



# Kahramanmaraş Sutcu Imam University

## Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 20.11.2020  
Kabul Tarihi : 19.03.2021

Received Date : 20.11.2020  
Accepted Date : 19.03.2021

### MUZ KABUĞU EKSTRAKTININ PAMUK VE PAMUK-POLİESTER KARIŞIMLI KUMAŞLARDA GÜÇ TUTUŞURLUĞA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

#### INVESTIGATION OF FLAME RETARDANCY EFFECT OF BANANA PEEL EXTRACT ON COTTON AND COTTON-POLYESTER BLENDED FABRICS

Aslıhan KORUYUCU <sup>1\*</sup> (ORCID: 0000-0002-8443-5188)  
Fehmi Çağlar BALABAN <sup>2</sup> (ORCID: 0000-0002-5968-4764)

<sup>1</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye  
<sup>2</sup>Zorluteks Tekstil, Kırklareli, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Aslıhan Koruyucu, [adelituna@nku.edu.tr](mailto:adelituna@nku.edu.tr)

#### ÖZET

Pamuk ve poliester günümüzde en çok kullanılan konvansiyonel lifler olarak tekstil endüstrisinde önemli bir paya sahiptir. Bu liflerin güç tutuşurluk terbiye işlemlerinde kullanılan kimyasallara alternatif olarak çevre atık yükü düşük ve sürdürülebilir doğal malzemelerin elde edilmesi çalışmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Bitkisel atık ekstratları ilk olarak; yakma, haşıl sökme, mercerize ve bazik ön terbiye işlemleri ile aynı gramaj ve konstrüksiyona sahip %100 pamuklu kumaşlara emdirme ve kaplama yöntemlerine göre uygulanmıştır. İkinci olarak ise; yakma, soğuk bazik ön terbiye işlemlerinden geçirilen %50 pamuk-%50 poliester karışimli dokuma kumaşlar üzerine aynı yöntemlerle uygulanmıştır. Muz kabuğu atık ekstraktlarının pamuk ve pamuk-poliester karışimli kumaşların yapısındaki dağılımını incelemek için taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri, sıcaklık-zaman fonksiyonuna bağlı kütle kayıpları termogravimetrik analizleri (TGA) ve limit oksijen indeksi (LOI) analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; muz kabuğundan elde edilen ekstraktlarla yapılan emdirme ve kaplama işlemlerinin pamuklu ve pamuk-poliester karışimli kumaşların termal dayanım özelliklerinde iyileşme sağladığı, kumaşların alev alması için ortamda bulunması gereken oksijen miktarında olumlu yönde artış sağladığı, kumaş morfolojisinde olumsuz herhangi bir etkiye sebep olmadığı tespit edilmiştir. Yapılabilecek metot iyileştirmeleriyle birlikte; bu özelliklerde gelişme sağlanabileceği öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Muz kabuğu, ekstraksiyon, güç tutuşurluk, LOI

#### ABSTRACT

Cotton and polyester are the most used conventional fibers in the textile industry. There is need for development of new natural and sustainable flame retardant chemicals used during finishing processes of these fibers instead of conventional flame retardancy chemicals. Vegetable waste extracts were applied by the methods of impregnation and coating on 100% cotton fabrics with the same weight and construction, which were subjected to singeing, desizing, mercerizing and bleaching pretreatments. Secondly vegetable waste extracts were applied with the same application methods on 50%-50% cotton-polyester blended woven fabrics, which have undergo singeing, cold bleaching, bleaching and pretreatment processes. SEM (scanning electron microscope) images, thermogravimetric analysis (TGA) and limiting oxygen index (LOI) analysis were carried out the flammability of 100% cotton and 50% cotton-50% polyester blended fabrics, which were subjected to same application methods with banana peel extract and commercially flammable chemicals. As a result, the banana peel extracts improved the thermal behavior of the cotton and cotton-polyester blend fabrics after impregnation and coating processes. The applications increased the amount of oxygen demand for combustion in the environment and besides they did not change the morphological properties of the fabric samples. The novel methodological applications in the possible future could help to the improvement of the subject.

**Keywords:** Banana peel, extraction, flame retardancy, LOI

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Aslıhan Koruyucu, [adelituna@nku.edu.tr](mailto:adelituna@nku.edu.tr)

**To Cite:** Koruyucu, A., & Balaban, F., (2021). Muz Kabuğu Ekstraktının Pamuk ve Pamuk-Poliester Karışımli Kumaşlarda Güç Tutuşurluğa Etkisinin İncelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 66-83.

## GİRİŞ

Tekstiller giyimde yanında binalar, evler, ofisler, oteller, arabalar, uçaklar, gemiler gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alanlarda kullanımları tekstil materyallerine güvenlik, konfor ve dekorasyon gibi amaçları ortaya çıkarmaktadır. Bu üç özellik sağlanırken de maliyet açısından uygun, çevreye dost ve üretimi kolay olması istenmektedir. Tekstil malzemelerinin çoğunluğu oldukça yanıcı olmakla birlikte, sıklıkla çıkan yangınların büyümesinin ana sebebi olmakta ve insan hayatını tehlikeye sokan durumların oluşmasında, doğrudan etkili olmaktadır (Papaspyrides vd., 2009).

Yanabilirliği azaltılan malzemelerin kullanılması hem malzemelerin hem de ürünlerin test edilmesi, kurallar ve yasaların uygulanması ölüm ve kayıpların, yaralanma riskinin azaltılmasına ayrı ayrı katkıları olmaktadır (Öz, 2006).

Günümüzde güç tutuşurluk üzerine çeşitli araştırmalar mevcuttur. Bu araştırmalar lif çekiminden güç tutuşurluk özelliğinin elde edilmesi, yeni polimerlerin sentezlenerek güç tutuşurluğa etki eden materyal olarak kullanılması, terbiye işlemleri sırasında güç tutuşurluk bitim işlemi uygulanması esasına dayanmaktadır. Güç tutuşurluk geliştirmeleri son zamanlarda bor, kobalt, silikat tarzı materyaller üzerine odaklanmaktadır. Biyomakromoleküller kullanılarak güç tutuşurluk ile ilgili çalışmalar da gelecek için ön plana çıkmaktadır.

Güç tutuşma özelliğine sahip ürünlerin kullanımı; günümüzde sadece tiyatrolarda kullanılan perdeler ya da giysiler değil, neredeyse her ürün için güç tutuşurluk özelliğinin kazandırılması gerektiği ve bu yönde yoğun Ar-Ge çalışmalarının yapılmakta olduğu görülmektedir (Raether vd., 1988).

Selülozik materyaller için klasik güç tutuşurluk bitim işlemleri fosfor-azot esaslı bileşiklerle işleme dayanmaktadır. Özellikle çoğu yıkamaya dayanıklı bitim işlemleri (THPC(Tetrakis(hidroksimetil)fosfonyumklorid)-bazlı, örn. Proban, Rhodia ve fosfon amid türevleri, örn. Pyrovatex, Ciba); uygulama ve son kullanım boyunca saflık riskleri taşıyan formaldehitin (HCHO) işlem boyunca kullanımını içermektedir ve pamuklu kumaşlar özelinde bu işlemlere artan bir ilgi mevcuttur. Ticari olarak, pamuklu kumaşlar için dayanıklı işlemler için alternatif reaktifler bulunması amacıyla günümüzde pek çok çalışma bulunmasına karşın, hala formaldehit bazlı kimyasal maddelere selüloz-OH gruplarına bağlanmayı sağlamak için ihtiyaç duyulmaktadır (Cireli vd., 2006).

Kumaş bitim işlemlerinde uygulanan hibrit nano-mikro silika bazlı çözeltinin güç tutuşurluk üzerine etkisi incelenmektedir. İlk olarak tetraetil orto silikatın reaksiyona giren madde, jelatinin güç tutuşurluk katkı maddesi olarak kullanıldığı hibrit silika çözeltisi hazırlanıp, bu çözelti  $\gamma$ -aminopropil trietoksilan çapraz bağlayıcı yardımıyla %100 pamuklu kumaş üzerine sol-gel yöntemiyle uygulanmaktadır. Kaplama işlemi uygulanmış pamuklu kumaşın, işlem uygulanmamış kumaşa göre güç tutuşurluk özelliğinin geliştiği,  $\gamma$ -aminopropiltrioksilan-SiO<sub>2</sub>-jelatin hibrit solüsyon prosesinin uygulandığı pamuklu kumaşın LOI (Limit Oxygen Index) değerinin arttığı (%23-24,5) ve piroliz mekanizması için sıcaklık değer aralığının artış gösterdiği belirlenmektedir. Güç tutuşurluk etkilerinin solüsyonlara göre  $\gamma$ -amino propil trietoksilan-SiO<sub>2</sub>-jelatin> SiO<sub>2</sub>-jelatin> $\gamma$ -amino propil trietoksilan-SiO<sub>2</sub>> SiO<sub>2</sub> olduğu bildirilmektedir (Fan vd., 2017).

Polivinil alkol, hidrofilik poliester, fosforik asit, dicyandiamidle birlikte yeni bir (PVP (PR)-P-DCDA) fosfor-nitrojen sinerjizmlı güç tutuşurluk malzeme elde edilmektedir. Elde edilen bileşik %100 pamuklu, %100 PES, 50/50 pamuk-PES kumaşlara emdirme yöntemiyle uygulanmaktadır. Elde edilen güç tutuşurluk materyalinin çevre dostu olduğu belirlenmiş, pamuk, PES ve karışımlarına kolayca uygulanabildiği gözlenmektedir ve alev alma karakteristiklerinde PVP (PR)-P-DCDA'nın dehidrasyon özelliğinin etkili olduğu düşünülmektedir (Atakan vd., 2018).

Pamuklu kumaşlar üzerine rotasyon baskı işlemiyle uygulanan sulu kazein süspansiyonlarının farklı pH ve konsantrasyonlarında güç tutuşurluk üzerine olan performansları incelenmektedir (Faheem vd., 2017).

Hindistan cevizi kabuğunun ekstraksiyonu yoluyla elde edilen materyalle termal stabil (ısı kararlılığı yüksek) ve hijyenik pamuklu kumaş eldesi hedeflenmektedir. Çalışma da *Cocos nucifera Linn* Hindistan cevizi kullanılarak elde edilen ekstrakt; pamuklu kumaşlara asidik, nötr, alkali ortamlarda emdirme yöntemiyle uygulanmaktadır. LOI değerleri ölçümü ve dikey yakma testiyle güç tutuşurluk özellikleri incelenmektedir. İşlem görmüş tüm kumaşlar, işlemsiz kumaşlara kıyasla daha iyi alev direnci göstermiş, alkali ortamda yapılan uygulamanın LOI değerini %72,2 daha fazla yükselttiği gözlemlenmektedir (Teli vd., 2017).

