

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÜÇ İPLİK KUMAŞ YAPISININ VE GEÇİRDİĞİ TERBİYE
İŞLEMLERİNİN YANMA DAVRANIŞI ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tekstil Müh. N. Özkan TATLI

Anabilim Dalı : TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

Programı : TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

OCAK 2007

**ÜÇ İPLİK KUMAŞ YAPISININ VE GEÇİRDİĞİ TERBİYE
İŞLEMLERİNİN YANMA DAVRANIŞI ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tekstil Müh. N. Özkan TATLI
(503041809)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ocak 2007

Tez Danışmanları : Prof. Dr. Cevza CANDAN
Yrd. Doç. Dr. Gülay ÖZCAN
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE (S. D. Ü)
Prof. Dr. Seyhan Uygur ONBAŞIOĞLU (İ. T. Ü)
Doç. Dr. Nevin Çiğdem GÜRSOY (İ. T. Ü)

OCAK 2007

ÖNSÖZ

Hızla artan endüstrileşme ve teknolojik gelişmelerle birlikte toplumların hayat standartlarında büyük ilerlemeler meydana gelmektedir. Bu durum da mevcut kullanılan ürünlere yönelik beklentilerin farklılaşmasına yol açmaktadır. Tekstil endüstrisi de bu süreçten payına düşeni fazlasıyla almaktadır. İnsanların tekstil ürünlerine yönelik beklentileri, örtünme, estetik ve moda kavramlarının ötesine geçmektedir. Kullanıcılar tekstil ürünlerinin bu özelliklerinin yanında bir takım fonksiyonel özelliklerinden de faydalanmak istemektedir. Bir ısı kaynağı karşısında sergilenen davranış bu fonksiyonel özelliklerin arasında önemli bir yere sahiptir. Tekstil malzemelerin özünde kullanılan liflerin büyük bir bölümünün yanıcı olması, bu malzemeler açısından yanma olayı sırasında gösterilecek bir fonksiyonelliğin öneminin ne kadar fazla olduğunu göstermektedir. Tekstil malzemelerine yanma davranışı konusunda artı bir performans kazandırmada kullanılan, tasarım ögesi bu tezin de temelini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, bu tezde, tekstil ürünlerinde yoğun olarak kullanılan üç iplik örme kumaş yapısının bu kumaşların yanma davranışları üzerine etkisi incelenerek uygun tasarım modelleri oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın tamamlanmasında desteklerini esirgemeyen, başta tez danışmanlarım Sayın Prof. Dr. Cevza Candan' a ve Yrd. Doç. Dr. Gülay Özcan' a, Teknik Emprime Düz Boya Laboratuvarı ve İTÜ Tekstil Laboratuvarı çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Saygılarımla...

Aralık 2006

N. Özkan Tatlı

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR

v

TABLO LİSTESİ

vi

ŞEKİL LİSTESİ

vii

SEMBOL LİSTESİ

ix

ÖZET

x

SUMMARY

xi

1. GİRİŞ

1

2. LİTERATÜR

5

2.1. Yanma İşlemi

5

2.1.1. Tutuşma

6

2.1.2. Alev Yayılma Hızı

7

2.2. Sınırlayıcı Oksijen İndeksi

7

2.3. Tekstil Malzemelerinin Yanıcılığı

9

2.3.1. Tekstil Liflerinin Termal Özellikleri ve Yanma Davranışları

10

2.3.2. Kumaşın Yanma Mekanizması

14

2.4. Güç Tutuşma Teknikleri

15

2.4.1. Yapısı İtibariyle Güç Tutuşan Lifler

15

2.4.1.1. Güç Tutuşurluk İçin Kullanılan Çeşitli Lif Karışımları

16

2.4.2. Sentetik Polimerlere Lif Çekimi Esnasında Güç Tutuşma

Sağlayıcı Kimyasalların İlave Edilmesi

22

2.4.3. Kumaşın Güç Tutuşma Sağlayan Kimyasallar ile

Muamele Edilmesi

22

2.4.3.1. Güç Tutuşurluk Kimyasalları

24

2.4.3.2. Çeşitli Lifler İçin Güç Tutuşurluk Uygulamaları

27

2.4.3.3. Güç Tutuşurluk Sağlayıcı Kimyasalların Tekstil

Malzemelerine Uygulanma Metotları

30

2.4.3.4. Güç Tutuşurluk Sağlayıcı Kimyasalların Kullanımı ile

İlgili Sınırlayıcı Faktörler

31

2.5. İlgili Standartlar

33

2.6. Kumaş Yapısının Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

34

2.6.1. Lif Cinsi ve Karışım Oranlarının Yanma Davranışı

Üzerine Etkisi

35

2.7. Giysi Tasarımının Yanma Üzerine Etkisi

36

2.8. Geçirdiği Terbiye İşlemlerinin Kumaşın Yanma Davranışı

Üzerine Etkisi

37

3. DENEYSEL

39

3.1. Malzeme

39

3.1.1. Üç iplik kumaşlar

39

3.1.2. Kullanılan Kimyasal Malzemeler ve Terbiye İşlemleri

41

3.2. Metot

42

4. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

46

4.1. Ham Kumaş Yapısının Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

46

4.1.1. Elyaf Cinsi ve Karışım Oranlarının Üç İplik Örmek Kumaşların Yanma Davranışı Üzerine Etkisi	48
4.1.2. İlmek İplik Uzunluklarındaki Değişimin Kumaşların Yanma Davranışı Üzerine Etkisi	49
4.2. Geçirdiği Terbiye İşlemlerinin Üç İplik Örmek Kumaşın Yanma Davranışı Üzerine Etkisi	55
4.3. Kumaş Özellikleri ve Renk Değerleri Arasındaki İlişki	60
4.4. Terbiye İşlemlerinin Kumaşların Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi	64
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	70
EK	74
ÖZGEÇMİŞ	101

KISALTMALAR

OI	: Oksijen indeksi
LOI	: Sınırlayıcı Oksijen İndeksi
COI	: Kritik Oksijen İndeksi
PET	: Polietilen Tereftalat
PBI	: Polibenzimidazol
SPSS	: Sosyal Bilimler için İstatistiksel Analiz Programı
MANOVA	: Çok Değişkenli Varyans Analizi
BS	: British Standard
DMDHEU	: Dimetiloldihidroksietilenüre
İL.İP.1	: Hav ipliği
İL.İP.2	: Yüzey ipliği
İL.İP.3	: Bağlantı ipliği
PAN	: Poliakrilonitril
PVC	: Polivinil Klorür
PE	: Polietilen
PTFE	: PoliTetraFlorEtilen
FR	: Alev Geciktirici (Flame Retardant)
BM	: Boyarmadde

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Malzemelerin Termal Özellikleri.....	10
Tablo 2.2. Elyafların Erime ve Camı Geçiş Sıcaklıkları.....	12
Tablo 2.3. Çeşitli Liflerin Havada Maksimum Kullanım Sıcaklıkları.....	12
Tablo 2.4. Polimerlerin Lineer Isıl Genleşme Katsayıları.....	13
Tablo 2.5. Tekstil Liflerinin Yanma Karakteristikleri.....	14
Tablo 2.6. Yüksek Sıcaklık Direncine Sahip Lifler ve Özellikleri.....	20
Tablo 2.7. Ni(II)-phos-PVA Kompleksi ile Muamele Edilmiş Pamuklu Kumaşın LOI Değerleri.....	27
Tablo 2.8. Seçilmiş Güç Tutuşturucularla İşlem Görmüş Çeşitli Karışımlardaki Polyester-Pamuk Karışımlarının LOI Değerleri.....	29
Tablo 2.9. İlgili Standartlar.....	33
Tablo 2.10. Farklı Tipte Kumaşların Yanma Yayılma Hızları ve Yanma Davranışları Üzerine Giysi Ölçüsünün ve Kol Boyutlarının Etkisi.....	37
Tablo 3.1. Ham Kumaş Örne Üretim Parametreleri.....	40
Tablo 4.1. Ham Kumaşlar için Manova Analizi.....	47
Tablo 4.2. Ağartma İşlemi ve Yanma Davranışları için Manova Analizi.....	55
Tablo 4.3. %100 Pamuklu Kumaş için Manova Analizi.....	56
Tablo 4.4. %65/36 Pamuk/PET Kumaşlar için Manova Analizi.....	56
Tablo 4.5. %65/35 PET/Pamuk Kumaşlar için Manova Analizi.....	57
Tablo 4.6. %100 Pamuklu Kumaşlar için Manova Analizi.....	57
Tablo 4.7. %65/35 Pamuk/PET Kumaşlar için Manova Analizi.....	58
Tablo 4.8. %65/35 PET/Pamuk Kumaşlar için Manova Analizi.....	59
Tablo 4.9. %100 PET Kumaşlar için Manova Analizi.....	60
Tablo 4.10. Beyazlık Derecesi ve Tint Değeri için Manova Analizi.....	61
Tablo 4.11. Renk Değerleri için Manova Analizi.....	63
Tablo 4.12. Fiziksel Kumaş Parametreleri için Manova Analizi.....	65

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1.	Yanma İşlemi..... 6
Şekil 2.2.	Polimer Yanmasının Şematik Gösterimi..... 7
Şekil 2.3.	Sıcaklık ve Hacim Arasındaki İlişki(I)..... 11
Şekil 2.4.	Sıcaklık ve Hacim Arasındaki İlişki(II)..... 11
Şekil 2.5.	Kumaşlar için Yaygın Olarak Kullanılan Güç Tutuşma Terbiyesi Uygulama Metotlarının Şematik Gösterimi..... 30
Şekil 2.6.	Kumaş Gramajı ile Ortalama Yanma Hızı Arasındaki İlişki..... 34
Şekil 3.1.	Üç İplik Kumaş Yapısı..... 40
Şekil 3.2.	BS 5438' e Uygun James H.Heal Flammability Tester..... 43
Şekil 3.3.	Numune Çerçevesi Üzerine Numunenin Yerleşimi, İğne ve İşaret İpliklerinin Konumu..... 44
Şekil 4.1.	Elyaf Cinsi ve Tutuşma Süreleri Arasındaki İlişki..... 48
Şekil 4.2.	Elyaf Cinsi ve Yanma Yayılma Hızları Arasındaki İlişki..... 49
Şekil 4.3.	%100 Pamuklu Kumaş için Hav İpliği Faktöründeki Değişimin Tutuşma Süresi Üzerine Etkisi..... 50
Şekil 4.4.	%100 Pamuklu Kumaş için Bağlantı İpliği Faktöründeki Değişimin Tutuşma Süresi Üzerine Etkisi..... 50
Şekil 4.5.	%100 Pamuklu Kumaş için Yüzey İpliği Faktöründeki Değişimin Yanma Hızı Üzerine Etkisi..... 51
Şekil 4.6.	%65/35 Pamuk/PET Kumaş için Hav İpliği Faktöründeki Değişimin Yanma Hızı Üzerine Etkisi..... 52
Şekil 4.7.	%65/35 PET/Pamuk Kumaş için Yüzey İpliği Faktöründeki Değişimin Yanma Hızı Üzerine Etkisi..... 52
Şekil 4.8.	%100 PET Kumaş için Bağlantı İpliği Faktöründeki Değişimin Yanma Hızı Üzerine Etkisi..... 53
Şekil 4.9.	Elyaf Cinsinin Kumaşların 60 cm' deki Yanma Yayılma Hızı Üzerine Etkisi..... 54
Şekil 4.10.	Elyaf Cinsinin Kumaşların Enine Yanma Yayılma Hızı Üzerine Etkisi..... 54
Şekil 4.11.	İlmek İplik Uzunluğundaki Değişimin Kumaşların 60 cm' deki Yanma Yayılma Hızları Üzerine Etkisi..... 55
Şekil 4.12.	Ağartma Konsantrasyonu ile Yanma Yayılma Hızı ve Tutuşma Süresi Arasındaki İlişki..... 56
Şekil 4.13.	%100 Pamuklu Kumaş için Reaktif BM Konsantrasyonu ve Tutuşma Süresi Arasındaki İlişki..... 58
Şekil 4.14.	%65/35 Pamuk/PET Kumaşlar için BM Konsantrasyonu ve Yanma Davranışları Arasındaki İlişki..... 58
Şekil 4.15.	%65/35 PET/Pamuk Kumaşlar için BM Konsantrasyonu ve Yanma Davranışları Arasındaki İlişki..... 59
Şekil 4.16.	%100 PET Kumaşlar için Dispers BM Konsantrasyonu ile Yanma Davranışları Arasındaki İlişki..... 60
Şekil 4.17.	Elyaf Cinsi ve Beyazlık Derecesi-Tint Değeri Arasındaki İlişki..... 61

Şekil 4.18.	Ağartma Konsantrasyonu ve Beyazlık Derecesi-Tint Değeri Arasındaki İlişki.....	62
Şekil 4.19.	BM Konsantrasyonu ve L Renk Değeri Arasındaki İlişki.....	64
Şekil 4.20.	BM Konsantrasyonu ve KS Renk Verimi Değeri Arasındaki İlişki.....	64
Şekil 4.21.	BM Konsantrasyonu ve May Sayısı-İlmek Yoğunluğu Değerleri Arasındaki İlişki.....	65
Şekil 4.22.	BM Konsantrasyonu ve Gramaj-Kalınlık Değerleri Arasındaki İlişki.....	66
Şekil 4.23.	BM Konsantrasyonu ve Boncuklaşma-Patlama Mukavemeti Değerleri Arasındaki İlişki.....	66

SEMBOL LİSTESİ

T_p	:	Piroliz sıcaklığı
T_m	:	Erime sıcaklığı
T_c	:	Yanma sıcaklığı
T_g	:	Camsı geçiş sıcaklığı

ÜÇ İPLİK ÖRME KUMAŞ YAPISININ VE GEÇİRDİĞİ TERBİYE İŞLEMLERİNİN YANMA DAVRANIŞI ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET

Günlük yaşantıda kullandığımız tekstil ürünlerinin yapısını oluşturan liflerin büyük bir bölümünün yanıcı olması, bu ürünleri kullananlar açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Bu riski en aza indirmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle güç tutuşma sağlayıcı lifler ve kimyasallar alanında her geçen gün yeni gelişmeler yaşanmaktadır. Çeşitli ürünlerle ilgili sık sık yeni patentler alınmaktadır. Güç tutuşurluk sağlayıcı liflerin pahalı olan maliyetleri, güç tutuşma sağlayıcı kimyasalların ise hem insan hem de çevre için toksik etkileri, ayrıca her iki ürün grubunun yeterli ısı ortam oluştuğunda yanacak olmaları, ilgiyi, ürün tasarımıyla sağlanacak bir güç tutuşurluk etkisi üzerine yoğunlaştırmaktadır. Ürün tasarımıyla sağlanacak bir güç tutuşurluk etkisi hem uzun soluklu olacaktır, hem de uygun maliyet ve hijyen sunacaktır. Bu açıdan bu çalışmada mevcut koşullar hakkında bilgi verilmiş ve özellikle çocuk giyiminde sıklıkla kullanılan üç iplik örme kumaş yapısının yanıcılığı çeşitli kumaş parametreleri esas alınarak deneysel çalışmayla tanımlanmaya çalışılmış ve uygun tasarım modelleri oluşturulmaya çalışılmıştır. İlk olarak farklı lif ve ilmek iplik uzunluğu değerlerine göre üretilmiş ham kumaşlara yanma testi uygulanmış, daha sonra, yine bu kumaşlara terbiye işlemleri uygulanarak terbiye işlemlerinin yanıcılık üzerine etkisi anlaşılmaya çalışılmıştır.

Üç iplik örme kumaşların yanma davranışları, yapılan literatür çalışmaları sonucunda yanma değerleri gerçek yanma davranışına çok yakın ve diğer test metotlarına göre daha hassas neticeler verdiği için, BS 5438 dikey yanma test metodu kullanılarak değerlendirilmiştir. Son olarak, deney sonuçlarının, SPSS istatistik programı kullanılarak hazırlanan deney tasarımı için MANOVA analizi yapılmış, örme kumaş parametrelerinin yanma davranışını hangi düzeyde etkiledikleri belirlenmiştir. Sonuçta elde edilen bağıntılar kullanılarak, uygun yanma davranışı sergileyecek, üç iplik kumaşlar için çeşitli tasarım modelleri sunulmuştur.

EFFECTS OF STRUCTURE OF THREE THREAD FLEECE FABRICS AND APPLIED FINISHING TREATMENTS ON FLAMMABILITY CHARACTERISTICS OF THESE FABRICS

SUMMARY

Flammability characteristics of fibers, used in textile garments and furnishings, constitute a hazardous risks for people who use them. There have been made many studies to lower this danger. Every day we come across new innovations particularly in the areas of flame retardant fibers and chemicals. New licences are taken about variety of products. The huge costs of flame retardant fibers, hazardous effects of flame retardant chemicals and for both two structures, to be able to burn in sufficient thermal conditions, condense the interests a flame retardancy that can be obtained by convenient product design. A flame retardancy effect obtained by product design will be long term and cost effective. So, in this thesis, there were informed about available conditions and flammability characteristics of three thread fabrics, tried to be identified the flammability of these fabrics, using different fabric parameters and be constituted appropriate design models. Firstly, greige fabrics, produced according to different fiber types and yarn lengths, were exposed to flammability tests, then different finishing treatments were applied to such fabrics. After finishing treatments, again flammability tests were applied to finished fabrics. Flammability behavior of three thread fabrics, were evaluated by applying BS 5438 vertical flammability test method. Lastly, , there were applied MANOVA analysis to the experiment results and there were defined the effects of knitted fabric parameters on the flammability behavior of such fabrics. By using the obtained relations, we tried to get appropriate design models that behave safely during burning.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günlük yaşantıda nerede olursak olalım (ev, okul, işyeri veya ulaşım araçları) çevremizde bulunan eşya veya makinalardan can ve mal güvenliği açısından beklenen en önemli özellik, herhangi bir nedenle aleve maruz kalındığında tutuşmama özelliği göstermeleridir. Bu nedenle yangın güvenliği, pek çok farklı disiplin ve endüstri kollarında son yıllarda artan bir önem arz etmektedir. Aleve maruz kalınması durumu için duman ve ısı dedektörleri, pulvarize su püskürtme sistemleri ve daha başka erken uyarı sistemleri geliştirilmektedir [1].

Özel konut ve bina yangınlarında genellikle ilk tutuşan malzemeler, tekstil, tahta ve kağıt ürünleridir. 1975 yılında Amerika’ da Ulusal Yangından Korunma Birliği’ nin yaptığı araştırmalar, genellikle yerleşim bölgelerindeki yangınların % 63’ ünün ve ölümlerle sonuçlanan yangın olaylarının % 70’ inin bu malzemelerin alev alması sonucu çıkan yangınlar olduğunu ortaya koymuştur [9].

Plastikler ve tekstiller günlük yaşantıda çok sayıda kullanım alanına sahiptirler. Bununla beraber, asıl problem bu malzemelerin temelini oluşturan polimerlerin bir çoğunun organik ve dolayısıyla yanıcı olmasıdır. İngiltere’ de her yıl meydana gelen yangınlar sonucu yaklaşık 800-900 kişi hayatını kaybetmekte, 1500 kişi de yaralanmaktadır. Ölümlerin bir çoğuna, duman ve toksik yanma gazlarına maruz kalma, yaralanmalara ise yangın sırasında oluşan ısıyla temas yol açmaktadır. İlave olarak, yangınlar sonucunda binalara ve eşyalara verilen zararın yıllık maliyeti de 0.5 milyar Paundla 1.0 milyar Paund arasında değişmektedir [33]. İngiltere’de tekstil malzemelerinin tutuşmasından kaynaklı 16.000 adet yangın olayı kaydedilmiştir ve bir çoğu evlerde meydana gelmiştir. Giysi yanmalarında en önemli tehlike alevlenmedir. A.B.D’ de her 44 dakikada bir kişi giysi ya da diğer olaylardan kaynaklı yangınlarda hayatını kaybetmektedir [16]. Özel olarak giysi tutuşmalarında yine Amerika’ da her yıl 3000 kişi yaşamını yitirmekte, 150.000 kişi de yaralanmaktadır [36].

Tekstil malzemelerinin arasında ise ilk tutuşan ve en kolay yanan malzeme olarak, giysilik kumaşlar (% 90.6) başta gelmektedir ve bunu sırasıyla mobilya dolgu ve yatak malzemeleri (% 6), döşemelik kumaşlar (% 1.7) ve diğer dekoratif kumaşlar (% 1.7) takip etmektedir [35].

İkinci Dünya Savaşından sonra tekstil materyallerinin yanıcılığı büyük önem taşımaya başlamış olup, inşaattan tekstile kadar bir çok alanda yangın güvenliği şartnameleri oluşturulmuştur. Ülkelerde güç tutuşurlukla ilgili farklı uygulamalar görülmektedir. İngiltere’ de 1988 yılında kabul edilen ev tekstilinde güç tutuşur uygulama şartnamelerinden sonra, istatistikler göstermektedir ki yangınlar nedeni ile ev tekstilinden kaynaklanan ölümlerde çarpıcı bir düşüş gözlenmiştir. İngiltere resmi kayıtlarına göre yangın düzenlemelerinin uygulanmaya başladığı on yıllık periyot için 710 hayat kurtarılmıştır. Amerika’ da endüstriyel ticaret kurumları ve hükümet yangın araştırmaları, test metotları ve düzenlemeler üzerine yoğunlaşmıştır. Yangın güvenliği düzenlemelerinden sonra yataklık ve döşemelikten kaynaklanan yanmalar % 70-80 düşmüştür [19]. İngiltere’ de yapılmış olan bir düzenleme ile uygun yanma test metotlarından geçmeyen çocuk gece kıyafetlerinin satışı yasaklanmıştır. Yine İngiltere’ de 1980 yılında çıkartılmış, döşemeliklerle ilgili düzenleme, evlerdeki yangınların detaylı bir şekilde değerlendirilmesi neticesinde hazırlanmıştır [16].

Türkiye’ de henüz bu konu ile ilgili bir düzenleme söz konusu değildir. Bununla birlikte İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından hazırlanan yıllık yangın istatistikleri, meydana gelen yangınlar ve sebepleri konusunda önemli bilgiler vermektedir. 2004 yılına ait istatistiki bilgilere göre meydana gelen yangınların % 39.2’ si sigaradan, % 22.3’ ü elektrik kontağından, % 4,8’ i de çocukların ateşle oynamasından kaynaklanmaktadır [8].

Günümüze kadar araştırmaların artan hızla devam etmesi, bir çok teknolojik gelişmeyi de peşinden getirmiştir. Bunun sonucu olarak bir çok güç tutuşan kumaş ve yapısı itibariyle güç tutuşan lifler piyasaya sunulmuştur. Modakrilik lifler, PVC, güç tutuşan viskoz rayon lifler, asetat lifler ve polyester lifler şimdi ticari alanda mevcuttur. Aromatik poliamidler (Nomex, Kevlar), PBI ve Kynol artık güç tutuşan kumaşların yapımında kullanılır hale gelmiştir [32]. Tehlikenin boyutunun küçültülmesi amacıyla sağlanan tüm ilerlemelerin yanında, bu konuda bazı sınırlayıcı faktörler de bulunmaktadır. Büyük felaketler dışında toplum tarafından riske gerekli önemin verilmemesi, uygulamaların bir çoğunun kişisel

özgürlüğü kısıtlaması, estetik değerlerin ön plana çıkarılması ve katılan ilave maliyetler, çeşitli çözümlerin benimsenmesi konusunda sınırlayıcı olabilmektedir [16].

Tekstil malzemelerinin yanma davranışı ile ilgili literatür incelendiğinde genellikle uygulanan güç tutuşurluk aprelerinden ve güç tutuşurluk kazandırılmış liflerden üretilmiş yapıların yanma davranışları ile ilgili çalışmalar ön plana çıkmaktadır. Her geçen gün değişik güç tutuşurluk sağlayıcı lif ve apre teknolojileri ile ilgili yeni patentler alınmaktadır. Ancak, güç tutuşurluk apresi dışında, uygulanan terbiye işlemlerinin ve kumaş konstrüksiyonunun yanma üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar konusunda büyük eksiklik göze çarpmaktadır.

Tekstil malzemelerine güç tutuşurluk sağlamada kullanılan kimyasalların büyük bölümünün canlı sağlığı ve konfor açısından bir çok dezavantajının olması, ilgiyi özellikle kumaş konstrüksiyonunda yapılabilecek tasarımlarla sağlanabilecek bir güç tutuşurluk etkisi üzerine yoğunlaştırmıştır. Bu açıdan bu tezde, giysiliklerde büyük bir kullanım alanına sahip üç iplik kumaşların yanma davranışı incelenmiştir. Tez üç bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde çeşitli lif karışımlarından üretilmiş ipliklerden yapılan kumaşlar ham olarak dikey yanma testine tabi tutulmuş ve bu kapsamda kumaşların tutuşma ve yanma yayılma süreleri tespit edilmiştir.

İkinci bölümde % 100 Polyester dışındaki kumaşlara, üç farklı Hidrojen Peroksit konsantrasyonunda ağartma işlemi uygulanmış ve kumaşların beyazlık derecelerine, tutuşma ve yanma yayılma sürelerine bakılmıştır.

Üçüncü bölümde ise kumaşlar üç farklı konsantrasyonda boyamaya tabi tutulmuştur. Boyama sonrası kumaşların tutuşma ve yanma sürelerinin yanında bazı fiziksel özellikleri (ilmek yoğunluğu, gramaj, kalınlık, patlama mukavemeti ve boncuklaşma) ve spektrofotometre ile renk değerleri tespit edilmiştir.

Son bölümde ise elde edilen veriler, SPSS istatistiksel analiz programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu program vasıtasıyla MANOVA analizi yapılarak, örme kumaş parametrelerinin kumaşın yanma davranışı üzerindeki etkisi incelenmiş ve aralarındaki regresyon bağlantıları elde edilmiştir. Sonuçta, kumaş konstrüksiyonunun yanma üzerine etkisi irdelenmiş ve uygun kumaş yapısı konusunda öneriler ortaya konmuştur.

Yanma testi için BS 5438 Dikey yanma Testi uygulanmıştır. Fiziksel testler ise; Kumaş kalınlığı BS 2544, gramaj g/m^2 BS 2471, patlama mukavemeti ISO 2960, boncuklaşma ise BS 5811-1986 standardına göre ölçülmüştür. Terbiye işlemleri Teknik Emprime Laboratuvarında, testler ise İstanbul Teknik Üniversitesi Tekstil Teknoloji ve Tasarım Fakültesi, Tekstil ve Konfeksiyon Kalite Kontrol ve Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR

2.1 Yanma İşlemi

Bir maddenin yükseltgeyici nitelikte başka bir madde ile reaksiyonu sonucu ısı açığa çıkararak için için yanması veya alevlenmesi süreci yanma olarak adlandırılmaktadır. Kuşkusuz oksijen (hava) yanma sürecine ilişkin en popüler yükseltgeyici maddedir. Yanma sürecinde aşağıda belirtilen üç temel etkenin birarada bulunmaları gerekmektedir.

- Yanıcı madde (yakıt)
- Yakıcı madde (yükseltgen)
- Tutuşturucu kaynak

Yanma olayında, tutuşturucu kaynak rolünü üstlenen birkaç etkenin varlığından söz edilebilir. Bunların başlıcaları şöyle özetlenebilir.

- Çıplak alev
- Elektrik akı
- Kıvılcım oluşumuna neden olan kaynak vb. gibi durumlar
- Aşırı ve/veya ani ısınma
- Sigara ateşi
- Kimyasalın çok ısınmış bir kaba aktarılması
- Statik elektrik

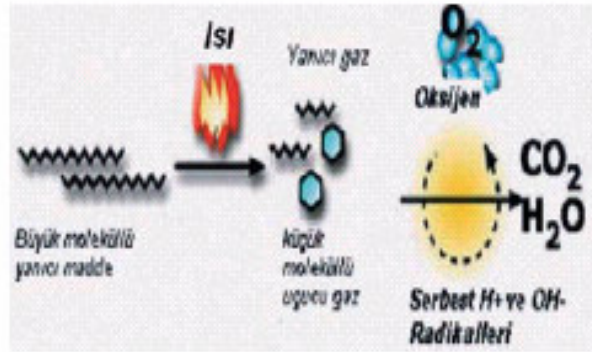
[7]

Herhangi bir organik malzemede yanma olayı 3 basamakta meydana gelmektedir. Bu basamaklar tekstil ürünleri için de geçerlidir.

- a. Ürünün ısınması
- b. Makromoleküllerin termik olarak parçalanması (Piroliz)
- c. Tutuşma ve yanmanın başlamasıdır.

