

# Improvement of Disaster Tents against Permeation and Flammability as two of Environmental Conditions

<sup>1</sup>Sabih Ovalı and <sup>\*2</sup>Kamil B. Varınca

<sup>1</sup>Faculty of Engineering Department of Textile Engineering, Adiyaman University, 02040, Adiyaman, Turkey

<sup>\*2</sup>Faculty of Engineering Department of Environmental Engineering, Adiyaman University  
02040, Adiyaman, Turkey

## Abstract

The things used for accommodation are generally called tents. In the urgent circumstance and catastrophe time, the tents that people live in until returning their house are also named as disaster tents. These tents, according to their materials and design must be manufactured with regard to different environmental conditions like combustion and water resistivity. Textile productions are typically used as tent materials, and fabric of tents can become more durable in regard to environmental conditions by preferring suitable raw material and finishing process. In this study, disaster tents according to their water resistivity and combustion in the environmental conditions are investigated to enhance their resistivity ability, and some suggestions are proposed for more durable tents.

**Key words:** Disaster tents, environmental conditions, permeability, combustion, flame retardant

## Afet Çadırlarının Çevresel Şartlardan Geçirgenlik ve Yanmaya Karşı İyileştirilmesi

### Özet

Barınak olarak kullanılan gereçlere genel olarak çadır ismi verilmektedir. Acil durum ve afet zamanlarında insanların yeniden yerleşik konutlarına geçinceye kadar yaşamlarını geçirdikleri çadırlara da afet çadırı denilmektedir. Bu çadırlar üretildikleri malzeme ve tasarımlarına göre su geçirme ve yanma gibi çok değişik çevresel şartlarına dayanıklı şekilde üretilmeleri gerekmektedir. Çadır malzemesi olarak çoğunlukla tekstil ürünler kullanılmakta olup uygun hammadde seçimi ve apre işlemleri ile çadır kumaşları çevresel şartlara karşı dayanıklılık kazanabilirler. Bu çalışmada, afet çadırlarının su geçirme ve yanma gibi çevresel şartlara dayanımının iyileştirilmesine yönelik olarak yapılmış olan çalışma ve yöntemler incelenmiş olup daha dayanıklı çadırlar için bazı önerilerinde bulunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Afet çadırları, çevresel şartlar, geçirgenlik, yanma, güç tutuşurluk

## 1. Giriş

Çadır; keçe, deri, kıl dokuma, sık dokunmuş kalın bez veya plastik maddelerden yapılarak direklerle tutturulan, taşınabilir barınak, çerçe, oba, otağ anlamında [1] olup genel olarak doğal hayatta barınak olarak kullanılan araçlardır. Çadırlar, kullanım alanı ve şekillerine göre değişiklik

\*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Adiyaman University, 02040, Adiyaman, TURKEY. E-mail address: kvarınca@adiyaman.edu.tr, Phone: +904162233808, Fax: +904162233809

göstererek afet çadırı, kamp çadırı gibi farklı isimler alabilirler. Afet çadırları; yararlanacak kişi sayısına, çadır kurulacak bölgenin iklimine ve kalınacak süreye göre farklı tasarım ve malzemeler ile üretilebilirler. Afet çadırları doğal ortamlarda kullanıldıkları için buldukları ortamdan kaynaklanan farklı çevresel şartlara maruz kalırlar ve çadırlardan bu çevresel şartlara karşı dayanım göstermesi beklenir.

Afet çadırların buldukları ortamda en sık maruz kaldıkları çevresel şartlar şunlardır:

- Sıcak ve soğuk hava
- Rüzgâr ve basınç
- Yağmur ve su geçirme
- Ateş ve yangın
- Biyolojik faaliyetler ve küflenme

Çadırların bu çevresel şartlara dayanabilmesi için de bu şartlar dikkate alınarak üretilmeleri gerekmektedir.

Bu çalışmada, afet çadırlarının maruz kalabilecekleri çevresel şartlardan ikisi olan su geçirme ve yanmaya karşı dayanıklılık kazandırılması ve iyileştirilmelerine yönelik olarak yapılan çalışmalar incelenmiştir. Çadırların en önemli parçasının üretildikleri kumaş olduğu düşünüldüğünde kumaşın çevresel şartlara karşı iyileştirilmesi çadırın iyileştirilmesi anlamına geleceği için kumaşların iyileştirilmesi konu edinilmiştir.