Çevre dostu muz ağacı özünden ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen biyomoleküller; nötr, asidik ve alkali ortamlarda ön mordanlanmış, ağartılmış, merserize edilmiş pamuklu kumaşlara emdirme yöntemiyle uygulanmaktadır. Güç tutuşurluk özellikleri, LOI, dikey yakma ve ısı salınımı ilişkili özelliklerle belirlenmektedir. Kumaşın termal stabilitesinin her koşulda yapılan işlemde artış gösterdiği, en iyi özelliğin alkali ortamda yapılan işlemde olduğu kaydedilmektedir. Muz bitkisi özünün bu özellikleri iyileştirmesinde, yapısındaki fosfat bileşenleri ve metal tuzlarının etkili olduğu düşünülmektedir (Basak vd., 2016).

Aminlerin bisakril amidlere çoklu eklenmesi ile hazırlanan 8 lineer poliamido aminler (PAA) pamuklu kumaşlar için yüzeyde tutunan güç tutuşurluk maddeleri olarak incelenmektedir. Tutuşabilirlik testlerinde, aminoasitten türetilen poliamido aminler 10 saniye direk olarak alev maruz bırakılmış, yanma gözlenmemiştir ancak karbon tortuları oluşturmaktadır. Guadin içeren poliamido aminlerin yanma olmadan direkt olarak buharlaştıkları, 2-metil piperazin türevi poliamido aminlerin tamamen yandığı rapor edilmektedir. Hava ortamındaki termogravimetrik analizler sonucunda 400 °C'de bütün poliamido aminlerin önemli derecede kül oluşturduğu ve bu küllerin 500 °C üstünde oksitlendiği belirlenmektedir (Manfredia vd., 2018).

Polipropilen için amonyum polifosfat (APP), penta eritol (PER) ve 4A zeolit ile birlikte alev geciktirici sistemi üretilmektedir. Sonuçlar, 4A zeolitin katalitik esterleştirme ile gözenekli karbon tabakasını desteklemek için daha iyi bir ko-agonist olduğunu göstermektedir (Wei vd., 2003).

Amonyum polifosfatın ve polilaktik asid için penta eritrol yatay ve dikey yanma test metodları incelenmektedir ve sınırlayıcı oksijen indeksi %40'dan fazladır ve iyi alev geciktirici etki elde edilmektedir (Reti vd., 2008).

IFR'nin ve PLA için organik kirletici alev geciktiricisi incelenmekte ve sonuçta IFR ya da OMT'nin eklenerek alev geciktirici etkisi geliştirilmekte ve eriyik damlama meydana gelmektedir (Li vd., 2009).

PVC'ye zeolitin alev geciktirici etkisi incelenmektedir. Zeolit gözenekli yapı ile birlikte HCl (hidroklorik asit) absorbe edilmiş ve HCl gaz emisyonunu azaltmaktadır (Xu vd., 2006).

Polyester kumaşa güç tutuşurluk özellik kazandırmak için emdirme yöntemi ile doğal yapıda güç tutuşur madde kullanımı incelenmektedir. Güç tutuşur madde kireç taşından elde edilmiş olup, herhangi bir endüstriyel katkı ve kimyasal madde içermemektedir. İşlem görmüş polyester kumaşın yüzey özelliği FT-IR (ATR) ve SEM tarafından karakterize edilmekte, güç tutuşurluk özelliği ise LOI ölçümleri ile değerlendirilmektedir. Aynı zamanda, güç tutuşur maddenin erime ve damlama davranışı da araştırılmaktadır. Emdirme işlemi yapılmış kumaşların yıkamaya karşı dirençleri incelenmektedir. Sonuçlara göre, LOI değerlerinde %39.5'lük bir artış görülmüş ve işlem görmüş polyester kumaşın daha uzun sürede damlama yapmadan yandığı gözlenmektedir (Ömeroğulları vd., 2011).

Çevre dostu yanıcı pamuklu tekstil ürünleri üretmek için kitosan fosfat kullanılmaktadır. Çalışmada; kitosan amino gruplarının selüloz hidroksillere göre daha reaktif hale geldiği, sitrat tuzunun fosforilasyon reaksiyonunu kolaylaştırdığı vurgulanmaktadır. Pamuklu kumaşın alev geciktiriciliğini arttırmak için kitosan konsantrasyonu %0 ile %2 olarak kullanılmaktadır. Kitosan konsantrasyonunun %2'nin üzerine çıkarılması kumaşın termal bozunma üzerinde sınırlı bir etkiye yol açmaktadır (El-Tahlawy, 2008).

Çinko borat (ZnB) çeşitli uygulamalarda alev geciktirici, is önleyici katkı maddeleri olarak kullanılmaktadır. Yanma geciktirici sistemlerde antimon oksit ve metal hidroksitlerle sinerjik etkiler gösterilmektedir. Bu çalışmada ZnB'nin etkisi PET (polietilentereftalat) dokuma kumaşların alev geciktiriciliği araştırılmaktadır. Homojenliği sağlamak için ZnB (zirkonyum bilyeler)'in kumaşlara uygulanması, ZnB tozlarının partikül boyutu, ıslak öğütme ile 9 mikrometreden mikron altı ölçeğe düşürülmektedir. ZnB dispersiyonu, düşük formaldehitli melamin reçine esaslı çapraz bağlayıcı madde ile karıştırılmaktadır ve PET kumaşlara fularlama-kurutma yöntemi ile uygulanmaktadır. ZnB dispersiyonu farklı oranlarda alkil fosfonat ve organo fosfor bileşik bazlı ticari alev

geciktirici apre maddelerine eklenmektedir ve kumaşlara uygulanmaktadır. Çinko boratın fosfor bazlı alev geciktirici bitim işlemi kimyasalları konik kolorimetresi ile 35 Kw/m<sup>2</sup> ısı, dikey alev testi ve sınırlayıcı oksijen indeksi ile incelenmektedir (Üreyen vd., 2019).

Sentetik tekstiller üzerinde bromla işlem görmüş alev geciktiricilere çözüm getirmek üzerine yaptığı çalışmada yüksek yıkamalarda değil fakat düşük yıkama sayılarında bromlanmış alev geciktiricilerin poliester üzerinde halojen içermeyen alev geciktiricilere göre çok daha iyi sonuç verdiğini tespit edilmektedir. Yanma test analizlerinin sonuçlarına göre fosfor bazlı alev geciktiricilerin 3,10 ve 25 yıkamadan sonra bromlanmış olanlara göre iyi bir alternatif olduğu ve naylon üzerinde en iyi performansın fosfor işlemiyle sağlandığı görülmektedir. Hiçbir halojen içermeyen alev geciktirici, naylon/poliester karışımı dokusuz yüzey için alev geciktiriciliği bakımından başarılı olamamaktadır (Andrae, 2007).

Güç tutuşur yünlü kumaş elde edebilmek için; ZrOCl<sub>2</sub>, hidroklorik asit ve sitrik asit ile yün kumaş işleme tabi tutulmaktadır. Bu işlem sonucunda yanmayan gaz oluşumu hızlanmış, işlem görmemiş kumaşa göre gazlar yanma sıcaklığının altında bozunmuş, dolayısıyla yanmamaktadır. Dikey yakma testi sonucu yünün güç tutuşurluluğunu arttırdığı belirlenmiş, LOI değeri %31,9'a yükselmektedir (Forouharshad vd., 2011).

Çevre dostu doğal bir ürün olan muz sapını (BAS) kullanarak selülozik pamuklu tekstilin alev geciktiriciliği incelenmektedir. Ekstrakte edilen bitki özünü alkali uygulanmış ve ön-mordanlanmış, ağartılmış ve merserize edilmiş pamuklu kumaşlara uygulanmaktadır. Kontrol ve uygulanmış kumaşların alev geciktirme özellikleri limit oksijen indeksi (LOI), yatay ve dikey tutuşabilirlikleri analiz edilmektedir (Basak vd., 2015).

Grafitin alev geciktirme performansını, geciktirilebilir grafit ve genişletilmiş grafit/PE kompoziti incelenmektedir. Sonuçlar grafitin, belirli genişletilebilir grafitin iyi alev geciktirici etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ancak genişletilmiş grafit/PE kompozitlerin mekanik özellikleri zayıf olmaktadır (Yang vd., 2003).

PLA ve bamboo tozu ile birlikte geciktirilmiş kompozitler üretiminde alev geciktirici olarak alüminyum hidroksid kullanılmaktadır (Ling vd., 2013).

Biyolojik olarak sentezlenen gümüş nanopartiküller doğal indirgenme ajanı olarak muz kabuğu ekstraktı kullanılarak çevre dostu gümüş nanopartikülleri araştırmaktadır. Doğal gümüş nanokompozit hidrojeller indirgen AgNO<sub>3</sub> muz kabuğu ekstraktı akrilamid muz kabuk ekstraktı ile hazırlanmaktadır (Alvakonda, 2016).

Alkali muz sapı ile birlikte ligno-selülozik ön mordanlanmış işlem görmemiş jüt tekstillere alev geciktirme uygulaması araştırılmaktadır. Kontrol ve uygulanmış kumaşların alev geciktirme özellikleri limit oksijen indeksi (LOI), dikey ve yatay tutuşabilirlik ve de total ısı değeri analiz edilmektedir. İşlem gören jüt kumaşlar kontrol kumaşlarla kıyaslandığında daha iyi alev geciktirme özelliği göstermektedir (Basak vd., 2015).

Muz saplarının lif kaynağı olarak kullanımı üzerine çalışılmaktadır. Çay poşetleri gibi birçok amaçlar için kullanılmaktadır. Aynı zamanda en güçlü doğal lifler olarak bilinmektedirler. Muz sapı; muzun hangi kısmından alındığına bağlı olarak farklı ağırlık ve kalınlıklarda muz lifi kumaş haline getirilmektedir (Benitta vd., 2014).

Çevre dostu UV koruyucu kumaş üzerine bir çalışma gerçekleştirilmektedir. Muz, elma, portakal, limon kabuğu ekstraktları pamuklu kumaşa uygulanmaktadır. Sonuç olarak, iyi- çok iyi UV koruma özellikleri elde edilmektedir (Deepti vd., 2017).