Belirli bir enerji verilmesi durumunda, ürünün ısınması yani yüzey sıcaklığının artması o ürünün bazı termik özelliklerine (özellikle ısı, ısı iletkenliği, erime ve buharlaşma ısısı) bağlı olarak değişir. Yüzey sıcaklığı belirli bir noktaya ulaştığında piroliz başlamaktadır. Pirolizin yavaş olması durumunda yanıcı gaz karışımı meydana gelmezken, artan sıcaklığın etkisiyle piroliz hızı da arttığından yanıcı gaz karışımı meydana gelmekte ve bir kıvılcımla kendiliğinden tutuşabilmektedir. Piroliz reaksiyonu ürünleri sıralanacak olursa;

1. Yanıcı gazlar: Tutuşmaya neden olurlar.
2. Yanmayan gazlar: Ateşin soğumasına ve özellikle ağır yanma gazları yanan yüzeyin etrafını sararak hava oksijeni ile temasın azalmasına yardımcı olur.
3. Yanmayan sıvı parçalanma ürünleri: Bu ürünlerin buharlaşma ısısı sıcaklığın düşmesine yardımcı olur.
4. Katı kömürleşme artıkları: Yanıcı gazların dışarıya difüzyonunu azaltır ve ısı izolasyonu sağlayarak termik parçalanmayı yavaşlatır [1].



Şekil 2.1 : Yanma İşlemi

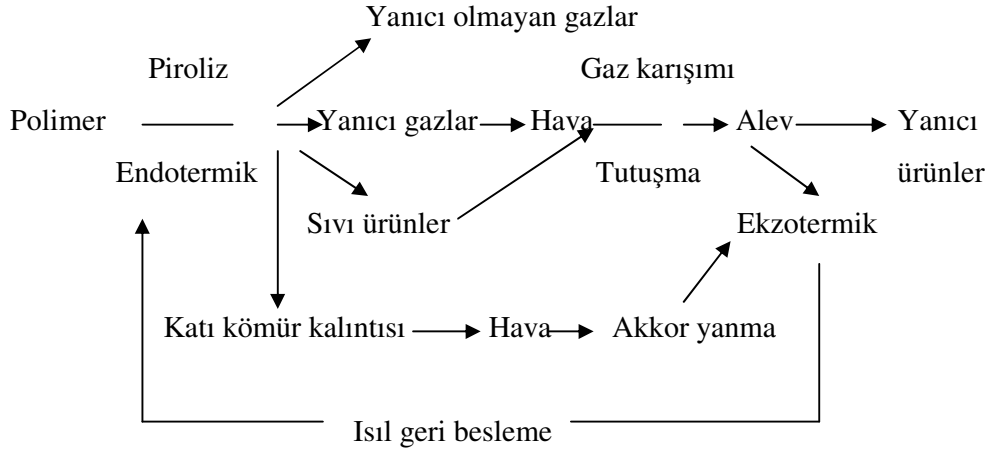
2.1.1 Tutuşma

Tutuşma, akışkanlar mekaniği ve kimyasal kinetik sistemlerinin kumanda ettiği ısı transferi ve termik parçalanma olaylarını içeren karmaşık bir tabiata sahiptir [39].

Yanıcı ürünler, oksijen bulunan ortamlarda polimer parçalanmasından elde edilmektedir. Tutuşma; ortamda oksijen varlığı, sıcaklık gibi çeşitli değişkenlerin yanında, polimerlerin/plastiklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile de ilişkilidir. Malzeme bir kere tutuştuğu anda yanma prosesi ekzotermik olarak ilerler ve yeterli enerji seviyesine ulaşıldığında polimer pirolizi başlar.

2.1.2 Alev Yayılma Hızı

Yanma işlemi sırasında ortaya çıkan ısı Şekil 2.2’ de gösterildiği gibi polimer pirolizinin sürmesini sağlar. Piroliz oranı, aleve yakıt sağlanımını arttıracak şekilde bir ivme kazanır ve tüm polimer yüzeyini sarar.



Şekil 2.2 : Polimer Yanması Sırasında Meydana Gelen Çeşitli Proseslerin Şematik Gösterimi [33]

Yanıcı katı bir malzeme yüzeyinde alevin yayılması son derece karmaşık bir olaydır. Isı, alev kaynağından tutuşan malzemeye doğru ilerleyeceğinden alevin yayılma hızı malzemenin belli başlı ısı transferi özelliklerinden etkilenecektir. Malzemenin yüzey pürüzlülüğü, yanma esnasındaki konumu (yatay, dikey ya da bir yerde asılı olması gibi), geometrisi (katlanmış, açık ende, aleve açık uçların bulunması gibi), yanma ortamındaki hava basıncı ve akış hızı, akışkanlar kimyası ve malzemenin ilk ısısı yanma esnasında alev ilerleme hızını etkileyecektir [32].

2.2 Sınırlayıcı Oksijen İndeksi (LOI)

Havadaki oksijen oranı yaklaşık % 21 civarındadır. Azot, CO₂, Su , vs. kalan diğer ürünler yanma olayını desteklemezler. Havada kendiliğinden sönme özelliğine sahip bazı malzemelerin artan oksijen/azot oranına bağlı olarak artan bir yanma davranışı gösterdiği deneylerle kanıtlanmıştır. Diğer taraftan, havada hızlı bir şekilde yanan malzemeler yüksek oranda Azot içeren atmosferde kendiliğinden sönme davranışı göstermektedir. Bu durum yanmayı sınıflandırmada genel ve faydalı bir teste öncülük eder. Sınırlayıcı Oksijen indeksi (LOI) testi, bir malzemenin yanmasını sürdüreceği minimum oksijen miktarını tespit eder [16].

Sınırlayıcı Oksijen İndeksi (LOI) ya da diğer adlarıyla kritik oksijen indeksi, (COI), veya Oksijen İndeksi (OI);

$$LOI = \frac{[O_{2,cr}]}{[O_{2,cr}] + [N_2]}$$

şeklinde formülize edilebilir.

$[O_{2,cr}]$ ve $[N_2]$, sırasıyla, içeri akış gazlarındaki minimum yanma boyu kriterini geçmek için istenen minimum oksijen konsantrasyonu ve içeri akış gazlarındaki Azot konsantrasyonlarıdır [25].

25' den daha fazla LOI değerine sahip malzemeler genellikle havada kendiliğinden sönme gösterirler. Daha düşük LOI değerine sahip olanlar ise daha çabuk yanarlar. Çok az malzeme oksijen oranı % 100' e yaklaşan atmosferde dahi gerçek bir yanma davranışı göstermemektedir.

Nelson (2001), güç tutuşturucunun, bir malzemenin oksijen indeksini nasıl değiştirdiği konusundaki araştırmasında, ilk olarak malzemeleri oksijen indekslerine göre deneysel açıdan $LOI < 20,95$ olanlar ve $LOI > 100$ olanlar şeklinde anlamlı gruplara ayırmıştır ve bu gruplamaya göre malzemeleri yanıcı olanlar ve yanıcı olmayanlar olarak adlandırmıştır. Sonuçta, $LOI < 20.95$ olanlar yanıcı olanlar , $20,95 < LOI < 28$ olanlar yavaş yananlar, $28 < LOI < 100$ olanlar da yanıcı olmayanlar olarak elde edilmiştir.

2.3 Tekstil Malzemelerinin Yanıcılığı

Yanıcı madde oksijenli ortamda tutuşma sıcaklığına kadar ısıtıldığı zaman, alev olarak yanmaya başlayacaktır. Yanma işlemi, ortamda yanıcı madde ve oksijen kalmayınca kadar devam eder. Tekstillerin yanma işlemleri tek bir aşamada gerçekleşmez. Yanma işlemi, karbon, oksijen ve hidrojen içeren pamuk veya sentetik polimer zincirlerinin kırılmasına ve kırılan zincirlerde düşük molekül ağırlığında kolay buharlaşan gazların çıkmasına neden olmaktadır. Bu gazlar, kolaylıkla alev bölgesine giderek oksijenle birleşirler ve açığa çıkan ısı yanma şiddetini artırır. Yanma sırasında oluşan zehirli gazlar en az alevler kadar tehlikeli olup, meydana gelen yangın ölümlerinin % 90' ı için sebep teşkil etmektedir. Yanma sırasında karbonmonoksit (CO) yanında, toksik bir çok gaz da açığa çıkmaktadır. Örneğin Polyamid ve Poliüretan yanması sonucunda hidrojen siyanür (HCN) ya da PVC ve odun yanması sonucunda Hidrojen Klorür (HCL) ortaya çıkması gibi [19].

Bir tekstil malzemesi üzerindeki ısı, kimyasal ve fiziksel değişim yaratabilmektedir.

Termoplastik malzemelerde;

- Fiziksel değişimler camsı geçiş sıcaklığı ve erime sıcaklıklarında olur.
- Kimyasal değişimler ise, ısıl bozunmanın olduğu piroliz sıcaklığında (Tp) gerçekleşir.

Tekstil malzemelerinin yanması, ısınma, yakıt oluşumunu sağlayan parçalanma, tutuşma ve alevlenme gibi olayları kapsayan karmaşık bir prosestir.

Bir lif ısıya maruz bırakıldığında, piroliz sıcaklığında makromoleküler olarak parçalanmaya başlar ve ortaya çıkan yanıcı, uçucu sıvılar ve gazlar, yanma işlemini devam ettirici yakıt görevi görürler. Pirolizden sonra sıcaklık eğer, yanma sıcaklığına (Tc) denk ya da fazla ise yanıcı, uçucu sıvılar, karbondioksit ve su gibi ürünler vermek üzere oksijen varlığında yanarlar. Bir tekstil malzemesi tutuşturulduğunda, kaynak tarafından verilen ısı malzeme bozunana kadar artar.

Sıcaklıktaki bu birinci artış aşağıdaki değişkenlere bağlıdır.

- Liflerin spesifik ısısı
- Liflerin ısıl iletkenliği
- Füzyon ısısı
- Piroliz ısısı

2.3.1 Tekstil Liflerinin Isıl Özellikleri ve Yanma Davranışları

Tekstil lifleri, ısı kapasite, ısı iletkenlik, erime ve camsı geçiş sıcaklığı, bozulma, ısı sabitleme ve ısı genleşme katsayısı gibi çeşitli ısı özelliklerine sahiptir.

Isı kapasite: Bir malzemenin birim kütlesinin sıcaklığını 1 derece arttırmak için gerekli olan enerji miktarıdır. Spesifik ısı da ısı kapasitesinin moleküler ağırlığa oranıdır. Spesifik ısının birimi J/kg-K' dır.

Tablo 2.1: Malzemelerin Isıl Özellikleri

Malzeme	Yoğunluk (g/cm ³)	Spesifik ısı (J/kg-K)	Isıl iletkenlik (W/m-K)
Alüminyum	2,7	903	237
Bakır	8,9	385	401
Çelik	7,85	434	60,5
Alümina	4,0	765	46
Boron	2,5	1105	27,6
Karbon lifi	1,8-2,1	710	15-500
Polytetrafloretilen	2,2	938	0,35
PET	1,37	1103	0,14
Naylon6,6	1,14	1419	0,25
PE	0,97	1855	0,24
PP	0,93	1789	0,12
PAN	1,18	1286	
Yün	1,34	1340	
Yün bats	0,5	500	0,054
Pamuk(selüloz)	1,52	1250	0,07
Pamuk bats	0,08	1300	0,06
Gliserol	1,26	2427	0,29
Su	1,0	4180	0,6
Kar	0,11	240	0,05
Hava	1,16x10 ⁻³	1007	2,6x10 ⁻²

Isıl iletkenlik: Isıl iletkenlik ısı akışı ve sıcaklık gradyeni arasındaki oransal bir sabittir (Fourier yasası).

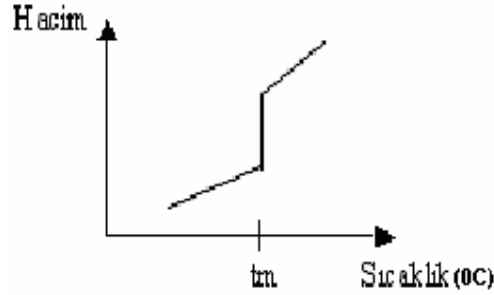
$$Akış = q = (akım/alan)/zaman = -k(dT/dx)$$

$$dT/dx = sıcaklık gradyeni$$

$$k = \text{Isıl iletkenlik}$$

Polimerler ve tekstil lifleri ısı yalıtkan malzemelerdir. Bu sebepten tekstil lifleri birçok ısı koruma uygulamalarında kullanım alanı bulabilmektedir. Bu tür uygulamalarda ölü hava yalıtımı sağlamaktadır. Bir lifin ısı iletkenliği genellikle ortamdaki nem ile orantılı olarak artar.

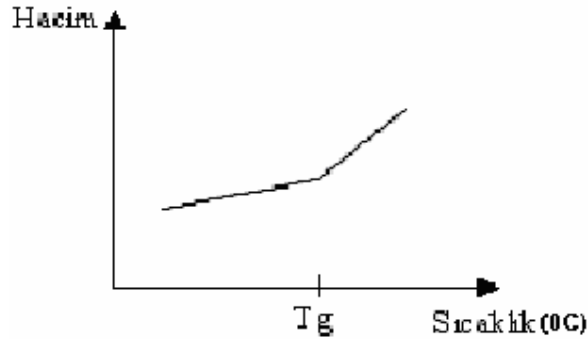
Erime: Erime sıcaklığı kristal katılar için birinci dereceden termodinamik bir özelliktir. Spesifik bir sıcaklıkta, aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi, hacim gibi çeşitli özelliklerde kesikli bir değişim olmaktadır.



Şekil 2.3 : Sıcaklık ve Hacim Arasındaki İlişki

Erime endotermik (ısı alan) bir olaydır. Kristalleşme ise ekzotermik (ısı veren) bir olaydır. Eşit şartlar altında, T_m , erime sıcaklığı, T_c de yanma sıcaklığı olmak üzere, $T_m = T_c$ ' dir.

Camsı Geçiş: Polimerler katı halde genellikle çeşitli geçişler gösterirler. Bu geçişler, özel bir sıcaklık aralığında meydana gelen moleküler hareketlenmelerden kaynaklanmaktadır. Camsı geçiş sıcaklığı sadece kristalin olmayan malzemelerin özelliğidir.



Şekil 2.4 : Sıcaklık ve Hacim Arasındaki İlişki

PET ve Naylon 6.6 olağan şartlar altında tamamen kristalin olmayan ya da yarı kristalin olabilecek iki polimerdir.

Tekstil formunda hem PET hem de naylon yarı kristalin yapıdadır. PE, PP, PEO, PBT ve Naylon 6 gibi çoğu sentetik tekstil polimerleri hızlı bir şekilde kristalize olurlar.

Tablo 2.2 : Bazı Liflerin Erime ve Camsı Geçiş Sıcaklıkları

Lif	T _g (°C)	T _m (°C)	
		Denge Hali	Gözlenen
Yün	—	—	Yok
Pamuk	230	—	Yok
PET	125	285	255
PE	-80	141	130
PP	-18	187	165
Naylon66	50	280	260
Naylon6	90	270	215
PTFE, Teflon	130	327	Gerçek bir erime yok
PAN	90	—	Gerçek bir erime yok
Polybütiden	11	12	6
Okside cam	630-785	—	Yok

Bozunma: Çoğu doğal lif düşük sıcaklıklarda bozunurlar. Bununla beraber, yüksek sıcaklıklara dayanabilen lifler şu anda esas olarak ihtiyaç duyulan tiplerdir. Çeşitli endüstriyel uygulamalarda, yüksek sıcaklığa maruz kaldığında yapısını kolay kolay kaybetmeyen lifler tercih edilmektedir.

Tablo2.3 : Çeşitli Liflerin Havada Maksimum Kullanım Sıcaklıkları

Lif	Normal Şartlarda Dayanabileceği Maksimum Sıcaklık (°C)
Selülozik (pamuk)	150
Hayvansal Lif (yün)	130
PMIA, Nomex	370
PPTA, Kevlar	350
PBI	330
PBO	600
Karbon	500-700
Silikon Karpit	1800
Alüminyum Oksit	1540

Genleşme Katsayısı: Çoğu malzeme, ısıtıldığı zaman, boyutsal olarak genişleme gösterir. Polimerler de bu genel kurala uygun davranış sergilerler. Lineer genleşme katsayısı (a), aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$a = (1/l)(dl/dT)$$

burada,

l : Numune uzunluğu,

T : Sıcaklık,

dl/dT : Uzunluk/sıcaklık eğrisinin eğimi.

Hacimsel genleşme katsayısı, α ise,

$\alpha = (1/V)(dV/dT)$ şeklinde tanımlanır.

burada,

V : Hacim

dV/dT : Hacim/sıcaklık eğrisinin eğimi.

İzotropik malzemeler için,

$\alpha \sim 3\alpha'$ dır.

Tablo 2.4 : Polimerlerin Lineer Isıl Genleşme Katsayıları

Malzeme	Isıl Genleşme Katsayısı (10,000/°C)
Naylon	1
Naylon Lifi	-3
PET	0,2
PET Lifi	-10
PE	2
PE Lifi, Spectra 1000	-0,1
PPT, Kevlar 49	-0,04
Pamuk Lifi	4
PAN	2
Akrilik Lifi	10
Okside Cam Lifi	0,05
T-300 Karbon Lifi	-1,2
Alüminyum Oksit Lifi	0,07
Silikon Karpit Lifi	0,03

[22]

Tablo 2.5 : Tekstil Liflerinin Yanma Karakteristikleri [27]

Lif	Lif Tipi	Yanma Karakteristiği
Naylon	Sentetik Poliamid	Alev karşısında erir ve çeker. Yanma esnasında yavaş erir. Alev kaynağı çekildiğinde kendiliğinden söner. Sert, gri ya da siyah topaklar halinde kül bırakır. Yanarken kereviz kokusuna benzer bir koku yayar.
Olefin	Sentetik uzun zincirli polimer	Alev karşısında erir ve çeker. Eriyerek yanar. Alev kaynağı çekildiğinde kendiliğinden söner. Sert koyu ya da kirli beyaz topaklar halinde kül bırakır. Mavi ya da sarı alevli yanar.
Polyester	Sentetik uzun zincir yapısında polimer	Alev karşısında eriyerek çeker. Eriyerek yanar. Siyah duman verir. Alev çekildiğinde kendiliğinden söner. Sert, siyah topaklar halinde kül bırakır. Tatlı bir koku yayar.
İpek	Tabii kesiksiz filament lif	Alevden kıvrılarak uzaklaşır. Tutuşması güçtür. Alev çekildiğinde çok az yanar. Genelde kendi kendine söner. Dağılan siyah kül bırakır ve yanan saç kokusu yayar.
Yün	Tabii hayvan kılı proteini	Alevden kıvrılarak uzaklaşır. Tutuşturmak zordur. Alev kaynağı çekildiğinde çok az yanar, genellikle kendiliğinden söner. Dağılabilen siyah kül bırakır. Ekşi yanan saç kokusu verir.
Modakrilik	Sentetik modifiye akrilik	Eriyerek alevden uzaklaşır. Yavaşça eriyerek yanar. Alev kaynağı çekildiğinde normalde kendiliğinden söner. Yanarken beyaz duman verir. Kırılgan, sert topaklar halinde kül bırakır.
Spandex	Sentetik, uzun zincir yapısında polimerdir.	Alev karşısında erir fakat çekmez. Eriyerek yanar. Alev kaynağı çekildiğinde yanmaya devam eder. Yumuşak siyah kül bırakır.
Pamuk	Tabii, selülozik liftir.	Kolay tutuşur ve yanar. Erimez. Alev kaynağı çekildiğinde yanmaya devam eder. Yumuşak gri renkli kül bırakır. Yanan kağıt gibi kokar.
Keten	Tabii, selülozik liftir.	Pamuk ile aynı karakteristiktir.
Rayon	Sentetik selülozik liftir. Odun hamurundan ya da pamuk linterlerinden elde edilir.	Pamuk ile aynı karakteristiktir.

2.3.2 Kumaşın Yanma Mekanizması

Kumaş yanıcılığı hem lif hem de kumaş özelliklerinden etkilenir. Buna göre ağır gramajlı kumaşlar, hafif olanlara göre daha çabuk tutuşurlar ve daha hızlı yanarlar.

Sıkı dokuma ve örme kumaşlar gevşek yapılı kumaşlara göre daha zor tutuşur ve daha yavaş yanarlar. Hafif ve şeffaf yapılı kumaşların daha çabuk tutuşma ve daha hızlı bir yanma göstermesinin nedeni, kolay hava geçişi sunmaları ve lifler arasında yanma olayına yakıt etkisi sağlayacak fazlaca oksijen bulundurmalarıdır. Kotresh (1996), yaptığı çalışmada hafif kumaşların, kumaş tipi ne olursa olsun, ağır olanlara göre daha hızlı yandığını belirlemiştir. Kumaş gramajı arttıkça alevlenme sıcaklığı artar bu da ağır gramajlı kumaşların yanma işleminin devam etmesi için daha fazla miktarda yakıt sunduğunu göstermektedir. Yine aynı araştırmacıya göre ağır kumaşlar her ne kadar yavaş yansa da yanma sırasındaki yüksek alev sıcaklığı, ağır gramajlı kumaşların hafifler kadar tehlikeli olduğunu göstermektedir [12].

2.4 Güç Tutuşma Teknikleri

2.4.1 Yapısı İtibariyle Güç Tutuşan Lifler

Yapısı itibariyle güç tutuşan lifler iki gruba ayrılır.

- a. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı lifler
- b. Güç tutuşur lifler
 - a. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı lifler : Bu tür lifler yüksek sıcaklık uygulamaları için idealdir. 250 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda mekanik özelliklerini uzun süre muhafaza ederler. Bu sınıfa giren liflerin tek dezavantajı yüksek maliyetleridir. Bu lifler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.
 - Kynol lifi (Çapraz bağlı fenolik)
 - Nomex lifi (Polyamid)
 - PBI lifi (Polybenzimidazole)
 - Durette lifi (Polyimide)
 - Kermel lifi (Polyamidimide)
 - Teflon lifi (PTFE)
 - b. Güç tutuşur lifler: Bu sınıfa giren lifler, geceliklerden, kendi kendine sönen perdelere kadar geniş bir kullanıma sahiptir. Ortalama bir maliyete sahiptirler ve yüksek oranda klorin içerirler. Bu lifler, alev ya da ısıya maruz bırakıldıklarında HCN ve HCL gibi yüksek konsantrasyonlu toksik gazlar ve duman üretirler. Bu gruba giren liflere aşağıdaki örnekler verilebilir.
 - Rhovyl [%57 Cl₂ PVC]
 - Movil [%57 Cl₂ Movil]

- Dynel [%34 Cl₂ 40/50 PAN/PVC]
- Teklan [%36Cl₂ 50/50 PAN/PVC]
- Khojin [%30 Cl₂ 50/50 PVA/PVC]

2.4.1.1 Güç Tutuşurluk İçin Kullanılan Çeşitli Lif Karışımları

Aşağıda, güç tutuşurluk amacıyla kullanılan çeşitli lif karışımları ticari adlarıyla verilmiştir.

a. Nomex

Karışım Oranı (%)

- % 100 Nomex : İyi yanma direnci sunar.
- Nomex III : % 95 Nomex&% 5 Kevlar, iyi mukavemet sunarlar.
- Nomex IIIA: % 93/5/2 Nomex/Kevlar/Karbon ve özde Naylon, iyi statik özellik sunar.
- Nomex deltaA, Nomex delta T, Nomex delta FF

Özellik ve Uygulamalar

- Bu karışımlar mükemmel ısı denge sunarlar ve erime göstermezler.
- Petrokimya sanayiinde ve itfaiyeci giysilerinde uygulama alanı bulurlar.

b. Vinex

Karışım oranı (%)

- Vinex FR 9B: % 85 Vinal [Vinyl Alkol birimleri ve Asetol çapraz bağları] % 15 Rayon.

Özellik ve Uygulamalar

- Bu karışım zayıf ısı dengeye sahiptir ve 1400 °F (760 °C) 'ın üzerindeki buhar aşırı çekmeye neden olur.
- Karışım erimiş alüminyum ve diğer metal sıçramalarına karşı iyi koruma sunar.

c. SEF Modakrilik

Karışım Oranı (%)

- % 100 güç tutuşur sentetik Akrilonitril lifi.

Özellikler ve Uygulamalar

- İyi yıkama haslığı sunarlar.
- 1400 °F 'ın üzerinde çekme gösterirler. Güç tutuşur giysilerde kullanımları düşüş göstermektedir.

- Kimyasal madde, lastik, boya ve vernik üretim tesislerinde kullanım alanı bulurlar.

d. Flame II

Karışım oranı (%)

- % 70/30 C/P

C : Karbon, P : Fosfor

Özellikler ve Uygulamalar

- Çeşitli renklere boyanabilir ve iyi haslık sunarlar.
- Klorlu ağartmaya karşı hassastırlar.
- İtfaiyeci giysilerinde kullanım alanı bulabilirler.

e. PBI (Polybenzimidazol)

Karışım oranı (%)

- % 100 PBI
- Kombat 450: [% 60/40 Kevlar/PBI]

Özellikler ve Uygulamalar

- PBI doğal altın rengine sahiptir ve koyu renklere boyanabilir.
- Klorlu ağartmaya karşı mukavemeti düşüktür.
- Isıl olarak çok dengelidir. Aleve maruz bırakıldıktan sonra lif bütünlüğünü korurlar.
- Giysi ömrü Nomex ile uyumludur.
- Uygulama alanları; endüstriyel eldivenler, dökümhane uygulamaları, itfaiyeci giysileri, uçak döşemelikleri.

f. Kermel

Karışım oranı (%)

- Kermel/Yün
- Kermel/FR Viskoz Rayonu (50/50)

Özellikler ve Uygulamalar

- Kermel bir Polyamidimide aramid lifidir.
- Lif formunda boyanır.
- Kermel/Yün karışımları, üniformalarda, süveterlerde ve iç giyimde kullanılırlar.
- Ayrıca petrokimya sanayiinde, profesyonel itfaiyeci giysilerinde ve iş elbiselerinde de kullanım alanı bulurlar.

g. Fire Wear

Karışım oranı (%)

- % 55 FFR-Akrilik, %45 Taranmış Pamuk

Özellikler ve Uygulamalar

- Bu karışım mükemmel ısı dengeye sahiptir.
- FFR lifinin moleküler bileşenleri yanıcı olmayan gazlar yayar. Bu gazlar, aleve oksijen beslenmesini durdurur ve yanmanın daha fazla devam etmesine engel olur.
- Karışım, örgü ve dokuma kumaşlarda kullanım alanı bulmaktadır.

h. Trinex

Karışım oranı (%)

- Modakrilik, PET ve Rayon [Pantolonluk kumaşlarda oran 40/30/30, gömleklik kumaşlarda ise 50/30/20' dir]

Özellikler ve Uygulamalar

- Zayıf ısı denge sunarlar.
- Kimyasallara, güneş ışığına ve aşınmaya karşı iyi bir dayanım sunarlar.
- Bu karışım, itfaiyeci giysilerinde ve iş üniformalarında kullanılmaktadır.

i. P84

Karışım oranı (%)

- Reliant P84, 40/60 P84/Kevlar
- 40/60 P84/Viskoz Rayonu

Özellikler ve Uygulamalar

- Düşük ısı denge ve çözültide boyanabilirlik gibi özellikler sunar.
- İtfaiyeci giysilerinde ve koruyucu örme başlıklarda kullanılırlar.

j. Solar Alpha

Karışım oranı (%)

- Bu karışım yüzeyde naylon, özde Zirkonyum Karpit içerir.

Özellikler ve Uygulamalar

- Efektif bir şekilde güneş ışığını absorplar, vücut ısısının muhafazasına yardımcı olur ve endotermik ısı depolayan bir liftir.
- Zirkonyum Karpit iki mikrometrenin altındaki dalga boylarına sahip radyasyonu absorplayabilmektedir.
- Astronot giysilerinde ve uzay araçlarında kullanılırlar.

k. Aramax

Karışım oranı (%)

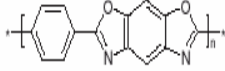
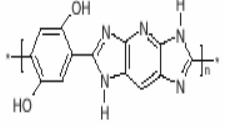
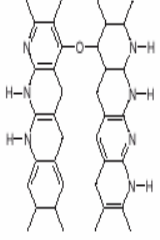
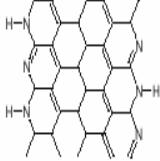
- 60/40 Kevlar/Nomex

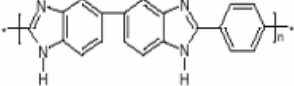
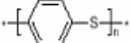
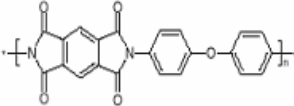
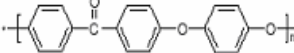
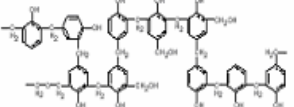
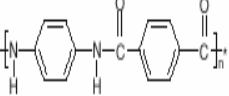
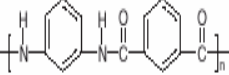
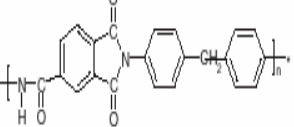
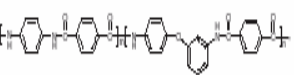
Özellikler ve Uygulamalar

- Yüksek ısıl dengeye sahiptir.
- Bu karışım da yüksek mukavemetli Kevlar, Nomex ile sarılır ve güçlü, kalıcı bir kumaş yapısı meydana gelir [4].

