05,-0.1 kg/l
PH	7,5-9,5

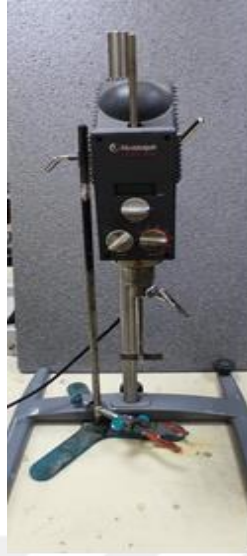
Tablo 2.11. Trifenil Fosfat özellikleri

Erime noktası	48-50 °C (yanar)
Kaynama noktası	370°C
yoğunluk	1,2055
Buhar basıncı	1,3 mm Hg (200°C)
Kırılma endeksi	1,563
Teklif	435 °F
Depolama sıcaklığı	2-8°C
Suda çözünübilirlik	Çözünmez
Merck	14,9742

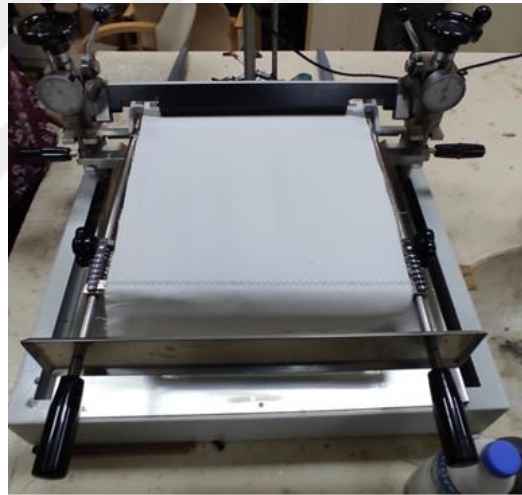
2.2. Yöntem

2.2.1 Kumaş Kaplama Yöntemi

Çalışmada akrilik bazlı kaplama ortamına yukarıda özellikleri verilen malzemeler farklı oranlarda eklenerek kaplama patı oluşturulmuştur. Kaplama patı Heidolph marka mekanik karıştırıcıda 500 d/dk hızla 10 dk boyunca karıştırılmıştır (Şekil-2.1). Kaplama işlemi Mathis marka rakleli kaplama cihazında yapılmaktadır (Şekil-2.2). Kumaş rakleli numune kaplama cihazında gerdirilerek düz bir zemin oluşturulmuş, kaplama patı kumaş üzerine dökülmüştür. Kumaş ile rakle arasında 0.4 mm aralık oluşturulduktan sonra rakle çekilerek kumaş üzerine kaplama yapılmıştır. Ardından, kumaş numune kaplama cihazı üzerinden alınarak etüvde kurutma ve fikse işlemi gerçekleştirilmiştir. Etüvde 100 °C’de 15 dk kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil-2.3).



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan Mekanik Karıştırıcı



Şekil 2.2. Mathis Rakleli Numune Kaplama cihazı

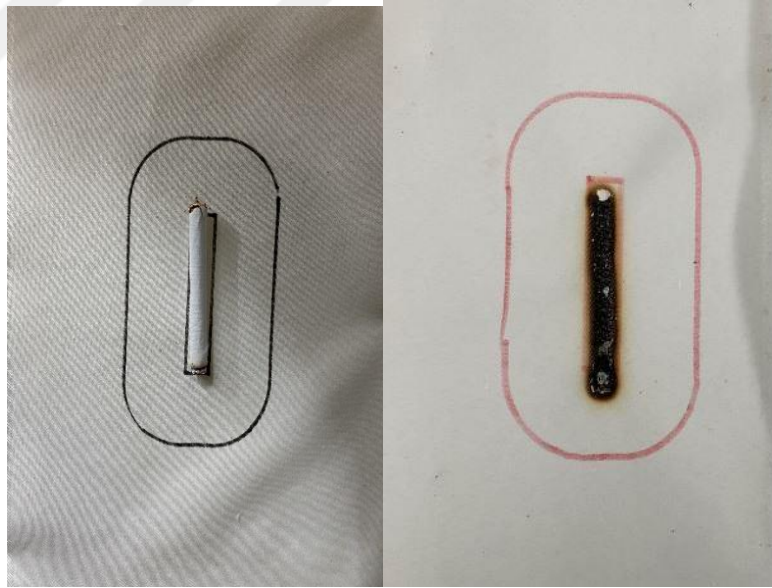


Şekil 2.3. Etüv (kurutucu) makinası

2.2.2.Güç tutuşurluk testleri

2.2.2.1.Sigara Testi (TS EN 597-1)

Sigara testi yatak kumaşlarına göre planlanıp geliştirilen bir güç tutuşurluk test yöntemidir. Uygulanan bu testte uygun özellikte filtresiz sigara kullanılmaktadır. Kumaş zeminine konulan sigaranın üstüne belli boylarda (5cm çapında) (Şekil 2.4) işaretler koyularak testin alanı belirlenmektedir. Daha sonra sigara yakılır ve kumaş zemininde kendinden sönmeye beklenmektedir. Bu zaman süresince sönmeye beklenen sigaranın yanma zamanı not edilmektedir. 0,5 cm'den 5,5 cm çizgisine dek yanan sigaradan alınan zaman değeri kaydedilmektedir. Geçen zaman sonucunda kumaş zemini incelenmekte ve testten geçtiği geçmediği belirlenmektedir. Test numunesi şayet kesinleşen beş santimetre çapındaki aralığı geçer ise kumaş testten kalmışsa beş santimetre çap aralığı aşmaz içinde yanıp söner ise testten onaylanmış anlamına gelmektedir. Şekil 2.4'de sigara testi yapılan kumaş ile testi onaylanan kumaş şekli bulunmaktadır.



(a) test için hazırlanan kumaş

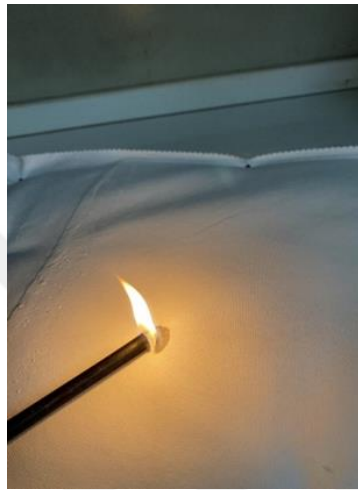
(b) testi geçen kumaş

Şekil 2.4. Sigara testi yapılan numune kumaş

2.2.2.2. Kibrit Alev Eşdeğeri Testi (TS EN 597-2)

Yatak kumaşlarının, güç tutuşurluğunu değerlendirmek için geliştirilmiş bir test metodudur. Uygulanan test metodunda alev kaynağının yüksekliği kibrit alevi eş değeri olacak şekilde yaklaşık 3,5 cm olmalıdır. 3,5 cm yüksekliğindeki alev kaynağı numunenin

yüzeyine 15 sn uygulanıp geri çekilir. Kumaşta ve iç materyalde her iki yönde “alevlenme” veya “ilerleyen için için yanma” gözlenmezse tutuşma olmadığı kaydedilip numunenin testi geçtiği sonucuna varılır. Eğer numunenin ilerleyen için için yanması veya alevli yanması gözlemlenir ise söndürülerek deneye son verilir ve kumaş testten kalmış olur. Aşağıda Şekil 2.5’te kibrit testi yapılan numune ve testten kalan numune görseli verilmiştir.



(a) Kibrit eş değeri testi yapılan kumaş



b) Testten geçen kumaş

Şekil 2.5. Kibrit testi yapılan numune kumaş

2.2.2.3.Sınırlayıcı oksijen indeksi (LOİ)

LOİ testi (ASTM D1230-17) bütün dünyada geçerli ve kullanımı çok olan bir güç tutuşurluk testidir. LOİ değeri bir ürünün yanma davranışını sürdürebilmesi için ihtiyaç duyduğu en az oksijen konsantrasyonunu anlatmaktadır. Şayet bu değer azsa malzeme kolayca yanma davranışı göstermesi manasına gelmektedir. Tablo 2.12’de LOİ değerine göre malzemelerin gruplandırılması gözlenmektedir. Atmosferde yüzde yirmi bir seviyesinde oksijen olmaktadır. Oksijen gazı yanmayı desteklemekte. Uygulanan deneysel araştırmalardan sağlananlara dair oksijen/azot arasındaki seviyenin çoğunluğu neticesi malzeme daha çok yanıcı olmaktadır.



Şekil 2.6. LOI test cihazı

Tablo 2.12. LOİ değerlerine göre güç tutuşturucularının sınıflandırılması

LOİ Değeri	Sınıfı
<%24	Yanabilir, alev alabilir
%24-28	Sınırlı güç tutuştur
%29-34	Güç tutuştur
>%34	Ekstra güç tutuştur

Teste başlamadan önce deney numuneleri numune tutucu boyutlarında kesilerek, numune tutucuya yerleştirilmektedir. Cam hazne numuneyi içerisine alacak biçimde yerleştirilmektedir. Dikey olarak koyulan örnek numune kumaş, oksijen-azot atmosferinde hidrojen alevi ile üst kenarından tutuşturulmaktadır. Alev beş saniyede bir numuneden uzaklaştırılmakta ve numunenin yanmaya başlayıp başlamadığı kontrol edilmektedir. Kumaş numunesi otuz saniye süresince tutuşmazsa ya da kumaş numunesi yandıktan sonra numunenin elli milimetrelilik uzunluğunun yanma zamanı yüz seksen saniyeyi geçerse test bitirilir ve o numune sıfır diye kaydedilmektedir. Yeni deney numunesiyle bir önceki oksijen konsantrasyon değerinden %0,2 seviyesinde çoğaltılarak ilk değerden ayrı bir netice sağlanıncaya dek test tekrarlanmaktadır. Test esnasında kumaş numunesi ilk otuz saniyede yanarsa kronometre başlatılır ve kumaş numunesinin 50 mm'lik uzunluğunun yanma zamanı yüz seksen saniyeyi geçmezse test bitirilir ve o numune X diye kaydedilmektedir. Yeni deney numunesiyle bir önceki oksijen

konsantrasyon değerinden %0,2 seviyesinde düşürülerek ilk değerden ayrı bir netice alınana dek test tekrarlanmaktadır.

2.3. Antibakteriyel Test

Antimikrobiyal tekstillerin etkinliğini belirlemek için birçok test yöntemleri geliştirilmektedir. Bu yöntemler genellikle iki kategoridedir: Kantitatif ve kalitatif analiz yöntemi. Bunlara sırasıyla agar difüzyon testi ve süspansiyon testi de denilmektedir. Tablo 2.13’de kantitatif ve kalitatif analiz yöntemleri altında bazı test standartları verilmiştir.

Tablo 2.13. Kantitatif ve kalitatif analiz yöntemler (Akaydın, 2014)

Kantitatif Analiz	Kalitatif Analiz
1. AATCC 147-1998 (Antibakteriyel)	1. AATCC 100 (Newyork City Protokolü)
2. AATCC 30-1998 (Antifungal)	2. ASTM E2149-01 (Antibakteriyel, Antifungal)
3. NCCLS M100-S9:1999 (Disk Difüzyon Metodu) (Antibakteriyel, Antifungal)	

Uluslararası alanda tekstil ürünlerinde antimikrobiyal etkinliğin belirlenmesi için kabul görmüş olan standart ISO 20743 (Textiles –Determination of the Antibacterial activity of Antibacterial Finished Products) standardıdır. Bu standart mevcut kullanılmakta olan yöntem ve standartların yetersiz kaldığı durumlarda teknolojik, ekolojik ve dermatolojik beklentilerin değerlendirildiği bir standarttır. Uluslararası Standart Organizasyonu ISO tarafından 2007 yılı haziran ayında yürürlüğe konmuş olan bu standartta antibakteriyel bitim işlemi görmüş olan tekstil yapılarında (kumaş, dolgu malzemesi, iplik ve dokusuz yüzeyler dahil) kantitatif olarak antibakteriyel etkinlik belirlenmektedir. Testlerde kullanılan mikro organizmalar S.Aureus ve Klebsialle pneumoniae olarak tanımlanmaktadır (Akaydın, 2014). Çalışmada ASTM E2149-01 yöntemi kullanılarak S.Aureus bakterisine karşı aktivite tayini yapılmıştır.