## **2. Afet Çadır Kumaşlarının Çevresel Şartlara Dayanıklılığının Artırılması ve İyileştirilmesi**

Afet çadırlarının kullanımları esnasında maruz kalabilecekleri çevresel şartlara, özellikle su geçirme ve yanma gibi şartlara karşı koyabilmeleri için bu şartlara karşı mukavim hammadde ve şekilde üretilmeleri gerekmektedir. Çadır kumaşının su geçirme ve yanmaya karşı dayanıklılığı uygun hammadde seçimi ve terbiye işlemleri ile artırılabilir. Ayrıca uygun hammaddelerin uygun oranlarda seçilmesiyle, mevcut çadır kumaşları ile aynı maliyetlerde olmasına rağmen daha üstün özelliklere sahip çadır kumaşlarının da elde edilmesi sağlanabilmektedir.

Çadır kumaşlarının özellikleri esasında iplik ve lif özelliklerine doğrudan bağlıdır. Çadır kumaşı üretiminde kullanılacak iplikler; hammadde özelliklerine, lif özelliklerine (incelik, uzunluk, kesit yapısı, filament/stapel oluşu), ipliğin lineer yoğunluğuna (numarasına) ve ipliğin katsayısına göre seçilmelidir. Çadırdan istenilen özellikleri sağlayabilmek için kullanılacak iplik tek tip iplik olmayıp, birden fazla farklı özellikte iplik seçilebilir.

Dokuma kumaşların mukavemet özellikleri; liflerin mukavemet özelliklerine, ipliğin filament (kesintisiz uzun) veya stapel (kesintili kısa) yapısına, iplik numarasına, ipliğin bükümüne, ipliğin kat sayısına, kumaştaki iplik sıklıklarına, kumaşın örgüsüne ve kumaş kat sayısına bağlıdır.

Mukavemet özelliklerinin iyileştirilmesi için; uygun hammaddeden yapılmış iplik kullanmak, optimum iplik numarasını tespit etmek, optimum sıklık değerlerini tespit etmek, uygun kumaş örgüsünü tespit etmek, farklı özellikleri aynı bünyede toplayabilmek için iki farklı özellikteki

kumaş tabakasını birleştirerek çift katlı kumaş yapmak (%100 pamuk tabaka ile %100 polyester tabakanın birleştirilmesi vb. gibi) uygulanması gereken yöntemlerdendir.

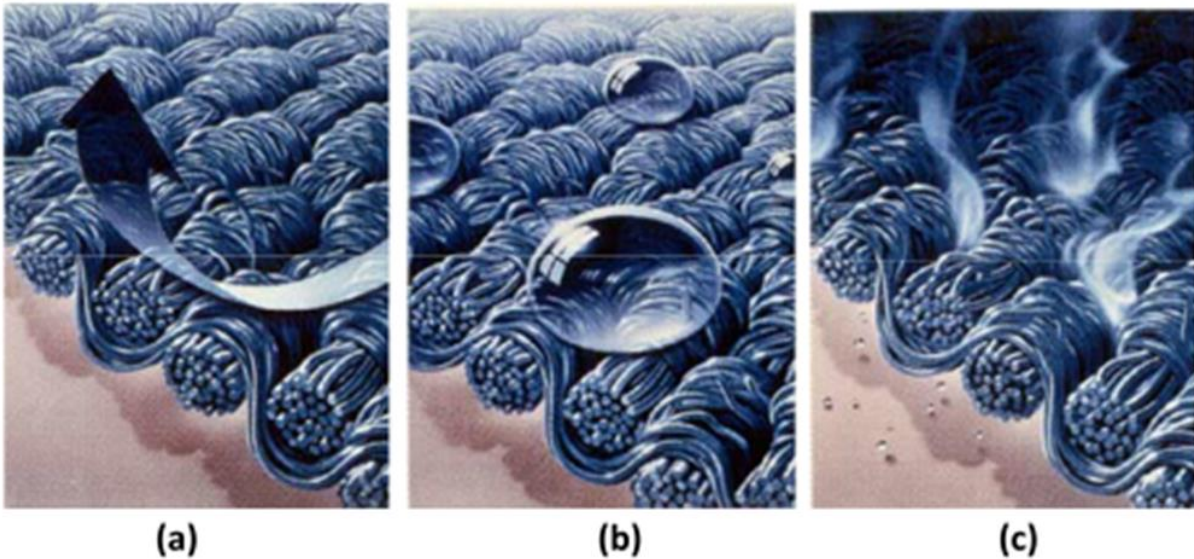
### 2.1. Geçirgenliğin Azaltılması (zor geçirirlik - geçirmezlik)