Bir sonraki sayfada, yüksek sıcaklık direncine sahip çeşitli lifler, özellikleri ile birlikte tablo halinde verilmiştir.

Tablo 2.6 : Yüksek Sıcaklık Direncine Sahip Lifler ve Özellikleri [20]

Kimyasal Ad	Jenerik Ad	Kimyasal Ad	Ticari Ad	LOI (%vol)	İşlem Sıcaklığı (°C)	Uygulamalar
Poli(tetra-floretilen)	PTFE		Teflon® (DuPont) Toyoflon® (Toyobo)	95	260	Uçak ve otomotiv uygulamaları, besin işleme, tarım makineleri
Poli(p-etilen-2,6-benzo biso-xazole)	PBO		Zylon® (Toyobo)	56-68	310	Koruyucu giysi, askı, parçalama duvarı
Poli(2,6-diimidazo o(4,5-b:4'-5'-e) pyridi-nylene-1,4(2,5-dihydroxy)-etilen	PIPD		M5 (Magellan Systems International)	> 50	—	Koruyucu giysiler, kompozit malzemeler, uçak uygulamaları
Oksidize poli(akrilonitril) lifi	OPF		Pyromex® (Toho Tenax), Lastan® (Asahi), PANOX® (SGL Carbon Group)	45-60	200	Uçak uygulamaları, araba motoru, balistik malzeme, ısıtma elemanları, ısı koruma
Uzattılabilir carbonaceous dow lifi	EDF		EDF (Dow)	45-55	200	Yalıtkan malzeme

Kimyasal Ad	Jenerik Ad	Kimyasal Ad	Ticari Ad	LOI (%vol)	İşlem Sıcaklığı (°C)	Uygulamalar
Poli (2, 2'-(m-fenil)-5, 5'-bisbenzimi-dazol)	PBI		PBI (Celanese)	41	250	İtfaiyecı giysileri, iş elbiseleri, yangın setleri
Poli (fenil sülfid)	PPS		Ryton® (Phillips Petroleum Co.) Procon® (Toyobo)	~40	280	Takviye malzemeleri, filtreleme, koruyucu giysi, yalıtkanlar
Polimid	PI		P84™ (Inspec Fibres)	38	260	İtfaiyecı giysisi, filtreleme
Poli (eter-eterketon)	PEEK		PEEK® (Zyex)	35	250	Yüksek sıcaklık malzemeleri
Fenolik İfi	Phenolic or novoloid fibre		Kynol® (Nippon Kynol Inc)	30-34	200	Yangın koruma giysileri, yangın blokerleri, kompozit takviye
Melamin İfi	Melamine fibre	Three-dimensional melamine-based network 	Basofil® (BASF)	30-32	200	Yangın koruma giysileri, yalıtkan malzemeler, yangın blokerleri
Poli (p-fenil tereftal-amid)	PPTA		Kevlar® (DuPont) Twaron (Teijin)	28-30	190	Koruyucu giysi, kompozit takviye, halatlar ve kablolar
Poli (m-fenilen isophtal-amid)	PMIA		Nomex® (DuPont) Conex® (Teijin)	30-32	200	Yangın koruma giysileri, filtreleme, ısıl dayanımlı döşemelikler
Poliamid-imid	PAI		Kermel® (Rhodia)	30-32	200	Yangın ve ısıl koruma giysileri, yalıtkanlar
Kopoli (p-fenilen-3,4-oksidifenilen n-tereftal-amid)	Copolymer p-aramid fibre		Technora® (Teijin)	25	200	Takviyeli plastikler, halat, kablo, koruyucu giysi, yapı malzemelerinin takviyesi

2.4.2 Sentetik polimerlere lif çekimi esnasında güç tutuşma sağlayıcı kimyasalların ilave edilmesi

Sentetik polimerlere güç tutuşma özelliği kazandırmak üzere lif çekiminden önce güç tutuşma sağlayıcı kimyasallar ilave edilir. Bu kimyasallar, organik fosfor bileşiklerini ve antimon oksit ile birlikte organik halojen bileşiklerini içermektedirler. İnorganik güç tutuşma sağlayıcılar ise, hidratlı alüminyum, magnezyum hidroksit ve borik asittir. Her güç tutuşma sağlayıcı kimyasal malzeme her tipte polimer için uygun olmayabilir. Dolgu malzemeleri, stabilizatörler ve işlem yardımcı kimyasalları gibi bileşenler arasında olabilecek etkileşimler değerlendirilmelidir. Çeşitli polimer yapıları için uygulanan güç tutuşurluk sağlayıcı kimyasallara örnek vermek gerekirse, akrilik lifi için tris(2,3-dibromo-propil)fosfat, trialkil fosfat ve Sb406 ve halojen karışımları, Poliamidler için hegza kloro siklopentadien, klorlu difenil ya da klorlu difenil ve Sb406 türevleri, polyester için dimetilfosfit ve tris (2,3-dibromopropil) fosfat kullanılmaktadır [32].

2.4.3 Kumaşın Güç Tutuşma Sağlayan Kimyasallar ile Muamele Edilmesi

Tekstiller için güç tutuşurluk uygulamalarının tarihi 1600'lü yıllara dayanmaktadır. Paris tiyatrosunun perdelerinin, yangın riskini azaltmak için kil ve alçı ile muamele edilmesi bilinen ilk uygulamadır. 1740 yılına gelindiğinde malzeme olarak şap kullanılmaya başlanmıştır [43].

Bu konuda ilk patent 1735 yılında, İngiltere' de şap, demir sülfat ve boraks karışımı ile pamuklu kumaşlar üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde alınmıştır [34]. 1700' lü yılların sonuna doğru ise pamuklu kumaşlar için amonyum fosfat kullanılmaya başlandı [43]. Ünlü Fransız kimyager Gay Lussac, 1821 yılında amonyum fosfat, amonyum klorid ve boraks' dan elde edilen karışımı, güç tutuşur yapı elde etmek amacıyla keten ve jüt liflerinden elde edilmiş kumaşlara uyguladı [34]. Yıllar geçtikçe tekstil güç tutuşurluk bilimi ve teknolojisi, çeşitli kullanımlar ve tutuşmaya maruz kalma şartlarına uygun değişik yaklaşımlar geliştirdi [43].

Güç tutuşurluk sağlayıcı kimyasallar;

- Tekstil materyalinin (örneğin; lif, iplik, kumaş ya da bitmiş mamul) alev almaya karşı koymasını,
- Eğer alev almış ise yanma hızının yavaşlatılmasını,

- Yakıcı etken (alev) uzaklaştırıldığında kısa bir süre sonra yanmanın kendiliğinden durmasını sağlar [37].

Kumaşların/Tekstillerin tutuşma ve alevli yanmaya karşı eğilimini azaltmak için beş genel yaklaşım sergilenmektedir. İlki, kumaşları ısı kaynağından korumak ve yanıcı malzemelerin uçucu gaz haline gelmesini engellemek için kaplama işlemi uygulanmasıdır. Bu kaplamalar basit koruyucu kaplamalar ya da daha genel olan şekliyle, tutuşma kaynağına maruz bırakıldığında eriyen ve bir camsı kaplama şeklini alan inorganik tuzlarla kumaşın muamele edilmesi şeklinde olabilir. Daha gelişmiş uygulamalarda ise, kalın, yalıtkan bir tabaka oluşturmak için, gazların basıncı altında genişleyen, yeterli plastikliğe sahip, yanıcı olmayan gazlar ve kömürler üreten ara yüzey kaplamaları kullanılmaktadır. İkinci yaklaşım, ısıl olarak dengeli olmayan, genellikle, inorganik karbonat veya hidrat gibi kimyasalların, halı ya da herhangi bir kumaşın yüzey karakteristiklerini muhafaza etmek için arka yüzey kaplama olarak kullanılmasıdır. Malzeme, tutuşturma kaynağına maruz bırakıldığında, bu kimyasallar CO_2 ve/veya H_2O açığa çıkararak alevi bastırır ve soğutur, neticede alev söner. Diğer bir yaklaşım ise yüksek miktarda ısı yayan malzemelerin, bir kumaşla kaplanması ya da bir kompozit yapıya eklenmesi şeklindedir. Bunlar, metal yaprakları veya diğer ısı iletkenleri kadar basit olabileceği gibi parçalandıkları ve/veya uçucu gaz haline geldikleri sırada yüksek miktarda ısıyı absorplayan faz değiştiren çeşitli malzemeler kadar karmaşık olabilirler. Eğer tutuşturma kaynağı ile temas edilen bölgede yeterli miktarda ısı uzaklaştırılırsa tutuşma meydana gelmeyecektir. Dördüncü yaklaşım, kumaşların, organobromine veya organo klorin gibi serbest radikal ajanlar açığa çıkarabilen bileşiklerle muamele edilmesidir. Bu malzemeler alevin oksidasyon reaksiyonuna müdahale ederler ve alevin devam etmesi için gerekli olan zincir reaksiyonunu kırarlar. Son yaklaşım ise, malzemenin polimer prolizini değiştiren kimyasallarla muamele edilmek suretiyle alev için yakıt oluşturan uçucu bozunma ürünlerinin açığa çıkmasının azaltılmasıdır. Bu yaklaşım selülozik kumaşlarda daha faydalı neticeler vermektedir [43].

Sentetik ve doğal polimerler için güç tutuşurluk sistemi, yanma olayının belirli evrelerinde olaya yapılan fiziksel ve kimyasal etkilerdir. Güç tutuşurluk sağlayıcı kimyasalların etki mekanizmaları aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- Soğutarak: Güç tutuşurluk sağlayan malzemeler tarafından tetiklenen endotermik prosesler malzemeyi soğutur.

- Koruyucu bir tabaka oluşturarak: Isı transferi engellenir, daha az piroliz gazı üretilir ve oksijen uzaklaştırılır.
- Seyrelterek: Hareketsiz gazları parçalayan parçacıklar, yakıt ve gaz fazların'da seyreltir.
- Gaz Fazında Reaksiyon: Gaz fazında oluşan yanma işlemleri güç tutuşurluk sağlayıcı malzemelerle yarıda kesilebilir.
- Katı Fazında Reaksiyon: Mekanizma polimerlerin hızlandırılmış yıkımı şeklinde işlemektedir. İndirgenmiş viskozite alevden geri çekilmeyi sağlar. İkinci olarak, güç tutuşurluğu sağlayıcı malzeme, suyun çekilmesi yolu ile polimer yüzeyini karbon bir tabaka ile kaplar.

Yardımcı katkı maddeleri de sık sık kullanılmaktadır. Tipik bir yardımcı katkı maddesi olan antimon trioksit, bromlanmış güç tutuşurluk sağlayıcı malzemelerin hareketini arttırmaktadır. Ayrıca, bazı bileşikler de duman tutucu gibi davranabilmektedir [17].

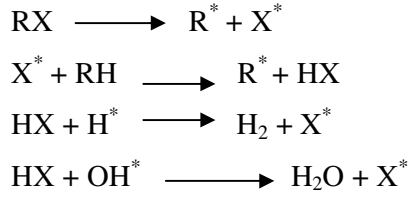
2.4.3.1 Güç Tutuşurluk Kimyasalları

Güç tutuşurluk sağlayıcı kimyasalları kimyasal yapılarına göre 4 grup altında inceleyebiliriz.

- Halojen içerenler
- Fosfor içerenler
- Azot içerenler
- İnorganik malzemeler

Halojen İçeren Güç Tutuşurluk Kimyasalları

Halojenli kimyasallar gaz fazında oluşan OH ve H radikallerini alarak yanmayı engellerler veya yavaşlatırlar. Böylece ısı açığa çıkışı ve yanıcı gaz oluşumu azalır. Halojenli güç tutuşur kimyasalların çalışma mekanizmalarını aşağıdaki gibi açıklayabiliriz. Yüksek sıcaklığa maruz kalma sonucunda güç tutuşur malzemeler brom (Br) veya klor (Cl) açığa çıkarılırlar ve bu radikaller (Br, Cl) polimerlerin kırılması sonucu oluşan OH ve H ile reaksiyona girerek HBr veya HCl oluştururlar. Bunlar H ve OH radikalleri ile reaksiyona girerek su oluştururlar ve gaz fazında sistemin soğumasını sağlarlar.



[20]

Halojenli güç tutuşur malzemelerin kullanımı günümüzde artan bir seyir göstermektedir [31].

Fosfor İçeren Güç Tutuşurluk Kimyasalları

Halojen içeren güç tutuşurluk kimyasalları gaz fazında etkili olurken organik, inorganik veya temel tanecik yapıda olan fosforik güç tutuşur kimyasallar katı ya da buhar fazında etkili olabilmektedirler. Bu tip malzemeler yüksek oksijen içeren selüloz ve oksijen içeren polimerlerde etkili olurlar. Fosfor içeren güç tutuşurlar, yüksek sıcaklıkta fosforik aside dönüşür ve bu asit piroliz olan polimerden su açığa çıkartarak onun kömürleşmesine neden olur. Fosfat esterleri de buhar fazında etkili olarak PO^* radikallerini oluştururlar ve PO^* radikalleri polimerlerin parçalanması sonucunda oluşan OH ve H radikalleri ile reaksiyona girerek onları sonlandırır.

Azot İçeren Güç Tutuşurluk Kimyasalları

Azot içeren güç tutuşur kimyasalların mekanizmaları tam olarak bilinmemektedir. Bu tip malzemeler uygulandığı materyal ile çok güçlü bağlar oluşturarak, yüksek sıcaklıkta bozulmayan yapılar oluştururlar. Çıkan azot, yanıcı gazların seyreltilmesine neden olur.

İnorganik Güç Tutuşurlar

İnorganik bileşikler yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmaları nedeniyle genellikle plastiklerde güç tutuşurluk sağlayıcı kimyasallar olarak kullanılırlar. İnorganik güç tutuşur kimyasallar, ısıyla buharlaşmazlar. Fakat su, karbondioksit, kükürtdioksit ve hidrojenklorür gibi yanıcı olmayan gazlar açığa çıkarılırlar ve çıkan gazlar ortamdaki yanıcı gazların seyreltilmesine ve polimer yüzeyinin oksijen saldırısına karşı korunmasını sağlar. İnorganik güç tutuşur kimyasallar yanma sırasında, uygulandığı yüzeyin soğutulmasını sağlayarak endotermik polimer bağ kırılmasını ve pirolizi engellerler.

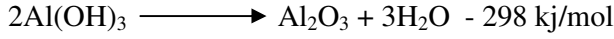
En Çok Kullanılan İnorganik Güç Tutuşur Kimyasallar

Magnezyum Hidroksit: Bozunma sıcaklığının 300 °C olmasından dolayı yüksek sıcaklıkta işlem görececek plastikler için kullanılırlar.



Çinkoborat: Birden fazla fonksiyonu olan güç tutuşur malzeme; su açığa çıkarır, dumanı ve parlamayı engeller ve antimonoksit ile sinerji yaratır.

Alüminyum Trihidrat: 200 °C’ de alüminyum oksit’ e dönüşür ve uygulandığı materyalin alev almasını engeller. Ayrıca su açığa çıkararak alevin soğumasını sağlar.



[19]

Genel olarak yukarıdaki gibi sınıflandırılan güç tutuşurluk sağlayıcı kimyasallar yıkama dayanımları açısından da sınıflandırılabilir.

Örneğin selülozik liflere güç tutuşurluk bitim işlemi uygulanmak istendiğinde, çalışılan kimyasalların, ürünün kullanımı sırasındaki yıkama dayanımları açısından 3 gruba ayrıldıkları görülmektedir.

a. Yıkamaya Dayanıksız Güç Tutuşurluk Özelliği Sağlayan Ürünler: Bu grupta diamonyumfosfat, amonyum sülfat, amonyumbromür, amidosülfonik asidin amonyum tuzları gibi anorganik bileşikler yer almaktadır.

b. Yıkamaya Kısmen Dayanıklı Güç Tutuşurluk Özelliği Sağlayan Ürünler: Bu grupta halojen içeren bileşikler (klorparafin, polivinilklorür gibi) ile azot-fosfor bileşikleri (fosforik asit veya diamonyumfosfat ile üre, siyanamid gibi amin veya amidlerin birbirleriyle reaksiyonu sonucu oluşan ürünler) yer almaktadır.

Birinci gruptaki güç tutuşurluk maddeleri yüksek oranda klor içeren organik bileşiklerdir. Polivinilklorür, polivinildenklorür gibi. Bunlarla uygulama kolaydır. Ancak; mamul ağırlığının % 40’ ına varan miktarların aktarılması nedeniyle, sert tutuma neden olurlar. Bu nedenle çadır, branda bezi gibi alanlarda kullanım yeri bulurlar.

Fosfor - Azot bileşikleri; adından da anlaşılacağı gibi fosfor içeren bileşiklerle azot içeren bileşiklerin kombinasyonuna dayanırlar. Örneğin; diamonyum fosfat ile üre reaksiyonu. Bu reaksiyon, apre işlemi sırasında elde edilebileceği gibi, hazır ön kondensat ürünleri de bulunmaktadır. Mamulde dayanım azalmasına neden olurlar. Sert suya dayanıksızdırlar [38].

c. Yıkamaya Dayanıklı Güç Tutuşurluk Özelliği Sağlayan Ürünler: Bu grupta THPC (tetrakishidroksimetil-fosfonyum klorür), fosfonasidi alkil türevleri ve vinil sülfonat oligomerleri yer almaktadır [1].

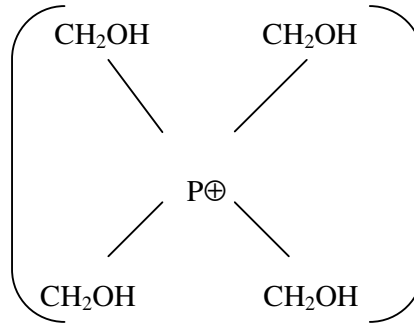
Güç tutuşurluk apreleri her lif türü bazında da farklılık göstermektedir. Aşağıda bazı lif türleri için ticari güç tutuşur apre uygulamaları yer almaktadır.

2.4.3.2 Çeşitli Lifler İçin Güç Tutuşurluk Uygulamaları

Pamuk İçin Ticari Güç Tutuşurluk Uygulamaları

İyi ve ticari özelliği olan güç tutuşurluk uygulamaları kalıcılığı ve düşük yanıcılığı başarılı bir şekilde kombine etmektedir. Sonuçta elde edilen yapıda, mukavemet kaybı, aşınma direnci kaybı ve ısıık haslığında veya genel kalıcılıkta düşüş olmamalı ve dolayısıyla apre kimyasal olarak etkisiz ve nötr pH' da olmalıdır.

THPC



Tetrakis-hidroksimetil fosfonyum klorid

Pamuk için kalıcı ve fosfor içeren apreler elde etmek için iki değişik yaklaşım kullanılmaktadır.

- Yüksek oranda çapraz bağlı reçinelerin kullanılması
- Selülozla kovalent bağ oluşturabilen reaktif kimyasalların kullanımı [16]

Kurose ve Shirai (1996), Ni(II)-phos-PVA kompleksleri ile muamele ettikleri pamuklu kumaşın LOI metodu ile inceledikleri güç tutuşurluk özelliği ile ilgili aşağıdaki verilere ulaşmışlardır.

Tablo 2.7 : Ni(II)-phos-PVA Kompleksi ile Muamele Edilmiş Pamuklu Kumaşın LOI Değerleri

$T_{Ni^{2+}}/THL^a \times 10$	LOI	cLOI% ^b
İşlem görmemiş pamuk	17,6	-
Phos-PVA	41.0	-
Ni(II)-phos-PVA		
0,67	49,5	+8,5
0,83	52,0	+11,0
1,00	56,5	+15,5
1,25	57,5	+16,0
2,00	51,0	+10,0

^a $T_{Ni^{2+}}/THL$ = molar Ni^{2+} /phos-PVA oranı.

^b $\Delta LOI\% = (LOI)_{Ni(II)-phos-PVA} - (LOI)_{phos-PVA}$ [24]

Momoh, Eboatu, Kalie, ve Abdulrahman (1990), bezayağı pamuklu kumaşın yanma yayılma hızına, akkor halde yanma hızına ve duman yoğunluğuna çeşitli konsantrasyonlarda uygulanan şap-potasyum alüminyum sülfat muamelesinin etkisini inceledikleri çalışmalarında, artan şap konsantrasyonu ile yanma yayılma ve akkor halde yanma hızlarının azaldığını, duman yoğunluğunun ise arttığını tespit etmişlerdir [23].

Rossi ve arkadaşları çeşitli konsantrasyonlarda hidroksil-fonksiyonel organofosfor güç tutuşurluk apresi ve dimethyloldihidroksietilenüre (DMDHEU) bağlayıcı malzemesi uygulayarak, çeşitli miktarlarda ev tipi yıkamaları neticesinde pamuklu kumaşın yanma yayılma davranışını LOI metoduna göre inceledikleri çalışmalarında; DMDHEU konsantrasyonundaki % 1' den % 12' ye olan bir artışın LOI değerini 29,5' ten 31,6' ya çıkardığını, ayrıca DMDHEU' nun güç tutuşurluk sistemine fosfor/azot sinerjisi sağlayarak muamele edilmiş kumaşın güç tutuşurluk performansını arttırdığını tespit etmişlerdir. Bunun yanında, apre konsantrasyonundaki % 4' ten 24' e olan artışla, 10 yıkama sonunda, LOI değerinin 19,4' ten 27,3' e doğru bir yükselme gösterdiğini görmüşlerdir [30].

Yün İçin Ticari Güç Tutuşurluk Uygulamaları

Yün, zayıf yanıcılığa, yüksek tutuşma sıcaklığına ve düşük yanma ısısına sahip bir lif türüdür. Yüksek risk taşıyan uygulamalarda yün lifinin kullanımı ile ilgili yoğun çalışmalar ve yatırımlar yapılmıştır.

THPC ve halojenli hidrokarbonlar efektif bir şekilde kullanılmıştır; ancak, titanyum zirkonyum esash, ucuz, efektif ve kalıcı apreler şu an yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yünün LOI değeri 25' tir ve % 0,5 Ti ve % 1,9 Zr içeren apre uygulamasıyla LOI değeri 27' ye çıkabilmektedir. Sitrik asit de formülasyona faydalı bir ilave olabilmektedir [16].

Pamuk/Polyester Karışımları İçin Ticari Güç Tutuşurluk Uygulamaları

Tatmin edici etki gösterebilen her alev geciktirici sistemin aşağıdaki koşullara uyması gerektiği açıktır:

- Karışımın her bileşenine karşı etkili olmalıdır.
- İskele etkisi' nin neden olduğu sonuçları ortadan kaldırmalıdır.

Polyester/Pamuk karışımında bulunan her alev geciktirici sistem aşağıdaki yollardan biri ile etkili olmaktadır.

➤ Katılma yolu ile- Her bileşen için kullanılan alev geciktirici, bağımsız olarak etki gösterir.

➤ Ters etki göstererek farklı alev geciktiriciler birbirini olumsuz yönde etkilediğinden güç tutuşurluk etkisi beklenenden daha az olmaktadır [26].

% 100 PET için uygulanan apreler özellikle kalıcılık açısından başarısızlıkla sonuçlanmıştır. PET “precondensate” ler tarafından nüfuz etmek için fazlasıyla hidrofobiktir ve kovalent bağlanma için çok az alana sahiptir.

% 50’ ye kadar PET içeren Pam/PET karışımları için THPC ya da fosfonat esaslı güç tutuşur uygulamalar rahatlıkla kullanılabilir. Tabloda çeşitli alev geciktiricilerle işlem görmüş çeşitli oranlardaki PET/Pamuk karışımlarının LOI değerleri yer almaktadır. İşlem görmemiş % 100 Pamuğun LOI değeri 0,19, % 100 Polyesterin ise 0,21’ dir.

Tablo 2.8 : Seçilmiş Güç Tutuşturucularla İşlem Görmüş Çeşitli Karışımlardaki Polyester-Pamuk Karışımlarının LOI Değerleri [26].

		ORAN				
		20:80	35:65	50:50	65:35	80:20
ALEV GECİKTİRİCİ						
Diamonyum hidrojen fosfat	Tek başına	0,29-0,41	0,25-0,38	0,24-0,35	0,24-0,33	0,25-0,32
	Reçine ile	0,28-0,46	0,25-0,45	0,24-0,38	0,26-0,35	-----
Fosfonyum tuzu kondensatları		0,22-0,28	0,22-0,27	0,22-0,26	0,22-0,27	0,22-0,26
Fosfono propiyon amidler		0,26-0,34	0,18-0,32	0,19-0,29	0,19-0,27	0,22-0,26
Vinil fosfonat (fyrol 76:üretimden kaldırılmış)		0,26	0,25-0,26	0,21-0,27	0,23-0,28	-----
Tris-fosfat		0,23-0,32	0,22-0,32	0,23-0,29	0,21-0,3	0,23-0,31
Polivinil bromür		0,32	0,32	0,3	0,29	-----
Sb ₂ + Bromlanmış bileşikler		0,24	0,25-0,34	0,24-0,32	-----	-----

2.4.3.3 Güç Tutuşurluk Sağlayıcı Kimyasalların Tekstil Malzemelerine Uygulanma Metotları

Şekil 2.5, kumaşlara güç tutuşurluk terbiyesinin uygulanma metotlarını göstermektedir.



Şekil.2.5 : Kumaşlar İçin Yaygın Olarak Kullanılan Güç Tutuşma Terbiyesi Uygulama Metotlarının Şematik Gösterimi.

1. Metot: Çoğu dayanıksız ve amonyum fosfat gibi suda çözünebilen güç tutuşma sağlayıcı kimyasallarla terbiye işlemi için basit emdirme tekniğini göstermektedir.

2. Metot: Bu işlem akışı, kırışmaya karşı direnç ya da diğer, ısıyla iyileştirme yapılan tekstil terbiye işlemleri ile aynı sırayı takip eder. Güç tutuşma terbiyesinde ise Pyrovate, Afflamit ve şimdilerde çok kullanılan Antiblaze TFRI (Albright ve Wilson 'un 1998' de piyasaya tanıttığı bir ürün) gibi fosfonamid sistemlerinin uygulanması için çok uygun bir metottur. İşlem fosforik asit gibi katalizörlere ihtiyaç duyduğu için yıkama aşamasında mutlaka alkalimli bir nötralizasyon işlemi yapılmalıdır. Aynı işlem sırası, yarı kalıcı terbiye işlemleri için yıkama aşaması çıkarılarak takip edilebilir. Burada ısı sabitleştirme aşaması terbiye maddesi ile selüloz arasında bir etkileşim olmasına müsaade eder ve elde edilen güç tutuşur kumaş suda çalkalama ve hafif yıkama işlemlerine kısmen dayanıklı hal alır. Bunun için en iyi örnek, amonyum fosfat ile yapılan terbiye işlemidir. Burada apre kumaşa 160 °C' de sabitlenir ve selülozun fosforilasyonu bir parça artar.

3. Metot: THPC esaslı Proban işlemi için en uygun işlem akışıdır. Bu işlem terbiye maddesinin lifle polimerizasyonunun sağlanması için amonyak gazı ile iyileştirme işlemi yapılmasını gerektirir. Bu yolla, tetrakis (hidroksimetil) fosfonyum

kloridin (THPC) kondensatı olan Proban CC ve üre kumaşa emdirilip kurutulduktan sonra kondensat ile çapraz bağ yapan bir amonyak reaktöründen geçirilir. Bu sayede kumaşa çözünmeyen polimerik terbiye maddesi aktarılmış olur. Terbiye işleminin dayanıklılığı için son yıkama ve kurutma işleminden önce oksitleyici fikse işlemi uygulanmalıdır.

4. Metot: Arka yüzey kaplama işleminde güç tutuşma sağlayan kimyasal malzeme bir bağlanma patı ile kumaşın arka yüzeyine aktarılır. Bu yolla kumaşın ön yüzünün estetik görünümü korunmuş olur. Bununla birlikte güç tutuşturucunun sağlayacağı etkiyi kumaşın arka yüzeyinden tüm kumaşa aktarabilecek özelliğe sahip olması istenir. Bu yüzden kaplama işlemi için kullanılan güç tutuşturucular gaz faza aktif amonyum-brom ya da diğer halojenli yapıları içeren malzemeler arasından seçilir. Bu metot genellikle döşemelik kumaşların terbiye işlemi için tercih edilir [9].