Muz sapı suyunu tekstil endüstrisi atık su arıtımı için doğal bir pıhtılaştırıcı olarak kullanımı araştırılmaktadır. Üç ana parametre olan; total asılı katılar (TSS), pH ve bulanık atığı incelenmektedir (Gopika vd., 2016).

Medikal uygulamalar için plazma uygulanmış selüloz kumaşların muz kabuğu ekstrakt özellikleri araştırılmaktadır. Selülozik kumaşlar (pamuk, viskon, tencel) alkali muz kabuğu ile uygulanmaktadır. Selüloz materyali üzerinde UV koruma ajanı ve multifonksiyonel antibakteriyel ajan olarak değerlendirilmektedir (Ramesh, 2017).

Farklı bitki ekstraktlarının karşılaştırmalı antimikrobiyel aktivite çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Muz kabuğu, nar kabuğu, kazein, siklodekstrin gibi ekstrakt formundaki doğal ajanlar fularlama-kurutma ile uygulanmaktadır (Saravanan vd., 2017).

Mekanik olarak muz atıklarından lifler ekstrakte edilmektedir. Daha çevre dostu enzimatik işlemde sonra dokumaya uygun muz lifleri çalışılmaktadır. Ekstrakte edilen uzun lifler 50 mm uzunlukta kesilmiş ve arıtılan enzimatik banyoya batırılmaktadır (Zaida vd., 2016).

Bu çalışmada, literatürde mevcut araştırmalardan farklı olarak, tamamen ekolojik kaynaklı muz kabuklarından ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen makromoleküller; pamuklu ve %50-%50 karışım oranına sahip pamuk-poliester kumaşlara emdirme ve kaplama yöntemleriyle uygulanmıştır. Ayrıca doğal güç tutuşurluk sağlayan makromoleküllere alternatif olarak ticari güç tutuşurluk kimyasalı da kullanılmıştır. Daha sonra yapılan emdirme ve kaplama uygulamalarının SEM ile kumaş yüzeylerine etkileri, TGA incelemesiyle sıcaklık-zaman fonksiyonuna bağlı kütle değişimlerine etkileri ve LOI tayiniyle tekstil materyalinin tutuşması için ortamda gerekli oksijen miktarı seviyesindeki değişimlerine etkileri incelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, ekstraksiyon işlemi uygulanacak muz kabukları aynı parti ve gönderi numarası göz önünde bulundurularak temin edilmiştir. Ekstraksiyon işleminde çözücü olarak %99 saflıkta izopropil alkol kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemleri sonrası ortaya çıkan ürünler ile ticari güç tutuşurluk kimyasalları kullanılarak emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulacak kumaşların yapıları ve geçtiği ön terbiye işlemleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Kumaşlar

Kumaş No.	Kumaş İçeriği	Kumaş Konstrüksiyonu	Çözgü İpliği	Atkı İpliği	Gramaj (g/m <sup>2</sup> )	Ön Terbiye İşlem Adımları
1	%100 Pamuk	Bezayağı	30/1 Ne OE Pamuk	30/1 Ne OE Pamuk	110,3	Yakma- Haşıl Sökme- Merserize- Kasar
2	%50 Pamuk- %50 PES	Bezayağı	30/1 Ne OE Pamuk- PES	30/1 Ne OE Pamuk- PES	110,1	Yakma- Soğuk Kasar - Kasar

Çalışmada, ekstraksiyon ürünlerinin güç tutuşurluk üzerine etkisinin kıyaslanması amacıyla emdirme işlemi için Rudolf Duraner firmasından Ruco-Flam NMT (organik fosfor-azot bileşikler karışımı), kaplama işlemi için EOC Group firmasından EOC FRD 41 BO ticari güç tutuşurluk kimyasalları temin edilmiştir.

Çalışmada, ekstraksiyon kurutma çalışmaları için Ataç EV 250 model etüv, tartım işlemleri için Mettler Toledo ME2002 model tartı, emdirme işlemi için Prowhite yatay tip pnömatik sıkma makinesi, kaplama işlemi için Ataç RGK-40 laboratuvar tipi kaplama cihazı, termofiksaj işlemi için Ataç GK-40 laboratuvar tipi ramöz, Dragon lab OS20-S mekanik karıştırıcı, Ataç HP-250 ısıtıcı, yardımcı ekipman olarak beher, mekanik öğütücü, mezür, pipet, balık (manyetik karıştırıcı), Macherey- Nagel MN-GF- 3 filtre kağıtları kullanılmıştır.

Ekstraksiyon çalışmaları için aynı parti ve lot numarasına sahip muz kabuklarının üzerlerinde bulunan yabancı ürünler ve kimyasal ilaçların uzaklaştırılması için saf su ile ön yıkama gerçekleştirilmiştir. Ön yıkaması gerçekleştirilen muz kabuklarının kurutulması için materyaller etüvde 750 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Materyaller kurutulduktan sonra mekanik olarak blender ile ufak parçalara ayrılmıştır.

Ekstraksiyon çökelti miktarının bulunması için; 5 kg muz kabuğu 20 lt %99 saflık oranına sahip izopropil alkol içerisine eklenmiştir. İzopropil alkol-muz kabuğu çözeltileri 48 saat boyunca hava ile temas etmeyecek şekilde 900

rpm devirde mekanik karıştırıcıyla karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi tamamlanan çözelti Macherey-Nagel MN-GF-3 filtre kağıtlarından geçirilerek süzülmüştür. Süzme işleminin ardından ekstraksiyonun tamamlanması ve izopropil alkolün uzaklaştırılması için çözeltiler izopropil alkolün kaynama noktası olan 82,5 °C'nin üzerinde 85 °C'ye ısıtılmıştır. Buharlaştırma sonunda ekstraksiyon çökeltisi elde edilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız kumaşlara güç tutuşurluk bitim işlemi Tablo 2'deki gibi uygulanmıştır.

Tablo 2.Güç Tutuşurluk Bitim İşlemi için Uygulanan Reçeteler

Reçete No	Reçete Kodu	Reçete İçeriği	Durulama
1	A-1	Muz Kabuğu Ekstraktı (12g/250ml) (Emdirme)	Yok
2	A-2	Ruco-Flam NMT(Emdirme) (organik-fosfor bileşikleri )	Yok
3	A-3	Muz Kabuğu Ekstraktı (150g/1000g) (Kaplama)	Yok
4	A-4	ECO RFD 41 BO (150g/1000g) (fosfor içeren bileşikler)(kaplama)	Yok

Malzemelerde verilen 1 (%100 pamuklu) ve 2 (%50 pamuk-%50 poliester) nolu kumaşlara ayrı ayrı 48g/L ve 150g/L konsantrasyonlarında hazırlanan çözeltilere emdirme ve kaplama yöntemiyle uygulanmıştır. 110 °C'de 3 dk kurutma ve sonrasında 150 °C'de 2 dk fikse işlemi uygulanmıştır. Bitim işlemi yapılan kumaşlar ve ham kumaş DIN 54335 standardına göre 7,5cmx15 cm ebatlarında hazırlanarak güç tutuşurluk testleri 45 °C'ceğik yanma testi yapılmıştır.

Muz kabuğu ekstraktı ve ticari güç tutuşur kimyasalların morfolojilerini incelemek için optik mikroskop ve SEM analizi yapılmıştır. Optik mikroskop analizi (SEM) Fei Quanta Feg 250 marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Optik mikroskop görüntüleri 500x, 2000x ve 8000x büyütme ile çekilmiştir.

LOI (limit oksijen indeksi) ölçümleri ASTM D 2863 standardına göre muz kabuğu ekstraktı ve ticari güç tutuşur kimyasallarının uygulandığı kumaş numunelerinin alev alması için ortamda bulunması gereken oksijen miktarının belirlenmesi için yapılmıştır.

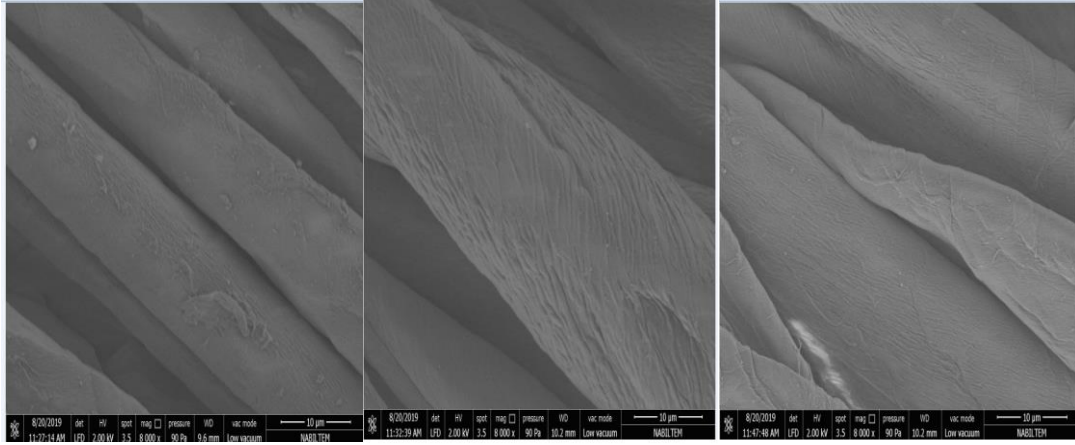
TGA analizi muz kabuğu ekstraksiyonu ve ticari güç tutuşur kimyasallarının termal kararlılığını belirlemek için yapılmıştır. Analiz için Perkin Elmerdiomand TG/DTA cihazı kullanılmıştır. TS ISO EN 11358-1 Polimerlerin termogravimetrik analizi (TGA) standardına göre gerçekleştirilmiştir. Analiz 32 °C- 900 °C aralığında, azot gazı kullanılarak 20 °C/dk hızla yürütülmüştür.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