2.4. Eğilme Dayanımı Testi

Kumaşların Eğilme Dayanımı Testi “TS 1409- Dokunmuş Tekstil Mamüllerinin Eğilme Dayanımı Tayini” standardı esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Eğilme Dayanımı Mamulün eğilmeye karşı gösterdiği direnç olup gerilim uygulanmadan, tekstil mamulünün kendi ağırlığı altında eğildiğinde her iki ucuna uygulanan moment olarak

tanımlanmaktadır. Birimi mgxcm (miligram-santimetre)'dir. Deneyde 25*150 mm boyutlarında kesilmiş numunelerin Değişmez açılı Eğilme Deney Düzeneginin üst plakalarından kumaşın ittirilmesi sonucunda kendi serbest ağırlığı ile 41,50'lik eğik çizgiler üzerine geldiğinde elde edilen uzunluk sarkma uzunluğu (X) olarak kaydedilir. Sarkma uzunluğunun yarısı eğilme uzunluğunu verir (X) Eğilme dayanımı ise aşağıdaki formülle hesaplanır. W, kumaş gramajıdır.

$$G = 0,1 * W * C3 \quad [mg.cm]$$



3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Güç Tutuşurluk Testi Sonuçları

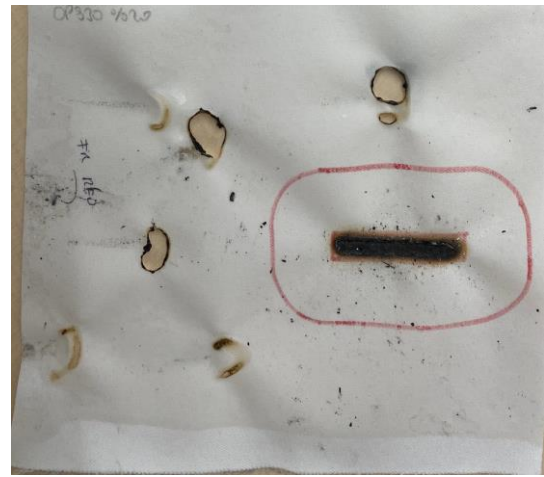
Kaplanmış kumaşlara sigara ve kibrit testleri uygulanmıştır. Tablo 3.1.'de verilen testlerde kumaşların FR performansları özet olarak gösterilmektedir. Şekil 3.1.- Şekil-3.8. arasında %10 ve %20 oranlarında OP 930 (alüminyum dietil fosfinat) OP 950 (Çinko dietil fosfinat), OP 1230 (alüminyum dietil fosfinat -Al içeriği farklı), AHP (Alüminyum hipo fosfit) uygulanmış kaplanmış kumaşların kibrit ve sigara test sonuçları verilmektedir. Buna göre kaplaması yapılan bütün kumaşlar Sigara testinden geçerken sadece OP 1230'un %20 oranında kullanıldığı kaplanmış kumaş hem sigara testinden hem de kibrit testinden geçmiştir.

Tablo 3.1. Organofosfat uygulanmış kumaşların FR performansları

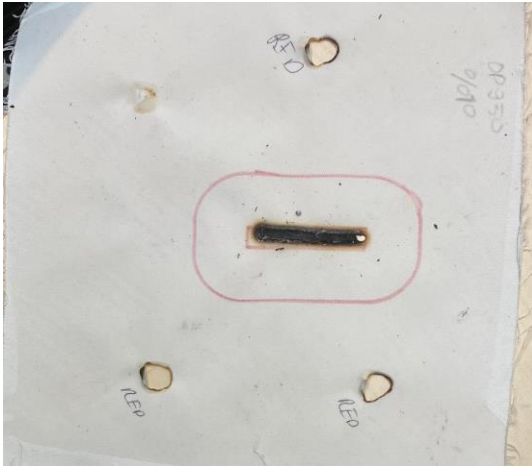
ÜRÜN	ORAN	G/M ²	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit
OP930	20%	321	GEÇTİ	KALDI
OP930	10%	351	GEÇTİ	KALDI
OP950	20%	337	GEÇTİ	KALDI
OP950	10%	340	GEÇTİ	KALDI
OP1230	20%	353	GEÇTİ	GEÇTİ
OP1230	10%	357	GEÇTİ	KALDI
AHP	20%	412	GEÇTİ	KALDI
AHP	10%	359	GEÇTİ	KALDI



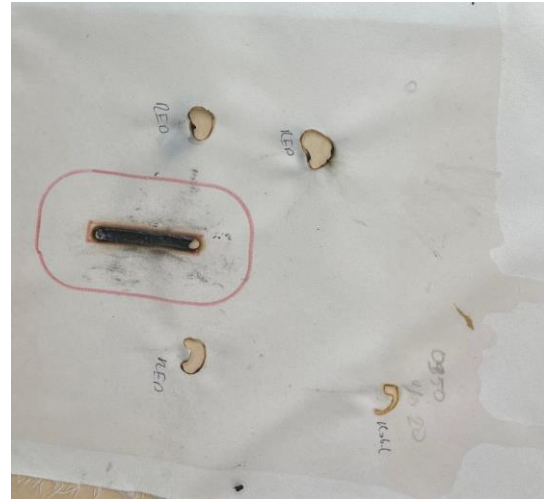
Şekil 3.1. OP930 %10



Şekil 3.2. OP930 %20



Şekil 3.3. OP950 %10



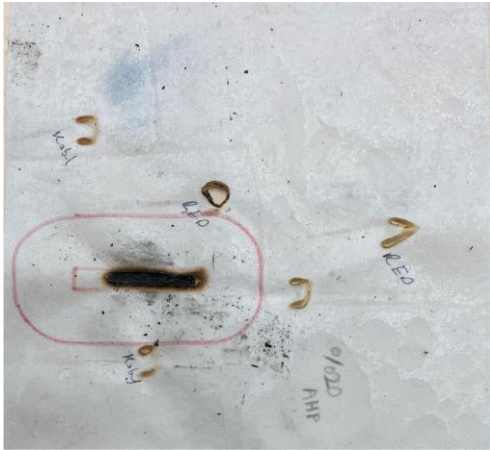
Şekil 3.4. OP950 %20



Şekil 3.5. OP1230 %10



Şekil 3.6. OP1230 %20



Şekil 3.7. AHP %10



Şekil 3.8. AHP %20

OP1230'un %20 oranında kullanılmasıyla üretilen numunelerin sigara ve kibrit testlerinden geçtiği görülmüştür. Çalışma, OP 1230'un %20 olarak belirlendiği kaplama patına %10 oranında LH3 ve LH15 minerali eklenmesiyle ilerletilmiş ve numunelerin sigara testinden geçerken kibrit testinden kaldığı görülmüştür. Kaplama patı içerisindeki OP 1230 oranı %30 oranına çıkarıldığında da yine kibrit testinden numuneler kalmıştır. OP 930 ve OP 950 için de benzer denemeler yapılmış ve sigara testinden bütün numuneler geçerken kibrit testinden numuneler kalmıştır. Tablo-3.2'de özet halinde veriler görülürken, Şekil-3.9 – Şekil 3.14 aralığında test sonuçları görsel olarak verilmektedir.

Tablo 3.2. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları

ÜRÜN	ORAN	G/M ²	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit
OP930	30%	262	GEÇTİ	KALDI
OP930/LH3	20%+10	273	GEÇTİ	KALDI
OP930/LH15	20%+10	259	GEÇTİ	KALDI
OP950	30%	320	GEÇTİ	KALDI
OP950 /LH3	20%+10	285	GEÇTİ	KALDI
OP950 /LH15	20%+10	271	GEÇTİ	KALDI
OP1230	30%	272	GEÇTİ	KALDI
OP1230 /LH3	20%+10	270	GEÇTİ	KALDI
OP1230 /LH15	20%+10	272	GEÇTİ	KALDI



Şekil 3.10. OP930 %20+ LH3 %10



Şekil 3.9. Op930 %30



Şekil 3.11. OP 950 %30



Şekil 3.12. OP 930 %20+ %10 LH15



Şekil 3.13. OP 950 %20+%10 LH15



Şekil 3.14. OP 950 %20 + LH 3%10

Tablo 3.2.'de verilen denemelerin kibrit testinden kalması neticesinde OP1312 ile denemeler yapılmıştır. OP 1312 akrilik kaplama içerisinde tek başına %20 oranında ve LH3 ile LH15 minerallerinin %10 ilavesi ile denemeler yapılmıştır. Bu deneylerde numuneler sigara testinden geçerken kibrit testinden kalmıştır. OP 930, OP 950, OP 1230 ve OP 1312 ürünleri katı formda olduğundan ve istenen FR özelliklerini sağlayamadıklarından sıvı formda olan fosfor esaslı poliol içeren OP 560 FR malzemesi ile denemelere başlanmıştır (Tablo-3.3). OP 560'ın %5 oranında akrilik kaplamaya ilave edilmesiyle kibrit testinden kalırken %10 ve % 20 oranlarında ilave edilmesiyle bu testlerden geçmiştir. OP 560'ın homojen bir şekilde akrilik kaplama içerisinde dağılması ve uygulamanın kolay olması, ayrıca FR özelliklerinin istenen testleri karşılaması nedeniyle denemelere OP 560 ile devam edilmesi kararı alınmıştır. Test sonuçlarına ait görseller Şekil 3.15- Şekil 3.20 arasında gösterilmektedir.

Tablo 3.3. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları

ÜRÜN	ORAN	G/M ²	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit
OP1312	20%	279	GEÇTİ	KALDI
OP1312+LH3	20%+10%	279	GEÇTİ	KALDI
OP1312+LH15	20%+10%	267	GEÇTİ	KALDI
OP560	20%	251	GEÇTİ	GEÇTİ
OP560	10%	247	GEÇTİ	GEÇTİ
OP560	5%	271	GEÇTİ	KALDI



Şekil 3.15. OP 1312 %20 LH15 %10



Şekil 3.16. OP 1312 (%20)



Şekil 3.17. OP 1312 %20 LH3 %10



Şekil 3.18. OP 560 %20



Şekil 3.19. OP 560 %5



Şekil 3. 20. OP 560 %10

OP 560'ın minimum bir şekilde kullanılmasının hem maliyet hem de uygulama bakımından avantajlarının olabileceği düşüncesiyle bu ürün %10 oranında kullanılarak LH15, LH3, 1250 ve ZnB'nin %10 ve %5 oranlarında belirlenmesiyle denemeler yapılmıştır. Bu denemeler sonucunda numuneler sigara testinden geçerken kibrit testinden kalmıştır. Test sonuçları toplu halde Tablo 3.4.'de, test sonuçlarının görselleri ise aşağıdaki Şekil 3.21-3.27.'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları

ÜRÜN	ORAN	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit
OP560-1250	10%-10%	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH15	10%-10%	GEÇTİ	KALDI
OP560-ZnB	10%-10%	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3	10%-10%	GEÇTİ	KALDI
OP560-1250	10%-5%	GEÇTİ	KALDI
OP560-ZnB	10%-5%	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3	10%-5%	GEÇTİ	KALDI



Şekil 3.21. OP560%10+1250%10



Şekil 3.22. OP560%10+LH15%10



Şekil 3.23. OP560%10+ZnB%10



Şekil 3.24. OP560%10+LH3%10



Şekil 3.26. OP560%10+ZnB%5



Şekil 3.25. OP560%10+1250%5



Şekil 3.27. OP560 %10+LH3%5

OP560'ın kaplama patı içerisinde tek başına %10 olarak kullanıldığında kibrit testinden geçtiği ancak OP560 aynı oranda kullanılarak içerisine LH3, LH15 ve ZnB katıldığında kibrit testinden geçmediği için OP560'ın %20'ye çıkarılması ve LH3 ve ZnB'nin %5 ve %10 oranlarında kaplama patına eklenmesi ile ilgili deney sonuçları Tablo 3.5.'de verilmiştir. Buna göre bütün denemeler kibrit testinden başarısız olmuştur. İlgili görseller aşağıdaki Şekil 3.28.- 3.31.'da gösterilmektedir.