Geçirgenlik, kumaşın veya bir başka malzemenin suyu veya bir başka sıvıyı içinden geçirebilme derecesi olarak tanımlanabilir [1]. Geçirgenlik şu özelliklere bağlıdır [2];

- Kumaşın porozitesi (iplik numarası, iplik sıklıkları, kumaş örgüsü etkiler)
- Elyafın özellikleri (elyafın inceliği, kesit yapısı, hidrofilliği vb.)
- Kumaşın kalınlığı (iplik numarası, kumaşın örgüsü, kumaşın kat sayısı etkiler)
- Akışkanın kumaş yüzeyi ile temas süresi
- Kumaşın gördüğü terbiye işlemi

En önemli geçirgenlik parametrelerinden biri porozitedir. Kumaş yüzeyindeki gözenek oranı ne kadar küçültülürse geçirgenlik değeri de o kadar düşük olur. Porozite değeri en fazla iplik sıklıklarından etkilenmesine rağmen, iplik sıklıklarının artırılması doğrudan maliyeti artıracığından sıklık konusunda en iyi değerlerin tespit edilmesi gereklidir.

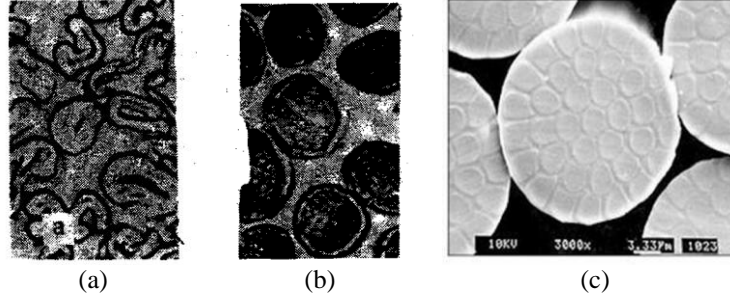
Lif inceliği doğrudan ipliğin porozite değerini etkileyen bir parametredir. Lifler inceldikçe lifler arasındaki boşluklar küçülür, porozite değeri azalır. Mikroliflerden yapılmış ipliklerle dokunan kumaşların geçirgenlik değerleri diğer liflerden elde edilen kumaşların geçirgenlik değerlerine göre çok daha düşüktür [2]. Mikrofilament liflerle dokunmuş kumaşların su geçirgenliğine ve su buharı geçirgenliğine etkisi Şekil 1'de şematize edilmiştir.



Şekil 1. Mikrofilament liflerle dokunmuş kumaşların hava (a), su (b) ve su buharı (c) geçirgenliğine etkisi [3]

Kullanılan yapay liflerin çok büyük oranı dairesel kesit yapıya sahiptirler. Altıgen, üçgen, fasulye gibi farklı kesit yapısına sahip lifler de mevcuttur. Farklı kesit yapısına sahip lifler (altıgen vb.)

yüksek paketlenme sağladıkları için geçirgenlik değerleri dairesel kesitli liflerden yapılan ipliklere göre çok daha düşük çıkmaktadır. Bazı lif kesit örnekleri Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Pamuk (a), yün (b) ve sentetik lifin (c) lif kesit yapısı

Hidrofilite su tutuculuk olarak tanımlanmakta, bu özellikteki maddelere ise hidrofil denilmektedir. Hidrofobite ise hidrofilitenin tam tersi olup su iticilik olarak tanımlanmakta, bu özellikteki maddelere ise hidrofob denilmektedir. Bu bakımdan liflerin hidrofilitesi, geçirgenliği artırmaktadır. Ayrıca hidrofil liflerden yapılmış kumaşlar daha zor kurdukları için dikkat edilmemesi durumunda kumaşların küflenmesine de sebep olmaktadır. Hidrofob lifler ise suyu emmedikleri için su geçirmesi istenmeyen afet çadırı kumaşı gibi kumaşların yapımında daha uygundurlar.