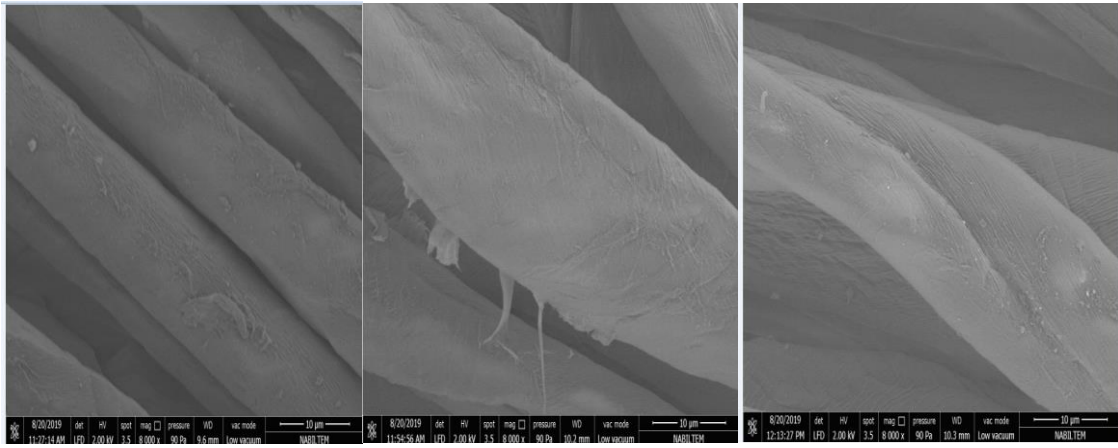
### SEM Sonuçları

Muz kabuğu ekstraktı ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50 Pamuk-%50 PES karışımı kumaşların yüzey morfolojilerinde olan değişimler 500, 2000 ve 8000

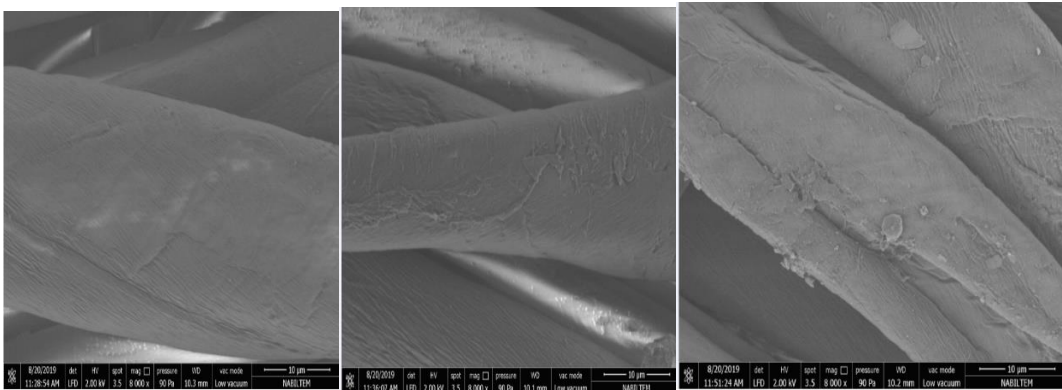
kat yakınlaştırma yapılarak incelenmiştir. Yapılan incelemelerin sonuçları Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3. ve Şekil 4.'te verilmiştir.



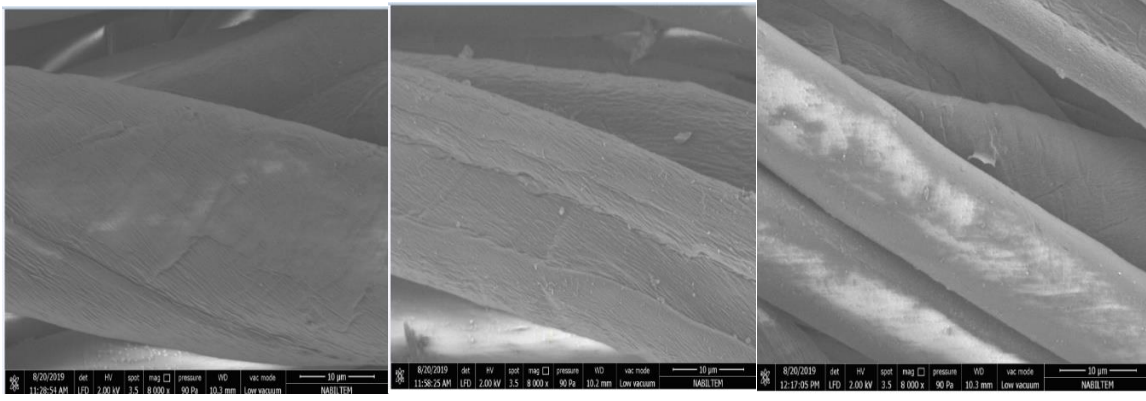
Şekil 1. Emdirme İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuklu Kumaşlar A) İşlemsiz, B) Muz Kabuğu Ekstraktı ile İşlem Sonrası, C) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası (Organik Fosfor Bileşikleri)



Şekil 2. Kaplama İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuklu Kumaşlar A) İşlemsiz, B) Muz Kabuğu Ekstraktı ile İşlem Sonrası, C) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası (Balaban,2019). (Organik Fosfor Bileşikleri)



Şekil 3. Emdirme İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuk-PES Karışım Kumaşlar A) İşlemsiz, B) Muz Kabuğu Ekstraktı ile İşlem Sonrası, C) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası (Balaban,2019). (Fosfor İçeren Bileşikler)



Şekil 4. Kaplama İşlemi Öncesi ve Sonrası Pamuk-PES Karışımı Kumaşlar A) İşlemsiz, B) Muz Kabuğu Ekstraktı ile İşlem Sonrası, C) Ticari Güç Tutuşurluk Kimyasalı ile İşlem Sonrası (Balaban,2019). (Fosfor İçeren Bileşikler)

Taramalı elektron mikroskopuyla yapılan incelemelerde emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50 Pamuk-%50 PES karışımı kumaşların yüzey morfolojilerinde değişimlerin olmadığı gözlenmiştir. Muz kabuğu ekstraktlarıyla yapılan emdirme, kaplama işlemlerinin liflerin geometrisinde ciddi bir değişikliğe sebep olmadıkları ortaya konmuştur.

Ekstraktların lif ile etkileşimleri de incelemeye tabi tutulmuştur. SEM görüntülerinde; ekstraksiyon ürünleri ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarının liflerin yüzeyinde toplandığı görülmektedir.

#### Termal Analiz Sonuçları

Çalışmada muz kabuğu, ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50 Pamuk-%50 PES karışımı kumaşların termal karakteristik özellikleri ve zamana bağlı kütle

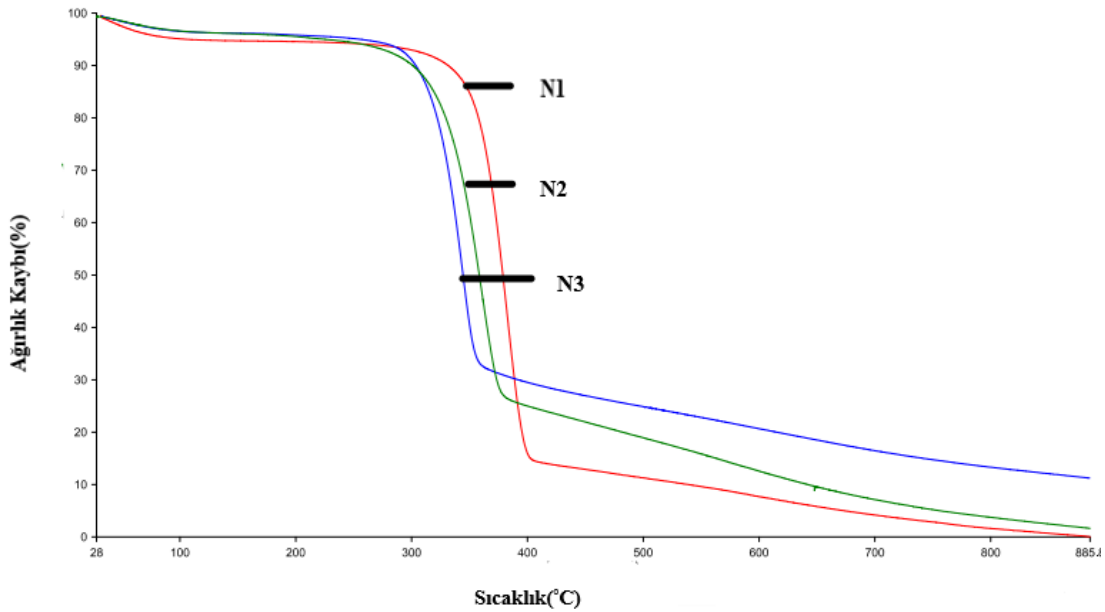
Tablo 3. Muz Kabuğu Ekstraksiyon ve Güç Tutuşurluk Kimyasallarının TGA Analiz Sonuçlarına Göre Başlangıçta Ağırlığı %100 Olan Malzemelerin Sıcaklığa Bağlı Olarak Kalan Ağırlık Değerleri (%)

Numune Kodu	Termal Bozunma Sonrası Kalan Ağırlık %'si		
	380 °C	420 °C	880 °C
N1	%82	%14	%0
N2	%72	%20	%5
N3	%32	%28	%12
N4	%28	%22	%2
N5	%28	%18	%5
M1	%64	%48	%6
M2	%56	%38	%7,25
M3	%62	%50	%12
M4	%58	%46	%12
M5	%62	%38	%10



kayıplarının incelenmesi termogravimetrik analizle (TGA) ortaya konmuştur. Malzemelerin 28-1000 °C sıcaklık aralığında termal davranışları incelenmiş, tarama yapılan aralıkta TGA eğrileri alınmıştır. Malzemelerin TGA eğrilerinden sıcaklık aralıklarına göre kütle kayıpları tespit edilmiştir. Yapılan termal taramalarda tüm malzemelerde yaklaşık olarak 150-400 °C sıcaklık aralığında ayrıldığı tespit edilmiştir. TGA analizleri 20°C ile 900°C arasında gerçekleştirilmiş olup, analiz işlemi 20 °C/dk hızla yürütülmüştür. Analiz sonuçları Şekil 5-8'de sırasıyla belirtilmiştir.

Şekil 5'de ham, muz kabuğu, ticari güç tutuşurluk kimyasalının emdirme yöntemine göre uygulandığı %100 pamuk numunelerine ait TGA eğrileri verilirken Tablo 3'de bu numunelerin 380-880 °C aralığındaki kalan kütle miktarları verilmiştir. N1 numunesi için tespit edilen kütle kaybının 420 °C'de %14, N2 numunesi için 420 °C'de %20'nin, N3 numunesi için ise; 380 °C'de %32'sinin kaldığı görülmektedir. Ticari güç tutuşur bitim kimyasalı; tutuşmayı daha düşük sıcaklıkta başlatmakta ve kül oluşumunu %100 pamuklu kumaşlarda emdirme yöntemine göre sağlayarak tutuşmayı güçleştirmektedir.