Tablo 3.5. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları

ÜRÜN	ORAN	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit
OP560-ZnB	20%-5%	GEÇTİ	KALDI
OP560-ZnB	20%-10%	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3	20%-5%	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3	20%-10%	GEÇTİ	KALDI



Şekil 3.28. OP 560%20+ZnB%10



Şekil 3.29. OP560 %20+ZnB%5



Şekil 3.30. OP 560%20+LH3%10



Şekil 3.31. OP 560%20+LH3%5

LH3, ZnB ve 1250 malzemelerinin OP560 ile sinerjik etkisinin düşük olduğu düşünülerek kumaş kaplamalarının çift kat yapılması kurgulanmıştır. İlk olarak kumaş yüzeyine sadece OP560 %20 oranında kaplanmış ve etüvde kurutulmuştur. Kaplanmış kumaş yüzeyine bu sefer 1250, ZnB ve LH3 malzemelerinden %20 ve %25 oranlarında kaplama yapılarak çift kat kaplama yapılmıştır. Böylelikle her bir kaplamanın müstakil olarak

farklı biçimlerde güç tutuşurluğa katkısının olabileceği düşünülmüş ancak üretilen bütün numuneler kibrit testinden kalmıştır. Çift kat kaplama yapıldığında artan akrilik yoğunluğunun bu testten geçilememesine sebep olduğu düşünülmüştür. Test sonuçları Tablo 3.6.'da, ilgili görseller ise aşağıdaki Şekil 3.32.-3.357.'de verilmiştir.

Tablo 3.6. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları

ÜRÜN	ORAN	G/M ²	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit
OP560-1250	10%-20%	268	GEÇTİ	KALDI
OP560-1250	10%-25%	299	GEÇTİ	KALDI
OP560-ZnB	10%-20%	274	GEÇTİ	KALDI
OP560-ZnB	10%-25%	323	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3	10%-20%	274	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3	10%-25%	326	GEÇTİ	KALDI



Şekil 3.33. Tek kat OP 560 %10+1250 % 20 Şekil 3.32. Çift Kat 1-OP560 %10 2- 1250 %25



Şekil 3.34. Çift Kat 1-OP560 %10 2- ZnB %25



Şekil 3.35. Tek kat OP 560 %10+ZnB % 20



Şekil 3.36. Çift Kat 1-OP560 %10 2- LH3 %25

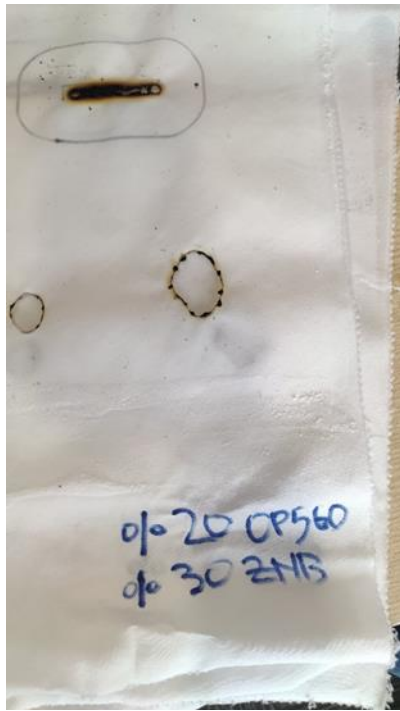


Şekil 3.37. Tek kat OP 560 %10+LH3 % 20

Çift kat kaplamalara OP560 %20 oranında tutularak LH3 ve ZnB oranları düşük (%2,2 ve %5) ile yüksek (%30) konsantrasyonlarda belirlenerek tekrar denemeler yapılmıştır. Ancak yapılan denemelerde bütün numuneler sigara testinden geçerken kibrit testinden kamıştır. İlgili test sonuçları Tablo 3.7.de, görseller ise aşağıdaki şekil Şekil 3.38- 3.42.'de verilmiştir.

Tablo 3.7. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları

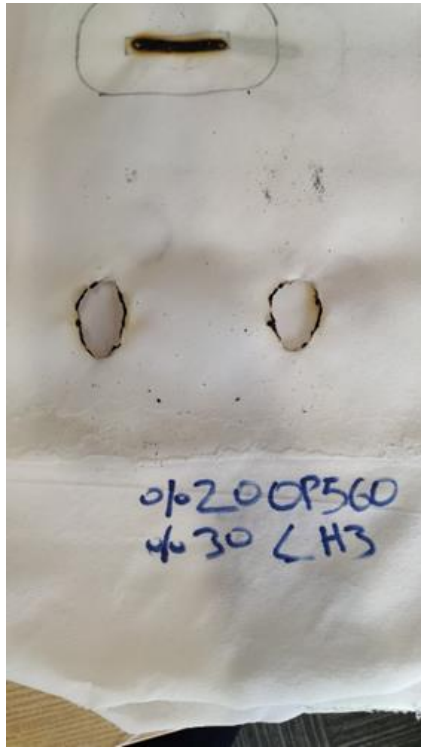
ÜRÜN	ORAN	G/M ²	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit
OP560-LH3	20%-2,2%	288	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3	20%-5,5%	295	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3	20%-30%	281	GEÇTİ	KALDI
OP560-ZnB	20%-2,2%	271	GEÇTİ	KALDI
OP560-ZnB	20%-5,5%	276	GEÇTİ	KALDI
OP560-ZnB	20%-30%	263	GEÇTİ	KALDI



Şekil 3.38. OP 560 %20+ZnB%30



Şekil 3.39. OP 560 %20+ LH3 %2.2



Şekil 3.41. OP 560 %20+ LH3 %30



Şekil 3.40. OP 560 %20+ZnB%2.2



Şekil 3.42. OP 560 %20+ ZnB %5.5

Çift kat uygulamasına 1250, LH3 ve ZnB'nin daha da yüksek miktarlarda uygulanmasıyla devam edilmiştir. 20 gram OP560 içerisine 15'er gram ve 30 gram LH3, 1250 ve ZnB

eklenmiş ancak yine bütün numuneler sigara testinden geçerken, kibrit testinden kalmıştır. İlgili test sonuçları Tablo 3.8.'de, görseller ise aşağıdaki Şekil 3.43-3.47.'de verilmiştir. Çift kat uygulamasında akrilik oranının da yapı üzerinde miktarı arttığından güç tutuşurluğa negatif etkisinin olduğu değerlendirilmiştir. Bu bakımdan çift kat uygulamasının bir fayda getirmediği düşünülerek yeni malzemelerin kullanılarak tek kat kaplama yapılmasının faydalı olabileceği değerlendirilmiştir.

Tablo 3.8. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları

ÜRÜN	ORAN	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit
OP560-1250-LH3	20gr-15gr-15gr(Ç.K)	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3	20gr-30gr(Ç.K)	GEÇTİ	KALDI
OP560-LH3-ZNB	20gr-15gr-15gr(Ç.K)	GEÇTİ	KALDI
OP560-1250	20gr-30gr(Ç.K)	GEÇTİ	KALDI
OP560-ZNB	20gr-30gr(Ç.K)	GEÇTİ	KALDI



Şekil 3.43. 1- OP 560 20 gr 2-1250 15 gr+ LH315 gr



Şekil 3.44. 1- OP560 20 gr 2-ZnB 30gr



Şekil 3.45. 1- OP560 20 gr 2-LH3 15 gr+ZnB15 gr



Şekil 3.46. 1-OP560 20gr 2-1250 30 gr



Şekil 3.47. 1- OP560 20 gr 2-LH3 30 gr

OP 560 içerisine farklı güç tutuşurluk malzemeleri katılarak kaplanmış kumaşların FR etkinliği araştırılmak istenmiştir. Bu amaçla Trifenilfosfat (TFF), Melamin,

Tribütilfosfat, Magnezyum hipofosfit ve Addiflam (organik fosfor ve nitrojen içerikli) ticari ürünleri ile denemeler yapılmasına karar verilmiştir. Üretilen tüm numuneler sigara testinden geçmiştir. OP560-Melamin (%20-%10) kibrit testinden geçmesine rağmen bu kaplamaya LH3 (%10) oranında katıldığında kibrit testinden kalmıştır. Benzer şekilde OP560-Tribütilfosfat (%20-%10) kaplaması kibrit testinden geçerken bu kaplamaya LH3 (%10) oranında katıldığında kibrit testinden kalmıştır. Magnezyum hipofosfit karışımlarının tamamı da kibrit testinden kalmıştır. Addiflam ürünün LH3 ve ZnB karışımları ise kibrit testinden geçmiştir. LH3'ün %5, %10, %15 ve %20 oranlarında katılmasıyla numunelerin kibrit testinden başarı ile geçtiği görülürken ZnB'in %20 karışımı kibrit testinden geçebilmiştir. İlgili test sonuçları Tablo 3.9.'da, görseller ise aşağıdaki Şekil 3.48.-3.61.'de verilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak Addiflam güç tutuşurluk malzemesi temel güç tutuşurluk elemanı olarak seçilmiş ve LH3 ile ZnB'nin farklı oranları ile denemeler yapılmasına karar verilmiştir.

Tablo 3.9. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları

ÜRÜN	ORAN	G/M 2	TS EN 597- 1 Sigara	TS EN 597- 2 Kibrit
TFF-OP560	10%-20%	285	GEÇTİ	KALDI
TFF-LH3-OP560	10%-10%-20%	287	GEÇTİ	KALDI
MgHİPOFOSFİT-OP560	10%-20%	284	GEÇTİ	KALDI
MgHİPOFOSFİT-LH3- OP560	10%-10%-20%	271	GEÇTİ	KALDI
OP560-MELAMİN	20%-10%	284	GEÇTİ	GEÇTİ
OP560-MELAMİN-LH3	20%-10%-10%	282	GEÇTİ	KALDI
TRİBUTYLFOSFAT- OP560	10%-20%	276	GEÇTİ	GEÇTİ
TRİBUTYLFOSFAT-LH3- OP560	10%-10%-20%	291	GEÇTİ	KALDI
ADDİFLAM	%0	236	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDİFLAM-LH3	%5	238	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDİFLAM-LH3	%10	242	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDİFLAM-LH3	%15	239	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDİFLAM-LH3	%20	273	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDİFLAM-ZNB	5%	268	GEÇTİ	KALDI
ADDİFLAM-ZNB	10%	263	GEÇTİ	KALDI
ADDİFLAM-ZNB	20%	274	GEÇTİ	GEÇTİ



Şekil 3.48. OP560%20 + TFF %10



Şekil 3.50. OP560%20 + Melamin %10 +
LH3 %10



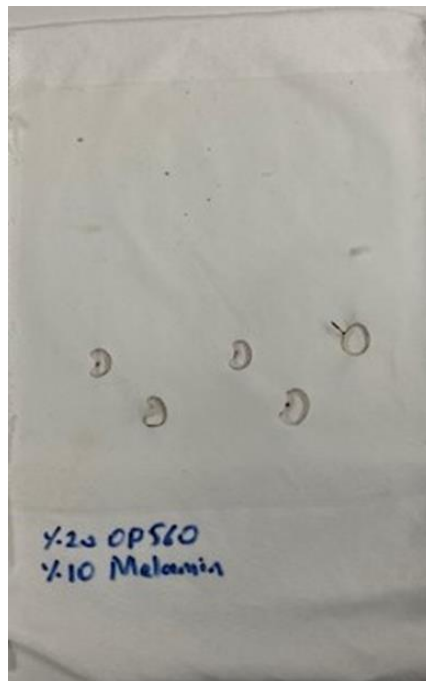
Şekil 3.49. OP560%20 + TFF %10 +
LH3 %10