Geçirgenliği etkileyen bir diğer faktör kumaş kalınlığı olup kumaş kalınlığı arttıkça, kumaş içinden geçen akışkan daha uzun mesafede sürtünmeye maruz kaldığı için kumaşın su geçirgenliği azalmaktadır. Kumaş kalınlığını çift katlı kumaş yaparak artırırken, aynı zamanda tabakalardan biri mukavemeti yükseltmek, daha düzgün yüzey oluşturmak, yüzeydeki su hızını artırmak ve su geçişini daha fazla engellemek amacıyla kullanılabilir.

Örgü yapısı ve kalınlığı da poroziteyi etkilemekte olup sadece örgüsü değiştirilen, diğer özellikleri aynı kalan kumaşlarda, küçük yüzeye sahip örgüler, diğerlerine göre yaklaşık %25 daha az su geçirmektedirler.

Geçirgenliğin bağlı olduğu bir diğer faktör, akışkanın kumaş yüzeyi ile temas süresidir. Yağmur sırasında çadır yüzeyine temas eden suyun çadır yüzeyinde akış hızı artırılabilirse kumaşa nüfuz etmeden yüzeyden ayrılması sağlanabilir. Bu amaçla yüzeyden akan suyun daha küçük bir yüzeyden akmasının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca yüzey malzemesinin hidrofob özellikte olması da suyun akıp uzaklaşmasına katkı sağlayacaktır.

Tekstil mamullerine hidrofob özellik kazandırılması iki prensip ile gerçekleştirilebilir; su iticilik ve su geçirmezlik. Bu iki özellik tekstil mamullerine apre işlemleri ile kazandırılabilir [4]. Apre işlemleri, Tekstil mamulünün değerini yükselten, karakterini, yüzeyini ya da görünüşünü değiştiren ve tekstil materyalini (iplik, dokuma veya örme kumaşı) satışa hazırlayan mekanik ve kimyasal tüm işlemlere verilen isimdir [5]. Tekstil mamullerine hidrofob özellik kazandırılması su iticilik apresi ve su geçirmezlik apresi ile gerçekleştirilebilmektedir.

Su iticilik apresi kumaşın görünümünü ve geçirgenliğini tamamen korumasına karşın, ona, suyu itici bir özellik kazandıran apre işlemidir. Su iticilik apresinde kumaş yüzeyinin değil de, kumaş oluşturan lif ve ipliklerin yüzeyinde film oluşturulması esastır. Örneğin; yağ asidi, zirkoryum-parafin, silikon ve florokarbon gibi maddeler bu etkiyi sağlayabilirler. Bu durumda, gözenekler kapanmadığından sağlık yönünden avantajlı olup kuru ve hava geçirgen durumdadırlar. Ancak bu işlem kısa süreli su maruziyetine dayanıklı olup basınç altında kumaşın sudan koruyamaz, su gözeneklerden kumaşın içine nüfuz eder [4].

Su geçirmezlik apresinde ise mamul yüzeyi tamamen su ve hava geçirmez film tabakası ile kaplanır. Böylece mamul; suyu hiç geçirmediği gibi rüzgâr ve soğuk etkisinden de korur. Bunun yanında, vücut neminin dışarı çıkmasını da önler. Çünkü kumaşın bütün gözenekleri kapanmış durumdadır [4].

Bu işlemler için poliüretanlar, polivinil klorür, silikon elastomerler, neoprene kauçuk, politetrafloraetilen klorosulfonat gibi malzemeler kullanılabilir.