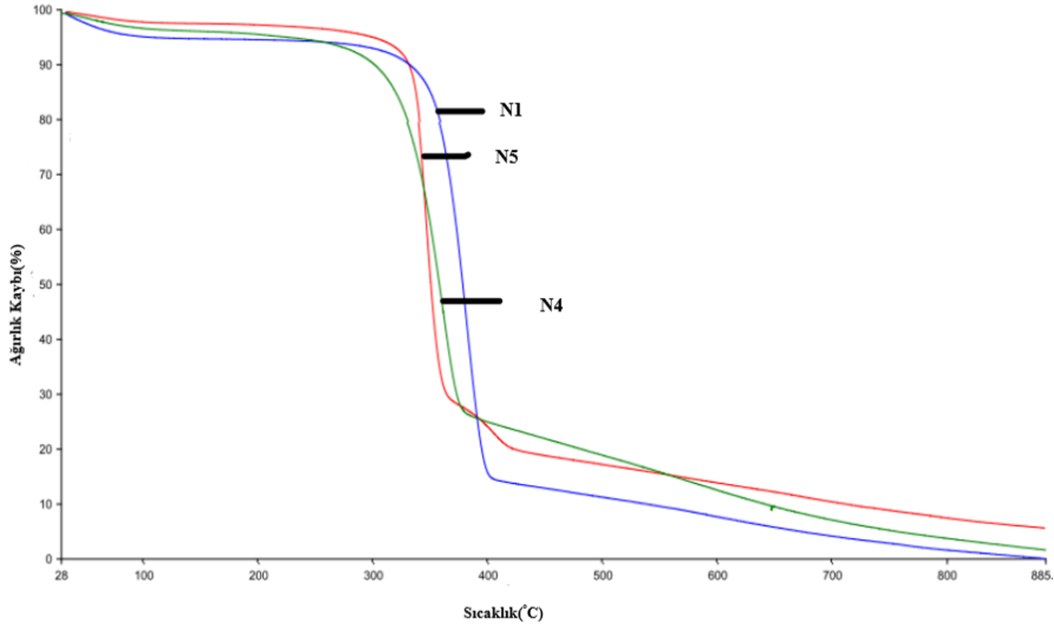


Ham (N1) Muz kabuğu ekstraktı (N2) Ticari güç tutuşur kimyasalı(N3)

Şekil 5. %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği (Emdirme Yöntemi)

İşlem görmemiş %100 pamuklu kumaşın analizi incelendiğinde kumaş numunesinin 380 °C'de tek kütle kaybı basamağı sergilediği ve 880 °C'de tamamen bozunduğu gözlenmiştir. Muz kabuğu ekstraktı emdirme işlemi sonrasında; 880 °C'de işlem görmemiş pamuklu kumaşın kütlesini kaybettiği duruma kıyasla %5 oranında kütlesini koruduğu belirlenmiştir. Ticari güç tutuşurluk kimyasalı ile emdirme işlemine tabi tutulan %100 pamuklu kumaşın 344,07 °C'de tek kütle kaybı basamağı sergilediği, 880 °C'de işlem görmemiş pamuklu kumaşın kütlesini kaybettiği duruma kıyasla %12 oranında kütlesini koruduğu belirlenmiştir.

Şekil 6'da ham, muz kabuğu, ticari güç tutuşurluk kimyasalının kaplama yöntemine göre uygulandığı pamuk numunelerine ait TGA eğrileri verilirken Tablo 4'de bu numunelerin 380-880 °C aralığındaki kalan kütle miktarları verilmiştir. N1 numunesi için tespit edilen kütle kaybının 420 °C'de %14, N4 numunesi için 400 °C'de %27'nin, N5 numunesi için ise; 380°C'de %28'sinin kaldığı görülmektedir. Ticari güç tutuşur apre; tutuşmayı daha düşük sıcaklıkta başlatmakta ve kül oluşumunu %100 pamuklu kumaşlarda kaplama yöntemine göre sağlayarak tutuşmayı güçleştirmektedir.

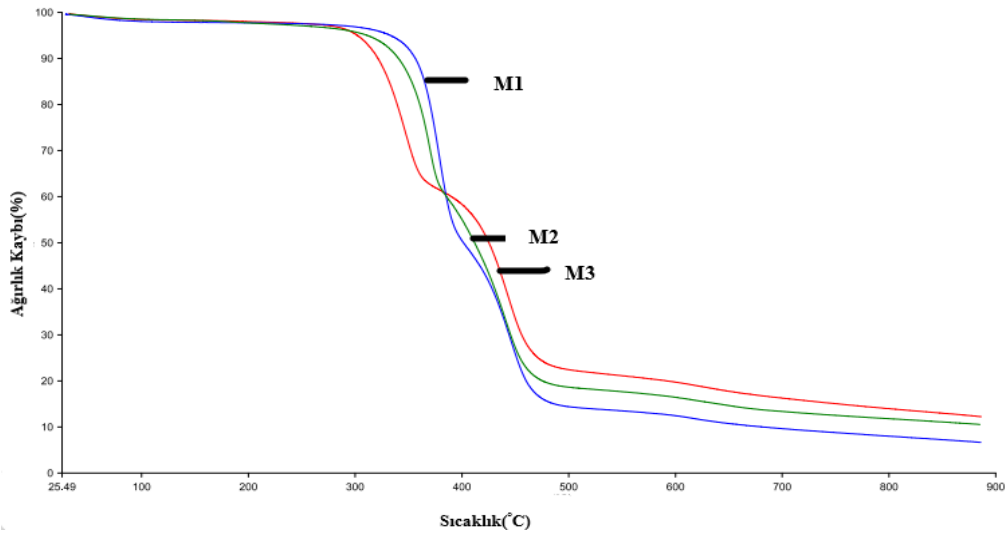


Ham Pamuk(N1) Muz kabuğu (N4) Ticari güç tutuşur kimyasalı(N5)

Şekil 6. %100 Pamuklu Kumaşın TGA Grafiği (Kaplama Yöntemi)

Muz kabuğu ekstraktı ile kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu kumaşın 359,23 °C’de tek kütle kaybı basamağı sergilediği, 880 °C’de işlem görmemiş pamuklu kumaşın kütle kaybettiği duruma kıyasla %2 oranında kütle koruduğu belirlenmiştir. Ticari güç tutuşurluk kimyasalı ile kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu kumaşın 350 °C ve 395 °C’de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 880 °C’de işlem görmemiş pamuklu kumaşın kütle kaybettiği duruma kıyasla %5 oranında kütle koruduğu belirlenmiştir.

Şekil 7’de ham, muz kabuğu, ticari güç tutuşurluk kimyasalının emdirme yöntemine göre uygulandığı pamuk/poliester numunelerine ait TGA eğrileri verilirken Tablo 4’de bu numunelerin 380-880 °C aralığındaki kalan kütle miktarları verilmiştir. M1 numunesi için tespit edilen kütle kaybının 420 °C’de %48, M2 numunesi için 400 °C’de %52’nin, M3 numunesi için ise; 380 °C’de %62’sinin kaldığı görülmektedir. Ticari güç tutuşur apre; tutuşmayı daha düşük sıcaklıkta başlatmakta ve kül oluşumunu %100 pamuklu kumaşlarda emdirme yöntemine göre sağlayarak tutuşmayı güçleştirmektedir.

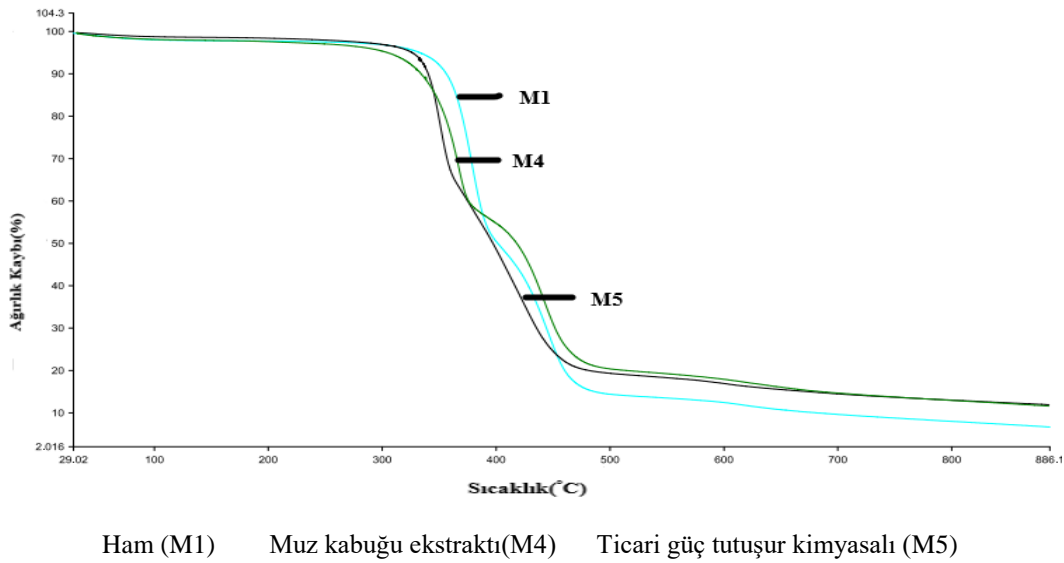


Ham Pamuk/Pes(M1) Muz kabuğu ekstraktı (M2) Ticari güç tutuşur kimyasalı (M3)

Şekil 7. %50 Pamuk-%50 PES Karışımlı Kumaşın TGA Grafiği (Emdirme Yöntemi)

İşlem görmemiş %50 pamuk-%50 PES karışımı kumaşın analizi incelendiğinde kumaş numunesinin iki farklı içeriğinden dolayı 379,76 °C ve 460 °C'de iki kütle kaybı basamağı sergilediği ve 880 °C'de %6'lık kütle koruduğu belirlenmiştir. Muz kabuğu ekstraktı ile emdirme işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PES kumaşın 378,70 °C ve 480 °C'de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 880 °C'de işlem görmemiş karışım kumaşın %6'lık kütle koruduğu duruma kıyasla %7,25 oranında kütle korumuştur. Ticari güç tutuşurluk kimyasalı ile emdirme işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PES kumaşın 348,64 °C ve 443,37 °C'de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 880 °C'de işlem görmemiş karışım kumaşın %6'lık kütle koruduğu duruma kıyasla %12 oranında kütle korumuştur.