Şekil 3.52. OP560%20 + TBF %10
+ LH3 %10



Şekil 3.51. OP560%20 + MgHipoFosfit
%10 + LH3 %10



Şekil 3.53. OP560%20 + Melamin
%10



Şekil 3.54. OP560%20 + TBF
%20



Şekil 3.56. Addiflam F10 HF/2 + LH3%5



Şekil 3.55. Addiflam F10 HF/2



Şekil 3.57. Addiflam + LH3%15



Şekil 3.58. Addiflam + LH3%10



Şekil 3.59. Addiflam + LH3%20



Şekil 3.60. Addiflam + ZNB%10



Şekil 3.61. Addiflam + ZNB%10

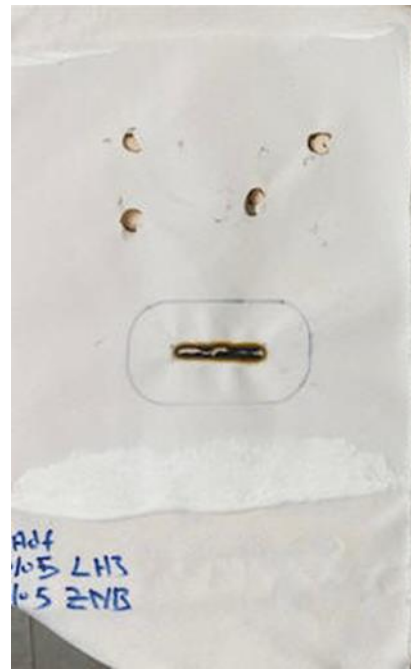
Addiflam-LH3 ve Addiflam-ZnB karışımlarından elde edilen kaplanmış kumaşların sigara ve kibrit testinden geçmesi sonucunda Addiflam-LH3-ZnB üçlü karışımları denenmek istenmiştir. LH3 ve ZnB, Addiflam ile iyi bir uyum sağlamış ve sinerjik etki oluşturmuştur. LH3 ile orgono fosfat bileşiği olan addiflam yanma sonucu ortaya çıkan CO₂, H₂O ve fosforik asit oluşumu ile birlikte LOI değerinin arttığı görülmektedir. Tablo 10.'da verildiği üzere LH3 ve ZnB %2.5 ile %20 arasında değişen oranlarda kaplama patına ilave edilerek üçlü karışımlar yapılmıştır (Tablo-3.10). Yapılan bütün karışımlarda numune kaplamaların hem sigara hem de kibrit testinden geçtiği anlaşılmıştır. İlgili görseller EKLER kısmında Şekil 3.62- 3.70.'de verilmektedir.

Tablo 3.10. Sigara ve Kibrit Test Sonuçları

ÜRÜN	ORAN	G/M2	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit
ADDF-LH3-ZNB	2,5%-2,5%	289	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDF-LH3-ZNB	5%-5%	269	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDF-LH3-ZNB	10%-10%	283	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDF-LH3-ZNB	15%-5%	270	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDF-LH3-ZNB	5%-15%	272	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDF-LH3-ZNB	20%-10%	280	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDF-LH3-ZNB	10%-20%	271	GEÇTİ	GEÇTİ
ADDF-LH3-ZNB	20%-20%	308	GEÇTİ	GEÇTİ



Şekil 3.62. ADDF %10 LH3 %10 ZNB



Şekil 3.63. ADDF %5 LH3 %5 ZNB



Şekil 3.64. ADDF %5 LH3 %15 ZNB



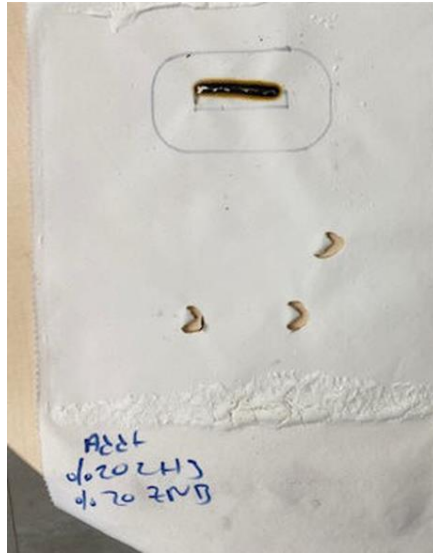
Şekil 3.65. ADDF %15 LH3 %5 ZNB



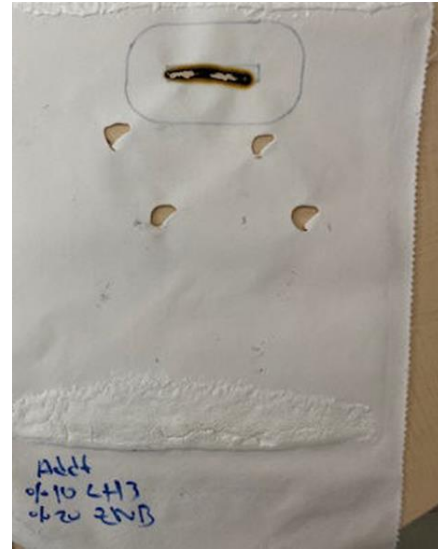
Şekil 3.66. ADDF %2,5 LH3 %2,5 ZNB



Şekil 3.67. ADDF %20 LH3 %10 ZNB



Şekil 3.69. ADDF %20 LH3 %20 ZNB



Şekil 3.68. ADDF %10 LH3 %20 ZNB

Addiflam ortamında LH3 ve ZnB'nin farklı oranlarda karışım yapılması sonucunda oluşan güç tutuşurluk değerleri incelenmiştir. Tablo-3.11'de verilen sonuçlar incelendiğinde bütün numunelerin sigara ve kibrit testinden geçtiği görülmektedir. Örneklerin Sınırlayıcı Oksijen İndeksi değerleri incelendiğinde ise Addiflam ortamındaki LH3-ZnB'nin %5-%5 ve %10-%10 oranında en yüksek LOİ değerini verdiği görülmüştür.

Tablo 3.11. Addiflam LH3 ve ZNB'nin farklı oranlardaki LOİ değerleri

ÜRÜN	ORAN	G/M2	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit	LOİ
ADDF-LH3-ZNB	2,5%-2,5%	289	GEÇTİ	GEÇTİ	23,70 %
ADDF-LH3-ZNB	5%-5%	269	GEÇTİ	GEÇTİ	26,80 %
ADDF-LH3-ZNB	10%-10%	283	GEÇTİ	GEÇTİ	27%
ADDF-LH3-ZNB	15%-5%	270	GEÇTİ	GEÇTİ	25%
ADDF-LH3-ZNB	5%-15%	272	GEÇTİ	GEÇTİ	22,90 %
ADDF-LH3-ZNB	20%-10%	280	GEÇTİ	GEÇTİ	24%
ADDF-LH3-ZNB	10%-20%	271	GEÇTİ	GEÇTİ	24,50 %
ADDF-LH3-ZNB	20%-20%	308	GEÇTİ	GEÇTİ	25%

Kaplama patı içinde en fazla %10 akrilik kullanıldığında güç tutuşulduğu devam ettiği görüldüğünden Akrilik oranının %5, %10 ve %20 oranlarında değiştirildiğinde LH3,

ZnB, akrilik ve organo fosfat (OP560) eklenerek elde edilen güç tutuşurluk değerleri Tablo 3.12.'de verilmektedir. Burada üretilen bütün kaplanmış kumaşların sigara ve kibrit testinden geçtiği görülmektedir. Bunlar içerisinde en iyi sonucu veren kaplanmış kumaşın seçimi için LOİ değerleri incelenmiştir. En yüksek LOİ değerini (%27) ADDF-LH3-ZNB-Akrilik 5%-5%-5% oranları kullanıldığında elde edilen kaplanmış kumaş vermiştir. Şekil 3.70 – Şekil-3.77 LOİ sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.12. Addiflam, Akrilik, ZNB, LH3, OP560'nın farklı oranlarındaki LOİ değerleri

ÜRÜN	ORAN	G/M2	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit	LOI
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-5%-5%	265	GEÇTİ	GEÇTİ	27%
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-5%-10%	286	GEÇTİ	GEÇTİ	24,50%
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-5%-20%	265	GEÇTİ	GEÇTİ	24,30%
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	10%-10%-5%	261	GEÇTİ	GEÇTİ	24%
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	10%-10%-10%	263	GEÇTİ	GEÇTİ	23,80%
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	10%-10%-20%	277	GEÇTİ	GEÇTİ	24%
ADDF-LH3-ZNB-OP560	5%-5%-5%	272	GEÇTİ	GEÇTİ	23,40%
ADDF-LH3-ZNB-OP560	5%-5%-10%	268	GEÇTİ	GEÇTİ	23,40%
ADDF-LH3-ZNB-OP560	5%-5%-20%	291	GEÇTİ	GEÇTİ	22,50%
ADDF-LH3-ZNB-OP560	10%-10%-5%	269	GEÇTİ	GEÇTİ	23,90%
ADDF-LH3-ZNB-OP560	10%-10%-10%	272	GEÇTİ	GEÇTİ	24%
ADDF-LH3-ZNB-OP560	10%-10%-20%	288	GEÇTİ	GEÇTİ	23,70%



Şekil 3.70. ADDF, LH3 %10, ZNB 10, Akrilik %20



Şekil 3.71. ADDF, LH%10 ZNB %10, Akrilik %10



Şekil 3.72. ADDE, LH310%,
ZNB%10, OP560 20%



Şekil 3.73. ADDE, LH3%10
ZNB%10, Akrilik %5



Şekil 3.74. ADDE, LH310%,
ZNB10%, OP560 10%



Şekil 3.75. ADDE, LH310%,
ZNB10%, OP560 5%



Şekil 3.77. ADDF, LH35%,
ZNB5%, OP560 10%



Şekil 3.76. ADDF, LH3 5%,
ZNB 5%, Akrilik10%

Addiflam-LH3 ve ZnB'nin farklı oranlarında kaplama patına eklemesi ile oluşan güç tutuşurluk değerleri de incelenmek istenmiştir (Tablo-3.13). Elde edilen bütün kaplanmış kumaşlar sigara testinden geçerken, ADDF-LH3-ZNB-Akrilik 5%-15%-5%, karışımı kibrit testinden kalmıştır. Belirleyici test olarak LOİ değerlerine bakıldığında Tablo 3.13.'de elde edilen %27 değerini geçen kumaş olmadığı görülmüştür. Bu bakımdan ADDF-LH3-ZNB-Akrilik 5%-5%-5% oranları kullanılarak çalışmaya devam edilmesi kararlaştırılmıştır. Şekil 3.78-Şekil 3.85 arasında LOİ sonuçları görsel olarak verilmiştir.