2.4.3.4 Güç Tutuşurluk Sağlayıcı Kimyasalların Kullanımı İle İlgili Sınırlayıcı Faktörler

Güç Tutuşurluk Uygulamalarının Maliyeti: Güç tutuşurluk sağlayıcı malzemelerin yarattığı ilave maliyetlerin yanında güç tutuşur ürünlerin sunumu sırasında da ilave bazı maliyetler oluşmaktadır. Bunlar, test, sertifikasyon, etiketleme, ve reklam maliyetleridir. Bunların yanında ürün sorumluluk sigortası da ilave bir maliyet getirmektedir.

Döşemelik alanında kullanılan apreler kalıcı güç tutuşurluk sunmaktadır. Malzeme maliyetine yaklaşık % 10-20 ilave katmaktadır. Diğer taraftan, özel güç tutuşur lifler diğer sıradan liflere göre, 3-5 kat fazla maliyete sahiptir.

Güç tutuşur pamuklu ve yünlü kumaş maliyeti, apre uygulanmamış kumaşa göre %20-50 daha fazla olmaktadır [16].

Estetik Kısıtlar: Çeşitli kaynaklarda madde olarak geçmekle birlikte bu konuyu destekleyecek herhangi bir kaynağa ulaşılamamıştır.

İnsan Sağlığı ve Çevre Açısından Kısıtlar: Güç tutuşur apreler, polimer ve diğer malzemelerin güç tutuşurluk özelliklerini iyileştirmek için kullanılan bileşiklerin farklı bir grubunu oluşturmaktadır. İnorganiklerden, kompleks organik moleküllere kadar çok çeşitli türde bileşikler güç tutuşur apre olarak kullanılmaktadır. Bu malzemelerin küresel kullanımı ile ilgili doğru değerler bulmak oldukça güç olmakla birlikte, yıllık 600.000 ton civarında üretildikleri tahmin edilmektedir. Mevcut veriler

son on yılda bromlaştırılmış organik ürün tüketiminde önemli artışlar olduğunu göstermektedir. Şu an uzun süre bu malzemelere maruz kalma ve bunların parçalanma ürünleri hakkında eldeki bilgiler sınırlıdır [18].

Tetraklordifenil dioksinler ve ilgili bileşikler geniş spektrumlu etkileri nedeniyle hayvanlarda güçlü toksik özellikler gösterirler. Bu etkilerden bazıları, çok düşük oranlarda dahi, insan sağlığı açısından ters etkilere yol açabilmektedir [11].

Kimyasallara Maruz Kalma Yolları

-Cilt Yoluyla(Dermal) Maruz Kalma: Dermal maruz kalma giysilerin giyilmesi sırasında ya da halı, yatak ya da döşemelik kumaşlarla temasla kendini göstermektedir. Sonuçta kimyasal tanecikleri vücuda girebilmekte ve iç organlara zarar verebilmektedir.

Önemli Parametreler

- Apre kimyasalının türü
- Deri tarafından absorplanabilme kabiliyeti
- Tekstil malzemesinin üzerindeki apre konsantrasyonu
- Deri ile temas alanı (İnsan vücudunun toplam yüzey alanı yaklaşık 2 m² dir.)
- Apre kimyasalının yıkama vb. işlemlerle uzaklaşabilmesi
- Ortalama insan ağırlığı

Bu parametrelerden tahmini maruz kalma, vücut ağırlığının birim kilosu başına, mg olarak kimyasal miktarı şeklinde hesaplanabilir.

-Solunum Yoluyla Maruz Kalma: Solunum sırasında apre kimyasalı ya da onun bozunma ürünleri insan vücuduna geçebilir.

-Ağız Yoluyla Maruz Kalma: Güç tutuşur apre malzemesiyle muamele edilmiş tekstil malzemelerinin emilmesi yoluyla etki gösterir.

-İndirekt Maruz Kalma: Maruz kalma, dolaylı yoldan çevreyle de gerçekleşebilmektedir. Apre kimyasalı, üretim, işleme ve uzaklaştırma sırasında hava ya da suya karışabilir. Solunum yoluyla, suyun içilmesi ile ya da besinlerle insan vücuduna girebilir [17].

-Mesleki Maruz Kalma: Benzer yollar mesleki maruz kalma için de mümkündür. Parçalanma ürünlerine mesleki maruz kalma yangın söndürme sırasında da olabilir. Bazı bileşiklerin, organ hasarlarına, genotoksik etkilere ve kansere sebep olduğu görülmüştür. Özellikle Polihalojenik di benzo-furan ve dibenzo p-dioksin gibi bazı organik aprelerin yanma/piroliz sırasında açığa çıkardıkları ürünlerle ilgili insan

sağlığı ve çevre açısından hassasiyetler bulunmaktadır. Diğer bazı parçalanma ürünlerinin de incelenmesi gerekmektedir.

Bu açıdan bazı güç tutuşur aprelerin kullanımı özellikle tavsiye edilmemektedir. Bir çok ülke bu malzemelerin üretimi, kullanımı ve yok edilmesi konusunda çeşitli düzenlemeler getirmişlerdir. Bazıları, insanlar için potansiyel toksik etkilerinden dolayı bir kısım bileşiklerin kullanımını sınırlamaktadır. Örneğin Almanya polychlorinated di benzo-para-dioksinler ve dibenzo furan' ların ürünlerdeki kullanım oranlarını sınırlayıcı düzenlemeler yapmıştır [18].

Güç tutuşurluk sağlayıcı apre kimyasalları tek bir kimyasal sınıfa ait değildirler. Bu nedenle, pek çok toksik zararları düşünülmelidir. Bunlardan bazıları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Deriyi tahriş
- Uzun süreli kronik toksisite
- Genotoksisite, kalıtsal hasar
- Kanseri etkisi
- Sinir dokusu hasarı [17]

Başarılı bir güç tutuşma terbiyesi için kabul edilebilir güç tutuşma seviyelerini uygun maliyet ve klasik tekstil terbiye ve kaplama cihazları ile gerçekleştirebilmek gerekir.

2.5 İlgili Standartlar

Güç tutuşur aprelerin testinde kullanılan test standartları ülkeden ülkeye değişiklik gösterdiği için hangi test standardının istendiği güç tutuşur performansını ölçmek için çok önemlidir. Aşağıda bazı ülkelerde kabul edilmiş standartlar yer almaktadır.

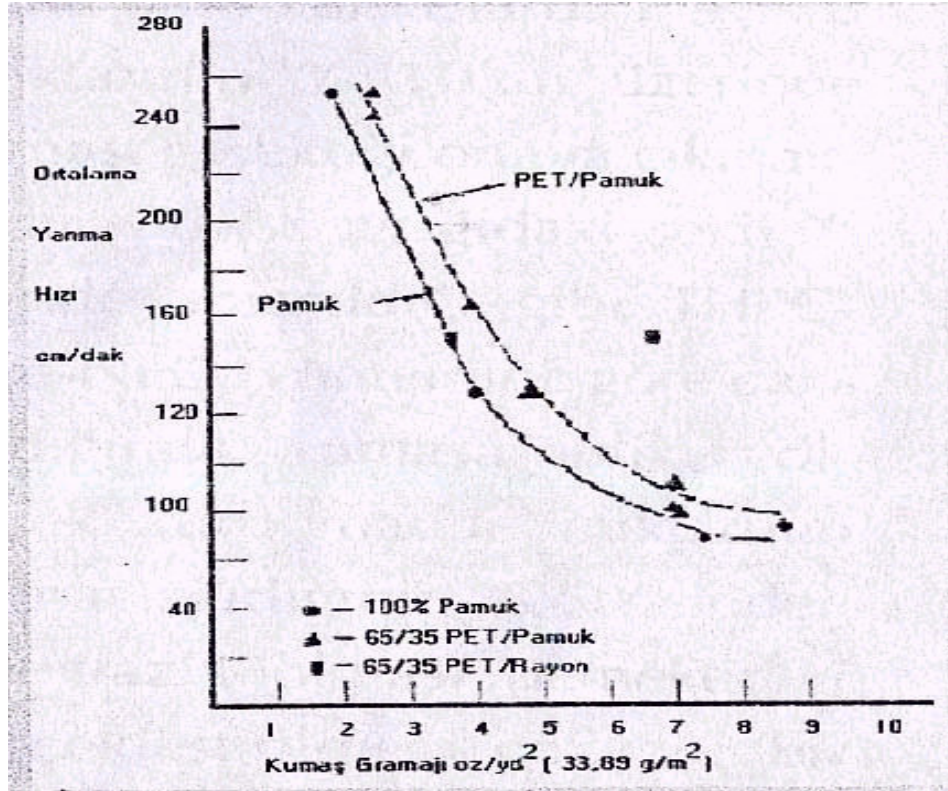
Tablo 2.9 : İlgili Standartlar [19]

	İNGİLTERE	FRANSA	ALMANYA	AVRUPA
Döşemelik	BS 5852 P1/2	NFP 92-203	DIN 66084 DIN 54342	EN 102/1 EN 102/2
Yataklık	BS 6807	NFP 92-503	CFR 16/1632	ENS 97/1 ENS 97/2
Duvar kağıdı	BS 476	NFP 92-503	DIN 41042	
İş kıyafetleri	BS 6249		DIN 661083	EN 367 EN 532

2.6 Kumaş Yapısının Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

Kumaş konstrüksiyonunun, daha sonra üretilen giysinin yanıcılık ve ısı koruma özellikleri üzerine etkisi büyüktür. Gautheir, Perkins, IFAI, “Brewster ve Barker” ve “Lee ve Barker” gibi araştırmacıların kapsamlı çalışmaları vardır. Daha çok koruyucu giysiler ve bunlarda kullanılan kumaşlar üzerine yaptıkları çalışmalarında araştırmacılar, kumaş gramajının ve kalınlığının farklı iş kıyafetleri için uygunluğunun saptanmasında önemli rol oynadığını ileri sürmüşlerdir. Chapman ve Miller, çeşitli iş koşullarında, ısı koruma için farklı kumaş gramajlarının kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Backer, Tesono, Toong ve Moussa, Yanıcı Kumaşlarla İlgili Amerikan Hükümet Endüstri Araştırmaları Komitesi (GIRCFF) tarafından desteklenen araştırmalarında en çok kullanılan 25 çeşit kumaş numunesinin ısı ve yanma özelliklerini incelemişler, 45° ve 90° lik yanma testleri sonucunda yanma hızının kumaş gramajıyla lineere yakın negatif bir ilişki sergilediğini göstermişlerdir. Şekil 2.6 kumaş gramajı ile ortalama yanma hızı arasındaki ilişkiyi göstermektedir.



Şekil 2.6 : Kumaş Gramajı ile Ortalama Yanma Hızı Arasındaki İlişki

Benzer sonuçları, Brough, Frank ve Slater % 100 pamuk ve 50/50 Polyester/Pamuk karışımı bezayağı, dimi ve saten dokumalardaki perdelik kumaşlar için elde etmişlerdir.

Miller ve Meiser, değişik kumaş ve lif yığını numuneleriyle yaptıkları deneylerle, LOI' nin gramajla arttığını ispatlamışlardır. Pamuk için daha az olmasına rağmen, kumaş konstrüksiyon parametrelerinin de LOI' yi etkilediği ortaya konmuştur. Bununla birlikte, pamuk için yapılan analizlerde, 0,807' lik korelasyon katsayısı ile LOI' nin gramajla lineer olarak arttığı gözlenmiştir [44].

2.6.1 Lif Cinsi ve Karışım Oranlarının Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

Lif içeriği, yanıcılığı etkileyen belki de en önemli kumaş özelliğidir. Pamuk ve Rayon gibi selülozik kumaşlar eğer bir güç tutuşurluk işlemi uygulanmamışsa kolayca yanarlar. Gandhi ve Spivak (1994), döşemelik kumaşlarda artan pamuk oranıyla birlikte tutuşma sürelerinin kısaldığını görmüştür. Araştırmacılar, modifikasyonun tekstil bitim işlemleri sırasında yapılmasıyla daha güvenli döşemelik kumaşların elde edilebileceğini önermişlerdir. Pamuğun aksine, yünlü kumaşlar yüksek tutuşma sıcaklıklarından (570 °C-600 °C) ve nem içeriğinden dolayı, özellikle ağır gramajlı olanlar, kendi kendilerine sönmeye eğilimi gösterirler. Yünün, kevlar, nomex, rytar ve tridex gibi kendiliğinden güç tutuşurluğa sahip liflerle elde edilen karışımları itfaiyeciler için güç tutuşurluk ve ısı yalıtım özelliğine sahip koruyucu giysilerin üretiminde kullanılabilir. Nylon, PET ve Olefin gibi termoplastik lifler, aleve maruz bırakıldıklarında çekme göstermelerinden dolayı kolayca tutuşmazlar. Bununla beraber uzun süre aleve maruz bırakıldıklarında eriyerek yanarlar.

Lif karışımlarından elde edilen kumaşlar ise tek bir liften elde edilenlere göre daha hızlı yanma eğilimi gösterirler. Örneğin, her ne kadar PET pamuktan daha az yanıcılığa sahip olsa da, iskelet etkisinden dolayı, Pamuk/PET karışımları hızlı bir şekilde yanarlar ve pamuklu kumaşa göre daha fazla ısı üretirler. Yanma işleminde karışımdaki kömürleşmiş pamuk, polyester lifinin yanmasına destek görevi görür. Bu da polyesterin, saf PET kumaşa olduğu gibi erimesini engeller [12]. Tesoro ve arkadaşları, PET/Pam. karışımlarının yüzdeleri ile kritik oksijen indeksi (COI) arasındaki bağlantıyı göstermek amacıyla yaptığı çalışmada, tüm karışım oranlarında LOI değerlerinin daha yanıcı olan pamuğunkinden daha düşük olduğunu görmüştür (LOI= 0,18-0,20). Miller ve arkadaşları, karışımların, bileşenlerinden daha çabuk ve

fazla yanması, ısı ayrışmasının daha hızlı olması ve daha yanıcı gazları daha yüksek bir hızda açığa çıkarması gibi, gerçeklerden hareket ederek, bileşenler arasında kimyasal reaksiyon olduğu düşüncesini kuvvetlendirmiştir. Fakat bu konuda çalışan diğer kişiler, bileşenler arası reaksiyonun kimyasal değil daha çok fiziksel olduğu görüşünü savunmaktadır [26].

2.7 Giysi Tasarımının Yanma Üzerine Etkisi

Vücudu sıkıca saran giysiler, daha bol giysilere göre alevi daha kolay yakalarlar [3]. Collier&Epps yaptıkları çalışmada giysi tasarımının alev almayı özellikle de tutuşmayı önemli oranda etkilediğini belirtmişlerdir. Örneğin, gecelik, sabahlık gibi vücudu sarmayan gevşek giysiler, vücudu sıkıca saran giysilere nazaran alev almaya daha eğilimlidirler [12].

Giysinin tutuşabilmesi için bir alev kaynağı ile temasa geçmesi gerekmektedir. Eğer, giysi, giyen kişi ile birlikte hareket ediyorsa ısı ya da alev kaynağı ile kumaş arasında güvenli bir mesafe olacak bu da alevlenmeyi önleyecektir.

Vücuda sıkıca oturan giysiler, daha bol giysilere nazaran alev kaynağına doğru, herhangi bir istenmeyen durumda, daha az yönelme eğilimi gösterir. Örneğin, saçaklı, buruşuk ve kuyruklu kravatlar, vücuttan aleve doğru yönelme eğilimi gösterirler [3].

Rossi, Bruggman ve Staempfli giysi yapısının yanma üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, çeşitli lif ve lif karışımlarından oluşan kumaşlarla yaptıkları, geniş ve dar ölçülü giysi kollarını manken üzerine giydirdikleri, kolun 45 derece eğik yerleştirilip, dikey formda, kolun alt kısmının 5 cm altından 5 s boyunca alev tatbik ederek gerçekleştirdikleri deneyde, vücuda sıkı ve bol oturan giysinin yanma davranışları arasında önemli farklar gözlemlemişlerdir. Kullanılan mankenlerin üzeri yanmaz bir tabaka ile kaplanmıştır ve 122 adet sıcaklık ve ısı akışı algılayıcıları ile donatılmıştır. Bu sayede insan derisinin sıcaklık ve sonuçta acı hissi modellenmeye çalışılmıştır. Sonuçlar tabloda gösterilmektedir.

Tablo 2.10 : Farklı Tipte Kumaşların Yanma Yayılma Hızları ve Yanma Davranışları Üzerine Giysi Ölçüsünün ve Kol Boyutlarının Etkisi

Numune	Bileşen	Gramaj (g/m ²)	FPR (mm/s)	Sensör sayısı (acı)		Max. Sıcaklık (°C)	
				Geniş kol	Sıkı kol	Geniş kol	Sıkı Kol
B1	50% CO, 50% PES	230	29	3	1	144.7	48.9
B9	60% PA, 25% CO, 15% EL	60	14	5	2	78.9	69.2
B17	50% CO, 50% PES	215	28	5	1	128.3	80.0
B5	55% CO, 45% CV	93	62	2	1	59.7	43.3
N1	100% CO	205	28	5	2	117.3	43.7
N4	100% CO	75	81	4	1	97.9	55.1
N5	100% silk	90	23	4	—	90.1	27.2
N6	100% CO	75	82	7	1	111.6	92.4
N7	100% CO	45	142	10	1	93.8	46.1
S3	100% PES	65	18	2	1	48.0	32.0
S4	100% PAC	250	24	5	5	152.6	117.4

CO: cotton; PES: polyester; CV: viscose; PA: polyamide; EL: elastane; PAC: acrylic.

FRP: Yanma yayılma hızı

PES: Polyester, Co: Pamuk, CV: Viscose, Silk:İpek, PAC: Akrilik, El: Elastan

N7 kodlu numune, 142.2 mm/s yanma yayılma hızına ulaşan ve 90 s içinde 10 adet sensörün acıyı hissettiği tek numunedir. Bu kumaşta, 5 s sonra 2 adet sensör, 10 s sonra ise 3. Sensör acıyı hissetmiştir. Sıkı olan kollarda genellikle bir tane algılayıcı acıyı hissetmiştir. En yüksek hissedilen sıcaklık akrilikten, iki adet pamuk polyester karışımından ve pamuktan yapılmış geniş ölçülü kollarda elde edilmiştir. Sıkı ölçülü kollar ise tutuştukları anda düşük sıcaklık oluşturmuştur. Selülozik esaslı kumaşlarda kumaş gramajı düştükçe yanma yayılma hızı exponansiyel olarak artmıştır [29].

2.8 Geçirdiği Terbiye İşlemlerinin Kumaşın Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

Geçirdiği terbiye işlemlerinin kumaşların yanma davranışları üzerine etkisiyle ilgili literatürde pek fazla kaynağa rastlanmamaktadır. Bununla birlikte; Özcan, 30/1 Pamuklu Süprem kumaşlara % 0,2, 0,4, 0,6 konsantrasyonlarda yaptığı peroksit ağartmasının bu kumaşların yanma davranışı üzerinde artan konsantrasyonla artan bir etkide bulunduğunu tespit etmiştir.

Yine aynı kumaşlara çeşitli konsantrasyonlarda uygulanan optik beyazlatıcıların ise kumaşların yanma yayılma hızları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını gözlemlemiştir.

Boyama işleminin örme kumaşın yanma davranışı üzerine etkisini de inceleyen Özcan, 3 değişik konsantrasyonda yaptığı boyamalar sonucunda, pamuklu kumaşların yanma davranışlarının boyama işleminden önemli ölçüde etkilendiğini, bununla birlikte viskoz kumaşların yanma davranışlarında artan boyama konsantrasyonu ile birlikte herhangi bir değişim olmadığını gözlemiştir.

Yine PET kumaşlara yapılan 3 farklı konsantrasyondaki dispers boyamaların, kumaşların tutuşma sürelerinde herhangi bir değişiklik yaratmadığını, ancak yanma yayılma hızlarını arttırdığını görmüştür.

Silikon ve yumuşatıcıların örme kumaşların yanma davranışları üzerine etkisini inceleyen Özcan, 5 farklı konsantrasyonda yaptığı uygulamalar neticesinde, kumaşların tutuşma sürelerinin etkilenmediğini, yanma yayılma hızlarının ise artan konsantrasyonla önemli oranda arttığını tespit etmiştir.

Silikonsuz köpük kesicilerle 5 farklı konsantrasyonda yaptığı deneylerde, Özcan, artan konsantrasyonla birlikte yanma yayılma hızlarında önemli artışlar olduğunu gözlemlemiştir. Özcan, meydana gelen bu artışı, malzemenin bulundurduğu yağ asit esterleri, sabun ve yüksek moleküler hidro karbon karışımlarına bağlamıştır.

Örme kumaş yüzeyindeki tüycüklerin temizlenerek daha parlak ve son kullanımda oluşabilecek tüylenme riskini daha da azaltmak üzere yıkama işlemi ya da ağartma işlemi sonunda mamul kumaşa uygulanan “antipilling” işleminin kumaş yanıcılığı üzerindeki etkisini görmek amacıyla bir enzim grubuyla beş değişik konsantrasyonda yaptığı çalışmada, Özcan, artan konsantrasyonla tutuşma sürelerinin değişmediğini, yanma yayılma hızlarının ise arttığını belirlemiştir. Özcan, konsantrasyon arttıkça yanma yayılma hızlarındaki artışı, iyileşen kumaş görünümüne karşın enzim tarafından zarar gören pamuğun yanmasının kolaylaşmasıyla ilişkilendirmiştir [9].

Jiangman Gou (2003), çeşitli yumuşatıcı tiplerinin kumaşların yanma davranışları üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı araştırmada, durulama sırasında uygulanan yumuşatıcıların % 100 Pamuk ve % 100 PET kumaşların yanıcılıklarını önemli oranda arttırdığını görmüştür. Kurutma sırasında yumuşatıcı etkisine maruz bırakılmış kumaşların yanma davranışlarında ise, hiç yumuşatıcı uygulanmamış kumaşlara göre herhangi bir değişim olmadığını görmüştür [12].

BÖLÜM 3

DENEYSEL ÇALIŞMA

Tezde ilk olarak daha önceden örülmüş ve ekler bölümünde A.1 tablosunda gösterildiği şekliyle fiziksel bazı testler uygulanmış kumaşlara, lif cinsinin ve değişen ilmek iplik uzunluğunun ham kumaşın yanma davranışı üzerine etkisini görmek amacıyla dikey yanma testi uygulanmıştır. Kumaşların tutuşma süreleri, 30 cm ve 60 cm’ deki ve enine yanma süreleri ölçülmüştür.

İkinci aşamada % 100 PET kumaşlar dışındaki kumaşlara üç farklı konsantrasyonda Hidrojen Peroksit ağartması uygulanmış ve Hidrojen Peroksit konsantrasyonunun kumaşların yanma davranışı ve beyazlık derecesi üzerine etkisini görmek amacıyla, tutuşma ve 30 cm’deki yanma sürelerini ve beyazlık derecelerini ölçmek için testler uygulanmıştır.

Son aşamada ise, bu dört grup kumaşa üç’er farklı boyarmadde konsantrasyonlarında boyama işlemi yapılmış ve boyarmadde konsantrasyonundaki değişimin kumaşların yanma davranışı, fiziksel özellikleri ve renk verimi üzerine etkisini görmek amacıyla testler yapılmıştır.

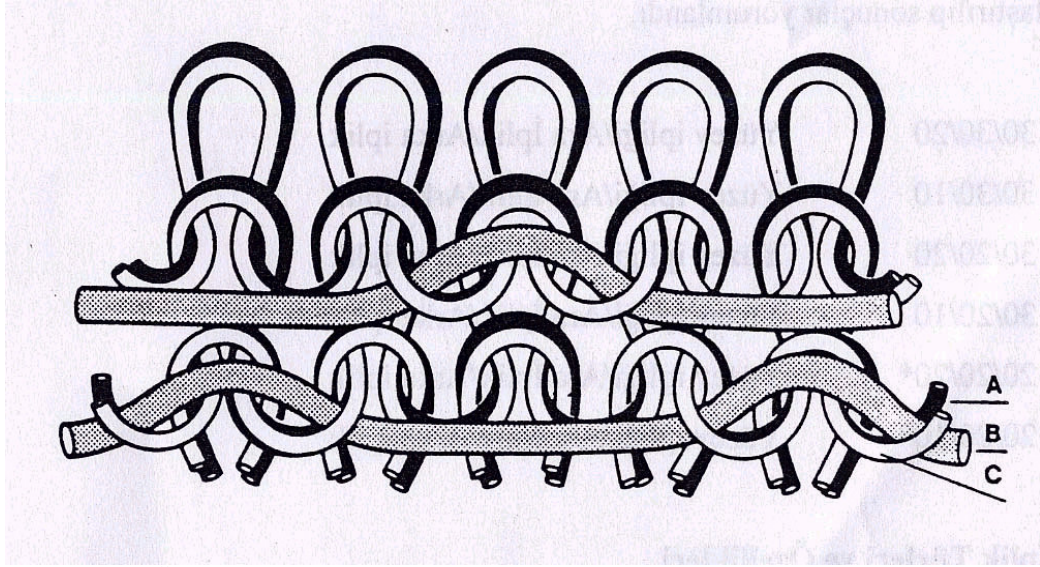
3.1 Malzeme

Bu çalışmada malzeme olarak üç iplik örme kumaşlar kullanılmıştır. Aşağıda üç iplik örme kumaş yapısı hakkında kısa bir bilgi verilmektedir.

3.1.1 Üç iplik kumaşlar

Üç iplik örme kumaşlar, tek plakalı yuvarlak örme makinelerinde farklı çelik dizilimi, farklı platin yapısı ve üç farklı kanaldan iplik beslemesi ile örülen kumaş tipidir. Örgüde, genelde aynı numarada kullanılan iki iplik biri zemini oluşturan yüzey ipliği, diğeri ise dolgu görevini gören bağlayıcı (ara iplik) ipliktedir. Üçüncü iplik ise; yüzey ve bağlayıcı iplikten daha kalın olan hav ipliğidir ve kumaşın arkasında bazı noktalarda kumaşa bağlanmış atlamalar şeklinde görünür. Havlı yüzey

kumaşın arka yüzeyidir ve şardonlama veya fırçalama için ideal bir zemin oluşturur. Aşağıdaki şekilde üç iplik örme kumaş yapısı belirgin olarak görülmektedir.



Şekil 3.1 : Üç İplik Kumaş Yapısı. A. Zemin ipliği, B. Hav ipliği, C. Bağlantı ipliği
[42]

Ham kumaşlar, daha önce, Arif Özkan ve Musa Taşkın tarafından “Üç İplik Örme Kumaş Yapısının Bu Kumaşların Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi” adlı bitirme çalışması sırasında örülmüştür. Dolayısıyla kumaş üretimi gerçekleştirmeye gerek kalmamıştır. Kumaşlara ağartma ve boyama işlemleri uygulanmıştır. Aşağıda, kullanılan ham kumaşlara ait bilgiler yer almaktadır. Ayrıca ek kısmında yukarıda bahsi geçen bitirme çalışması sırasında elde edilen veriler de tablo halinde verilmiştir. Ham kumaşı oluşturan ipliklerin numarası, yüzey ipliği, bağlantı ipliği ve arka iplik sırasına göre; Ne 30/1, Ne 30/1 ve Ne 10/1’ dir. İlmek iplik uzunlukları olarak verilen uzunluklar da 100 iğne içindir.

Tablo 3.1 : Ham Kumaş Örme Üretim Parametreleri

		İlmek İplik Uzunlukları		
Lif Cinsi	Karışım Oranı	Yüzey İpliği (mm/100 iğne)	Bağlantı İpliği (mm/100 iğne)	Arka İplik (mm/100 iğne)
Pamuk	% 100	705-735-765	820-850-880	270-290-310
Pamuk/PET	65/35	705-735-765	820-850-880	270-290-310
PET/Pamuk	65/35	705-735-765	820-850-880	270-290-310
PET	% 100	705-735-765	820-850-880	270-290-310

3.1.2 Kullanılan Kimyasal Malzemeler ve Terbiye İşlemleri

Kullanılan kimyasal malzemeler Teknik Emprime Sanayi A.Ş' den temin edilmiştir.

Kullanılan Kimyasal Malzemeler ve Uygulama Şekli

1. Ağartma İşlemi: % 100 Pamuk, 65/35 Pamuk/PET ve 65/35 PET/Pamuk kumaşlara üç farklı (2, 4 ve 6 g/l) hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonunda ağartma işlemi uygulanmıştır.

Uygulama Şekli(4 g/l H_2O_2 için)

H_2O_2	1,6 ml/400 ml
Na_2CO_3	0,4 g/400 ml
Islatıcı	0,4 g/400 ml
İyon tutucu	0,4 g/400 ml
Flotte oranı	1/15
Sıcaklık	85 °C
Süre	1 saat

2. Reaktif Boyama: %100 Pamuk kumaşlara Evercion Blue H-ERD boyarmaddesi ile üç farklı (%2, %4 ve %6) konsantrasyonda sıcak boyama yapılmıştır.