İyi bir hidrofobluk apresi için; liflerin şişme (su tutma) yeteneğinin az olması, kumaşın çekmezlik yeteneğinin olması, düzgün ve sıkı bir kumaş yapısı, hidrofob filmin elastiki olması, liflerin yüzeyini iyi bir şekilde kaplaması ve yapışması, hidrofob film yüzeyinin yapışkan olmaması, dolayısıyla kirlenme eğilimli olmaması, kullanılan hidrofobluk sağlayıcı maddenin etkili olması gerekir. Ayrıca; kumaş apre maddesini iyi bir şekilde emebilecek hidrofilitte olmalı, kumaş üzerinde hidrofob madde alımını engelleyecek hidrofil madde artıkları olmamalı, yüzey aktif maddeler ve baz artıkları bulunmamalıdır [4].

Hidrofobluk için liflerin şişme yeteneğinin az olması istenir. Çadır kumaşları için tercih edilen doğal bir lif olan pamuk, nem tutma kapasitesi yüksek olması nedeniyle nemi içine çeker ve kolayca şişer. Oysa sentetik polyester su tutmadığından şişme yeteneği yoktur. Bu sebeple çadır kumaşları olarak hidrofobluk açısından pamuğa göre sentetik polyester tercih edilebilir. Ayrıca sentetik polyesterin nemi çekmemesi ile küflenme gibi olumsuz durumlarında önüne geçilmiş olur. Kumaşın çekmezlik yeteneği bakımından da polyester bir kumaşın çekmezliği %100 pamuk dokuma bir kumaşa göre daha iyidir.

İyi bir hidrofobluk için istenen özelliklerden bir diğeri düzgün ve sıkı bir kumaş yapısıdır ki bunun için mikrolif kullanımı tercih edilebilir. Zira mikrolif kullanımı ile daha düzgün, daha sıkı ve dolayısı ile mukavemeti daha yüksek bir kumaş elde edilir.

## **2.2. Yanabilirliğin Azaltılması (zor yanarlık - yanmazlık)**

Günümüzde sanayileşmenin artmasıyla birlikte toplu yerleşim bölgelerinin artması ve teknolojinin gelişmesi yangın risklerini çoğaltmış, dolayısıyla ısı ve alevden koruyucu tekstillerin kullanımını kaçınılmaz kılmıştır. Yangın başlangıcından itibaren yangın mahallinde sıcaklık çok süratli bir şekilde yükselir. Bunun için yangınlarda ilk dakikalar hatta saniyeler çok önemlidir. Zira yangınlarda ilk 5 dakikada sıcaklık hemen 500 °C'nin üzerine çıkmaktadır [6]. Bu açıdan afet çadırlarında kullanılan malzemelerin yanma olasılığını en aza indirmek gerekmektedir. Bazı liflerin yanabilirlik durumları Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Bazı liflerin yanabilirlik durumları [6, 7]

<b>Lif</b>	<b>Yanma sıcaklığı (°C)</b>	<b>Tutuşma kolaylığı</b>	<b>Yanma hızı</b>
Pamuk	350	kolay	hızlı
Polyester	480	kolay	yavaş
Akrilik	250	kolay	orta
Naylon 6	450	kolay	yavaş
Polipropilen	550	kolay	hızlı
Yün	600	geç	yavaş

Güç tutuşur tekstiller, aleve veya yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında tutuşmayan, tutuşsa bile kendi kendine sönebilen tekstiller [6] şeklinde tanımlanabilmektedir. Tekstil malzemesine güç tutuşurluk özelliği apre işlemleri ile kazandırılabilir.

Güç tutuşurluk apresi; tekstil malzemesinin alev almaya karşı koymasını, eğer alev almış ise yanma hızının yavaşlatılmasını ve yakıcı etken uzaklaştırıldığında kısa bir süre sonra yanmanın kendiliğinden durmasını sağlar.

Güç tutuşur kumaşlar elde etmek için ise;

- Yapısı itibariyle güç tutuşan liflerin (karbon, cam, PBI, PTFE, Nomex, Kevlar vb. gibi) kullanılması,
- Liflerin kopolimerazasyon ve kimyasal modifikasyon ile yapılarının değiştirilmesi,
- Sentetik polimere lif çekimi esnasında güç tutuşma sağlayıcı kimyasalların ilave edilmesi,
- Kumaşın güç tutuşma sağlayan kimyasallar ile muamele edilmesi

gibi yöntemler kullanılmaktadır [6].