Tablo 3.13. Addiflam, Akrilik, ZNB, LH3'nin farklı oranlardaki LOİ değerleri

ÜRÜN	ORAN	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit	LOI
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-15%-5%	GEÇTİ	KALDI	23,5
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-15%-10%	GEÇTİ	GEÇTİ	24,3
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-20%-5%	GEÇTİ	GEÇTİ	25
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-20%-10%	GEÇTİ	GEÇTİ	22
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	20%-5%-5%	GEÇTİ	GEÇTİ	25,9
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	20%-5%-10%	GEÇTİ	GEÇTİ	25,2
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	15%-5%-5%	GEÇTİ	GEÇTİ	26,1
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	15%-5%-10%	GEÇTİ	GEÇTİ	22,1



Şekil 3.78. ADDF, LH315%,
ZNB5%, Akrilik10%



Şekil 3.79. ADDF, LH35%,
ZNB20%, Akrilik10%



Şekil 3.80. ADDF, LH35%,
ZNB15%, Akrilik5%



Şekil 3.81. ADDF, LH315%,
ZNB5%, Akrilik5%



Şekil 3.82. ADFF, LH35%,
ZNB20%, Akrlilik5%



Şekil 3.83. ADFF, LH320%,
ZNB5%, Akrlilik5%



Şekil 3.84. ADFF, LH35%, ZNB15%,
Akrlilik10%



Şekil 3.85. ADFF, LH320%,
ZNB5%, Akrlilik10%

Quaternary Amonyum Tuzu'nun (QAS) içine girdiği apıya antibakteriyel etki verdiği bilindiğinden bu tuzun %1, %2 ve %3 oranlarında kaplama patına eklenmesi ile iyi bir antibakteriyel akivite sağlanabileceği düşünülmüştür. Tablo-3.14'te verilen karışım oranlarında kaplama patları elde edilmiş ve kumaşa aktarılmıştır. QAS'ın %1 ve %2 oranlarında kaplama patına verilmesiyle kumaşlar sigara ve kibrit testlerinden geçerken %3 oranında kaplama patına ilave edilmesiyle sigara testinden geçerken kibrit testinden geçemediği görülmüştür. Ayrıca QAS eklenmesi ile kumaşların QAS eklemediği durumuna göre LOİ değerinde düşüşler görülmektedir. Örneğin ADDF-LH3-ZNB-Akrilik karışımının 5%-5%-5% olarak kullanıldığı (Tablo 3.14) durumda LOİ değeri %27 olarak bulunmuşken bu karışıma %1 QAS eklendiğinde LOİ değeri 24.5'e düşmüştür. Bu bakımdan QAS'ın güç tutuşurluğua negatif bir etki gösterdiği değerlendirilmektedir. Quaternary Amonyum Tuzu olarak SİGMA'dan temin edilen Hexadecyltrimethylammonium bromide tuzu kullanılmıştır. Şekil 3.86 – Şekil 3.89'da kumaşların LOİ sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.14. Addiflam, Akrilik, ZNB, LH3 ve QAS'nin farklı oranlarındaki LOİ değerleri

ÜRÜN	ORAN	GR/M ²	TS EN 597-1 Sigara	TS EN 597-2 Kibrit	LOI
ADDF-LH3-ZNB- Akrilik-Q.A.S.	5%-5%-5%-1%	274	GEÇTİ	GEÇTİ	24,5
ADDF-LH3-ZNB- Akrilik-Q.A.S.	5%-5%-5%-2%	272	GEÇTİ	GEÇTİ	24,6
ADDF-LH3-ZNB- Akrilik-Q.A.S.	5%-5%-5%-3%	262	GEÇTİ	KALDI	
ADDF-LH3-ZNB-Akrilik-Q.A.S.	10%-10%-5%-1%	279	GEÇTİ	GEÇTİ	24,3
ADDF-LH3-ZNB- Akrilik-Q.A.S.	10%-10%-5%-2%	273	GEÇTİ	GEÇTİ	22,5
ADDF-LH3-ZNB- Akrilik-Q.A.S.	10%-10%-5%-3%	270	GEÇTİ	KALDI	



Şekil 3.86. ADDF LH3 10%,
ZNB10%, Akrilik 5%, Q.A.S 1%



Şekil 3.87. ADDF, LH3 10%, ZNB10%,
Akrilik5%, Q.A.S 2%



Şekil 3.89. ADDF, LH3 5%, ZNB 5%,
Akrilik 5%, Q.A.S 1%



Şekil 3.88. ADDF, LH3 5%, ZNB
5%, Akrilik 5%, Q.A.S 2%

3.2. Antibakteriyel Test Sonuçları

Antibakteriyel testler için “ASTM E2149:2020: Dinamik Temas Koşulları Altında Antimikrobiyal Ajanların Antibakteriyel Aktivitesinin Belirlenmesi için Standart Test Yöntemi” isimli standart kullanılmıştır.

Escherichia coli, insanlarda ve hayvanlarda gastrointestinal yollarında birçok yaygın bakteriyel enfeksiyonun en sık nedenlerinden biridir. *E.coli*, konakçılarla karşılıklı yarar sağlayan bir birliktelik içinde yaşar ve nadiren hastalığa neden olur. Bununla birlikte, birçok hastalığa sebep olduğu için en yaygın insan ve hayvan patojenlerinden biridir.

Staphylococcus Aureus bakterisi solunum yolunda, bağırsak mukozasında ve deride normal mikrobiyotanın bir üyesi olarak mevcut olabilir. *S. Aureus* belirli konakçı ve çevresel koşullar altında hastalığa neden olabilir, "pathobiont" olarak karakterize edilir. Hasta bireyle temas halinde kontaminasyon gerçekleşir. Bazı suşları insanda patojen olan protein toksinleri üretir. Bu bakımdan yataklık kumaşların *E.Coli* ve *S.Aureus* bakterisine karşı antibakteriyel aktivite sağlaması beklenmektedir. Projede mevcut bütçenin her iki bakteri için aktivite tayinin yapılmasına bütçedeki paranın yetmemesinden dolayı seçilmiş 4 adet kumaşın *S.Aureus* bakterisine karşı dayanımları test edilmiştir.

Antibakteriyel testler için

- 1- Kaplama yapılmamış düz polyester zemin kumaş
- 2- Addiflam / %5LH3 / %5ZnB / % 5 Akrilik
- 3- Addiflam / %5LH3 / %5ZnB / % 5 Akrilik / %1 Q.A.S.
- 4- Addiflam / %10LH3 / %10ZnB / % 5 Akrilik / %1 Q.A.S.

Kaplanmış kumaşları seçilmiştir. Bu kumaşların seçilme nedenleri ise aşağıda verilmektedir.

- 1- Zemin kumaş, kaplama işlemi yapılmadığı durumdaki antibakteriyel aktivitenin durumunu tespit etmek için seçilmiştir.
- 2- Addiflam / %5LH3 / %5ZnB / % 5 Akrilik: Yukarıdaki tablolar incelendiğinde en yüksek LOİ değerini veren yapı olduğundan seçilmiştir.
- 3- Quaternary Amonyum Tuzu’nun yapıya antibakteriyel etki verdiği bilindiğinden bu tuzun en yüksek LOİ değeri veren Addiflam / %5LH3 / %5ZnB / % 5 Akrilik

kaplama patına %1 oranında eklenmesi ile oluşan antibakteriyel aktivite ölçülmek istenmiştir.

- 4- %10LH3 / %10ZnB / % 5 Akrilik kaplama patına %1QAS eklenerek oluşan antibakteriyel aktivite ölçülmek istenmiştir.

Antibakteriyel Aktivite Tayini İstanbul'da bulunan Ekoteks Labopratur ve Gözetim Hizmetleri AŞ firmasından hizmet yolu ile alınmıştır. Test Sonuçları Tablo-3.15'de paylaşılmıştır.

Test Koşulları

Sıcaklık: 35 ± 2 °C

Temas Süresi: 24 saat ± 5 dk

Mikroorganizma

Bakteri suyu ve numarası: *Staphylococcus aureus* ATCC (6538) (Gram (+))

“0” saatte (kob/mL) test çözeltisinin bakteriyel konsantrasyonu: $1,81 \times 10^5$

Olarak test yapılmıştır.

Tablo 3.15. Antibakteriyel Test Sonuçları

Numune	İnoculum Only'den geri kazanılan bakteri sayısı (Kontrol grubu)	Temas süresinden sonra numuneden kazanılan canlı bakteri sayısı
Zemin Kumaş	$2,05 \times 10^2$	$1,68 \times 10^5$
Addiflam / %5LH3 / %5ZnB / % 5 Akrilik	$1,68 \times 10^5$	0.0
Addiflam / %5LH3 / %5ZnB / % 5 Akrilik / %1 Q.A.S	$1,68 \times 10^5$	0.0
Addiflam / %10LH3 / %10ZnB / % 5 Akrilik / %1 Q.A.S	$1,68 \times 10^5$	0.0

Zemin Kumaşta antibakteriyel aktivite yüksek iken diğer numunelerde antibakteriyel aktivitenin %100 düştüğü görülmektedir. Kaplanmış kumaşlarda %5LH3, %5 ZnB ve %5 akrilik kullanımı ile geliştirilen yapıların antibakteriyel etki gösterdiği tespit edilmiştir. Karışıma QAS eklenmesi ile kaplanmış kumaşların antibakteriyel etkisi devam etmiştir. Bu yüzden, bir sonraki dönem faaliyetlerinde QAS kullanmadan mevcut minerallerle (%5 LH3, %5 ZnB) devam edilerek hem güç tutuşur hem de antibakteriyel yataklık kumaş

elde edilmesi düşünülmektedir. Gerektiğinde eser miktara QAS kullanımının kumaşı antibakteriyel hale getirebileceği değerlendirilmektedir.

3.3 Eğilme Dayanımı Test Sonuçları

Kumaşların Eğilme Dayanımı Testi “TS 1409 - Dokunmuş Tekstil Mamüllerinin Eğilme Dayanımı Tayini” standardı esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Eğilme Dayanımı Mamulün eğilmeye karşı gösterdiği direnç olup gerilim uygulanmadan, tekstil mamulünün kendi ağırlığı altında eğildiğinde her iki ucuna uygulanan moment olarak tanımlanmaktadır. Birimi mgxcm (miligram-santimetre)’dir. Deneyde 25*150 mm boyutlarında kesilmiş numunelerin Değişmez açılı Eğilme Deney Düzeneklerinin üst plakalarından kumaşın ittirilmesi sonucunda kendi serbest ağırlığı ile 41,50’lik eğik çizgiler üzerine geldiğinde elde edilen uzunluk sarkma uzunluğu (X) olarak kaydedilir. Sarkma uzunluğunun yarısı eğilme uzunluğunu verir (X) Eğilme dayanımı ise aşağıdaki formülle hesaplanır. W, kumaş gramajıdır.

$$G = 0,1 * W * C3 \quad [mg.cm]$$

Formüle göre hesaplanmış Eğilme Dayanımı değerleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

2. Dönem ve mevcut dönemde üretilmiş olan kumaşların sarkma uzunlukları ölçülerek eğilme uzunluğu ve eğilme dayanımı değerleri hesaplanmıştır. Polyester Zemin Kumaşın Eğilme uzunluğu 2,6 cm iken gramajı 205 g/m² ve Eğilme Dayanımı 360,3 mg.cm’dir. Zemin kumaşa yapılan kaplama sonucunda bütün numunelerde eğilme dayanımının arttığı görülmektedir. Gramajda meydana gelen varyasyonun eğilme dayanımı değerlerine etkisinin olduğu değerlendirilmektedir. Manuel olarak yapılan kaplamanın bu varyasyona neden olduğu düşünülmektedir. Seri üretimde yapılacak olan üretimde daha hassas sonuçlar elde edilmesi düşünülmektedir. Aşağıdaki tabloda S.No 47 ‘de bulunan seri üretime aday kaplama oranları ile elde edilen kumaşın sarkma uzunluğu 7,2 ve eğilme dayanımı 1236,4 mg.cm olarak bulunmuştur. Bu değer polyester zemin kumaşa göre biraz fazla olduğu değerlendirilirken diğer kaplanmış kumaşların verileri ile karşılaştırıldığında kabul edilebilir seviyede olduğu değerlendirilmektedir (Tablo-3.16).