Uygulama Şekli

Boyarmadde (%)	2	4	6
NaCl (kg/25 l)	1,750	1.750	1.750
Na_2CO_3 (kg/25 l)	0,75	0,75	0,75
İyon tutucu (ml/25 l)	60	60	60
Flotte Oranı:	1/15		
Başlangıç Sıcaklığı:	40 °C	Süre: 15 dakika	pH: 6-6,5
Boyama Sıcaklığı:	85 °C	Süre: 1 saat	

3. Dispers Boyama: %100 PET kumaşlara Dianix Blue KFBL boyarmaddesi ile üç farklı (%0,5, %1 ve %1,5) konsantrasyonda boyama yapılmıştır.

Uygulama Şekli

Boyarmadde (%)	0,5	1	1,5
Formik asit (ml/25 lt)	25	25	25
Egalizatör(ml/25lt)	25	25	25
Flotte oranı:	1/20		
Başlangıç Sıcaklığı:	50 °C	pH: 4-4,5	
Boyama Sıcaklığı:	130 °C	Süre: 1 saat	

(Boyama işleminden sonra 2 g/l NaOH ve 2 g/l HidroSülfite ile 70 °C' de 10 dakika redüktif yıkama yapılmıştır).

4. Çift Boyama: 65/35 PET/Pamuk ve 65/35 Pamuk/PET kumaşlara üçer farklı (% 0,5*%8, % 1*%12, % 1,5*%20) boyarmadde konsantrasyonunda yukarıdaki reçetelere uygun olarak sırasıyla dispers ve reaktif boyama yapılmıştır.

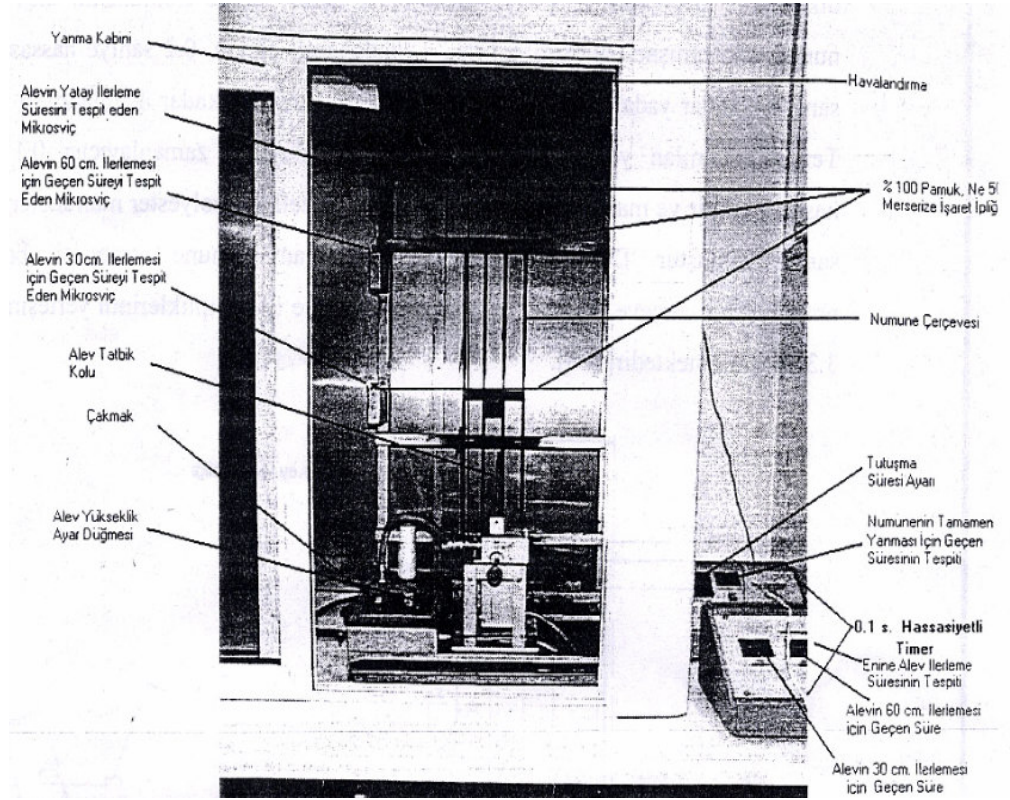
3.2 Metot

Tüm kumaşlar, herhangi bir teste maruz bırakılmadan önce % 65 bağıl nem ve 20 ±2 °C sıcaklık altında en az 24 saat kondisyonlanmıştır.

Tezde, ham kumaşların ve belirtilen programlara göre terbiye işlemine tabi tutulmuş kumaşların, yanma davranışları “BS 5438 Dikey Yanma Testi” ne göre değerlendirilmiştir. Giysi halindeki kumaşın konumu, dikey konuma diğer tüm yanma açılarına (yatay, 45° ve 67.5° eğimli) göre daha yakın olduğu için [39] dikey yanma testi tercih edilmiştir. Hammons ve Reeves pamuk/polyester karışımı dokuma kumaşlarla yaptıkları çalışmalarında yanma açıları ile yanma oranları arasında lineer yakın bir ilişki olduğunu, açı arttıkça yanma hızının da arttığını ve gerçek yanma davranışına en uygun sonuçların dikey yanma ile elde edilebileceğini göstermişlerdir [40].

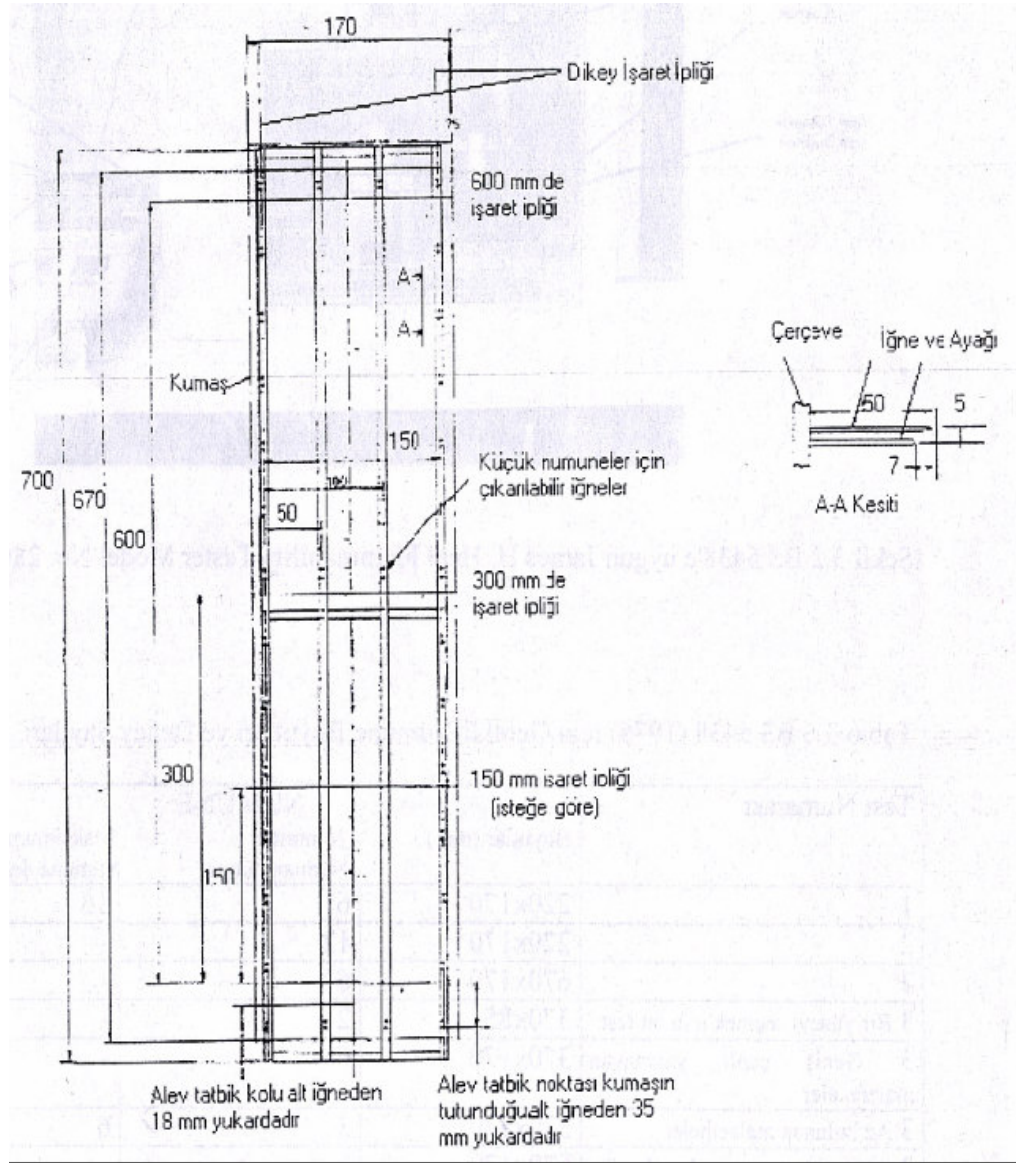
BS 5438 (1976), dikey yerleştirilmiş tekstil kumaş ve kumaş gruplarının küçük bir alev kaynağıyla yanıcılıklarının test edilmesi metodudur. Bu metot, kumaşların yanma davranışını üç test kademesinde değerlendirmektedir. Test 1' de test edilecek kumaşların tutuşma süreleri belirlenir. Bunun için numuneye önce 1 saniye alev tatbik edilir. Eğer tutuşma olmazsa, alev tatbik süresi her defasında 1 saniye arttırılarak işleme devam edilir ve kumaşın tutuşma süresi tesbit edilir. Test 1 ile kumaşın hangi yüzünün daha hızlı yandığı da belirlenebilir. Test 2' de ise, yanmanın dikey ve yatay yönde devam edip etmediğine, yanma esnasında döküntü olup olmadığına, delik oluşup oluşmadığına (en az 2x2 mm boyutunda) bakılır. Fakat dikey ve yatay yönde (enine) yanma yayılma hızının tam olarak değerlendirilebilmesi için Test 3' ün uygulanması gerekir. Test 3' te geniş kumaş ya da kumaş gruplarının Test 1' de belirlenen yüzüne alt kenarından, tutuşma süresi kadar süre, bütan gazı alevi tatbik edilir ve yanmanın yatay (enine) ve dikey (boyuna) yönde yayılma süreleri ölçülür. Test malzemesi olarak kullanılan kumaşlar,

tutuşma testleri için 220mm x 170mm ve yanma testleri için 670mm x 170mm boyutlarında hazırlanmıştır.



Şekil 3.2 : BS 5438' e uygun James H. Heal Flammability Tester model No. 280

BS 5438' e göre alev, dik yerleştirilmiş kumaş numunesine, alt kenarından yine dik olarak uygulanır. 1 saniye ya da daha uzun sürede numunenin alev alması numunenin tutuşma süresini belirler. Uygulanacak alevin, 0,2 s hassasiyetle 8 saniyeye kadar ya da 0,5 s hassasiyetle 10 saniyeye kadar uygulanması gerekir. Tezde kullanılan yanma cihazının hassas algılayıcılı zamanlayıcısı 0,1 saniye hassasiyetlidir ve maksimum alev tatbik süresi (özellikle PET kumaşlar için) 9 saniye olmuştur. Deney düzeneğinde kullanılan numune çerçevesi, boyutları, numunelerin çerçeve üzerine yerleştirilme şekli ve işaret ipliklerinin yerleşimi Şekil 3.3' de görülmektedir.



Şekil 3.3 : Numune Çerçevesi Üzerine Numunenin Yerleşimi, İğne ve İşaret İpliklerinin Konumu (ölçüler mm olarak verilmiştir) [9]

Yanma testinin dışında kasarlı kumaşların beyazlık dereceleri, boyalı kumaşların ise ilmek yoğunluğu, gramaj, kalınlık, patlama mukavemeti, boncuklaşma, L, a*, b* ve K/S değerleri ölçülmüştür.

May sayısı

Kumaşların may sayıları, loop yardımıyla 1 cm' deki enine yönde ilmek çubuklarının belirlenmesi şeklinde 3' er kez ölçülmüştür.

Sıra Sayısı

Kumaşların sıra sayıları loop yardımıyla 1 cm’ deki, boyuna olarak, ilmek sıralarının sayılması yoluyla 3’ er kez ölçülmüştür.

İlmeke Yoğunluğu

İlmeke yoğunluğu kumaşlar için, may sayısı ve sıra sayısı değerlerinin çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Kumaş Kalınlığı-BS 2544

Kumaş numunelerinin kalınlığı, $P=25 \text{ g/cm}^2$ basınç altında milimetre (mm) cinsinden 3’ er kez ölçülmüştür.

Gramaj

Kumaş numunelerinin gramajı 3’ er kez g/m^2 cinsinden ölçülmüştür.

Patlama Mukavemeti –ISO 2960

Kumaş numunelerinin patlama mukavemetlerinin belirlenmesi amacıyla 3’ er ölçüm yapılmış ve değerler kg/cm^2 cinsinden işlenmiştir.

Boncuklaşma – BS 5811-1986

Boncuklaşma testleri ICI- Pilling Box test aletinde 7000 Devir sonucunda ölçülmüş ve sonuçlar aynı şartlar altında üç kişi tarafından değerlendirilmiştir.

Beyazlık Derecesi

Kasarlı kumaşların beyazlık dereceleri “Color Tools QC v. 3.0.5” Spektrofotometresi vasıtasıyla, kumaşı iki kat konuma getirerek D 65 gün ışığı altında 3’ er kez ölçülmüştür.

Renk Ölçümü

Boyalı kumaşların L a* b* ve K/S değerleri “Color Tools QC v. 3.0.5” Spektrofotometresi vasıtasıyla numuneyi iki kat konumuna getirerek D 65 gün ışığı altında 3’ er kez ölçülmüştür.

BÖLÜM 4

DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Daha önceden üretilmiş olan ham kumaşlara farklı kimyasal konsantrasyonlarında kasar ve boyama işlemleri uygulanarak, malzemelerin yanma davranışları gözlemlenmiştir. Buna göre deney sonuçlarının değerlendirilmesi, iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada ham kumaş yapısının kumaş yanıcılığı üzerindeki etkisi, ikinci aşamada ise ham kumaşın geçirdiği terbiye işlemlerinin, kumaş yanıcılığı ve bazı fiziksel kumaş parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Tüm deney sonuçları SPSS istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir. SPSS programı, veri analizi amacıyla geliştirilmiş temel ve ileri istatistiksel yöntemleri içeren bir paket programdır [41].

4.1 Ham Kumaş Yapısının Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

Farklı lif içeriği ve ilmek iplik uzunluğu değerlerine sahip 108 çeşit üç iplik kumaşın yanma davranışı üzerine bu parametrelerin etkisini görmek amacıyla, kumaşların yanma davranışları test edilmiş ve elde edilen sonuçların istatistiksel analizi yapılmıştır. Her bir numune için kumaşlar belirli boyutlarda may yönüne paralel olarak kesilmiş ve tutuşma sürelerine ve 30 cm, 60 cm ve enine yanma değerlerine bakılmıştır. Aşağıdaki tabloda ham kumaşlar için uygulanmış deney programının sonuçları yer almaktadır. % 100 Pamuklu ham kumaşlar sadece 30 cm' lik mesafe için yanma sergilemişlerdir. Dolayısıyla 60 cm ve enine yanma değerleri bulunmamaktadır. % 100 PET kumaşlar ise test sırasında tutuşma göstermiş, ardından hızlı bir şekilde damlama göstererek sönmüştür.

Tablo A.1' de görülen deney sonuçlarının SPSS istatistik programında çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) yapılmıştır. Tablo 4.1' de ham kumaşlar için MANOVA analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.1 : Ham Kumaşlar için Manova Analizi (Tablo A.2 ‘ deki veriler ışığında)

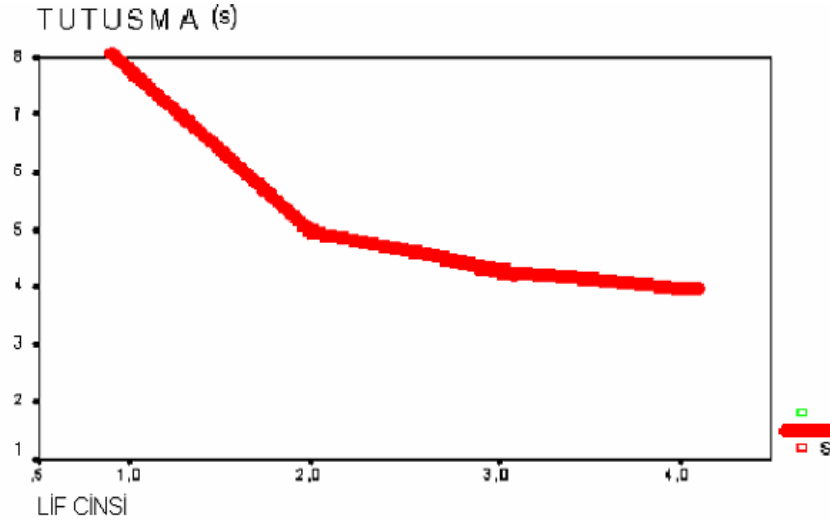
Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi Df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
LİFCİNSİ	TUTUSMA	1128,867	3	376,289	17139,151	,000	,996
	YANMA 30	34174,571	3	11391,524	561,325	,000	,886
	YANMA60	45,220	1	45,220	52,399	,000	,327
	YANMAENİ	10,050	1	10,050	66,810	,000	,382
İL.IP.1	TUTUSMA	1,175	2	,587	26,752	,000	,199
	YANMA 30	80,189	2	40,095	1,976	,141	,018
	YANMA60	5,360	2	2,680	3,105	,049	,054
	YANMAENİ	,741	2	,370	2,461	,090	,044
İL.IP.2	TUTUSMA	9,786	2	4,893	222,869	,000	,674
	YANMA 30	237,248	2	118,624	5,845	,003	,051
	YANMA60	16,619	2	8,309	9,629	,000	,151
	YANMAENİ	,868	2	,434	2,887	,060	,051
İL.IP.3	TUTUSMA	,954	2	,477	21,730	,000	,168
	YANMA30	427,017	2	213,508	10,521	,000	,089
	YANMA60	3,353	2	1,676	1,943	,148	,035
	YANMAENİ	,102	2	5,090E-02	,338	,714	,006
LİFCİNSİ * İL.IP.1	TUTUSMA	1,984	6	,331	15,062	,000	,295
	YANMA30	137,313	6	22,886	1,128	,347	,030
	YANMA60	4,707	2	2,353	2,727	,070	,048
	YANMAENİ	2,210E-02	2	1,105E-02	,073	,929	,001
LİFCİNSİ * İL.IP.2	TUTUSMA	14,674	6	2,446	111,395	,000	,756
	YANMA30	584,536	6	97,423	4,801	,000	,118
	YANMA60	12,941	2	6,471	7,498	,001	,122
	YANMAENİ	1,173	2	,587	3,900	,023	,067
İL.IP.1 * İL.IP.2	TUTUSMA	,396	4	9,898E-02	4,508	,002	,077
	YANMA30	714,930	4	178,733	8,807	,000	,140
	YANMA60	14,486	4	3,622	4,197	,003	,135
	YANMAENİ	2,411	4	,603	4,007	,005	,129
LİFCİNSİ * İL.IP.1 * İL.IP.2	TUTUSMA	4,810	12	,401	18,257	,000	,504
	YANMA30	2016,878	12	168,073	8,282	,000	,315
	YANMA60	10,116	4	2,529	2,930	,024	,098
	YANMAENİ	1,722	4	,430	2,861	,027	,096
LİFCİNSİ * İL.IP.3	TUTUSMA	5,209	6	,868	39,544	,000	,523
	YANMA30	881,824	6	146,971	7,242	,000	,167
	YANMA60	2,921	2	1,461	1,693	,189	,030
	YANMAENİ	,164	2	8,182E-02	,544	,582	,010
İL.IP.1 * İL.IP.3	TUTUSMA	2,583	4	,646	29,410	,000	,353
	YANMA30	259,706	4	64,926	3,199	,014	,056
	YANMA60	2,294	4	,573	,665	,618	,024
	YANMAENİ	,782	4	,195	1,299	,275	,046
LİFCİNSİ * İL.IP.1 * İL.IP.3	TUTUSMA	2,866	12	,239	10,879	,000	,377
	YANMA30	754,625	12	62,885	3,099	,000	,147
	YANMA60	4,758	4	1,190	1,378	,246	,049
	YANMAENİ	,864	4	,216	1,436	,227	,050
İL.IP.2 * İL.IP.3	TUTUSMA	1,393	4	,348	15,857	,000	,227
	YANMA30	273,229	4	68,307	3,366	,011	,059
	YANMA60	4,905	4	1,226	1,421	,232	,050
	YANMAENİ	,472	4	,118	,784	,538	,028

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi Df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
LİFCİNSİ * IL.IP.2 * IL.IP.3	TUTUSMA	3,187	12	,266	12,095	,000	,402
	YANMA30	643,538	12	53,628	2,643	,003	,128
	YANMA60	8,558	4	2,140	2,479	,048	,084
	YANMAENİ	2,433	4	,608	4,043	,004	,130
IL.IP.1 * IL.IP.2 * IL.IP.3	TUTUSMA	4,467	8	,558	25,432	,000	,485
	YANMA30	714,999	8	89,375	4,404	,000	,140
	YANMA60	14,153	8	1,769	2,050	,047	,132
	YANMAENİ	2,226	8	,278	1,850	,076	,121
LİFCİ * IL.IP.1 * IL.IP.2 * IL.IP.3	TUTUSMA	8,887	24	,370	16,866	,000	,652
	YANMA30	1741,435	24	72,560	3,575	,000	,284
	YANMA60	28,381	8	3,548	4,111	,000	,233
	YANMAENİ	4,212	8	,526	3,500	,001	,206

Tablo incelendiğinde lif cinsinin kumaşların tutuşma ve yanma sürelerinde,ilmek iplik uzunluklarının ise tutuşma süreleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Faktör etkileşimlerinden ise, IL.IP.1 * IL.IP.2 etkileşimi dışındakilerin kumaşların tutuşma ve yanma süreleri üzerinde önemli etkilerinin olduğu görülmektedir. Yanma hızı ve tutuşma süreleri için en önemli faktörün lif cinsi olduğu ve bunu sırasıyla LİFCİNSİ * IL.IP.2, LİFCİNSİ * IL.IP.1 * IL.IP.2, LİFCİNSİ * IL.IP.3 ve LİFCİNSİ * IL.IP.1 * IL.IP.2 * IL.IP.3 gibi faktör etkileşimlerinin izlediği yine yukarıdaki tablodan görülmektedir.

4.1.1 Lif Cinsi ve Karışım Oranlarının Üç İplik Örm Kumaşların Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

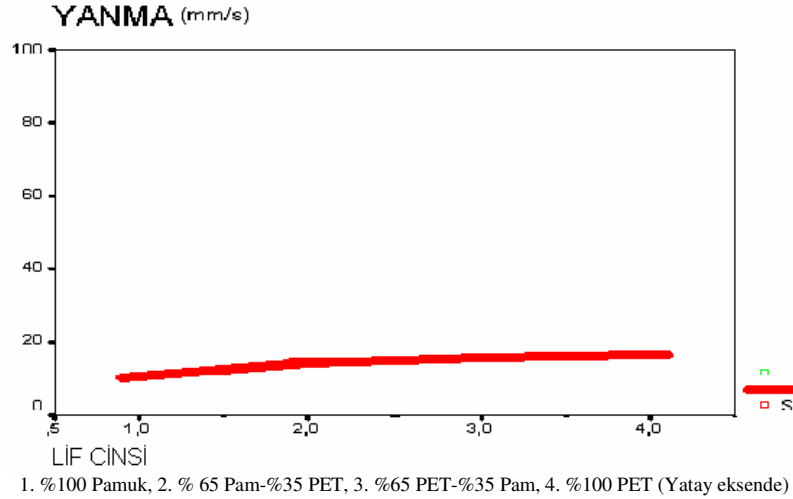
Tablo 4.1 incelendiğinde lif cinsinin ve karışım oranlarının üç iplik örm kumaşların yanma ve tutuşma davranışlarını etkileyen en önemli faktörler olduğu görülmektedir.



1. %100 Pamuk, 2. % 65 Pam-%35 PET, 3. %65 PET-%35 Pam, 4. %100 PET (Yatay eksen)

Şekil 4.1: Lif Cinsi ve Tutuşma Süreleri Arasındaki İlişki

Grafikten görüldüğü gibi tutuşma süresi % 100 Pamuk kumaşlar için en uzun, % 100 PET kumaşlar için ise en kısadır. Karışımdaki PET oranı arttıkça tutuşma süresi de kısalmaktadır.



Şekil 4.2 : Lif Cinsi ve Yanma Yayılma Hızları Arasındaki İlişki

Grafikten görüldüğü üzere yanma hızı % 100 Pamuktan % 100 PET kumaşa doğru gittikçe artış göstermektedir. Karışımlar ise ortalama bir yanma davranışı sergilemektedir ve karışımdaki PET oranı arttıkça yanma yayılma hızının da arttığı görülmektedir.

4.1.2 İlmek İplik Uzunluklarındaki Değişimin Kumaşların Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

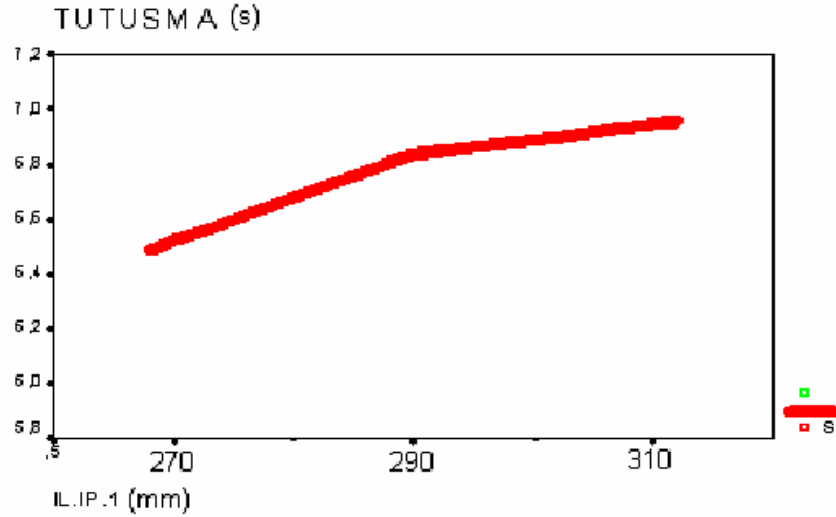
Literatürde, ilmek iplik uzunluklarındaki değişimin örme kumaşların yanma davranışı üzerine etkileriyle ilgili kaynaklara rastlanamamaktadır. Mevcut çalışmalar da genellikle kumaş gramajının yanma üzerine etkisi üzerinedir. Bu çalışmalarda, gramaj ve yanma davranışı arasındaki ilişki, LOI testleri uygulanarak açıklanmaya çalışılmıştır. Ancak, LOI test metodu, kumaşların yapısal değişimlerini yansıtmak için çok genel bir test metodudur.

Üç iplik kumaşın ilmek iplik uzunluklarındaki değişimin yanma davranışını nasıl etkilediğini incelemek amacıyla kumaşlara dikey yanma testi uygulanmıştır.

İlmek iplik uzunluğu değerlerindeki değişimin bu kumaşların yanma davranışları üzerine etkisi incelenirken her lif çeşidi için kumaşlar tek tek ele alınmıştır. Tablo A.2' deki veriler kullanılmıştır.

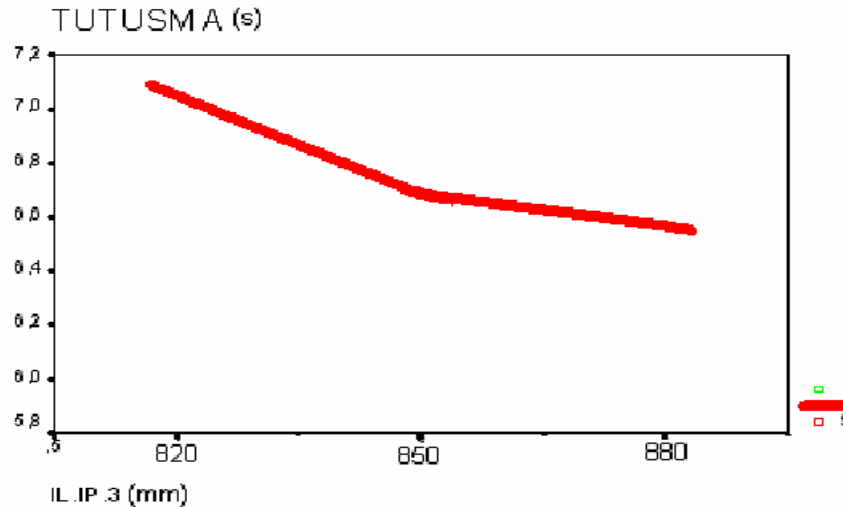
a. %100 Pamuklu Kumaşlar için

% 100 Pamuklu kumaşlarda İL.İP.1 ve İL.İP.3 ve bu faktörlerin etkileşimlerinin değişimi kumaşların tutuşma süreleri üzerinde önemli etki göstermektedir. Yanma hızları üzerinde ise İL.İP.3 faktörünün önemli etkiye sahip olduğu fark edilmektedir.