Şekil 8'de ham, muz kabuğu, ticari güç tutuşurluk kimyasalının kaplama yöntemine göre uygulandığı pamuk/poliester numunelerine ait TGA eğrileri verilirken Tablo 4'de bu numunelerin 380-880 °C aralığındaki kalan kütle miktarları verilmiştir. M1 numunesi için tespit edilen kütle kaybının 420 °C'de %48, M4 numunesi için 420 °C'de %46, M5 numunesi için ise; 38 °C'de %62'sinin kaldığı görülmektedir. Ticari güç tutuşur kimyasalı; tutuşmayı daha düşük sıcaklıkta başlatmakta ve kül oluşumunu %100 pamuklu kumaşlarda kaplama yöntemine göre sağlayarak tutuşmayı güçleştirmektedir.



Şekil 8. %50 Pamuk-%50 PES Karışımı Kumaşın TGA Grafiği (Kaplama Yöntemi)

Muz kabuğu ekstraktı ile kaplama işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PES kumaşın 366,48 °C ve 450 °C'de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 880 °C'de işlem görmemiş karışım kumaşın %6'lık kütle koruduğu duruma kıyasla %12 oranında kütle korumuştur. Ticari güç tutuşurluk kimyasalı ile kaplama işlemine tabi tutulan %50 Pamuk-%50 PES kumaşın 350°C ve 430 °C'de iki kütle kaybı basamağı sergilediği, 880 °C'de işlem görmemiş karışım kumaşın %6'lık kütle koruduğu duruma kıyasla %10 oranında kütle korumuştur.

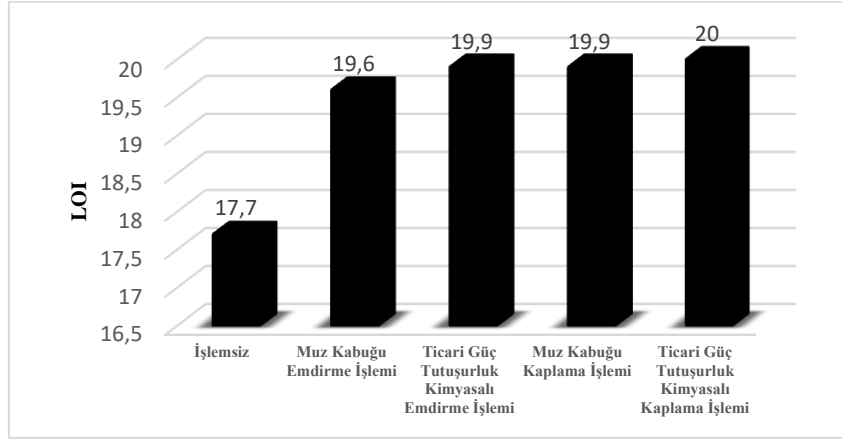
Pamuklu kumaşlarda hem emdirme hem de kaplama işlemine göre en fazla kalan kütleyle sahip kumaş ticari güç tutuşurluk kimyasalı uygulanan kumaştır. Pamuk-PES karışımı kumaş için hem emdirme ve hem de kaplama işleminde ticari güç tutuşurluk kimyasalı uygulaması en efektif etkiyi göstermiştir.

Çalışmada yanma testi sonrasında yüzde kütle kayıpları meydana gelmektedir. Pamuklu kumaşta emdirme işlemi sonrasında muz kabuğu ekstraksiyonu kütle kaybını azaltmaktadır. Bu da; muz kabuğu içerisinde fosfor bulunmasından kaynaklanmaktadır. Fosfor tek başına kullanıldığında az miktarda güç tutuşur etkiye sahip olup, temel güç tutuşur maddelerle kullanıldığında ise etkinliğini arttırmaktadır (Schindler vd., 2004; Chivas vd., 2009; Brancatelli vd., 2011). Bunun yanı sıra; muz bitkisinin yapısındaki fosfat bileşenleri ve metal tuzlarının da etkili olduğu düşünülmektedir (Basak vd., 2016).

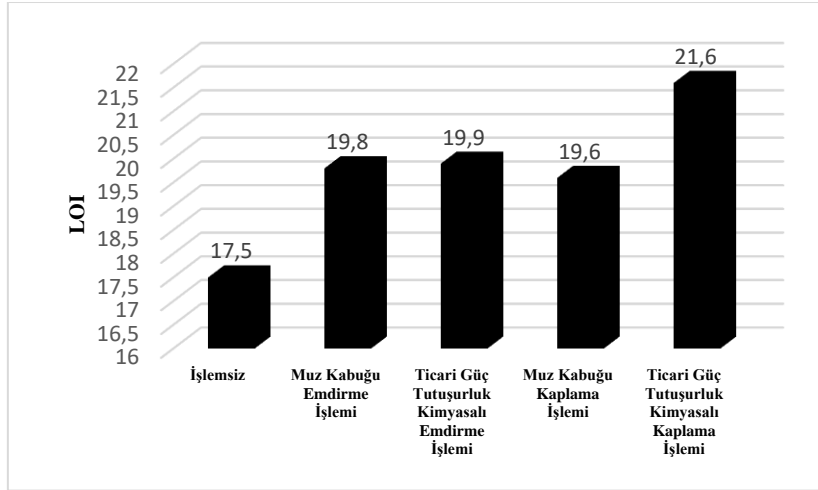
### Limit Oksijen İndeksi Değerlendirmesi

Muz kabuğu ekstraksiyonu ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50 Pamuk-%50 PES karışımı kumaşların alev alması için ortamda bulunması gereken oksijen

miktarının belirlenmesi için LOI analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizin sonuçları Şekil 9 ve Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 9. %100 Pamuklu Kumaşın LOI Analiz Sonuçları



Şekil 10. %50 Pamuk-%50 PES Karışım Kumaşın LOI Analiz Sonuçları

LOI (Limited Oxygen Index) değerinin anlamı; o mamul için yanmayı devam ettirmede gerekli olan en az oksijen miktarının belirlenmesidir. Yüksek LOI değeri atmosfer ortamında o malzemenin daha zor yanma karakteristiğine sahip olduğunu göstermektedir. Zor yanma karakteristiği; lif tipi, kumaş yapısı ve kullanılan güç tutuşur malzemeye bağlı olmaktadır. Yanma özelliği olan selüloz liflerinde piroliz tam bir dehidrasyon şeklinde gerçekleştirilirse, yanıcı gazlar açığa çıkmamakta ve sonuçta karbon ve su buharı meydana gelmektedir. Selüloz liflerinin güç tutuşurluk bitim işleminde kullanılan bileşikler, liflerin piroliz mekanizmasını değiştirmektedir. Piroliz sonucunda piroliz ürünlerinin %80'i yanıcı gazlar, %20'si kalıntı, su buharı ve karbondioksit gibi yanıcı olmayan gazlardan oluşmaktadır. Selüloz liflerini güç tutuşur yapmak için, yanıcı gazların miktarı azaltılmalı ve yanıcı olmayan ürünlerin miktarı artırılmalıdır. Çalışmamızda; pamuklu kumaşların güç tutuşurluk bitim işlemlerinde; muz kabuğu ekstraktı ve organik fosfor bileşikleri kullanılmıştır. Fosfor bileşiklerinin, dehidrasyon etkileri, fosforik asit veya fosforik asit amidi şeklinde iken en yüksektir. Nedeni ise; bu bileşikler selüloz makromoleküllerindeki -OH gruplarıyla tepkimeye girerek su moleküllerinin kopmasını sağlar. Muz kabuğu; %0,1 oranında fosfor içermektedir(Adlin, 2008). Bunun yanı sıra; muz lifinin kimyasal bileşimi selüloz (%50-60), hemiselüloz (%25-30), pektin (%3-5), lignin (%12-18), suda çözünür maddeler (%2-3), yağ ve mum (%3-5) ve kül (%1-1,5)'den oluşmaktadır. Güç tutuşur özelliğe sahip poliester lifleri, doğal ya da rejenere selüloz lifleri ile karışım halinde kullanıldıklarında, mamül yeterince iyi güç tutuşurluk özellik göstermemektedir. Bunun nedeni pamuk/poliester karışımından oluşan kumaşlar aleve maruz kaldığında eriyik haldeki poliester kömürleşmiş pamuk liflerini kaplama eğilimi göstermektedir. Buna iskelet etkisi denir. İskelet etkisi-güç tutuşurluluğu olumsuz etkilemektedir. Yanmanın devamını sağlamaktadır. Çalışmada; %50 pamuk/%50 poliester için ise; fosfor içeren bileşikler kullanılmıştır. Fosfor içeren bileşikler en etkili yanma engelleyiciler arasındadır. Fosfor tabanlı güç tutuşurların pek çoğu termal bozunma sonucu fosforik asidi oluşturur. Bu asitler, polimer ısıya maruz kaldığında

ayırışma mekanizmasını değiştirerek kömür oluşumunu teşvik etmekte ve polimerin daha fazla bozunması engellenmiş olur. Fosforik asit, pirofosfat yapılar oluşturmak ve su vermek amacıyla yoğunlaşır. Salınan su yükseltgen gaz fazını seyreltir. Buna ek olarak fosforik asit ve pirofosforik, asit karbonkarbon çift bağlarının oluşumuna sebep olan terminal alkollerin dehidrasyon reaksiyonunu katalizleyerek çok yüksek sıcaklıkta çapraz bağlı karbonize yapıların oluşmasına sebep olur. Daha sonra karbonize kalıntılarla fosfat anyonları (piro- ve polifosfatlar) kömür oluşumunda rol alır. Bu karbonize tabaka (kömür) polimeri alevlerden izole etmekte ve korumaktadır. Ayrıca, yakıtın uçuculuğunu sınırlandırarak yeni serbest-radikallerin oluşumunu engeller, oksijen difüzyonunu sınırlandırarak yanmayı azaltır ve polimerin iç kısmını ısıya karşı izole eder (Babushok vd., 2000). LOI değeri ne kadar düşük ise; malzeme o kadar kolay tutuşmaktadır. Şekil 9 ve 10'da LOI sonuçlarına bakıldığında; hem emdirme hem de kaplama yöntemine göre muz ekstraksiyonu; ticari güç tutuşur kimyasalına göre daha düşük elde edilmiştir. Diğer bir deyişle ticari güç tutuşur kimyasalının LOI değerinin yüksek çıkmasının nedeni; seçilen güç tutuşur kimyasalının uygulanacak polimerin kimyasal ve fiziksel özellikleri ile uyumlu olmasından kaynaklanmaktadır.