Tablo 3.16. Eğilme Dayanımı Test Sonuçları

S.No	ÜRÜN	ORAN	SARKMA UZUNLU ĞU (X) cm	EĞİLME UZUNLUĞ U (C) cm	GRAM AJ (W) (g/m ²)	EĞİLM E DAYAN IMI (mg.cm)
1	Polyester Zemin Kumaş	-	5,2	2,6	205	360,3
2	OP560-LH3	20%-10%	7,4	3,7	283	1433,5
3	OP560-LH3	20%-5%	7,5	3,75	285	1502,9
4	OP560-ZnB	20%-10%	7,4	3,7	281	1423,3
5	OP560-ZnB	10%-5%	7,3	3,65	280	1361,6
6	OP560-LH3	20%-2,2%	8,2	4,1	288	1984,9
7	OP560-LH3	20%-5,5%	7,9	3,95	295	1818,1
8	OP560-LH3	20%-30%	8,5	4,25	281	2157,1
9	OP560-ZnB	20%-2,2%	7,9	3,95	271	1670,2
10	OP560-ZnB	20%-5,5%	7,8	3,9	276	1637,2
11	OP560-ZnB	20%-30%	8,4	4,2	263	1948,5
12	ADDİF-ZNB	5%	8,5	4,25	268	2057,3
13	ADDİF-ZNB	10%	6,9	3,45	263	1080,0
14	TFF-OP560	10%-20%	8	4	285	1824,0
15	MYHİPOFOSFİT- OP560	10%-20%	8,3	4,15	284	2029,8
16	OP560-MELAMİN- LH3	20%-10%-10%	8,4	4,2	282	2089,3
17	TFF-LH3-OP560	10%-10%-20%	5,5	2,75	287	596,9
18	TRİBUTYFOSFAT- LH3-OP560	10%-10%-20%	7,9	3,95	291	1793,4
19	MYHİPOFOSFİT- LH3-OP560	10%-10%-20%	7,8	3,9	271	1607,5
20	ADDİF-ZNB	20%	7,8	3,9	274	1625,3
21	OP560-MELAMİN	20%-10%	9,5	4,75	284	3043,7
22	TRİBUTYFOSFAT- OP560	10%-20%	7,8	3,9	276	1637,2
23	ADDF-Akrilik	10%	8,2	4,1	275	1895,3
24	ADDF-Akrilik	20%	8,2	4,1	280	1929,8
25	ADDF -Akrilik	30%	8,5	4,25	271	2080,3
26	ADDF-Akrilik	40%	8,4	4,2	273	2022,6
27	ADDF-Akrilik	50%	8,4	4,2	270	2000,4
28	ADDF-LH3-ZNB- Akrilik	10%-10%-30%	8	4	275	1760,0
29	ADDF-LH3-ZNB- Akrilik	10%-10%-40%	8,1	4,05	272	1806,9
30	ADDF-LH3-ZNB- Akrilik	10%-10%-50%	8,1	4,05	280	1860,0
31	ADDF-LH3-ZNB- Akrilik	5%-5%-30%	8,4	4,2	282	2089,3

Tablo 3.16. Devamı

32	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-5%-40%	8,2	4,1	285	1964,2
33	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-5%-50%	8,3	4,15	278	1987,0
34	OP560-1250-LH3	20gr-15gr-15gr(Ç.K)	7,9	3,95	275	1694,8
35	OP560-LH3	20gr-30gr(Ç.K)	8	4	282	1804,8
36	OP560-LH3-ZNB	20gr-15gr-15gr(Ç.K)	8,2	4,1	280	1929,8
37	OP560-1250	20gr-30gr(Ç.K)	7,8	3,9	268	1589,7
38	OP560-ZNB	20gr-30gr(Ç.K)	8,3	4,15	272	1944,1
39	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-15%-5%	7,3	3,65	272	1322,7
40	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-15%-10%	7,9	3,95	282	1738,0
41	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-20%-5%	7,5	3,75	276	1455,5
42	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-20%-10%	8	4	280	1792,0
43	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	20%-5%-5%	7,8	3,9	276	1637,2
44	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	20%-5%-10%	7,7	3,85	272	1552,2
45	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	15%-5%-5%	7,8	3,9	275	1631,3
46	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	15%-5%-10%	7,4	3,7	280	1418,3
47	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-5%-5%	7,2	3,6	265	1236,4
48	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-5%-10%	8	4	286	1830,4
49	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	5%-5%-20%	8,5	4,25	265	2034,3
50	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	10%-10%-5%	7,8	3,9	261	1548,2
51	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	10%-10%-10%	8,4	4,2	263	1948,5
52	ADDF-LH3-ZNB-Akrilik	10%-10%-20%	7,7	3,85	277	1580,7
53	ADDF-LH3-ZNB-OP560	5%-5%-5%	7,6	3,8	272	1492,5
54	ADDF-LH3-ZNB-OP560	5%-5%-10%	7,6	3,8	268	1470,6
55	ADDF-LH3-ZNB-OP560	5%-5%-20%	7,8	3,9	291	1726,2
56	ADDF-LH3-ZNB-OP560	10%-10%-5%	7,8	3,9	269	1595,7
57	ADDF-LH3-ZNB-OP560	10%-10%-10%	7,5	3,75	272	1434,4

Tablo 3.16. Devamı

58	ADDF-LH3-ZNB- OP560	10%-10%-20%	8,1	4,05	288	1913,2
59	ADDF-LH3-ZNB	5%-5%	8	4	269	1721,6
60	ADDF-LH3-ZNB	10%-10%	9,6	4,8	283	3129,8
61	ADDF-LH3-ZNB	15%-5%	8,5	4,25	270	2072,7
62	ADDF-LH3-ZNB	5%-15%	7,5	3,75	272	1434,4
63	ADDF-LH3-ZNB	20%-10%	7,2	3,6	280	1306,4
64	ADDF-LH3-ZNB	10%-20%	9	4,5	271	2469,5
65	ADDF-LH3-ZNB	20%-20%	8,8	4,4	308	2623,7
66	ADDF-LH3-ZNB	2,5%-2,5%	9	4,5	289	2633,5
67	ADDF-LH3-ZNB- AKRİLİK -QAS	10%-10%-1%	7,5	3,75	279	1471,3
68	ADDF-LH3-ZNB- AKRİLİK -QAS	10%-10%-2%	8,4	4,20	273	2022,6
69	ADDF-LH3-ZNB- AKRİLİK -QAS	10%-10%-3%	7,7	3,85	270	1540,8
70	ADDF-LH3-ZNB- AKRİLİK-QAS	5%-5%-5%-1%	7,8	3,90	274	1625,3
71	ADDF-LH3-ZNB- AKRİLİK-QAS	5%-5%-5%-2%	7,5	3,75	272	1434,4
72	ADDF-LH3-ZNB- AKRİLİK-QAS	5%-5%-5%-3%	7,6	3,80	262	1437,6

4. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Öneriler

Tez çalışması, ülkemiz madenlerinden biri olan huntit-hidromanyezit (HH) kullanılarak yataklık kumaşların güç tutuşurluk değerlerinin doğal yollarla artırılması amacıyla kurgulanmıştır. Bu yüzden bu mineralin kumaşlarda kullanımı sürdürülebilirlik amaçlarına uygun olmaktadır. HH yandığında CO₂ ve su ortaya çıkararak kül kalıntısı bırakmaktadır. Özellikle halojenli güç tutuşur malzemelerin yanma esnasında ortaya çıkardığı zehirli gazların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri düşünüldüğünde, HH'nin yanma sonucu ortaya çıkan ürünlerin insan sağlığına olumsuz etkide bulunmayacağı öngörülmüştür. HH'nin ülkemiz madenlerinden olması ve bu madenin katma değerli bir ürüne dönüştürülmek istenmesi de çalışmanın başlatılma gerekçelerinden biri olmuştur. Bahsi geçen gerekçeler dikkate alınarak, çalışma başlatılmıştır. HH'nin kullanım alanları incelendiğinde, HH, özellikle plastik sanayinde, elektrik iletim kablolarının plastik kısmında %40-%60 oranlarında eklenerek güç tutuşurluğu artırıcı bir mineral olarak hâlihazırda kullanılmaktadır. Bu mineralin tekstil endüstrisinde, kumaşa kaplama yönteminde kullanılabilmesi için bahsi geçen oranlar yüksek kalmaktadır. Bu yüzden HH'nin tekstil endüstrisinde kullanılabilmesi için daha düşük oranlarda kullanılması gerektiğinden bu oran en fazla %20 olarak belirlenmiştir. Kaplamada kullanılan pat akrilik esaslı olduğundan ve akrilik güç tutuşurluk değerlerini düşürücü etki yaptığından HH'nin akrilik içerisine bahsi geçen oranlarda eklenmesiyle güç tutuşurluk değerlerinde tatmin edici sonuçlar ortaya çıkmamaktadır. Bahsi geçen oran, HH'nin tek başına güç tutuşurluk etkisini göstermesi bakımından düşük kalmaktadır. Bu yüzden, yataklık kaplanmış kumaşların etkin güç tutuşurluk değerlerini yakalayabilmesi için HH'nin organofosfat esaslı temel bir güç tutuşurluk malzemesinin yanında kullanılması gerektiği düşünülmüştür. Bu bakımdan çeşitli ticari organofosfatlar

ile çalışmada denemeler yapılmıştır. Yataklık kumaşlarda sadece güç tutuşurluk değil, aynı zamanda antibakteriyellik te önemli olduğundan, yataklık kumaşların antibakteriyelliğini arttırabilecek olan ZnB bileşiği de kaplama patına eklenmek istenmiştir. Bu bileşiğin antibakteriyelliğin yanı sıra güç tutuşurluğa da katkı sunması beklenmiştir. Böylelikle, çalışmada kullanılacak kaplama patının içeriği: organofosfat içerikli temel güç tutuşurluk malzemesi + HH + ZnB olacak şekilde belirlenmiştir. Ayrıca kaplama yapılacak zemin kumaş, piyasada sıkça kullanılan Polyester esaslı dokuma bir kumaş olarak belirlenmiştir. Çalışma yukarıda özetlendiği haliyle TÜBİTAK'a sunulmuş ve 1505 programı kapsamında desteklenmiştir. Çalışmada AYDIN Tekstil-Kayseri Şubesi firması müşteri kuruluş olarak çalışmaya katkı sunmuştur. Optimum kaplama patının belirlenebilmesi için bir çok deneme yapılmış olup, güç tutuşurluk ve antibakteriyellik özellikleri bakımından optimum kaplama patı oranları belirlenmiştir. Aşağıda çalışmada izlenen yol ve elde edilen sonuçlar maddeler halinde paylaşılmaktadır.

- 1- Çalışmada HH mineralleri olarak LKAB firmasından elde edilen LH3, LH15, 1250 ticari isimli mineraller kullanılmıştır. Ayrıca Clariant'tan temin edilen OP560, OP930, OP950, OP1230, OP1312 organofosfat içerikli güç tutuşurluk ajanlarının yanı sıra Trifenil Fosfat, Magnezyum Hipofosfit, Melamin, Tirbütilfosfat kullanılmıştır.
- 2- Çalışmada kullanılan kumaş AYDIN Tekstil'den temin edilmiş olup Polyester esaslı dokuma kumaştır.
- 3- Kaplama patı Heidolph marka mekanik karıştırıcıda 500 d/dk hızla 10 dk boyunca karıştırılmıştır. Kaplama işlemi Mathis marka rakleli kaplama cihazında yapılmıştır. Kumaş rakleli numune kaplama cihazında gerdirilerek düz bir zemin oluşturulmuş, kaplama patı kumaş üzerine dökülmüştür. Kumaş ile rakle arasında 0.4 mm aralık oluşturulduktan sonra rakle çekilerek kumaş üzerine kaplama yapılmıştır. Ardından, kumaş numune kaplama cihazı üzerinden alınarak etüvde kurutma ve fikse işlemi gerçekleştirilmiştir. Etüvde 100 °C'de 15 dk kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.
- 4- Elde edilen kumaşlara Sigara, Kibrit Eşdeği Yanma Testi, LOİ Testi, Antibakteriyel Testler ve Eğilme Dayanımı Testleri yapılmıştır.
- 5- Güç tutuşurluk testleri akrilik kaplama patı içerisine farklı oranlarda OP930, OP 950, OP1230 ve AHP eklenmesi ile başlatılmıştır. Kaplama yapılan bütün

kumaşlar sigara testinden geçerken kibrit testinden sadece OP 1230'un kaplama patına %20 oranında eklenmesiyle elde edilen kumaş geçebilmiştir.