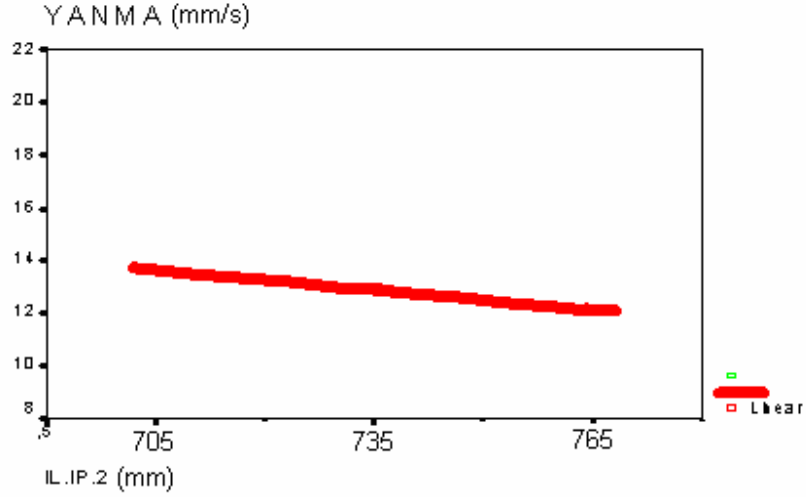
Şekil 4.3 : %100 Pamuklu Kumaş için İL.İP.1 (hav ipliği) Faktöründeki Değişimin Tutuşma Süresi Üzerine Etkisi

Grafikten görüldüğü gibi % 100 pamuklu kumaşta artan hav ipliği boyu ile tutuşma süresi artış göstermektedir. Tablo A.1’ deki verilere bakıldığında % 100 Pamuklu kumaşta, artan hav ipliği boyu ile kumaş gramajının artış gösterdiği görülmektedir. Dolayısıyla artan kumaş sıklığı tutuşma süresinde artışa yol açmıştır.



Şekil 4.4 : %100 Pamuklu Kumaş için İL.İP.3 (Bağlantı ipliği) Faktöründeki Değişimin Tutuşma Süresi Üzerine Etkisi

Grafikte görüldüğü gibi artan bağlantı ipliği boyu ile % 100 Pamuklu kumaşların tutuşma süreleri kısalmaktadır. Yine, Tablo A.1 incelendiğinde görülecektir ki, artan bağlantı ipliği boyu, kumaş gramajında düşüşe yol açmaktadır. Yani, azalan kumaş sıklığı, tutuşma süresinde kısalmaya yol açmaktadır.

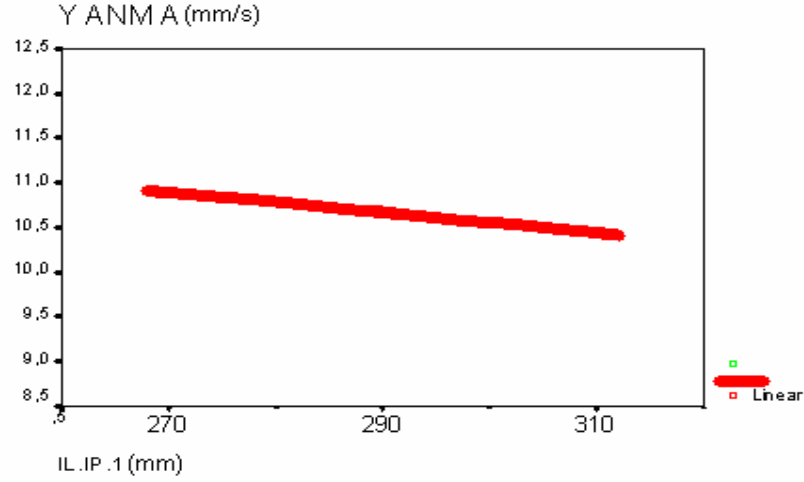


Şekil 4.5 : %100 Pamuklu Kumaş için İL.İP.2 (Yüzey ipliği) Faktöründeki Değişimin Yanma Hızı Üzerine Etkisi

Artan yüzey ipliği boyu ile % 100 pamuklu kumaşların yanma yayılma hızlarında azalma görülmektedir.

b. 65/35 Pamuk/Polyester Kumaşlar için

Bu kumaşlarda, ilmek iplik uzunluğundaki değişim kumaşların tutuşma süreleri üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir. Bunun yanında, İL.İP.1 (Hav ipliği) faktöründeki değişimin yanma hızları üzerinde etkisi aşağıdaki grafikte gösterilmektedir.

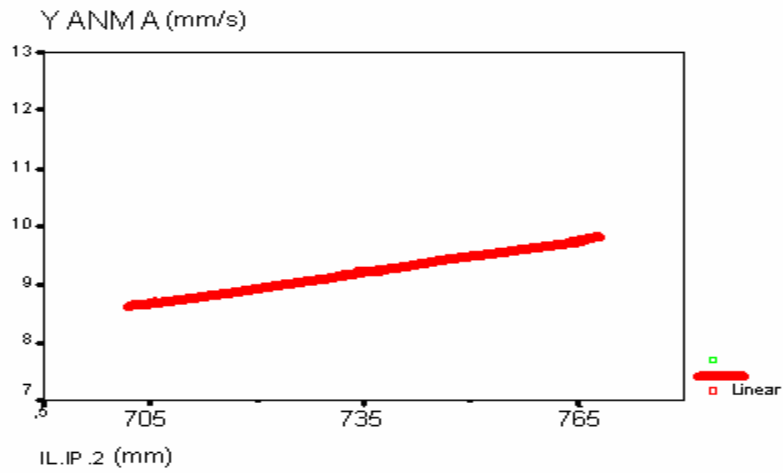


Şekil 4.6 : 65/35 Pamuk/Polyester Kumaş için İL.İP.1 (Hav ipliği) Faktöründeki Değişimin Yanma Hızı Üzerine Etkisi

Şekilden görüldüğü gibi 65/35 Pamuk/Polyester kumaşlar için hav ipliği boyundaki artış bu kumaşların yanma yayılma hızlarında düşüşe yol açmaktadır. Tablo A.1 gözlemlendiğinde, bu kumaşlarda artan hav ipliği boyunun gramajda artışa neden olduğu tespit edilecektir. Başka bir ifadeyle, artan kumaş gramajı, bu kumaşlarda yanma yayılma hızında düşüşe yol açmaktadır.

c. 65/35 Polyester/Pamuk Kumaşlar için

İlmek iplik uzunluklarındaki değişim kumaşların tutuşma davranışları üzerine önemli bir etkide bulunmamaktadır. Ancak İL.İP.2 (Yüzey ipliği)' deki değişim yanma hızları üzerinde etkiye sahiptir.

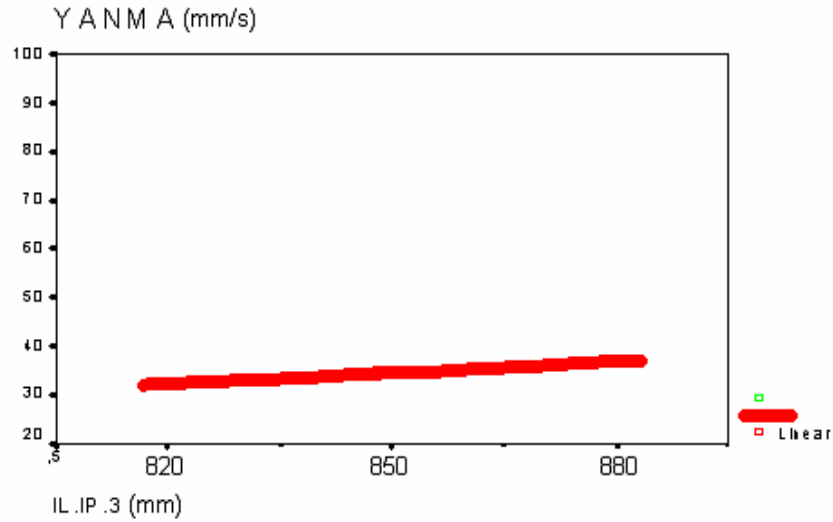


Şekil 4.7 : 65/35 Polyester/Pamuk Kumaş için İL.İP.2 (Yüzey ipliği) Faktöründeki Değişimin Yanma Hızı Üzerine Etkisi

Grafikten görüleceği gibi yüzey ipliğinin boyundaki artışla yanma yayılma hızı da artış göstermektedir. Ham kumaşların fiziksel parametre ölçüm değerlerinin yer aldığı Tablo A.1' e bakıldığında, 65/35 Polyester/Pamuk kumaşlarda artan yüzey ipliği boyu kumaş gramajında düşüşe yol açmaktadır. Yani, azalan kumaş sıklığıyla birlikte, yanma yayılma hızı artış göstermektedir.

d. % 100 PET Kumaşlar için

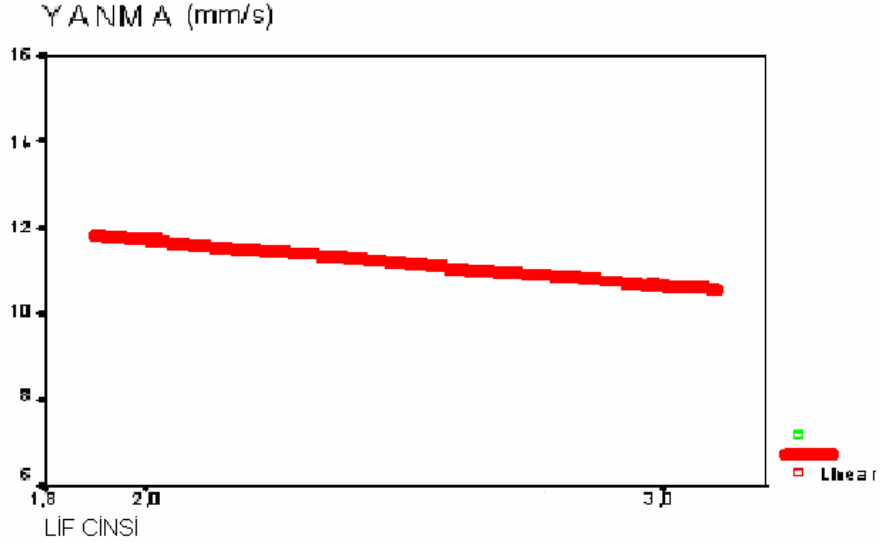
İlmek iplik uzunluklarındaki değişim % 100 PET kumaşların tutuşma davranışları üzerinde önemli bir etki yaratmamaktadır. Bunun yanında İL.İP.3 faktörü bu kumaşların yanma hızları üzerinde etkiye sahiptir.



Şekil 4.8 : % 100 Polyester Kumaş için İL.İP.3 (Bağlantı ipliği) Faktöründeki Değişimin Yanma Hızı Üzerine Etkisi

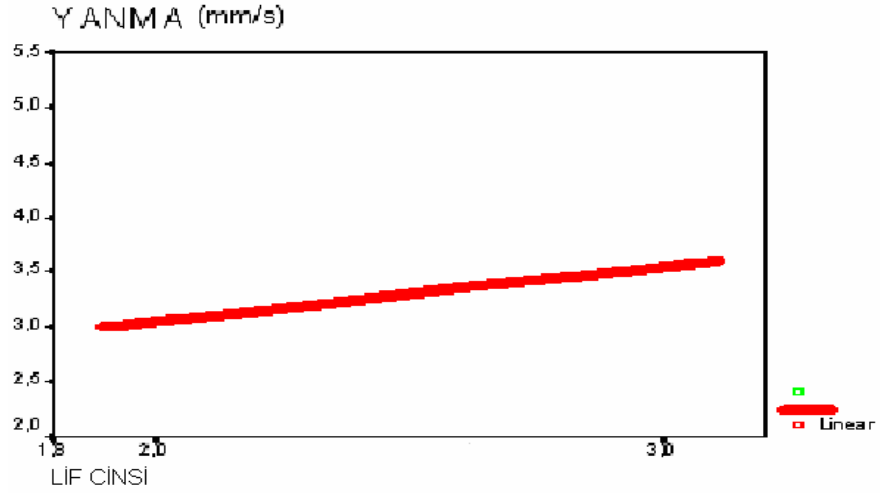
Bağlantı ipliğinin boyundaki artışla yanma yayılma hızının da artış gösterdiği şekilden tespit edilmektedir.

Lif cinsi ve ilmek iplik uzunluklarındaki değişimin kumaşların 60 cm' deki ve enine yanma yayılma hızları üzerindeki etkisini görmek amacıyla, 65/35 Pamuk/Polyester ve 65/35 Polyester/Pamuk kumaşlara yapılan deneylerin sonucu incelendiğinde aşağıdaki analiz değerleri elde edilmektedir.



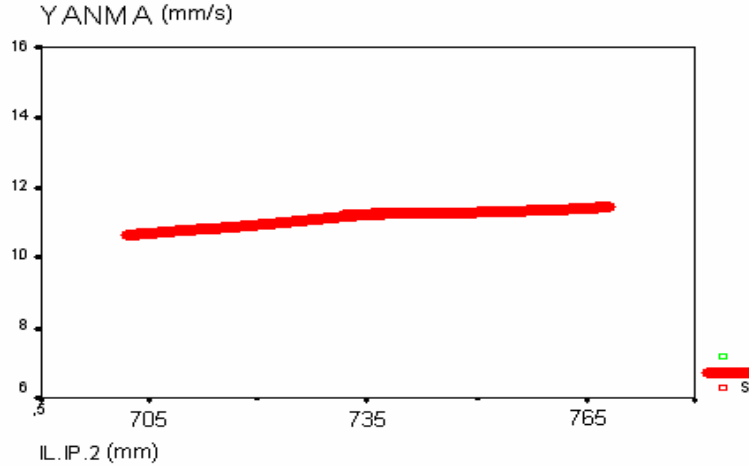
2. 65/35 Pamuk/PET, 3. 65/35 PET/Pamuk

Şekil 4.9 : Lif Cinsinin Kumaşların 60 cm’ deki Yanma Yayılma Hızı Üzerine Etkisi
Grafikten görüldüğü gibi artan polyester oranı ile 60 cm’ lik yanma boyu için yanma yayılma hızı azalmaktadır.



2. 65/35 Pamuk/PET, 3. 65/35 PET/Pamuk (Yatay eksen)

Şekil 4.10 : Lif Cinsinin Kumaşların Enine Yanma Yayılma Hızı Üzerine Etkisi
Artan polyester oranıyla enine yanma yayılma hızının arttığı yukarıdaki şekilden görülmektedir



Şekil 4.11 : Yüzey İpliği Boyundaki Değişimin Kumaşların 60 cm’ deki Yanma Yayılma Hızı Üzerine Etkisi

Artan yüzey ipliği değerinin yanma yayılma hızını arttıracak yönde etkide bulunduğu şekilden görülmektedir.

4.2 Geçirdiği Terbiye İşlemlerinin Üç İplik Örmeye Kumaşın Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

Üç iplik örmeye kumaşların geçirdiği terbiye işlemlerinin, kumaş yanıcılığı üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, % 100 Pamuklu, 65/35 Pamuk/PET ve 65/35 PET/Pamuklu kumaşlara ağartma, % 100 Pamuklu, 65/35 Pamuk/PET, 65/35 PET/Pamuklu ve % 100 PET kumaşlara reaktif boyama ve dispers boyama yapılmıştır.

Yukarıda bahsedilen kumaşlara üç farklı hidrojen peroksit konsantrasyonunda ağartma işlemi uygulanmıştır.

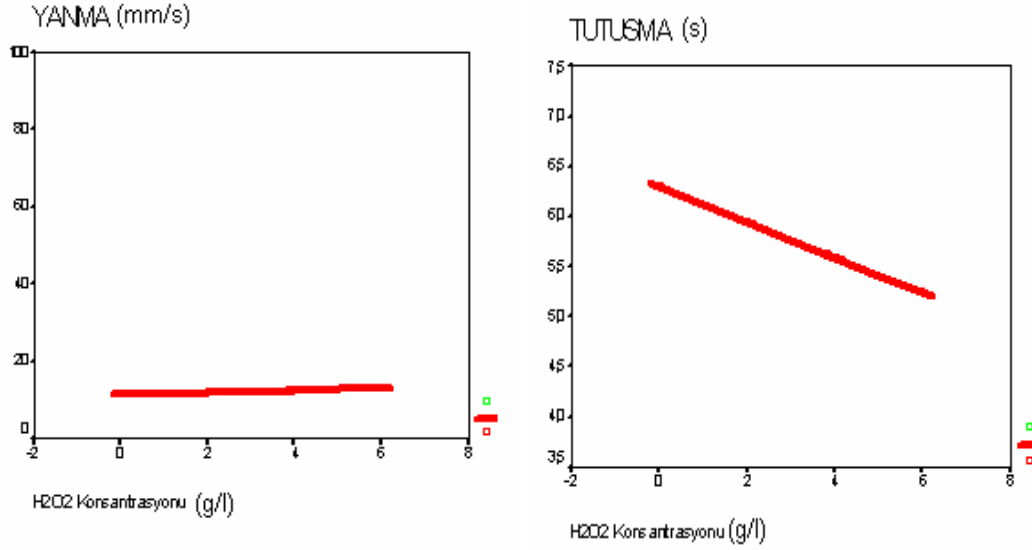
- Ağartma İşleminin Kumaşların Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

Tablo 4.2 : Ağartma İşlemi ve Yanma Davranışları için Manova Analizi(Tablo A.3’ deki veriler ışığında)

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
KASAR	TUTUŞMA	242,898	3	80,966	358,578	,000	,526
	YANMA30	471,814	3	157,271	8,888	,000	,027

a R Squared = ,526 (Adjusted R Squared = ,525)

b R Squared = ,027 (Adjusted R Squared = ,024)



Şekil 4.12 : Ağartma Konsantrasyonu ile Yanma Yayılma Hızı ve Tutuşma Süresi Arasındaki İlişki

Yukarıdaki grafiklerden görüldüğü üzere, artan hidrojen peroksit konsantrasyonu ile tutuşma süreleri önemli oranda kısalmakta, yanma yayılma hızlarında ise görece daha düşük bir önem seviyesinde artış gözlenmektedir. Yanma yayılma hızındaki bu düşük önemdeki artışın kaynağını belirlemek amacıyla lif grupları tek tek ele alınmıştır.

Tablo 4.3 : %100 Pamuklu Kumaş için Manova Analizi

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
KASAR	TUTUŞMA	73,632	3	24,544	150,700	,000	,586
	YANMA30	1026,492	3	342,164	9,053	,000	,078

a R Squared = ,586 (Adjusted R Squared = ,582)

b R Squared = ,078 (Adjusted R Squared = ,070)

Tablo 4.4 : 65/35 Pamuk/PET Kumaşlar için Manova Analizi

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
KASAR	TUTUŞMA	104,617	3	34,872	219,312	,000	,673
	YANMA30	679,878	3	226,626	124,169	,000	,538

Tablo 4.5 : 65/35 PET/Pamuk Kumaşlar için Manova Analizi

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
KASAR	TUTUŞMA	96,633	3	32,211	181,917	,000	,630
	YANMA30	1593,717	3	531,239	220,387	,000	,674

a R Squared = ,630 (Adjusted R Squared = ,627)

b R Squared = ,674 (Adjusted R Squared = ,671)

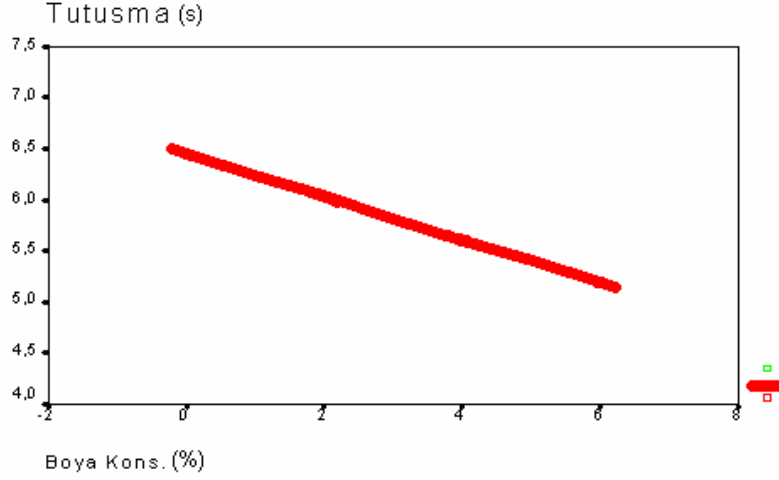
Analiz sonuçlarından görüldüğü gibi ağartma konsantrasyonu ile kumaşların yanma davranışları arasında önemli bir korelasyon bulunmaktadır. Bu korelasyon 65/35 PET/Pamuk kumaşlarda en fazla % 100 Pamuklu kumaşlarda ise en azdır. Yukarıdaki grafikte yanma yayılma hızı ve peroksit konsantrasyonu arasındaki korelasyonun düşük çıkması, % 100 Pamuklu kumaşlardan kaynaklanmaktadır. Zira bu kumaşlar için ağartma konsantrasyonu ile yanma yayılma hızı arasındaki etki değerleri en azdır. Ancak, diğer kumaşlar için oldukça yüksek etki değerleri mevcuttur. Artan Hidrojen Peroksit konsantrasyonu ile kumaşların tutuşma sürelerindeki kısalmanın ve yanma yayılma hızlarındaki artışın nedeni, ağartma işlemi ile birlikte ham kumaş yapısındaki safsızlıkların uzaklaştırılması ve ortaya çıkan kumaş yapısının yanma için temiz yakıt oluşturmasıdır.

- Boyama İşleminin Kumaşların Yanma Davranışı Üzerine Etkisi

Boyama konsantrasyonunun kumaşların yanma davranışları üzerine etkisini gözlemlemek amacıyla her bir lif grubu tek tek ele alınmıştır. Tablo A.4 ‘ deki veriler yardımıyla aşağıdaki Manova analizleri elde edilmiştir.

Tablo 4.6 : % 100 Pamuk Kumaşlar için Manova Analizi

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
BOYA	TUTUSMA	103,379	3	34,460	473,339	,000	,819
	YANMA	418,445	3	139,482	8,171	,000	,072

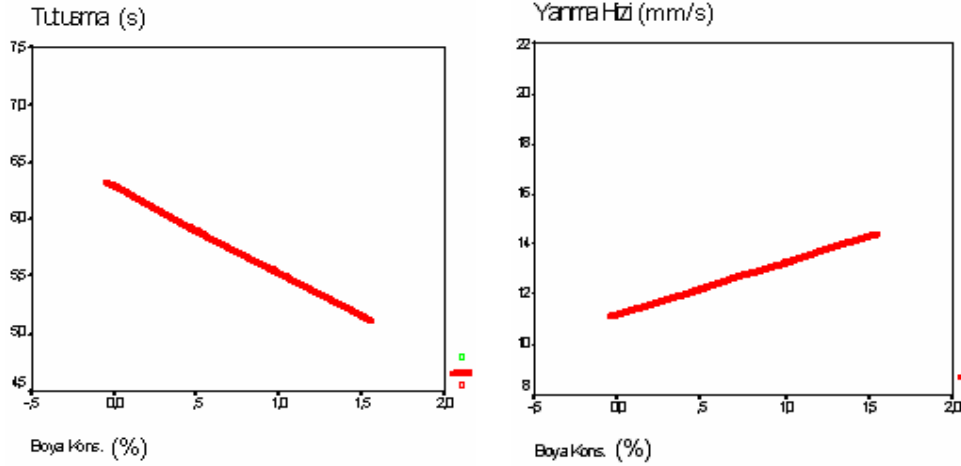


Şekil 4.13 : % 100 Pamuklu Kumaş için Reaktif BM Konsantrasyonu ve Tutuşma Süresi Arasındaki İlişki

Analiz sonucundan görüldüğü gibi % 100 Pamuklu kumaş için boyama konsantrasyonu ve tutuşma süresi arasında önemli korelasyon görülmekte ancak, boyama konsantrasyonu ile yanma yayılma hızı arasında önemli bir korelasyon görülmemektedir.

Tablo 4.7: 65/35 Pam/PET Kumaş için Manova Analizi

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
BOYA	TUTUSMA	89,043	3	29,681	323,856	,000	,756
	YANMA	1141,358	3	380,453	162,240	,000	,608

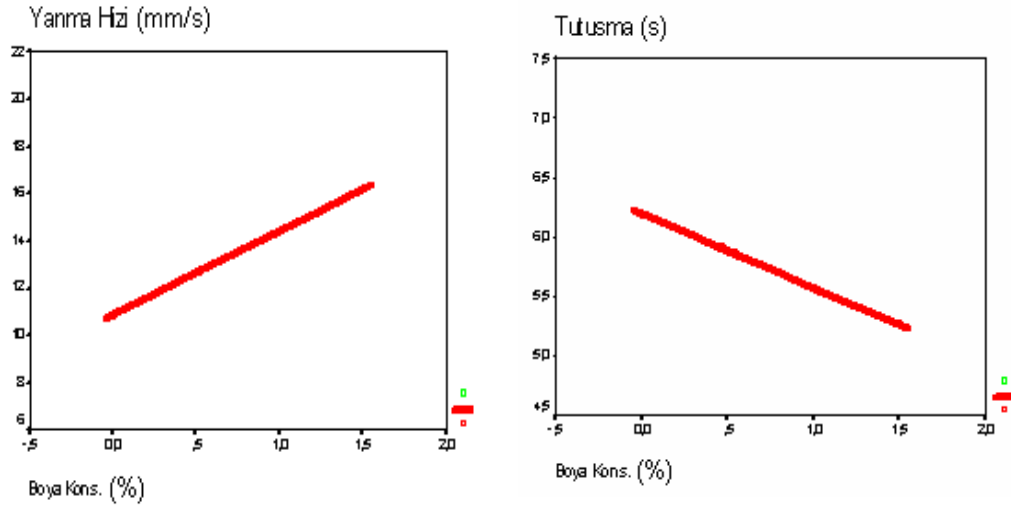


Şekil 4.14 : 65/35 Pamuk/PET Kumaşlar için BM Konsantrasyonu ve Yanma Davranışları Arasındaki İlişki

Yukarıdaki analiz değerlerinden görüldüğü gibi 65/35 Pamuk/PET kumaşlar için, boyama konsantrasyonu ve yanma değerleri arasındaki önemli bir etki bulunmaktadır ve yine şekillerden görüldüğü gibi artan boyarmadde konsantrasyonu ile tutuşma süreleri kısalmakta ve yanma yayılma hızları ise artış göstermektedir.

Tablo 4.8 : 65/35 PET/Pamuk Kumaş için Manova Analizi

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
BOYA	TUTUSMA	76,817	3	25,606	271,342	,000	,722
	YANMA	2096,270	3	698,757	259,750	,000	,713

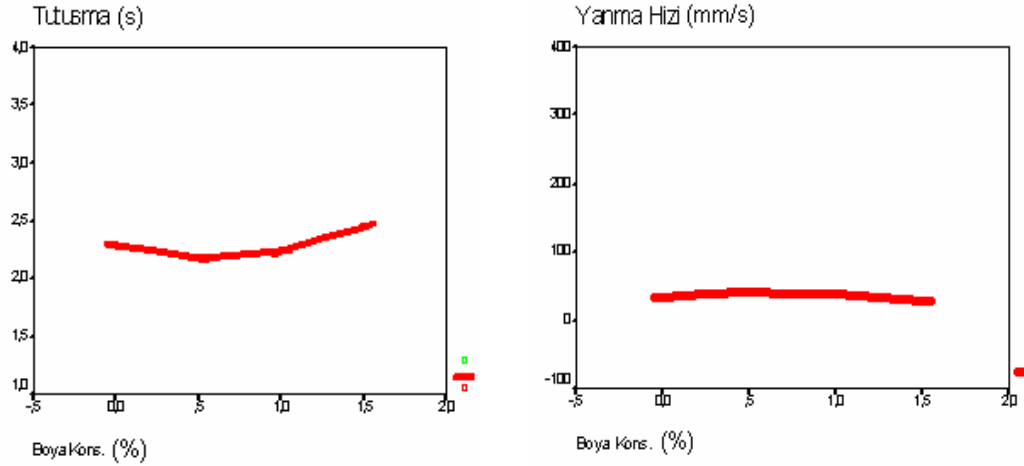


Şekil 4.15 : 65/35 PET/ Pamuk Kumaşlar için BM Konsantrasyonu ve Yanma Davranışları Arasındaki İlişki

Yukarıdaki şekillerden görüldüğü üzere artan boyarmadde konsantrasyonu bu kumaşların tutuşma sürelerinde kısalmaya, yanma yayılma hızlarında ise artışa neden olmaktadır.