### Bitim İşlemi Uygulanan Kumaşların 45°'lik Eğik Yanma Test Sonuçları

Kumaş gramajının yanmazlığa etkisini araştırmak için gramajları aynı 8 kumaşa reçete içeriği farklı muz kabuğu ekstraksiyonu (N2, N4, M2, M4), Ruco-Flam NMT (organik fosfor-azot bileşikleri karışımı) (N3, M3) ve EOC FRD 41 BO (N5, M5) güç tutuşurluk bitim işlemi kimyasalları uygulanmıştır. Ham kumaş ve 3 farklı güç tutuşurluk bitim işlemi kimyasalı uygulanan kumaşların güç tutuşurluk test sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Üç Farklı Güç Tutuşurluk Bitim İşlemi Kimyasalı ile İşlem Gören Kumaşların Yakma Analiz Sonuçları

Kumaş	Tutuşma süresi(s)	Ortalama tutuşma süresi(s)	Yanma süresi(s)	Ortalama yanma süresi (s)
Ham kumaş (%100 pamuk) (N1)	7,16 (-0,671)	7,831	26,73 (-2,48)	29,2134
Muz kabuğu ekstraktı-kumaş (emdirme)(N2)	7,98 (+0,149)	7,831	29,78 (+0,5666)	29,2134
Organik-fosfor-azot ticari güç Tutuşur kimyasalı-kumaş (emdirme) (N3)	7,78 (-0,051)	7,831	29,05 (-0,1634)	29,2134
Muz kabuğu ekstraktı-kumaş (kaplama) (N4)	8,055 (+0,224)	7,831	30 (+0,7866)	29,2134
EOC FRD 41 BO-kumaş (kaplama)(N5)	8,18 (+0,349)	7,831	30,507 (+1,2936)	29,2134
Ham kumaş (kaplama) %50 pamuk-%50 poliester (M1)	7,16 (-0,396)	7,556	28,98 (-0,6708)	29,6508
Muz kabuğu-kumaş (emdirme)(M2)	7,46 (-0,096)	7,556	29,054 (-0,5968)	29,6508
Organik fosfor azot ticari güç tutuşur kimyasalı-kumaş (emdirme)(M3)	7,64 (+0,084)	7,556	29,78 (+0,1292)	29,6508
Muz kabuğu ekstraktı-kumaş (kaplama) (M4)	7,39 (-0,166)	7,556	28,77 (-0,8805)	29,6508
EOC FRD 41 BO-kumaş (kaplama) (M5)	8,13 (+0,574)	7,556	31,67 (+2,0192)	29,6508

Tablo 4'e göre, referans pamuklu kumaşın tutuşması için alevin kumaşa ortalama 7,16 saniye temas ettirilmesi gerekirken, emdirme metodu ile muz kabuğu ekstraktı uygulanmış pamuklu kumaşın tutuşması için 7,98 saniye, organik-fosfor-azot ticari güç tutuşur kimyasalı için 7,78 saniye, EOC FRD 41 BO için ise; 8,18 saniye olarak elde edilmiştir. Referans pamuk-poliester kumaş için 7,16 saniye, emdirme yöntemi sonrası muz kabuğu ekstraktı için ise; 7,46 saniye, organik fosfor azot ticari güç tutuşur kimyasalı için 7,64 saniye, kaplama yöntem sonrasında muz kabuğu ekstraktı için; 7,39 saniye, EOC FRD 41 BO kimyasalı için; 8,13 saniye olarak elde edilmiştir.

Kumaşların tutuşmaya başladıktan sonraki yanma sürelerine bakıldığında ise; referans kumaş için 26,73 saniye, emdirme sonrasında; muz kabuğu ekstraktı için; 29,78 saniye, organik-fosfor azot bileşikleri için 29,05 saniye, kaplama sonrasında; muz kabuğu ekstraktı için; 30 saniye, EOC FRD 41 BO kimyasalı için ise; 30,507 saniye, referans pamuk-poliester kumaş için; 28,98 saniye, muz kabuğu ekstraktı için; 29,054 saniye, organik fosfor azot ticari güç tutuşur kimyasalı için; 29,78 saniye, kaplama yöntem sonrasında muz kabuğu ekstraktı için; 28,77 saniye, EOC FRD 41 BO için ise; 31,67 saniye olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak; %100 pamuklu kumaşlarda güç tutuşur kimyasallarının emdirme işlemi sonrasında ortalama tutuşma ve yanma süreleri karşılaştırıldığında; muz kabuğu ekstraktı (7,98) >organik-fosfor-azot bileşikleri (7,78) >ham kumaş sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç, muz bitkisi ekstraktraksiyonu güç tutuşurluk özelliklerinin iyileştirilmesinde yapısındaki fosfat bileşenleri ve metal tuzlarından kaynaklanmaktadır [9]. Muz kabuğu uygulanan pamuklu kumaşın daha iyi güç tutuşur olması muz kabuğundaki serbest metal iyonlarının varlığına bağlıdır. Buna ek olarak, potasyum klorür, potasyum florür, kalsiyum gibi tuzlar klor, fosfat, fosfit yardımcı olmaktadır. Aynı şekilde %50 pamuk-%50 poliester karışımı kumaşlarda güç tutuşur kimyasallarının aynı uygulama sonrasında ortalama tutuşma ve yanma sürelerine bakıldığında; fosfor bileşikleri (7,64) >muz kabuğu ekstraktraksiyonu (7,46) >ham kumaş (7,16) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, fosfor içeren bileşikler ile ilgilidir. Fosfor tabanlı güç tutuşurların pek çoğu termal bozunma sonucu fosforik asidi oluşturmaktadır. Fosforik asit ve pirofosforik asit, karbon-karbon çift bağlarının oluşumuna neden olan terminal alkollerin dehidrasyon reaksiyonunu katalizleyerek çok yüksek sıcaklıkta çapraz bağlı karbonize yapıların oluşmasına neden olmaktadır. Bu karbonize tabaka(kömür) polimeri alevlerden izole etmekte ve korumaktadır. Ayrıca; oksijen difüzyonunu sınırlandırarak yanmayı azaltmaktadır.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Aynı gramajlarda 8 tip %100 pamuklu ve %50 pamuk- %50 poliester kumaşa muz kabuğu ekstraktı ve 2 farklı kimyasal (Ruco-Flam NMT, EOC FRD 41 BO) ile güç tutuşurluk bitim işlemi uygulanmıştır. Bitim işlemi yapılan kumaşlar ve ham kumaş DIN 54335 standardına göre 7,5 cmx 15 cm ebatlarında hazırlanarak güç tutuşurluk testleri 45 °C'ceğik yanma testi yapılmıştır. Daha sonra uygulama yapılan kumaşlardaki yüzey morfolojilerinde olan değişimler SEM analizi ile yapılmıştır. Kumaş numunelerinin alev alması için ortamda bulunması gereken oksijen miktarı (LOI) ile muz kabuğu ekstraktı ve ticari güç tutuşur kimyasalının termogravimetrik analizi (TGA) ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan inceleme sonrasında doğal ekstraktraksiyon ürünleri ve ticari kimyasallarla gerçekleştirilen emdirme ve kaplama işlemlerinin lif morfolojisi üzerine olumsuz etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca yapılan incelemeler sonucunda ekstraktraksiyon ürünlerinin ve ticari güç tutuşurluk kimyasallarının her iki kumaş üzerinde hem emdirme hem de kaplama işlemi sonucunda lif yüzeyinde toplandığı gözlenmiştir. Bu sayede kumaşların üzerinde alev almaya karşı bariyer oluşturduğu gözlenmiştir.

Yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında;

1.Yapılan çalışmanın daha önce yapılan literatür çalışmalarından farkı; sürdürülebilirlik fikri çerçevesinde üretim devamlılığı olan doğal malzeme olan muz kabuğunun atık durumdan kurtarılarak, tekstil bitim işlemlerinde kullanılabilirlik olanaklarının belirlenmesi ve ortaya çıkacak olumsuzlukların gözlenmesidir.

2.Emdirme ve kaplama işlemleri sonucunda kumaşların termal analizleri değerlendirildiğinde; işlemsiz pamuklu kumaşın tek basamaklı kütle kaybı karakteristiği göstererek, 880 °C'de kütlelerinin tamamını kaybederek tamamen bozunduğu gözlenmiştir. İşlemsiz Pamuk-PES karışımı kumaş farklı kompozisyon içeriğinden dolayı iki basamaklı kütle kaybı karakteristiği göstermiştir. 880 °C'de işlemsiz karışım kumaşın kütlelerinin %6'sının geriye kaldığı belirlenmiştir.

3.LOI sonuçlarına bakıldığında; %100 pamuklu ve %50 pamuk/%50 poliester karışımı kumaşlar için; hem emdirme, hem de kaplama yöntemine göre muz ekstraktı, ticari güç tutuşur kimyasalına göre daha düşük elde edilmiştir. Diğer bir deyişle; ticari güç tutuşur kimyasalının LOI değeri daha yüksek elde edilmiştir. Bu da seçilen güç tutuşur kimyasalının uygulanacak polimerin kimyasal ve fiziksel özellikleri ile uyumlu olmasından kaynaklanmaktadır. Pamuklu kumaşta emdirme işlemi sonrasında muz kabuğu ekstraksiyonu kütle kaybını azaltmaktadır. Bu da; muz kabuğu içerisinde fosfor bulunmasından kaynaklanmaktadır. Fosfor tek başına kullanıldığında az miktarda güç tutuşur etkiye sahiptir.

4.Çalışmada muz kabuğu, ticari güç tutuşurluk kimyasallarıyla emdirme ve kaplama işlemine tabi tutulan %100 pamuklu ve %50 Pamuk-%50 PES karışımı kumaşların termal karakteristik özellikleri ve zamana bağlı kütle kayıplarının incelenmesi termogravimetrik analizle (TGA) ortaya konmuştur. Ham, muz kabuğu, ticari güç tutuşurluk kimyasalının emdirme ve kaplama yöntemine göre uygulandığı %100 pamuk numunelerine ait TGA eğrileri ve 380-880 °C aralığındaki kalan kütle miktarına bakıldığında; ticari güç tutuşur bitim işlemi, tutuşmayı daha düşük sıcaklıkta (380 °C) başlatmakta ve kül oluşumunu %100 pamuklu kumaşlarda her iki yöntemle göre sağlayarak, tutuşmayı güçleştirmektedir.