Bu dört yöntem de tekstil teknolojisinde geniş çaplı olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, kumaşın kullanım alanına bağlı olarak bu yöntemler tek tek, yahut birlikte kullanılarak en iyi güç tutuşma ve yanmama davranışını sergileyecek değişik kumaş yapıları elde edilebilmektedir [6].

Uygulandığı kumaşın elyaf yapısına, türüne, ağırlıklarına, dokuma yapılarına, elyaf kombinasyonlarına, yıkamaya veya kuru temizlemelere dayanıklılıklarına göre çeşitlilik gösteren güç tutuşur malzemeler fular, sprej, kaplama veya köpük yöntemi ile uygulanabilir. Uygulama yöntemleri kullanılacak tekstil malzemesine veya kullanım alanlarına göre değişiklik göstermektedir. Güç tutuşur malzemelerin kaplama yerine fular olarak kullanılması verimliliklerini artırır, çünkü kimyasal, kumaşın içine nüfuz ettiği zaman en iyi performansı gösterir. Kaplama olarak kullanılan güç tutuşur malzemelerdeki suda çözülmeyen malzemeler güç tutuşur kimyasalların kumaşın içine nüfuz etmesini engeller, bu durumda kalın kumaşlarda verim düşmesi gözlenir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, daha az maliyetli ve çevre dostu güç tutuşur maddelerin üretimi üzerinde durulmuş, halojen içermeyen güç tutuşur madde kullanımı geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, yeni yöntemler olarak plazma işlemi ile yüzey modifikasyonu, mikrokapsül uygulamaları ve nanoteknoloji öne çıkmaktadır [8].

Geleneksel güç tutuşurluk işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelerin yapıları, yıkama dayanımları ve sağladıkları etkiler göz önüne alındığında çeşitli sorunlarla karşılaşılmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, işlemin yıkamaya dayanıklı olması ancak bunu sağlayan kimyasalın toksik etkisinin olmamasının yanı sıra poliamid ve poliester gibi kolay eriyebilen lifler içeren kumaşlar için erime ve damlamayı önleyen güç tutuşur madde kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır [9].

Çevre dostu güç tutuşur pamuklu tekstillerin üretimi için yeni bir yol olarak kitosan fosfatı denendiği çalışmalar mevcuttur. Yapılan çalışmalarda kitosan fosforilizasyon işlemi sırasında eklenmiş ve bir azot kaynağı gibi davranıp fosforla sinerjistik (iki etkenin beraberce olan etkisinin, her ikisinin tek başına etkisinin toplamından daha fazla olması) bir etki oluşturduğu görülmüştür. Kitosan sitrat tuzu fosforilizasyon reaksiyonunu kolaylaştırmıştır. Çünkü amino grupları selüloz hidroksillerinden daha reaktif hale gelmiştir. Kitosan konsantrasyonunun %0'dan %2'ye yükseltilmesi pamuklu kumaşın güç tutuşurluğunu artırmıştır. Kitosan konsantrasyonunun %2'nin üzerine çıkartılması ile kumaşın ısıl bozunması üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olmuştur [10].

Bazı terbiye işlemleri oldukça yüksek kullanım dayanımı sağlamasına rağmen bazı kimyasal malzemelerin belli bir miktarın üzerinde kullanılması kumaşın kullanım özelliklerini bozmaktadır. Başarılı bir güç tutuşurluk terbiyesi için kabul edilebilir güç tutuşma seviyelerini uygun maliyet ve klasik tekstil terbiye ve kaplama cihazları ile gerçekleştirebilmek gereklidir.