Tablo 4.9 : % 100 PET Kumaşlar için Manova Analizi

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
BOYA	TUTUSMA	5,055	3	1,685	19,472	,000	,157
	YANMA	6960,467	3	2320,156	4,806	,003	,044

**Şekil 4.16 : % 100 PET Kumaşlar için Dispers Boyarmadde Konsantrasyonu ile Yanma Davranışı Arasındaki İlişki**

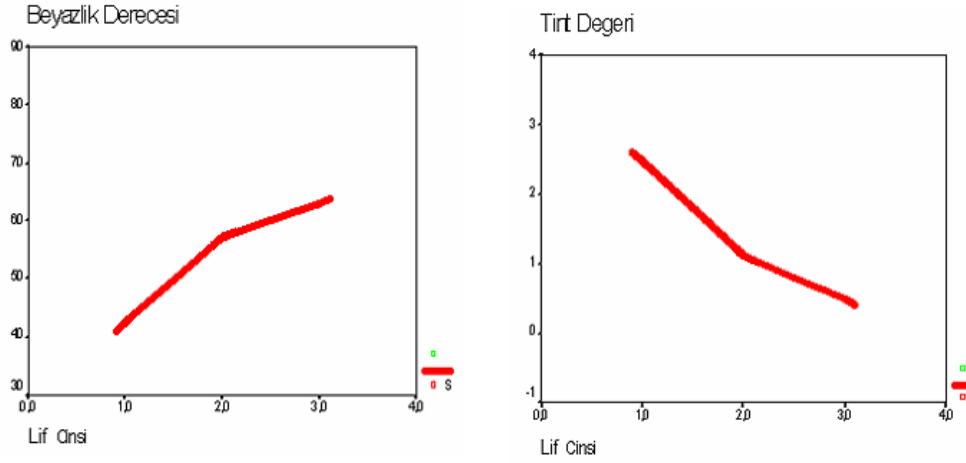
% 100 PET kumaşlar için boyarmadde konsantrasyonu ile yanma davranışları arasında lineerden çok quadratik bir ilişki olduğu görülmektedir. İlk boyamayla birlikte tutuşma süresinin kısaldığı ancak, konsantrasyonda meydana gelen artışla tutuşma süresinin arttığı görülmektedir. Yanma yayılma hızının ise ilk iki konsantrasyon için arttığı, daha sonra ise azaldığı şekilden görülmektedir.

4.3 Kumaş Özellikleri ve Renk Değerleri Arasındaki İlişki

Her bir konsantrasyon için, kasarlı kumaşlarda beyazlık derecelerine ve tint (kirlenme) değerlerine, boyalı kumaşlar için ise L, a, b ve KS renk verimi değerlerine bakılmıştır.

Tablo 4.10 : Beyazlık Derecesi ve Tint Değeri için Manova Analizi (Tablo A.5’ deki veriler ışığında)

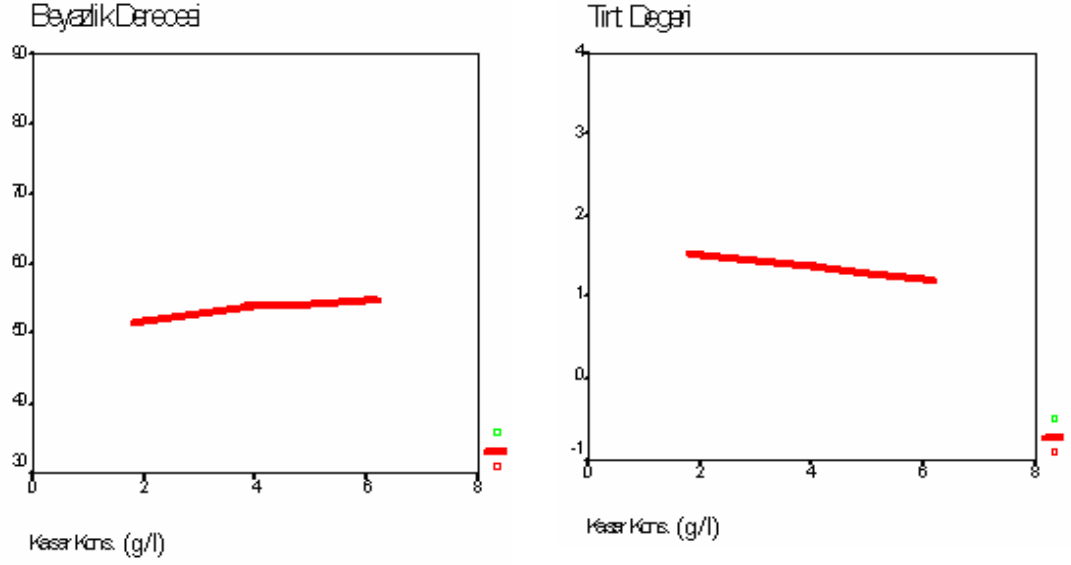
Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
LİFCİNSİ	BEYAZLIK	60284,647	2	30142,323	526,640	,000	,593
	TINT	505,827	2	252,913	932,484	,000	,720
KASAR	BEYAZLIK	9288,097	2	4644,049	81,140	,000	,183
	TINT	34,959	2	17,480	64,447	,000	,151



1. %100 Pamuk, 2. %65/35 Pamuk/PET, 3. %65/35 PET/Pamuk (Yatay eksende)

Şekil 4.17 : Lif Cinsi ve Beyazlık Derecesi-Tint Değeri Arasındaki İlişki

Şekillerden görüldüğü üzere % 100 Pamuktan, karışımlara doğru gidildikçe ve PET oranı arttıkça tint değeri azalmakta, beyazlık derecesi artmaktadır.



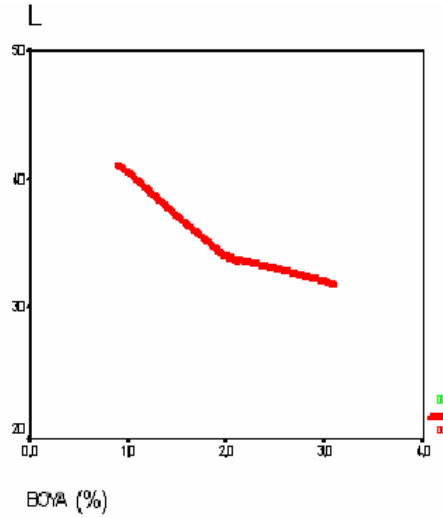
Şekil 4.18 : Ağartma Konsantrasyonu ve Beyazlık Derecesi-Tint Değeri Arasındaki İlişki

Artan ağartma konsantrasyonu(g/l H_2O_2) ile beyazlık dercesinin arttığı, tint değerinin de azaldığı şekilden görülmektedir. Artan Hidrojen peroksit konsantrasyonu ile pamuğa sarımtırak rengi veren safsızlıklar (hemiselüloz, pektin) daha fazla uzaklaştırıldığı için daha beyaz bir lif elde edilmektedir. Beyazlık derecesindeki artışın peroksit konsantrasyonunun 2 g/l 'den 4 g/l' ye geçişinde daha fazla olduğu daha sonra bu artış miktarının azaldığı görülmektedir.

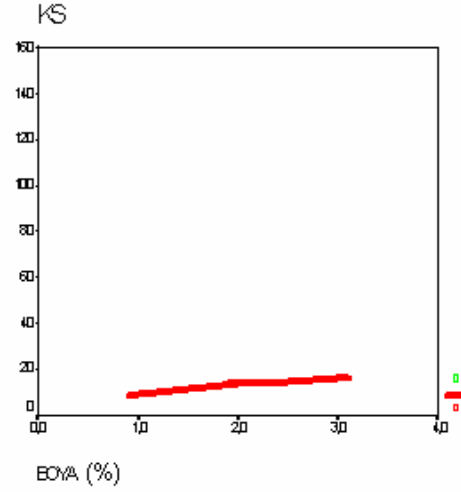
Tablo 4.11 : Renk Değerleri için Manova Analizi (Tablo A.6’ daki veriler ışığında)

Faktör ve/veya Etkileşiml eri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
IL.IP.1	L	,825	2	,412	,311	,733	,001
	A	18586,229	2	9293,114	13,313	,000	,027
	B	58722,165	2	29361,083	1,619	,199	,003
	KS	159,490	2	79,745	2,628	,073	,006
IL.IP.2	L	29,025	2	14,513	10,926	,000	,023
	A	18838,480	2	9419,240	13,494	,000	,028
	B	22565,589	2	11282,794	,622	,537	,001
	KS	237,520	2	118,760	3,914	,020	,008
IL.IP.3	L	1,208	2	,604	,455	,635	,001
	A	5038,702	2	2519,351	3,609	,027	,008
	B	21297,072	2	10648,536	,587	,556	,001
	KS	90,362	2	45,181	1,489	,226	,003
BOYA	L	12182,838	2	6091,419	4585,940	,000	,906
	A	10210,377	2	5105,188	7,314	,001	,015
	B	75016,270	2	37508,135	2,068	,127	,004
	KS	9076,458	2	4538,229	149,574	,000	,240

Analizden görüldüğü gibi ilmek iplik uzunluğu değerleri renk değerleri üzerinde önemli bir etki yaratmamaktadır. Renk değerleri üzerinde esas olarak, değişen boyama konsantrasyonu etkiye sahiptir. Boyama konsantrasyonu ise esas olarak L ve KS değerleri üzerinde önemli etkiye sahiptir.



Şekil 4.19 : BM Konsantrasyonu ve L Renk Değeri Arasındaki İlişki



Şekil 4.20 : BM Konsantrasyonu ve KS Renk Verimi Değeri Arasındaki İlişki

Şekillerden görüldüğü üzere artan boyama konsantrasyonu L renk değerinde azalmaya, KS renk verimi değerinde ise artışa neden olmaktadır.

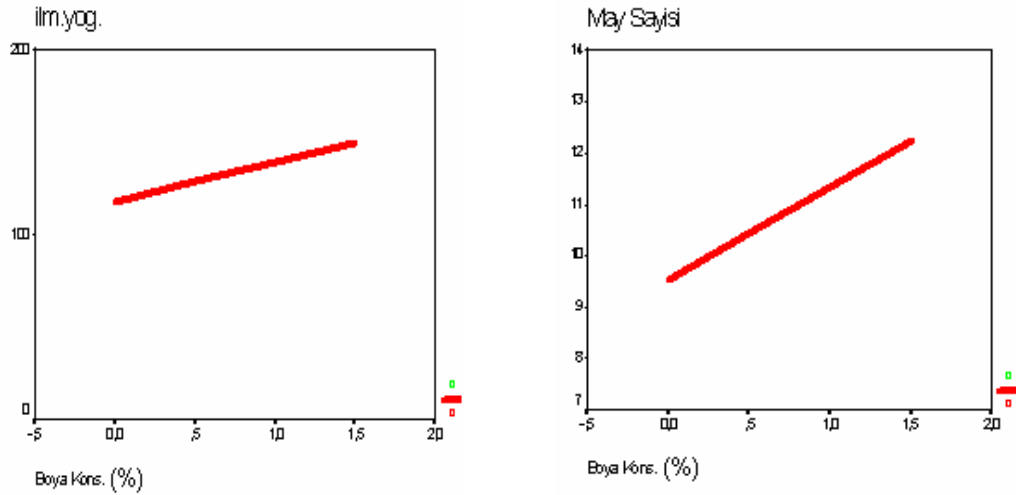
4.4 Terbiye İşlemlerinin Kumaşların Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi

Yapılan terbiye işleminin kumaşların may sayısı, sıra sayısı, ilmek yoğunluğu, gramaj, kalınlık, patlama mukavemeti ve boncuklaşma gibi fiziksel özellikleri üzerine etkisini görmek amacıyla 3 farklı konsantrasyona göre boyanmış kumaşların ilgili fiziksel özellikleri ölçülmüş ve bu değerler ham kumaş değerleri ile kıyaslanmıştır.

Tablo 4.12 : Fiziksel Kumaş Parametreleri için Manova Analizi (Tablo A.7’ deki veriler ışığında)

Faktör ve/veya Etkileşimleri	Bağımlı değişkenler	Tip II Karelerin Toplamı	Serbestlik derecesi df	Ortalama karesi	F değeri	Sig. Önem seviyesi	Etki eta2
BOYA	SıRA	33,833	3	11,278	1,257	,288	,003
	MAY	2233,778	3	744,593	1832,642	,000	,810
	ILM.YOG	317407,942	3	105802,647	718,719	,000	,625
	GRAMAJ	2395441,782	3	798480,594	623,293	,000	,591
	KALINLIK	60,852	3	20,284	2938,589	,000	,872
	BONCUK	36,470	3	12,157	29,887	,000	,065
	PATLAMA	2561,526	3	853,842	120,143	,000	,271

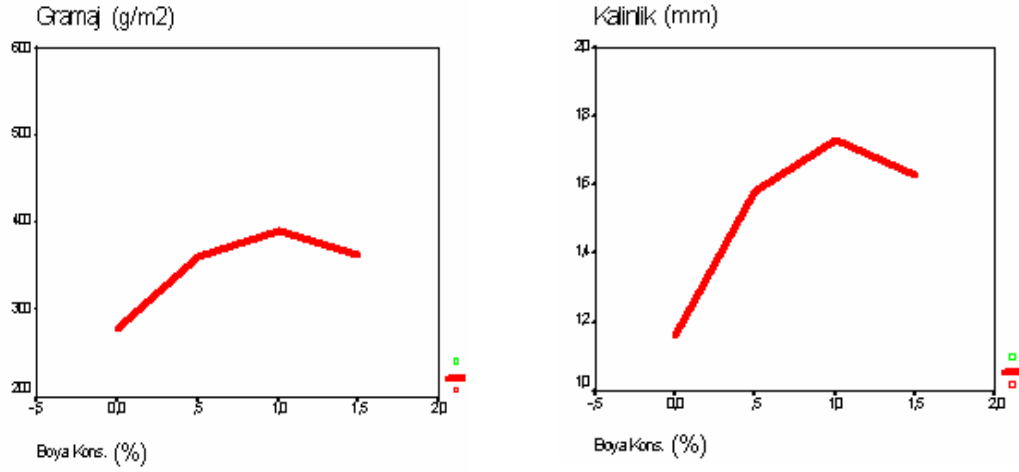
Analiz değerlerinden görüldüğü gibi terbiye işlemi ve kumaşın fiziksel özellikleri arasında önemli bir etkileşim olmaktadır.



Şekil 4.21 : BM Konsantrasyonu ve May Sayısı-İlmek Yoğunluğu Değerleri Arasındaki İlişki

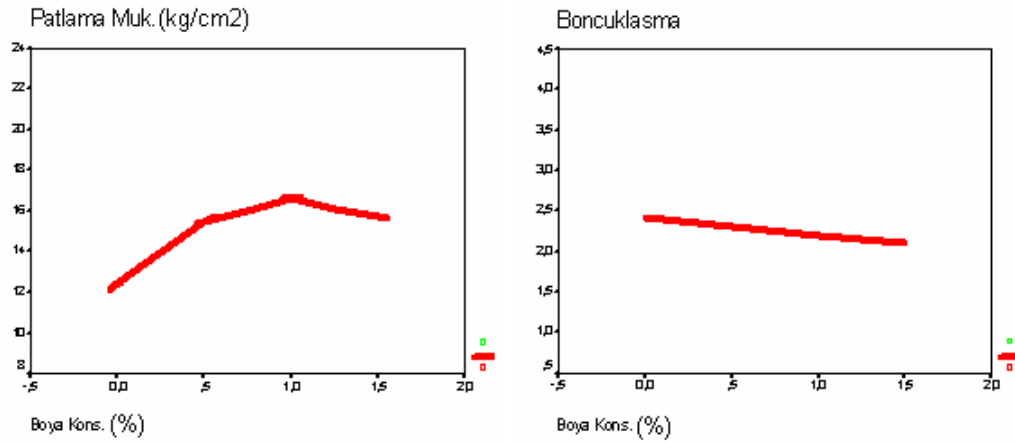
Burada boyama işlemi ile birlikte kumaşların may sayıları ve ilmek yoğunluğu değerleri artış göstermektedir. Boyama işlemleri sırasında tatbik edilen mekanik

kuvvetler, ısı ve nem etkisi ile iç gerilmelerinden kurtulan kumaş yapısı daha sıkı bir vaziyet almaktadır.



Şekil 4.22 : BM Konsantrasyonu ve Gramaj-Kalınlık Değerleri Arasındaki İlişki

Yine burada da yukarıda sayılan aynı nedenlerle sıkılaştıran kumaş yapısı gramaj ve kalınlık artışı olarak kendini göstermektedir.



Şekil 4.23 : BM Konsantrasyonu ve Boncuklaşma-Patlama Muk. Değerleri Arasındaki İlişki

Terbiye işlemleri ile kumaşların boncuklaşma değerleri kötüleşmektedir. Patlama dayanımları ise artış göstermektedir. Terbiye işlemleri sırasında meydana gelen sürtünme, kumaşı oluşturan ipliklerin yapısından liflerin yüzeye çıkmasına ve kumaşların yüzeyinde tüylü ve boncuk şeklinde bir görüntü oluşturmak suretiyle boncuklaşma değerinin kötüleşmesine neden olmaktadır. Patlama dayanımlarındaki artışa ise, artan kumaş sıkılığı yol açmaktadır.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Üç iplik örme kumaş yapısının ve geçirdiği terbiye işlemlerinin bu kumaşların yanma davranışları üzerine etkisini görmek amacıyla 108 adedi ham halde, 243 adedi kasar sonrası ve 315 adedi de boyama sonrası olmak üzere toplam 666 adet kumaş test edilmiştir. Numuneler may çizgisine paralel (boyuna) kesilerek hazırlanmış ve yanma davranışları BS 5438 dikey yanma test metoduna göre ölçülmüştür.

Ham kumaş parametreleri üzerinden yapılan MANOVA analizi sonucu, kumaşların yanma davranışları açısından en önemli parametrenin lif cinsi olduğu görülmüştür. Kumaş yapısındaki PET varlığı ve miktarının artışı ile birlikte tutuşma süreleri kısalmış yanma yayılma hızları artış göstermiştir. İlmek iplik uzunluklarının ise tutuşma süreleri açısından önem arz ettiği, İL. İP. 3 (yüzey ipliği) 'ün ise en fazla etki gösteren iplik olduğu tespit edilmiştir.

Dolayısıyla ham kumaş yanıcılığı açısından önemli olan kumaş parametreleri, lif cinsi, karışım oranı ve ilmek iplik uzunluğu değerleri olarak elde edilmiştir.

Artan Hidrojen Peroksit konsantrasyonu ile birlikte tutuşma süreleri genel olarak azalma göstermiş, yanma yayılma hızları ise karışımlarda artış göstermiş, % 100 Pamuklu kumaşlarda ise önemli bir değişim göstermemiştir. Karışımlardan ise 65/35 PET/Pamuk, peroksit konsantrasyonu ile en yüksek korelasyonu göstermiştir.

% 100 Pamuklu kumaşlara yapılan reaktif boyama işlemleri sonrası bu kumaşların tutuşma süreleri önemli oranda kısalmış, yanma yayılma hızlarında ise kayda değer bir değişim olmamıştır.

Karışımlara yapılan çift boyama işlemleri sonrası bu kumaşların tutuşma süreleri önemli oranda kısalmış; yanma yayılma hızları ise önemli oranda artmıştır. Yine karışımda en yüksek PET oranına sahip kumaş grubu boyarmadde konsantrasyonu ile yanma davranışı açısından en önemli korelasyonu göstermiştir.

Dispers boyarmadde konsantrasyonu ile % 100 PET kumaşların tutuşma sürelerinde bir miktar düşüş gözlenmiş, yanma yayılma hızlarında ise dikkat çeken bir değişim yakalanamamıştır. Çeşitli konsantrasyonlarda uygulanan kasar işlemleri sonrası kumaşların beyazlık derecelerine ve kirlilik değerlerine bakılmış, artan kasar konsantrasyonu ile birlikte beyazlık derecesinin arttığı, kirlilik değerinin azaldığı gözlenmiş, H₂O₂ konsantrasyonunun 2 g/l' den 4 g/l' ye geçişinde, 4 g/l' den 6 g/l' ye geçişine göre beyazlık derecesinde daha yüksek oranda bir artış sağlanmıştır. Lif cinsinin ise burada en önemli parametre olduğu PET lifi varlığı ve karışımda bu lif oranının artışı ile beyazlık derecelerinde artış gözlenmiştir.

Boyama işlemleri sonrası ölçülen renk değerlerinin ise kumaş konstrüksiyonundan önemli oranda etkilenmediği esas olarak artan boyarmadde konsantrasyonu ile değişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu renk değerlerinden L ve K/S, boyarmadde konsantrasyonundan en çok etkilenen değerler olmuştur. Özellikle L değeri, artan boyarmadde konsantrasyonu ile önemli oranda artış göstermiştir.

Boyama işlemleri sonrası kumaşların sıra sayısı, may sayısı, ilmek yoğunluğu, gramaj, kalınlık, boncuklaşma, ve patlama mukavemeti gibi bazı fiziksel özelliklerine de bakılmıştır. Elde edilen veriler ışığında terbiye işlemleri ile birlikte, ilmek yoğunluğunun, gramajın, kalınlığın ve patlama mukavemetinin önemli oranda artış gösterdikleri belirlenmiştir.

Kumaşların yanma davranışlarının değerlendirilmesinde ilk adım tutuşma süreleridir. Bu çalışma sonunda üç iplik örme kumaşların tutuşma sürelerini etkileyen önemli parametreler, lif cinsi, karışım oranı, geçirdiği terbiye işlemleri ve yüzey ipliği olarak tespit edilmiştir.

Yanma yayılma hızlarını etkileyen önemli parametreler ise lif cinsi, karışım oranı ve geçirdiği terbiye işlemleridir. Beyazlık derecesini ve renk değerlerini etkileyen parametreler geçirdiği terbiye işlemleri ve lif cinsidir.

Bu sonuçlar ışığında, herhangi bir üç iplik örme kumaş için uygun yanma değerlerinin eldesi açısından, lif cinsinin % 100 pamuk olarak belirlenmesi, yüzey ipliğinin boyunun mümkün olduğu kadar arttırılması ve hav ipliğinin boyunun kısa tutulması, ağartma konsantrasyonu olarak, tutuşma süresini ve beyazlık derecesini makul bir seviyede tutma açısından 4 g/l' nin seçilmesi uygun olacaktır. Kumaş maliyetinin dengelenmesi açısından Pamuk/Polyester karışımlarının kullanılacağı

durumlar için, PET oranını mümkün olduğu kadar düşük tutmak, hav ipliği boyunu arttırmak, ağartma konsantrasyonunu maksimum 2 g/l seviyelerinde tutmak ve açık ve orta renklerde boyama yapmak bu cins kumaşlarda yanma davranışları açısından optimum sonuçları sağlayacaktır.

Bu çalışmanın daha da ileri götürölmesi açısından, iplik numarasının ve cinsinin ve sıklıkla uygulanan şardonlama işleminin bu kumaşların yanma davranışı üzerine etkisi incelenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Yıldırım F. F. ve Güçer Ş.**, “Yangın Riskinin Azaltılmasında Güç Tutuşur Malzemelerin Kullanımı ve Performans Testleri”, TÜBİTAK-Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı, www.bilesim.com.tr/mistportal/showmakale.
- [2] “The Danger of Polyester-Cotton Blends-Fabric Flammability”, www.findarticles.com/p/articles/mi_m1200/is_v129/
- [3] “Facts About Fabric Flammability”, jammieshop.com/NCR174.pdf.
- [4] **Padmashwini R., Kavitha T., Paramasivam S. ve Giri Dev V R.**, “Fire-resistant fabrics:An overview”, <http://www.indiantextilejournal.com/Articles/ms-oct05-fireresistant.pdf>
- [5] “Fabric variations matter”, www.fuzzygalore.biz
- [6] “Fabric flammability”, <http://www.extension.iastate.edu/textiles/fag.html>
- [7] **Zor L.**, “Laboratuvarda Yangın ve Patlama Olayları ve Önlemleri”, www.aof.edu.tr/kitap/IOLTP/2282/unite20.pdf.
- [8] “2004 yılı İstanbul itfai Olaylar çizelgesi”, www.iETT.gov.tr
- [9] **Özcan G.**, “Örme Kumaş Yapısının Güç Tutuşma Özelliklerine Etkisi, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [10] **Khattab M.A., ElRafey M.E. ve Darwish A.A., Kandil S.H.**, 1996. Spontaneous Ignition of Oil-contaminated Cotton Fabric, *Fire and Materials*, **20**, 167-172
- [11] **Zaikov G. E. ve Lomakin S. M.**, 1998. Polymer Flame Retardancy: A New Approach, *Journal of Applied Polymer Science*, **68**, 715-725
- [12] **Guo J.**, The Effects of Household Fabric Softeners on the Thermal Comfort and Flammability of Cotton and Polyester Fabrics, <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-05072003-143334/unrestricted/finalthesis.pdf>

- [13] **Candan C. ve Özcan G.**, Impact of Production Parameters on Some Properties of Three Thread Fleece Fabrics, <http://www.tex.tuiasi.ro/contents.pdf>
- [14] **Özcan G.**, 2004. Flame Retardation in Home Textile Products, Sectors, *TurkishTime*, **June-July**, 5
- [15] “Flammability of Textiles-A Burning Issue”, TexTalk, www.colour-chem.com, 6, September, 2001
- [16] **Carr C. M.**, “Chemistry of the Textiles Industry, Blackie Academic&Professional, 1995, 126-128
- [17] “Health Aspects of Flame Retardants in -Textiles”, Bundesministerium für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz, October, 1998
- [18] “Conclusions and Recommendations for the Protection of Human Health and the Environment”,
<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc192.htm>
- [19] **Kayatürk N.**, Güç Tutuşur Apre Uygulamaları,
<http://www.gemsan.com/pdf/GEMSAN43.pdf>
- [20] **Bourbigot S. ve Flambard X.**, 2002. Heat Resistance and Flammability of High Performance Fibres: A Review, *Fire and Materials*, **26**,155-168
- [21] **Özcan G. ve Candan C.**, 2005. Properties of Three-Thread Fleece Fabrics, *Textile Research Journal*, **February**, 129-133
- [22] **Warner S. B.**, 1995. Fiber Science, Englewood Cliffs, New Jersey, 230-242
- [23] **Momoh M., Eboatu A. N., Kalie M. ve Abdulrahman F. W.**, 1990. Effect of Flame-Retardant Treatment on the Thermal Behavior of Cotton Fabric, *Textile Research Journal*, **60**, 557-560
- [24] **Kurose A. ve Shirai H.**, 1996. Flammability of Cotton Fabric Treated with Ni(II) Partially Phosphorylated Polyvinyl Alcohol Complexes, *Text.Research Journal*, **66**, 184
- [25] **Nelson M.**, Combustion of Polymers, Oxygen-Index Methods,
<http://www.uow.edu.au/~mnelson/review.dir/oxygen.html>

- [26] **Göl İ.**, Polyester/Pamuk Karışımlarında Güç Tutuşurluk Özelliği
Kazandırma Konusunda Gelişmeler, Tekstil ve Makine IV. Tekstil
Sempozyumu Özel Sayısı
- [27] **Özcan G., Dayıoğlu H., Candan C.**, 2000. Tekstil malzemelerinin yanma
kabiliyeti, *Tekstil&Teknik*, **Aralık**, 154-160
- [28] **Johnson., James R., Sujarit, ve Chumpon.**, Flame resistant
polyester/cotton fabric and process for its production,
<http://freepatentsonline.com/4748705.html>
- [29] **Rossi R. M., Bruggmann G. ve Staempfli R.**, 2005. Comparison of
Flame Spread of Textiles and Burn Injury Prediction with a Manikin,
Fire and Material, **29**, 395-406
- [30] **Wu W., Yang C. Q.**, 2003. Correlation Between Limiting Oxygen Index
and Phosphorus/Nitrogen Content of Cotton Fabrics Treated with a
Hydroxy-Functional Organophosphorus Flame-Retarding and
Dimethyloldihydroxyethyleneurea, *Journal Applied Polymer
Science*, **90**, 1885-1890
- [31] **Zaikov G. E. ve Lomakin S. M.**, 1998. Polymer Flame Retardancy: A
New Approach, *Journal of Applied Polymer Science*, **68**, 715-725
- [32] **Özcan G., Dayıoğlu H. ve Candan C.**, 2004. Tekstilde Güç Tutuşma
Teknikleri, *Tekstil&Teknik*, **Haziran**, 318-329
- [33] **Horrocks A. R. ve Price D.**, Fire Retardant Materials, woodhead
Publishing, 2003
- [34] **Nametz R.C.**, “Flame –Retarding Synthetic Textile Fibers”,
<http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/iechad/1970/62/i03/f-pdf>
- [35] **Bhatnagar V. M.**, 1975. Flammability of Apparel, *Progress in Fire
Retardancy Series*, **7**, 15-20
- [36] **Oglesbay F. B.**, The Flammable Fabrics Problem,
<http://ip.bmjournals.com/cgi/reprint/4/4/317.pdf>
- [37] **Yakartepe M. ve Yakartepe Z.**, Tekstil Terbiye Teknolojisi; Kasardan
Apreye, cilt 4, İstanbul, 1995, 1012-1014