- 6- OP 1230'un %20 olarak belirlendiği kaplama patına %10 oranında LH3 ve LH15 minerali eklenmesiyle ilerletilmiş ve numunelerin sigara testinden geçerken kibrit testinden kaldığı görülmüştür. Kaplama patı içerisindeki OP 1230 oranı %30 oranına çıkarıldığında da yine kibrit testinden numuneler kalmıştır. OP 930 ve OP 950 için de benzer denemeler yapılmış ve sigara testinden bütün numuneler geçerken kibrit testinden numuneler kalmıştır.
- 7- OP1312 ile denemeler yapılmıştır. OP 1312 akrilik kaplama içerisinde tek başına %20 oranında ve LH3 ile LH15 minerallerinin %10 ilavesi ile denemeler yapılmıştır. Bu deneylerde numuneler sigara testinden geçerken kibrit testinden kalmıştır. OP 930, OP 950, OP 1230 ve OP 1312 ürünleri katı formda olduğundan ve istenen FR özelliklerini sağlayamadıklarından sıvı formda olan fosfor esaslı poliol içeren OP 560 FR malzemesi ile denemelere başlanmıştır.
- 8- OP 560'ın %5 oranında akrilik kaplamaya ilave edilmesiyle kibrit testinden kalırken %10 ve % 20 oranlarında ilave edilmesiyle bu testlerden geçmiştir. OP 560'ın homojen bir şekilde akrilik kaplama içerisinde dağılması ve uygulamanın kolay olması, ayrıca FR özelliklerinin istenen testleri karşılaması nedeniyle denemelere OP 560 ile devam edilmesi kararı alınmıştır.
- 9- OP 560'ın minimum bir şekilde kullanılmasının hem maliyet hem de uygulama bakımından avantajlarının olabileceği düşüncesiyle bu ürün %10 oranında kullanılarak LH15, LH3, 1250 ve ZnB'nin %10 ve %5 oranlarında belirlenmesiyle denemeler yapılmıştır. Bu denemeler sonucunda numuneler sigara testinden geçerken kibrit testinden kalmıştır.
- 10- OP560'ın kaplama patı içerisinde tek başına %10 olarak kullanıldığında kibrit testinden geçtiği ancak OP560 aynı oranda kullanılarak içerisine LH3, LH15 ve ZnB katıldığında kibrit testinden geçmediği için OP560'ın %20'ye çıkarılması ve LH3 ve ZnB'nin %5 ve %10 oranlarında belirlenmiştir. Buna göre bütün denemeler sigara testinden geçerken kibrit testinden başarısız olmuştur.
- 11- LH3, ZnB ve 1250 malzemelerinin OP560 ile sinerjik etkisinin düşük olduğu düşünülerek kumaş kaplamalarının çift kat yapılması kurgulanmıştır. İlk olarak kumaş yüzeyine sadece OP560 %20 oranında kaplanmış ve etüvde kurutulmuştur. Kaplanmış kumaş yüzeyine bu sefer 1250, ZnB ve LH3 malzemelerinden %20 ve

%25 oranlarında kaplama yapılarak çift kat kaplama yapılmıştır. Böylelikle her bir kaplamanın müstakil olarak farklı biçimlerde güç tutuşurluğa katkısının olabileceği düşünülmüş ancak üretilen bütün numuneler kibrit testinden kalmıştır. Çift kat kaplama yapıldığında artan akrilik yoğunluğunun bu testten geçilememesine sebep olduğu düşünülmüştür.

12- OP 560 içerisine farklı güç tutuşurluk malzemeleri katılarak kaplanmış kumaşların FR etkinliği araştırılmak istenmiştir. Bu amaçla Trifenilfosfat (TFF), Melamin, Tribütilfosfat, Magnezyum hipofosfit ve Addiflam (organik fosfor ve nitrojen içerikli) ticari ürünleri ile denemeler yapılmasına karar verilmiştir. Üretilen tüm numuneler sigara testinden geçmiştir. OP560-Melamin (%20-%10) kibrit testinden geçmesine rağmen bu kaplamaya LH3 (%10) oranında katıldığında kibrit testinden kalmıştır. Benzer şekilde OP560-Tribütilfosfat (%20-%10) kaplaması kibrit testinden geçerken bu kaplamaya LH3 (%10) oranında katıldığında kibrit testinden kalmıştır. Magnezyum hipofosfit karışımlarının tamamı da kibrit testinden kalmıştır. Addiflam ürünün LH3 ve ZnB karışımları ise kibrit testinden geçmiştir. LH3'ün %5, %10, %15 ve %20 oranlarında katılmasıyla numunelerin kibrit testinden başarı ile geçtiği görülürken ZnB'in %20 karışımı kibrit testinden geçebilmiştir.

13- Addiflam-LH3 ve Addiflam-ZnB karışımlarından elde edilen kaplanmış kumaşların sigara ve kibrit testinden geçmesi sonucunda Addiflam-LH3-ZnB üçlü karışımları denenmek istenmiştir. LH3 ve ZnB, Addiflam ile iyi bir uyum sağlamış ve sinerjik etki oluşturmuştur. Bu etkinin üçlü karışımlarda da devam edip etmediği araştırılmak istenmiştir. LH3 ve ZnB %2.5 ila %20 arasında değişen oranlarda kaplama patına ilave edilerek üçlü karışımlar yapılmıştır. Yapılan bütün karışımlarda numune kaplamaların hem sigara hem de kibrit testinden geçtiği anlaşılmıştır.

14- Addiflam ortamında LH3 ve ZnB'nin farklı oranlarda karışım yapılması sonucunda oluşan güç tutuşurluk değerleri incelenmiştir. Elde edilen bütün numunelerin sigara ve kibrit testinden geçtiği görülmektedir. Örneklerin Sınırlayıcı Oksijen İndeksi değerleri incelendiğinde ise Addiflam ortamındaki LH3-ZnB'nin %5-%5 ve %10-%10 oranında en yüksek LOİ (%27) değerini verdiği görülmüştür.

- 15- Kaplama patı içinde akrilik kullanılarak çalışma devam ettirilmek istenmiştir. Kaplama patında en fazla %10 akrilik kullanıldığında güç tutuşulduğu devam ettiği görüldüğünden Akrilik oranının %5, %10 ve %20 oranlarında değiştirildiğinde LH3, ZnB, akrilik ve organo fosfat (OP560) eklenerek elde edilen güç tutuşurluk değerleri incelenmiştir. Üretilen bütün kaplanmış kumaşların sigara ve kibrit testinden geçtiği görülmektedir. Bunlar içerisinde en iyi sonucu veren kaplanmış kumaşın seçimi için LOİ değerleri incelenmiştir. En yüksek LOİ değerini (%27) ADDF-LH3-ZNB-Akrilik 5%-5%-5% oranları kullanıldığında elde edilen kaplanmış kumaş vermiştir.
- 16- Quaternary Amonyum Tuzu'nun (QAS) yapıya antibakteriyel etki verdiği bilindiğinden bu tuzun %1, %2 ve %3 oranlarında kaplama patına eklenmesi ile iyi bir antibakteriyel aktivite sağlanabileceği düşünülmüştür. QAS eklenmesinin güç tutuşurluğu nispeten düşürdüğü görülmüştür.
- 17- Antibakteriyel testler için "ASTM E2149-01 *E.Coli* bakterisine göre antibakteriyel aktivite tayini yapılmıştır. Zemin Kumaşta antibakteriyel aktivite yüksek iken diğer numunelerde antibakteriyel aktivitenin %100 düştüğü görülmektedir. Kaplanmış kumaşlarda %5LH3, %5 ZnB ve %5 akrilik kullanımı ile geliştirilen yapıların antibakteriyel etki gösterdiği tespit edilmiştir. Karışıma QAS eklenmesi ile kaplanmış kumaşların antibakteriyel etkisi devam etmiştir. Gerektiğinde eser miktara QAS kullanımının kumaşı antibakteriyel hale getirebileceği değerlendirilmiştir.
- 18- Zemin kumaşa yapılan kaplama sonucunda bütün numunelerde eğilme dayanımının arttığı görülmektedir. Gramajda meydana gelen varyasyonun eğilme dayanımı değerlerine etkisinin olduğu değerlendirilmektedir. Addiflam ortamında LH3 (%5), ZnB (%5), Akrilik (%5) kaplama patı kullanıldığında en düşük eğilme dayanımı değerleri elde edilmiştir.
- 19- Bütün sonuçlar dikkate alındığında Addiflam ortamında %5 LH3, %5 ZnB veya %10 LH3, %10 ZnB kullanılmasının güç tutuşurluk, antibakteriyellik ve eğilme dayanımı bakımlarından en iyi sonucu verdiği değerlendirilmiştir.

Çalışma ile kaplanmış kumaşlarda HH kullanılmasıyla güç tutuşurluğun doğal olarak arttırılabileceği belirlenmiştir. Bu mineralin bahsi geçen koşullarda kullanılmasıyla sürdürülebilirlik ve insan sağlığı bakımından faydalı bir ürün üretilebileceği görülmüştür. Aynı zamanda söz konusu mineralin ülkemizde çıkarıldığı

değerlendirildiğinde, madene katma bir değer ortaya konulduğu ve ülkemiz madencilik sektörüne katkıda bulunulabileceği değerlendirilmektedir.



KAYNAKÇA

- Akaydın, M. (2014). Hastane Giysisi Olarak Kullanılan Kumaşların Antibakteriyel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. **SDU Journal of Science (E-Journal)**, 9 (1), 20-34.
- Altınkale, S. (2001). Eğirdir ve Burdur Göllerinin Hidrojeokimyasal ve İzotop Jeokimyasal Karşılaştırılması. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Anonim, (2019, 07 11). <https://en.wikipedia.org/wiki/Hydromagnesite>
- Atay. (2015). Multifunctional Polymer Composites: Antibacterial, Flame Retardant, Radar Absorbing And Self-Healing. **Journal Of Composite Materials** 49 (20).
- Atay, H. Y. (2013). Mechanical Properties Of Flame- Retardant Huntite And Hydromagnesite- Reinforced Polymer Composites . **Polymer- Plastics Technology And Engineering** 52 (2), 182-188.
- Atay HY, Çelik E. (2016). Flame Retardant Properties of Boric Acid and Antimony Oxide Accompanying with Huntite and Hydromagnesite in the Polymer Composites. *Polymers and Polymer Composites*. 419-428. doi:10.1177/096739111602400605
- Atay, H. Y., & Celik, E. (2015). Multifunctional Polymer Composites: Antibacterial, Flame Retardant, Radar Absorbing And Self-Healing. **Journal of Composite Materials**, 49(20), 2469-2482.
- Atay, Y. (2021). Novel Eco-Friendly Flame Retardant Wood Composites Reinforced By Huntite And Hydromagnesite Minerals. *Wood Material Science & Engineering* 1-11.
- Aytan, E. (2021). *Çok Gözenekli (Mezopor) Yanma Geciktirici Malzeme İçeren Polimerik Kompozitlerin Geliştirilmesi ve Özelliklerinin İncelenmesi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı.
- Avcı, H. (2019). Güç Tutuşur Polipropilen Polimeri ve Lif Uygulamalarında Son Gelişmeler ve Gelecek Beklentileri. **Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi**, 24 (2),609-632.
- Bak. (2023, 07 14). Yatak kaplama. <https://nolurbak.com/diger/yatak-kaplama/#:~:text=Yatak%20kaplama%2C%20yata%20C4%9F%C4%B1n%20%C3%BCst%20y%C3%BCzeyini,toz%20ve%20kir%20birikimini%20engeller>, adresinden alındı

- Balcı, O. (2011). Silindir Üstü Bıçak Yöntemi Kullanılarak Yapılan Tek Yüz Kaplama İşlemini Etkileyen Proses Parametrelerinin İncelenmesi. **Tekstil ve Mühendis** 18 (84), 15-22.
- Baştürk, E., Madakbaş, S., Karadoğan, B., & Vezir Kahraman, M. (2016). Preparation And Thermal Properties Of Polyethylene Terephthalate/Huntite–Hydromagnesite Composites. **Polymer Composites**, 37(11), 3275-3279.
- Bical, A. (2014). Pamuk/Polyester Karışımı Dokuma Kumaşlarda Güç Tutuşurluğun Sağlanmasına Yönelik Arpe Kimyasalının Geliştirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Bulut, Y. (2010). Kaplamalı Giysilik Kumaşların Mekanik Özellikleri. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Bulut, Y. (2015). Kaplama veya Laminasyon Teknikleri ile Üretilen Kumaşların Genel Özellikleri ve Performans Testleri. **The Journal of Textiles and Engineer** 70, 5-16.
- CNN. (2022, 02 20). Çinko Kullanım Alanları Nelerdir? Çinkonun Özellikleri Nelerdir, Nerelerde Kullanılır? [https://www.cnnturk.com/ajanda/cinko-kullanim-
alanlari-nelerdir-cinkonun-ozellikleri-nelerdir-nerelerde-kullanilir](https://www.cnnturk.com/ajanda/cinko-kullanim-alanlari-nelerdir-cinkonun-ozellikleri-nelerdir-nerelerde-kullanilir)
adresinden alındı
- Çamlıbel, N.O., Avinc, O., Arik, B. et al. (2019). The Effects Of Huntite–Hydromagnesite Inclusion İn Acrylate-Based Polymer Paste Coating Process On Some Textile Functional Performance **Properties Of Cotton Fabric. Cellulose** 26, 1367–1381 <https://doi.org/10.1007/s10570-018-1924-y>
- Çamlıbel, N. O. (2021). Flame Retadant Cotton Fabric Modifled With Silica Nanosols Containing Huntite- Hydromagnesite Grafted With GPTMS and VTES. **The Journal Of The Textile Institute** 112 (7), 1129-1143.
- Çemrek, D. (2022). Çanakkale Yöresi Çinko Cevherlerinin Liç Koşullarının Araştırılması. SAKarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Enstitü Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Çinçik, E, (2012), Kaplama ve Laminasyon Teknolojisi Ders Notları, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