5. Termal bozunma sonrası kalan ağırlık % değerlerine bakıldığında; ticari güç tutuşur kimyasalının emdirme yöntemine göre uygulanması ile %12 oranında kütle korurken; kaplama yöntemine göre ise; %5 oranında kütle koruduğu tespit edilmiştir.

6. %50 pamuk/%50 poliester karışımı kumaşlar için ise; ticari güç tutuşur bitim işlemi, tutuşmayı daha düşük sıcaklıkta başlatmakta ve ticari güç tutuşur kimyasalının emdirme yöntemine göre uygulanması ile %12 oranında kütle korurken; kaplama yöntemine göre ise; %10 oranında kütle koruduğu tespit edilmiştir.

7.Sonuç olarak; muz kabuğundan elde edilen ekstraktlarla yapılan emdirme ve kaplama işlemlerinin pamuklu ve Pamuk-PES karışımı kumaşların termal dayanım özelliklerinde iyileşme sağladığı, kumaşların alev alması için ortamda bulunması gereken oksijen miktarında olumlu yönde artış sağladığı, kumaş morfolojisinde olumsuz herhangi bir etkiye sebep olmadığı tespit edilmiştir. Yapılabilecek metot iyileştirmeleriyle birlikte; bu özelliklerde gelişme sağlanabileceği öngörülmektedir.

#### Declaration

Yazarlar; araştırma, yazarlık ve bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili olarak hiçbir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemişlerdir. Yazarlar ayrıca bu makalenin orijinal olduğunu, uluslararası yayın ve araştırma etiğine uygun olarak hazırladığını, etik kurul izni ya da herhangi bir özel izin gerekmediğini beyan etmişlerdir.

#### Acknowledgement /Teşekkür

Bu çalışma; Fehmi Çağlar Balaban'ın Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Bölümü'ndeki Yüksek Lisans tezinin bir bölümünü içermektedir.

#### **KAYNAKLAR**

Atakan R., Bical A., Çelebi E., Özcan G., Soydan N., Saraç A.S., (2018). Development of a Flame Retardant Chemical for Finishing of Cotton, Polyester and CO/PET Blends. *Journal of Industrial Textiles*, 0(00): 1-21.

Andrae, N.J., (2007). Durable and Environmentally Friendly Flame Retardants for Synthetics, *A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State for the Degree of Master of Science*, 1-234.

Alvakonda N., (2016). Natural Synthesis of Silver Nanoparticles by Banana Peel Extract and As an Antibacterial Agent. *IOSR. Journal of Polymer and Textile Engineering*, Volume 3, Issue 1: PP 17-25.

Adlin, N.M.D.Y., (2008). Correlation Between Total Phenolics and Mineral Content with Antioxidant Activity and Determination of Bioactive Compounds in Various Local Bananas (*Musa sp.*). *Thesis, Universitas Diponegoro*. Semarang.

- Basak S., Saxena S., Chattopadhyay S.K., Narkar R., Mahangade R., (2016). Banana Pseudostem Sap: A Waste Plant Resource for Making Thermally Stable Cellulosic Substrate. *Journal of Industrial Textiles*, 46(4): 1003-1023.
- Balaban, Ç.F., (2019). Bitkisel Atık Ekstraktlarıyla Yapılan Kaplama ve Emdirme İşlemlerinin Güç Tutuşurluk Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Turkey.*
- Basak. S, Kartick. K. Samanta, S. Saxena, Chattopadhyay. S.K, Narkar. R, Mahanadi R., (2015). Flame resistant cellulosic substrate using banana pseudostem sap. *Polish Journal of Chemical Technology*, 17: 1- 123.
- Basak. S, Kartick K. Samanta, Chattopadhyay. S. K, Narkar. R., (2015). Self-Extinguishable Ligno-Cellulosic Fabric Using Banana Pseudostem Sap. *Current Science*, vol. 108, No 3: 372-383.
- Benitta Christy P & Dr. Kavitha S., (2014). Go-Green Textiles For Environment. *Advanced Engineering and Applied Sciences: An International Journal*; 4(3): 26-28.
- Brancatelli G., Colleoni C., Massafra M. R., Rosace G., (2011). Effect of hybrid phosphorusdoped silica thin films produced by sol-gel method on the thermal behaviour of cotton fabrics. *Polymer Degradation and Stability*,96(4), 483-490
- Babushok, V. and Tsang, W., (2000). Inhibitor Rankings for Alkane Combustion, *Combustion and Flame*, 123, 488-506. doi:10.1016/S0010-2180(00)00168-1
- Cireli,A., Onar N., Ebeoğlugil M.F., Kayatekin I., Kutlu B., Çelik E., (2006). Fosfor Katkılı SiO<sub>2</sub> İnce Filmleri ile Kaplanmış Kumaşların Güç Tutuşurluk Özelliklerinin Geliştirilmesi. *13. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi*, 463-471.
- Chivas, C., Guillaume, E., Sainrat, A., Barbosa, V., (2009). Assessment of risks and benefits in the use of flame retardants in upholstered furniture in continental Europe, *Fire Safety Journal*, 44(5), 801–807.
- Deepti Pargai and Shanaz Jahan., (2017). Utilization of Fruitpeels to Improve UV Properties of Khadi Cotton Fabric, *International Journal of Applied and Natural Sciences (IJANS)*, ISSN (P): 2319-4014; ISSN (E): 2319-4022, Special Edition, 15-18.
- El-Tahlawy, K., (2008). Chitosan phosphate: A new way for production of ecofriendly flame retardant cotton textiles, *Journal of the Textile Institute*, 99:3, 185-191.
- Fan D., You F., Zhang Y., Huang Z., (2017). Flame Retardant Effects of Fabrics Finished by Hybrid Nano-Micro Silica-based Sols., *8th International Conference on Fire Science and Fire Protection Engineering*, Procedia 211:160–168, China.
- Faheem S., Baheti V., Tunak M., Wiener J., Militky J., (2017). Comparative Performance of Flame Retardancy, Physiological Comfort and Durability of Cotton Textiles Treated with Alkaline and Acidic Casein Suspension. *Journal of Industrial Textiles*, 0(00): 1-23.
- Forouharshad, M., Montazer, M., Moghadam, M. B., Saligheh, O., (2011). Flame Retardant Wool Using Zirconium Oxychloride in Various Acidic Media Optimized by RSM. *Thermochimica Acta*, 516(1-2), 29-34.
- Gopika G.L and Mophin. K., (2016). Accessing the Suitability of Using Banana Pith Juice as a Natural Coagulant for Textile Wastewater Treatment, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 7, Issue 4, 260.
- Li, S.M., Yuan, H., (2009). Flame retardancy and anti-dripping effects of intumescent flame retardant incorporating mont-morillomite on poly (lactic acid)., *Polym Adv Tech*, vol.20, pp:1114-1120.



Ling, Q.F., Li, X.G., (2013). Study on properties of PLA/BF/ATH flame retardant composites, *Plastics Science and Technology*, Vol.41, pp:80-84

Manfredia A., Carosio F., Ferrutia P., Ranuccia E., Alongia J., (2018). Linear Polyamidoamines As Novel Biocompatible Phosphorus-Free Surface confined Intumescent Flame Retardants For Cotton Fabrics. *Polymer Degradation and Stability*, 51: 52-64.

Öz M.K., (2006). Yanmaya Karşı Dirençli (FR) ve Katyonik Boyalarla Boyanabilen (CD) Polyester Üretimi ve Bu Polyesterin Elyaf Prosesi. *Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Turkey.*

Ömeroğulları, Z., Kut, D., (2011). Investigation of burning behavior of polyester fabric with using natural structured flame retardant agent, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 21 (4): 364-368.

Papaspyrides C.D., Pavlidou S., Vouyiouka S.N., (2009). Development of Advanced Textile Materials: Natural Fibre Composites, Anti-microbial and Flame-retardant Fabrics. *Journal of Materials: Design and Applications*, 223: 91-102.

Raether L.O, Kidder R.C., (1988). The Market For Flame Retardants in the U.S.A Current Analysis. *Handbook of Flame Retardant Chemicals and Fire Testing Services, Technomic Publishing Company, Inc. Pennsylvania, USA,1-5.*

Reti, C., Casetta, M., (2008). Flammability properties of intumescent PLA including starch and lignin., *Polym Adv Tech*, Vol.19, pp:628-635.

Ramesh Babu. V., (2017). Investigating the aqueous extract of banana peel on functional properties of plasma treated cellulose fabrics for medical applications, *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, Vol. 11, NO. 3.

Saravanan. M, and Bhaarathi Dhurai., (2017). Comparison of Natural Agents to Develop Antibacterial Kitchen Textiles , *International Research Journal Of Pharmacy*, 8 (7): 93.

Schindler, W.D., Hauser, P. J., (2004). Flame-retardant finishes, *Chemical Finishing of Textiles*, 98-116.

Teli M.D., Pandit P., (2017). Development of Thermally Stable and Hygienic Colored Cotton Fabric Made by Treatment with Natural Coconut Shell Extract. *Journal of Industrial Textiles*, 0(00): 1-32.

Üreyen, M., Kaynak, E., (2019). Effect of Zinc Borate on Flammability of PET Woven Fabrics, *Advances in Polymer Technology*, vol (22), 1-13.

Xu,J.Y., Guo,S.Y., (2006). Studies on fire-retardant and smoke-suppressant effect of zeolites on PVC., *Polyvinyl Chloride*, Vol.6, pp:22-25.

Yang, Y.F., Liu, M.J., Tian,L.B., (2003). Study on PE/Graphite flame retardation composites, *China Plastics*, vol.17, pp:43-45.

Wei, P., Wang, J.Q., (2003). The TGA/XPS study on the synergy of 4A zeolites in the intumescent flame retardant APP /PER., *Polymeric Materials Science And Engineering*, Vol.12, pp:179-181.

Zaida Ortega, Moisés Morón, Mario D. Monzón, Pere Badalló and Rubén Paz., (2016). Production of Banana Fiber Yarns for Technical Textile Reinforced Composites, *Materials*, 9: 370.