## **Sonuç ve Öneriler**

Afet çadırları, acil durum ve afet zamanlarında insanların yeniden yerleşik konutlarına geçinceye kadar yaşamlarını geçirdikleri çadırlardır. Afet çadırları doğal ortamlarda kullanıldıkları için buldukları ortamdan kaynaklanan farklı çevresel şartlara maruz kalırlar ve afet çadırlarından da bu çevresel şartlara karşı dayanım göstermesi beklenir. Bu çalışmada, afet çadırlarının maruz kalabilecekleri çevresel şartlardan ikisi olan su geçirme ve yanmaya karşı dayanıklılık kazandırılması ve iyileştirilmelerine yönelik olarak yapılan çalışmalar incelenmiştir. Çadırların en önemli parçasının üretildikleri kumaş olduğu düşünüldüğünde kumaşın çevresel şartlara karşı iyileştirilmesi çadırın iyileştirilmesi anlamına geleceği için kumaşların iyileştirilmesi konu edinilmiştir.

Çadır kumaşının su geçirme ve yanmaya karşı dayanıklılığı uygun hammadde seçimi ve terbiye işlemleri ile artırılabilir. Ayrıca uygun hammaddelerin uygun oranlarda seçilmesiyle, mevcut çadır kumaşları ile aynı maliyetlerde olmasına rağmen daha üstün özelliklere sahip çadır kumaşları elde edilmesi sağlanabildiği de görülmektedir. Ayrıca çadırdan istenilen geçirmezlik ve yanmazlık özelliklerini sağlayabilmek için kullanılacak ipliğin tek tipte iplik olmayıp birden fazla farklı özellikte iplikten oluşması da denenmelidir. Buna ilave olarak gelişen teknik ve teknoloji ile yeni apre yöntemleri de denenmelidir.

Özetle; yapılan çalışmalar göstermektedir ki teknolojideki gelişmeler sayesinde kumaşların su geçirme ve yanmaya karşı uygun hammadde ve apre işlemleri ile dayanımları artırılabilir.

**Kaynaklar**

- [1] Türk Dil Kurumu. Güncel Türkçe Sözlük (Elektronik sürüm). [http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com\\_gts&view=gts](http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&view=gts) Erişim: 08/2014.
- [2] Erkan T. Kumaş Porozitesinin Belirlenmesinde Görüntü Modellemesinin Kullanımı: Filament İplikli Dokuma Kumaş. *Tekstil ve Konfeksiyon*. 2011;2:147-157. <http://goo.gl/VsAB68>
- [3] Anonim. Microfiber. <http://www.fibersource.com/f-tutor/micro.htm> Erişim: 09/2014
- [4] Anonim. Hidrofob Apre. <http://mihenk.stormpages.com/hidrofob.htm> Erişim:09/2014
- [5] Çiftçi Y. *Tekstil El Kitabı*. Basılmamış eser. <http://www.istgumlab.com/yciftci/wp-content/uploads/2013/12/EK-I-Tekstil%20E1%20Kitabi.pdf>
- [6] Kalın MB. *Tekstil Yüzeylerinin Yanmaya Karşı Dirençlerinin Arttırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 2008. [http://kutuphane.ksu.edu.tr/e-tez/fbe/T00843/mehmetbaran\\_kalin\\_tez.pdf](http://kutuphane.ksu.edu.tr/e-tez/fbe/T00843/mehmetbaran_kalin_tez.pdf)
- [7] Horrocks AR, Price DX. *Fire Retardant Materials*. Woodhead Publishing. ISBN: 1-85573-419-2. USA, 2001. <http://www.worldcat.org/oclc/443488187>
- [8] Ömeroğulları Z, Kut D. *Tekstilde Güç Tutuşurluk*. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 2012;17(1):27-41. [http://mmfdergi.uludag.edu.tr/Dergi/cilt17sayi1/mak17\\_01-03\(syf027-041\).pdf](http://mmfdergi.uludag.edu.tr/Dergi/cilt17sayi1/mak17_01-03(syf027-041).pdf)
- [9] Ban DM, Wang YZ, Yang B, Zhao GM. A Novel Non-Dripping Oligomeric Flame Retardant for Polyethylene Terephthalate. *European Polymer Journal*. 2004;40(8):1909-1913. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2004.03.013>
- [10] El-Tahlawy K. Chitosan Phosphate: A New Way for Production of Eco-Friendly Flame-Retardant Cotton Textiles. *The Journal of The Textile Institute*. 2008;99(3):185-191. <https://doi.org/10.1080/00405000701584311>