- Demir, F. (2018). Çinko Sülfür Cevherlerinin Oksidasyon ve Redüksiyon Koşullarına Mekanik Aktivasyonun Etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Enstitüsü Anabilim Dalı.
- Dike, A. S., Tayfun, U., & Dogan, M. (2017). Influence Of Zinc Borate On Flame Retardant And Thermal Properties Of Polyurethane Elastomer Composites Containing Huntite-Hydromagnesite Mineral. **Fire and Materials**, 41(7), 890-897.
- Elmaslar. (2023, 07 11). Havalı Yatak Nedir. <https://elmaslarmedikal.com.tr/havali-yatak-nedir-ozellikleri-nelerdir-havali-hasta-vatagi-cesitleri-nelerdir/#:~:text=Motoru%20sayesinde%20hastan%C4%B1n%20kilosu%20ve,%C5%9Fiddeti%20uygulayabilen%20%C3%B6zel%20yatak%20modelleridir>. adresinden alındı
- Erdem. (2022). Hidromanyezit-Huntit Kullanarak Güç Tutuşur Poli (laktik asit) Esaslı Kompozit Malzeme Üretimi ve Sinerjik Etki Çalışmaları. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Erkut, D. (2020). Farklı Karışım Oranlarında Güç Tutuşur Özelliğe Sahip Liflerden Elde Edilen İplik ve Kumaş Özelliklerinin İncelenmesi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Fp7. (2023, 07 12). Havalı Hasta Yatağı Özellikleri Nedir. <https://fp7.org.tr/havali-hasta-vatagi-ozellikleri-nedir/> adresinden alındı
- Gökburun, İ. (2021). Salda Gölü Literatürü Üzerine Bir Değerlendirme. **Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi** 14 (77), 290-305.
- Guler, T., Tayfun, U., Bayramli, E., & Dogan, M. (2017). Effect Of Expandable Graphite On Flame Retardant, Thermal And Mechanical Properties Of Thermoplastic Polyurethane Composites Filled With Huntite&Hydromagnesite Mineral. **Thermochimica Acta**, 647, 70-80.
- Güler, H. K. (2015). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Antibakteriyel Aktivitesi ve Tekstil Sektöründe Kullanımı. **Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science** 10 (2), 27-34.
- Gündoğdu. (2023, 09 02). Bir Yatağın Üretim Hikayesi. <https://www.gundogdumobilya.com.tr/blog/icerik/yatak-nasil-yapilir> adresinden alındı

- Jack. (2017, 02 01). Su yatağı. <https://www.kimnezamanicatetti.com/su-yatagi/> adresinden alındı
- Jiang, L., Li, K., Yang, H. et al. (2019). Significantly Improved Flame-Retardancy Of Cellulose Acetate Nanofiber By Mg-Based Nano Flaky Petal. **Cellulose** 26, 5211–5226 <https://doi.org/10.1007/s10570-019-02451-8>
- Jiao, L. L., Zhao, P. C., Liu, Z. Q., Wu, Q. S., Yan, D. Q., Li, Y. L., ... & Li, J. S. (2022). Preparation of Magnesium Hydroxide Flame Retardant from Hydromagnesite and Enhance the Flame Retardant Performance of EVA. **Polymers**, 14(8), 1567.
- Kabasakal, M. (2011). Hammaddeleri Farklı Tekstil Malzemelerine Güç Tutuşurluk Özelliğinin Kazandırılmasında Yeni Uygulamalar. Kahramanmaraş: Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Kangal, O. (2004). Göller Bölgesi: Huntit Cevherlerinin Zenginleştirilmesi ve Alev Geciktirici Hammaddde Üretimine Yönelik Kullanılması. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Kantarcı, D. (2020). Salda Gölü ve Çevresi Üzerine Ekolojik Bir Değerlendirme.
- Karadayı, V., (2019). Huntit-Hidromanyezit Katkılı Kaplanmış Kumaşların Güç Tutuşurluk Özelliklerinin Belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Karakoyun. (2021). Akrilik Esaslı Huntit-Hidromanyezit Katkılı Kaplanmış Kumaşların Yalıtım ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Karatepe, Y. (2004). Eğirdir Gölü Havzasının Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Sınıflandırılması. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- LKAB, (2023). LKAB Minerals, LH3 Mineral Data Forms
- LKAB, (2023). LKAB Minerals LH15 Mineral Data Forms
- Milliyet. (2018, 04 24). Su Yataklarının Sağlığa Faydaları Nelerdir. <https://www.milliyet.com.tr/gundem/su-yataklarinin-sagliga-faydolari-nelerdir-2654812> adresinden alındı
- Morganl, A. B., Cogent, J. M., Opperman, R. S., & Harris, J. D. (2007). The Effectiveness Of Magnesium Carbonate-Based Flame Retardants For Polyethylene-Co-Vinyl

- Acetate) And Poly (Ethylene-Co-Ethyl Acrylate). **Fire and Materials**, **31**(6), 387-410.
- Morpho. (2023, 07 15). Visko Yatak Nedir. <https://www.morphosleep.com/blogs/uyku-rehberi/visco-yatak-nedir> adresinden alındı
- Ömeroğulları, Z. (2010). Ev Tekstiline Yönelik Kullanılan Kumaşların Güç Tutuşurluk Özelliğinin Geliştirilmesi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Ömeroğulları, Z. (2012). Tekstilde Güç Tutuşurluk. **Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, **17** (1), 27-42.
- Özcan, G. (2002). Örme Kumaş Yapısının Güç Tutuşma Özelliklerine Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Savas, L. A., Deniz, T. K., Tayfun, U., & Dogan, M. (2017). Effect Of Microcapsulated Red Phosphorus On Flame Retardant, Thermal And Mechanical Properties Of Thermoplastic Polyurethane Composites Filled With Huntite&Hydromagnesite mineral. **Polymer Degradation and Stability**, **135**, 121-129.
- Sleep. (2023, 06 18). Visko Yatak Nedir. <https://www.sleeppeople.com.tr/blog/icerik/visco-yatak-nedir> adresinden alındı
- Şahinoğlu, A. (2019). Çameli (Denizli) Huntit Cevherleşmesinin Jeolojik, Jeofizik ve Karotlu Sondaj Yöntemleri ile İncelenmesi. 3 rd International Symposium on Multidisciplinary Studies 6-13.
- Tatlı, Ö. (2007). Üç İplik Kumaş Yapısının ve Geçirdiği Terbiye İşlemlerinin Yanma Davranışı Üzerine Etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Teknolam. (2023, 07 19). Kumaş Kaplama. <https://www.teknolamlaminasyon.com.tr/kumas-kaplama.html> adresinden alındı
- Tekstil. (2022, 01 14). Yatak Çeşitleri ve Üretimi. <https://tekstilbilgi.net/yatak-cesitleri-ve-uretimi.html> adresinden alındı
- Tekstilbilgi. (2022). Kumaş Kaplama Yöntemi. 01. 01: <https://tekstilbilgi.net/kumas-kaplama-vontemi.html>.
- Topçu, H. (2019). Huntit-Hidromanyezik Katkılı Nanosoller ile İşlem Gören Pamuklu Kumaşın Güç Tutuşurluk Özelliklerinin Araştırılması. Denizli: Pamukkale

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Toure, B., Cuesta, J. M. L., Gaudon, P., Benhassaine, A., & Crespy, A. (1996). Fire Resistance And Mechanical Properties of a Huntite/Hydromagnesite/Antimony Trioxide/Decabromodiphenyl Oxide Filled PP-PE Copolymer. **Polymer Degradation and Stability**, **53**(3), 371-379.

Tulunay, T. (2015). Tekrarlı Yıkama İşlemlerinin Rejenere Selülozik Kumaşların Antibakteriyel Özelliklerine Olan Etkisinin İncelenmesi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Tuncel, B. K. (2007). Çinko Oksit (ZnO)'in Mikroyapısal Özelliklerine Nikel Oksit (NiO)'in Etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Enstitü Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Ulusoy, G. (2022). Huntit mineralinin yangına dayanıklı boya üzerine katkısı. **MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni** 33, 69-82.

Ustaomer, D; Baser, UE, (2020). Thermal and Fire Properties of Medium-density Fiberboard Prepared with Huntite/hydromagnesite and Zinc Borate, **BIORESOURCES**, **15**(3), 5940-5950.

Ustaomer. (2020). Thermal And Fire Properties Of Medium- Density Fiberboard Prepared With Huntite/Hydromagnesite And Zinc Borate. **Bioresources** **15** (3), 5940-5950.

Üreyen, M. (2008). Yeni Geliştirilen Gümüş Katkılı Antimikrobiyal Tekstil Kimyasalı ve Bu Kimyasal ile İşlem Görmüş Kumaşların Antibakteriyel Performansları. *Tekstil ve Mühendis* 15, 25-31.

Yıldırım S, Çelik E. (2014). Alev Geciktirici Huntit ve Hidromanyezit Nanopartikül Takviyeli Polimerik Kompozit Kaplamalar. **AKÜ FEMÜBİD 14 OZ5762** (387-393)

Yıldırım, S. (2014). Alev Geciktirici Huntit ve Hidromanyezit Nanopartikül Takviyeli Polimerik Kompozit Kaplamalar. **Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi** 14, 387- 393.

Yıldırım. (2014). Usage Of Huntite/Hydromagnesite, Boric Acid and Antimony(III) Oxide As Flame Retardant Materials In Paints,. International Conference On Production Research - Regional Conference Africa, Europe And The Middle East

And 3rd International Conference On Quality And Innovation In Engineering And Management.

- Yilmaz Atay, H. (2021). Novel Eco-Friendly Flame Retardant Wood Composites Reinforced by huntite and hydromagnesite minerals. *Wood Material Science & Engineering*, 1-11.
- Yurddaskal, M., & Celik, E. (2018). Effect of halogen-free nanoparticles on the mechanical, structural, thermal and flame retardant properties of polymer matrix composite. **Composite Structures**, 183, 381-388.
- Yurddaskal. (2018). Effect Of Halogen-Free Nanoparticles On The Mechanical, Structural, Thermal And Flame Retardant Properties Of Polymer Matrix Composite. **Composite Structures** 183, 381-388.
- Yücel M.B. (2018). Türkiye Huntit Varlığı ve Ekonomisi, **Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni**, 25: 31-37.
- Yücetürk, B., (2022). Huntit ve Hidromanyezit Mineralleri İçeren Alev Geciktirici Kompozitlerin İmalatında Amonyum Polifosfatın Sinerjik Etkisinin Araştırılması, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 87 s.
- Zakut, M., (2012). Effects of Huntite/Hydromagnesite On Capacity Of Flame Retardancy, Mechanical And Physical Properties Of Polypropylene, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Polimer Bilim ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Zakut. (2012). Effects Of Huntite/Hydromagnesite On Capacity Of Flame Retardancy, Mechanical And Physical Properties Of Polypropylene, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Polimer Bilim ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Semiha KUTSAL

Uyruğu : Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri

Medeni Durum

E-mail

Telefon

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği	2024
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği	2016
Lise	Karatay Anadolu Lisesi/ KONYA	2011

İŞ DENEYİMİ

YIL	KURUM	GÖREV
2018-Halen	Aydın Tekstil, Kayseri	Ür-Ge Örme Şefi

Yabancı Dil

İngilizce