- [38] **Yakartepe M. ve Yakartepe Z.**, Tekstil Terbiye Teknolojisi; Kasardan Apreye, cilt 5, İstanbul, 1995, 1306-1307
- [39] **Backer, Tesoro, Toong and Moussa**, 1976. Textile Fabric Flammability, Massachusetts Institute of Technology Press, pp. 397
- [40] **Hammons, M.A. and Reeves, W.A.**, 1982. Burning Characteristics of Polyester/Cotton Fabrics with and without a Flame Retardant, Textile Chemist and Colorists, No. 8, **5**, 145
- [41] **El Mogahzy, Y.**, 2001. Statistics and Quality Control for Engineers and Manufacturers, Quality Tech., Alabama, USA
- [42] **Taşkın M. ve Özkan A.**, 2004. Üç İplik Örme Kumaş Yapısının Bu Kumaşların Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, İTÜ Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bitirme Tasarım Projesi
- [43] **Wakelyn P.J., Adair P.K. ve Barker R.H.**, 2005. Do Open Flame Ignition Resistance Treatments for Cellulosic and Cellulosic Blend Fabrics also Reduce Cigarette Ignitions?, Fire and Materials, **29**: 15-26
- [44] **Özcan G., Dayıoğlu H. ve Candan C.**, 2003. Kumaş Yapısının Yanma Özelliklerine Etkisi, Örme İhtisas, **Kasım/Aralık**, 68-74

EK. Numunelerin Deney Sonuçları

Tablo A.1 Daha önceden üretilmiş üç iplik ham kumaşlara ait ölçüm değerleri

%100 PAMUK			Sıra Sıklığı	May Sıklığı	İlmek Yoğunluğu	Gramaj	Kalınlık	Patlama	Boncuklanma
İL.İP.UZ.									
1.İPL.	2.İPL.	3.İPL.							
270	705	820	13,83	8,667	119,9	277,3	1,21	11,41	2,5
270	705	850	13,17	8,5	111,9	262	1,22	10,96	3
270	705	880	13	8,5	110,5	263,7	1,217	9,267	3
270	735	820	13,33	8,833	117,8	274,3	1,227	10,98	3,5
270	735	850	12	9	108	260,7	1,157	10,66	3
270	735	880	13	8,5	110,5	266,7	1,237	11,92	2,5
270	765	820	12,5	8,833	110,4	254	1,177	12,13	3
270	765	850	11,5	9	103,5	253,3	1,223	10,7	2
270	765	880	12,33	8,5	104,8	255,7	1,163	13,18	3
290	705	820	13	9	117	285,3	1,193	10,5	2,5
290	705	850	13,17	9	118,5	283,7	1,213	9,4	2,5
290	705	880	12,33	8,5	104,8	269,7	1,217	8,85	2,5
290	735	820	12	9	108	261,3	1,25	9,167	3
290	735	820	13	8,833	114,8	279	1,213	10,45	3
290	735	880	13	8,5	110,5	274,2	1,193	9,367	2,5
290	765	820	12,5	8,667	108,33	255,3	1,217	9,717	3
290	765	850	11,83	9,33	110,4	266,7	1,247	9,367	2,5
290	765	880	12,67	8,5	107,7	265,3	1,243	11,78	3
310	705	820	13	9	117	297,7	1,2	9,95	3
310	705	850	13,33	8,833	117,8	293,7	1,247	8,833	3
310	705	880	13,17	8,5	111,9	283	1,213	8,75	2,5
310	735	820	12,5	8,667	108,3	276,7	1,193	10,07	3
310	735	850	12,33	9,33	115,1	284	1,23	8,883	2,5
310	735	880	12,5	8,833	110,4	280,3	1,24	8,33	3
310	765	820	12,17	8,833	107,5	269	1,227	10,48	3
310	765	850	11,33	9,167	103,9	273	1,227	9,233	2,5
310	765	880	12,67	8,5	107,7	278	1,26	9,417	3
%100 POLYESTER			Sıra Sıklığı	May Sıklığı	İlmek Yoğunluğu	Gramaj	Kalınlık	Patlama	Boncuklanma
İL.İP.UZ.									
1.İPL.	2.İPL.	3.İPL.							
270	705	820	13,5	8,333	112,5	286	1,14	19,5	2
270	705	850	13,17	8,5	111,9	284,7	1,143	19,9	2
270	705	880	12,67	8,667	109,8	275,7	1,18	19	2
270	735	820	12	8,667	104	244	1,157	19,8	2

270	735	850	12,33	8,667	106,9	268	1,143	20	2,5
270	735	880	11,83	8,5	100,6	265,3	1,12	20,1	2
270	765	820	12,17	8,33	101,4	270	1,113	20,07	2
270	765	820	12,17	8,5	103,4	264	1,11	20	2
270	765	850	12	8,833	106	267,7	1,157	20,25	2
290	705	820	13,83	8,5	117,6	311,3	1,217	18,02	2
290	705	850	13,17	8,5	111,9	296,3	1,193	18,7	2,5
290	705	880	12,83	8,5	109,1	288,3	1,177	17,9	2
290	735	820	12,33	8,5	104,8	290,7	1,133	17,62	2,5
290	735	850	12,67	8,5	107,7	274,3	1,14	17,5	2
290	735	880	12	8,5	102	282	1,143	20,3	2,5
290	765	820	12	8,33	100	271,7	1,157	20,18	2
290	765	850	11,67	9	105	278,7	1,16	20,22	2
310	705	820	13,67	8,833	120,7	308	1,18	19,5	2,5
310	705	850	13	8,5	110,5	300,3	1,17	19,6	2,5
310	705	880	12,83	8,5	109,1	297,7	1,15	19,65	2
310	735	820	12,33	8,167	100,7	290	1,12	17,9	2,5
310	735	850	12,33	8,5	104,8	281,7	1,143	20,2	2,5
310	735	880	12	8,33	100	279,7	1,087	18,7	2,5
310	765	820	12	8,5	102	281	1,137	19,3	2,5
310	765	850	11,67	8,5	99,17	279,7	1,087	16,7	2
65/35 POLYESTER/PAMUK			Sıra Sıklığı	May Sıklığı	İlmeke Yoğunluğu	Gramaj	Kalınlık	Patlama	Boncuklanma
İL.İP.UZ.									
1.İPL.	2.İPL.	3.İPL.							
270	705	820	13,17	8,5	111,9	299,7	1,297	14,8	2
270	705	850	12,83	8,667	111,2	292	1,18	15,7	4
270	705	880	12,67	8,667	109,8	275,7	1,15	12,98	2
270	735	820	12,67	8,667	109,8	278,3	1,13	16,3	2,5
270	735	850	12,33	9	111	280	1,157	18,1	2
270	735	880	12	8,5	102	264,3	1,117	15,65	2
270	765	820	12	8,667	104	275,3	1,147	16,65	2
270	765	850	12	8,333	100	259,3	1,073	15,65	2
270	765	880	12	8,167	98	263	1,17	15,28	2,5
290	705	820	13	9	117	301	1,173	14,55	2,5
290	705	850	12,17	8,833	107,5	292,3	1,153	14	3
290	705	880	12,67	8,833	111,9	282,3	1,137	11,35	2
290	735	820	12,5	9	112,5	279,7	1,123	13,3	2
290	735	820	12	9	108	284	1,173	14,48	2,5
290	735	880	12	8,5	102	269,3	1,1	14,7	2,5
290	765	820	12	8,333	100	269,3	1,133	16,43	2
290	765	850	12	8,5	102	264	1,167	16,75	2,5
290	765	880	12	8	96	262,3	1,163	12,72	2,5
310	705	820	13	8,833	114,8	310	1,147	13,8	2
310	705	850	12,83	8,667	111,2	296,7	1,127	13,72	4
310	705	880	12,5	8,833	110,4	293,3	1,147	12,35	2,5
310	735	820	12,5	8,5	106,3	291,3	1,153	15,38	2,5
310	735	850	12	8,5	102	284,3	1,163	13,4	3

310	735	880	12	8,5	102	279,7	1,113	12,8	4
310	765	820	12	8,667	104	282	1,13	15,65	2
310	765	850	12	8	96	270	1,107	14,43	2
310	765	880	12	8,667	104	273,3	1,18	13,48	2,5
65/35 PAMUK/POLYESTER			Sıra Sıklığı	May Sıklığı	İlmek Yoğunluğu	Gramaj	Kalınlık	Patlama	Boncuklanma
İL.İP.UZ.									
1.İPL.	2.İPL.	3.İPL.							
270	705	820	12	9,3	111,6	267	1,133	14,55	3,5
270	705	850	12,8	8,6	110,1	262,3	1,157	13,2	3
270	705	880	12,17	8,5	103,4	250,3	1,107	11,2	2
270	735	820	12,33	8,4	103,6	254	1,097	14,8	3
270	735	850	12	8,5	102	245,7	1,08	14,35	3
270	735	880	11,93	8,433	100,6	242	1,097	11,55	2
270	765	820	12	8,167	98	246,7	1,077	15,45	3
270	765	850	12,2	8,333	101,7	248,7	1,077	13,65	3
270	765	880	12	8	96	240	1,097	14,8	2
290	705	820	12,67	8,867	112,3	270,7	1,17	9,2	3
290	705	850	12,4	8,467	105	266,7	1,147	10,15	2,5
290	705	880	12,17	8,667	105,4	264,7	1,157	10,25	2,5
290	735	820	12	8,5	102	264,3	1,117	13	3
290	735	820	11,93	8,2	97,85	261,3	1,117	12,75	2,5
290	735	880	11,67	8,5	99,17	249	1,12	9,25	2,5
290	765	820	12	8,5	102	249,3	1,157	11,95	2,5
290	765	850	12,1	8,233	99,62	254,3	1,18	13,05	2
290	765	880	12,07	8,2	98,65	254,7	1,17	11,4	3
310	705	820	12,83	8,833	113,4	299,3	1,187	11,6	3,5
310	705	850	12,23	8,533	104,4	274	1,173	10,5	3
310	705	880	12,5	8,5	106,3	268,3	1,183	8,95	2,5
310	735	820	12,5	8,33	104,2	265,7	1,117	11,4	3
310	735	850	12,23	8,133	99,5	268,7	1,123	10,6	3
310	735	880	11,67	8,333	97,22	250,7	1,097	10,6	3
310	765	820	12	8,333	100	266,7	1,13	12,4	3
310	765	850	11,87	8,433	100,1	260,7	1,13	11,5	2,5
310	765	880	11,93	8,4	100,2	258,7	1,123	10,25	2,5

Tablo A.2 Ham kumaş deney sonuçları

%100 PAMUK			Tutuşma Süresi(s)	Yanma 30 cm (mm/s)	Yanma 60 cm (mm/s)	Yanma enine (mm/s)
İL. İP. UZ						
1.İPL	2.İPL	3.İPL				
270	705	820	7	13,106		
270	705	850	7	9,17		
270	705	880	6	13,45		
270	735	820	7	13,88		
270	735	850	6	12,36		
270	735	880	6	10,903		
270	765	820	7	13,246		
270	765	850	7	9,98		

270	765	880	6	14,536		
290	705	820	7	11,586		
290	705	850	7	16,376		
290	705	880	6	13,723		
290	735	820	7	11,573		
290	735	850	7	12,28		
290	735	880	7	18,38		
290	765	820	7	12,19		
290	765	850	7	13,94		
290	765	880	6	10		
310	705	820	7	15,353		
310	705	850	7	13,01		
310	705	880	7	13,926		
310	735	820	7	17,39		
310	735	850	7	10,253		
310	735	880	7	15,096		
310	765	820	7	11,413		
310	765	850	7	11,133		
310	765	880	7	9,68		
65/35 PAMUK/POLYESTER			Tutuşma Süresi(s)	Yanma 30 cm (mm/s)	Yanma 60 cm (mm/s)	Yanma Enine (mm/s)
İL. İP. UZ						
1.İPL.	2.İPL	3.İPL.				
270	705	820	7	11,256	11,476	2,743
270	705	850	7	10,363	10,753	2,97
270	705	880	6	10,71	12,426	3,15
270	735	820	7	10,35	11,84	2,923
270	735	850	7	11,256	12,843	3,73
270	735	880	7	10,993	12,173	2,966
270	765	820	6	10,473	12,763	3,49
270	765	850	6	10,71	11,396	2,97
270	765	880	6	11,39	11,386	2,91
290	705	820	6	10,463	11,186	3,05
290	705	850	7	11,29	11,623	2,94
290	705	880	7	10,606	11,413	3,07
290	735	820	7	10,853	11,683	2,91
290	735	850	7	10,72	11,86	3,03
290	735	880	7	10,983	12,326	3,063
290	765	820	7	10,72	11,713	3,076
290	765	850	6	10,72	11,683	2,643
290	765	880	6	10,72	11,616	2,936
310	705	820	7	10	10,983	2,986
310	705	850	6	9,303	10,97	3,41
310	705	880	7	10,483	11,263	2,826
310	735	820	7	10,351	11,693	2,983
310	735	850	7	10,72	11,616	3
310	735	880	7	10,976	12,573	3,306
310	765	820	6	10,72	11,85	3,42
310	765	850	6	9,89	11,413	2,966
310	765	880	6	10,976	11,546	2,896

65/35 POLYESTER/PAMUK			Tutuşma Süresi(s)	Yanma 30 cm (mm/s)	Yanma 60 cm (mm/s)	Yanma Enine (mm/s)
İL. İP. UZ.						
1. İPL.	2. İPL.	3. İPL.				
270	705	820	7	8,186	11,18	3,92
270	705	850	7	9	10,716	3,476
270	705	880	7	8,826	10,13	3,316
270	735	820	6	8,056	9,743	3,246
270	735	850	6	9,476	10,116	3,276
270	735	880	7	9,58	12,7	4,343
270	765	820	6	9,286	9,316	2,996
270	765	850	6	9,68	12,333	4,166
270	765	880	6	9,78	11,476	3,873
290	705	820	7	7,976	9,363	3,26
290	705	850	7	8,663	9,85	3,623
290	705	880	7	9,486	11,65	3,89
290	735	820	6	9,47	9,386	3,31
290	735	850	7	9,14	10,11	3,343
290	735	880	7	8,91	9,943	3,28
290	765	820	6	10,78	10,793	3,426
290	765	850	6	10,026	11,14	3,703
290	765	880	6	9,79	9,523	3,14
310	705	820	7	8,256	9,183	3,153
310	705	850	7	9,093	10,606	3,493
310	705	880	7	8,583	9,02	2,853
310	735	820	7	9,72	11,523	3,736
310	735	850	6	9,386	9,73	3,2
310	735	880	7	9,203	10,106	3,376
310	765	820	6	9,78	12,146	4,246
310	765	850	6	9,376	12,916	4,03
310	765	880	6	9,193	12,84	4,323
% 100 POLYESTER			Tutuşma Süresi(s)	Yanma 30 cm (mm/s)	Yanma 60 cm (mm/s)	Yanma enine (mm/s)
İL. İP. UZ.						
1. İPL.	2. İPL.	3. İPL.				
270	705	820	2,6	25,933		
270	705	850	2,4	26,77		
270	705	880	1,5	62,33		
270	735	820	2,6	27,41		
270	735	850	2,2	26,576		
270	735	880	2,6	33,22		
270	765	820	1,9	36,313		
270	765	850	2,2	34,78		
270	765	880	2,1	31,91		
290	705	820	2,6	28,226		
290	705	850	2,2	38,026		
290	705	880	1,3	52,01		
290	735	820	2,5	30,36		
290	735	850	1,2	65,23		
290	735	880	2,4	28,893		

290	765	820	1,9	28,806		
290	765	850	1,9	50,94		
290	765	880	2,3	30,93		
310	705	820	2,5	37,1		
310	705	850	2,5	29,59		
310	705	880	2,4	31,826		
310	735	820	2,2	30,373		
310	735	850	2,5	28,353		
310	735	880	2,5	27,3		
310	765	820	2,2	30,373		
310	765	850	2,5	28,353		
310	765	880	2,5	27,3		

Tablo A.3 Farklı konsantrasyonlarda uygulanan ağartma işlemi sonunda ölçülen yanma değerleri

			%2 H2O2		%4 H2O2		%6 H2O2	
% 100 PAMUK			Tutuşma Süresi	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi	Yanma Hızı mm/s (30 cm)
İL. İP. UZ.								
1. İPL.	2. İPL.	3. İPL.						
270	705	820	5,5	8,75	5	8,37	6	9
270	705	850	6	9,456	6	8,42	6	9,276
270	705	880	6	9,37	6	9,37	6	9,67
270	735	820	5	8,325	5,5	12,01	6	9,39
270	735	850	5,5	11,14	6	10,71	6	8,34
270	735	880	6	10,456	5	10,45	6	11,39
270	765	820	5	9,163	6	9,033	6	9,876
270	765	850	5	9,676	6	10,92	6	11,223
270	765	880	5	9,44	6	11,113	5	12,59
290	705	820	6	9,5	6	8,32	6	8,626
290	705	850	6	9,146	6	8,01	6	8,52
290	705	880	6	9,12	6	8,05	6	10,47
290	735	820	5,5	9,07	6	10,91	6	9,47
290	735	850	5	10,303	5	10,733	6	8,126
290	735	880	6	10,31	6	10,19	6	10,873
290	765	820	5	10,4	6	8,69	6	9,6
290	765	850	5	10,34	6	9,37	5	10,44
290	765	880	5	10	6	9,59	6	10,53
310	705	820	6	9,81	5,5	8,086	7	9,253
310	705	850	5,5	9,23	5,5	10,19	6	8,863
310	705	880	6	8,696	6	8,86	6	10,903
310	735	820	5,5	8,82	5,5	7,996	6	8,306
310	735	850	5	9,68	6	11,926	6	10,216
310	735	880	6	9,823	6	9,89	6	9,98
310	765	820	5,5	9,163	6	9,513	6	8,653
310	765	850	5	9,513	6	9,406	6	10,31
310	765	880	5,5	10,1	6	9,79	5,5	11,746

65/35 PAMUK/POLYESTER			Tutuşma Süresi (s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi (s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi (s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)
270	705	820	5,5	10,15	5	15,423	5	15,9
270	705	850	6	13,04	5	13,63	5	14,03
270	705	880	6	12,08	5,5	14,21	5	13,71
270	735	820	5,5	12,5	6	13,94	5,5	12,93
270	735	850	5	13,5	5,5	12,68	5	14,593
270	735	880	5	14,04	5	13,33	5	14,5
270	765	820	6	12,33	6	13,63	5	13,03
270	765	850	6	13	5,5	13,78	5	13,04
270	765	880	5	14,05	5	13,68	5	14,84
290	705	820	6	13,23	5	14,23	5	18,05
290	705	850	5,5	15,78	5,5	13,93	5	13,8
290	705	880	5,5	15,1	5,5	14,68	5	17,55
290	735	820	6	11	5,5	13,5	5	12,9
290	735	850	5,5	14	5,5	13,23	5	14
290	735	880	5	16	5,5	13,78	5	15,78
290	765	820	5	14,04	5,5	13,5	5	16,64
290	765	850	6	12,53	5	15,66	5	14,04
290	765	880	5	12	5	15,26	5	15,38
310	705	820	6	14,5	5,5	14,28	5,5	13,5
310	705	850	5	14,78	5,5	12,84	5	14,6
310	705	880	6	12,74	5	14,86	5	14,63
310	735	820	6	12,5	5,5	11,34	5	11,8
310	735	850	5,5	12,9	5,5	13,63	6	12,2
310	735	880	5	14,78	5	13,33	5	17,94
310	765	820	6	12,2	5,5	14,63	5	13,4
310	765	850	5,5	12,5	5,5	13,05	5	13,88
310	765	880	6	14,7	5,5	12,84	5	14,1
65/35 POLYESTER/PAMUK			Tutuşma Süresi (s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi (s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi (s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)
270	705	820	6	11	5	14,5	5,5	13,5
270	705	850	6	13	5	13,53	5,5	13,48
270	705	880	6	13,18	5	16,94	6	13,16
270	735	820	5	12,64	5	15	5,5	12,97
270	735	850	5,5	12,14	5	15,63	5,5	11,9
270	735	880	5,5	14,33	5	17,28	5,5	15
270	765	820	5,5	12,74	5	15,28	6	12,9
270	765	850	5	13,5	5	15,98	5	14,94
270	765	880	5,5	11,8	5	16,78	5	14,31
290	705	820	5,5	11,83	5	14,28	6	13,87
290	705	850	6	12,03	5	15,28	5,5	13,08
290	705	880	6	15,26	5	15,64	5,5	14,69
290	735	820	5	13,28	5	14,66	5	14,26
290	735	850	5,5	13,93	5	16,28	5,5	13,81
290	735	880	6	12,95	5	18,75	5,5	12,65
290	765	820	5	12	5	14,28	6	14,99
290	765	850	5,5	11,23	5	15,64	5	13,72
290	765	880	5	14,04	5	15,2	5,5	12,22
310	705	820	5,5	14	5	15,2	5,5	14,65

310	705	850	6	10,4	5,5	13,47	6	13,21
310	705	880	6	13,48	5,5	13,85	5,5	13,62
310	735	820	5	14	5	16,28	5,5	13,58
310	735	850	5,5	14,98	5	15,78	5,5	14,38
310	735	880	6	14,94	5	18,78	5,5	14,17
310	765	820	5	14,04	5	12,53	6	13,765
310	765	850	5,5	13	5	15,66	5,5	14,17
310	765	880	5,5	12,5	5	15,28	5,5	14,26

Tablo.A.4 Farklı konsantrasyonlarda uygulanan boyama işlemleri sonunda ölçülen yanma değerleri

			% 1 Boya		%2 Boya		%3 Boya	
% 100 PAMUK			Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)
İL. İP. UZ.								
1. İPL.	2. İPL.	3. İPL.						
270	705	820	6	9,57	5,5	9,09	5,5	11,34
270	705	850	6	10,21	5,5	10,8	5,5	10
270	705	880	5,5	8,57	5	11,28	5,5	10,04
270	735	820	5,5	9,07	5	9,33	5,5	9,79
270	735	850	5,5	8,87	5,5	9,97	5,5	10
270	735	880	5,5	9,37	5,5	9,8	5,5	9,87
270	765	820	5,5	9	5	10,51	5,5	10
270	765	850	5,5	10,54	5	10,81	5,5	10,8
270	765	880	5,5	9,29	5,5	10,81	5	17,94
290	705	820	6	8,72	5	9,37	5,5	9,69
290	705	850	6	9,47	5,5	10,37	5,5	9,99
290	705	880	5,5	8,63	5,5	11	5,5	11
290	735	820	5,5	8,62	5	10,07	5,5	9,70
290	735	850	5,5	9	5,5	10,6	5,5	9,97
290	735	880	5,5	8,8	5,5	9,57	5,5	10,51
290	765	820	5,5	9,09	5,5	9,57	5,5	10,71
290	765	850	5,5	10,34	5	11	5,5	11
290	765	880	5,5	9,17	5,5	11	5,5	12,43
310	705	820	6	10	5,5	10	5,5	11,1
310	705	850	6	8,87	5,5	8,82	5,5	9,87
310	705	880	5,5	8,19	5,5	10,6	5,5	10,04
310	735	820	6	9,29	5	10	5,5	9,37
310	735	850	5,5	8,5	5,5	9,37	5,5	9,87
310	735	880	5,5	9,47	5	11	5,5	12,16
310	765	820	5,5	9,07	5,5	10	5,5	9,7
310	765	850	6	9,1	5	10,9	5,5	10
310	765	880	5,5	9,45	5	11	5,5	11,03
65/35 PAMUK/POLYESTER			Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)
270	705	820	5,5	12,24	5,5	12,47	5,5	13,3
270	705	850	5,5	12,58	5,5	13,3	5,5	11,53
270	705	880	5,5	10,74	5	15,28	5,5	11,53
270	735	820	6	11,7	5	13,63	5,5	11,13
270	735	850	5,5	10,84	5,5	14,8	5,5	13,08
270	735	880	5,5	10,7	5,5	16,7	5,5	15

270	765	820	5,5	10,1	5,5	12,76	5,5	13,6
270	765	850	5,5	12,74	5	17,1	5,5	12,74
270	765	880	5,5	13,36	5,5	17,17	6	12
290	705	820	6	12,23	5,5	15,8	5,5	14,7
290	705	850	5,5	10,51	5,5	16,28	5,5	11,55
290	705	880	5,5	13	5	16,8	5,5	13,17
290	735	820	5,5	10,51	5,5	13	5	11,11
290	735	850	5,5	12	5,5	16,27	5,5	12
290	735	880	5,5	14,88	5	18,42	5	15,04
290	765	820	5,5	11,9	5	11,9	5	12
290	765	850	5,5	12,93	5	15,61	5,5	14,04
290	765	880	5,5	12,5	5	16,91	5,5	13,45
310	705	820	6	11,5	5,5	17,8	5,5	12,5
310	705	850	6	10,24	5,5	13,4	5,5	12,5
310	705	880	5,5	12	5	20	5,5	12,9
310	735	820	6	11,88	5	16,91	5,5	14,88
310	735	850	5,5	10,5	5	16,46	5,5	11,9
310	735	880	5,5	12,35	5	18,05	5,5	11,65
310	765	820	5,5	11,4	5	17,8	5,5	15,68
310	765	850	6	11,5	5	16,51	5,5	12,86
310	765	880	5,5	10,81	5	15,76	5,5	13,77
65/35 POLYESTER/PAMUK			Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)
270	705	820	5,5	14,5	6	13,8	5,5	12,9
270	705	850	5,5	15,04	6	12,87	6	12,33
270	705	880	5,5	15	5,5	15,64	5,5	13,42
270	735	820	6	14,11	5	14,26	5,5	13,84
270	735	850	5,5	15,58	5	16,7	6	12
270	735	880	5	15,88	5	15,9	5,5	15,64
270	765	820	6	14,76	5	16,92	5,5	12,33
270	765	850	5,5	15,1	5	15,86	5	16,51
270	765	880	5,5	12,22	5	19,16	5,5	18,15
290	705	820	5,5	13,23	5,5	14	6	14,6
290	705	850	5,5	12,84	5,5	13,64	6	12,84
290	705	880	5	12	5,5	14,3	6	14,9
290	735	820	6	14,6	5	14,88	5,5	12,33
290	735	850	6	15,31	5	17,26	5,5	13,77
290	735	880	5	17,51	5	15,9	5,5	15,56
290	765	820	6	15,55	5	17,35	5,5	13,38
290	765	850	5, 5	15,75	5	17,22	5,5	16,67
290	765	880	5,5	14,84	5	17,94	5,5	17,94
310	705	820	5,5	12,2	5,5	15,2	15,5	14,3
310	705	850	5,5	10,91	5,5	15,26	6	13,95
310	705	880	5,5	14,16	5	14,36	6	12,58
310	735	820	6	14,01	5	14,85	5,5	12,16
310	735	850	6	14,9	5	14,66	5,5	16,8
310	735	880	5,5	15,88	5	15,18	5,5	14,76
310	765	820	5,5	13,73	5	16,42	5,5	15,9
310	765	850	5,5	14,36	5	16,92	5,5	17,13
310	765	880	5,5	15,78	5	20	5,5	19,16

% 100 POLYESTER			Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)	Tutuşma Süresi(s)	Yanma Hızı mm/s (30 cm)
270	705	820	2,03	28,33	3,26	16,9	2,4	28,78
270	705	850	2,14	42,68	2,47	32	2,37	32,13
270	705	880	2,22	45	2,41	41,7	2,36	37,13
270	735	820	2	40,16	2,26	35	2,46	25,56
270	735	850	2,23	41,56	2,2	56,6	2,3	30,7
270	735	880	1,83	50,16	2	48,5	2,02	35,2
270	765	820	1,93	41,7	2,08	29	2,2	29
270	765	850	2,3	38,75	2,3	32,6	2,25	33,63
270	765	880	2,53	46,49	2,42	30,56	2,4	25
290	705	820	2,5	40,9	2,4	35,63	2,4	28,2
290	705	850	2,2	53,7	2,2	40,76	2,4	35
290	705	880	2,2	25,45	2,44	37,6	2,51	32
290	735	820	2	65,5	2,1	36,46	2,37	36,5
290	735	850	2	62	2,4	33	2,2	29,13
290	735	880	1,91	48	2,4	35,63	2,3	28,5
290	765	820	2	34,53	2,3	39	2,6	22,7
290	765	850	2,3	42	2,2	32,63	2,64	26
290	765	880	2,26	66,4	2,63	36,73	2,77	20
310	705	820	1,7	43,36	2,44	31,3	2,55	27
310	705	850	2,19	32,43	2,5	30,4	2,3	28,7
310	705	880	2	42,86	2,3	33,8	2,45	29,2
310	735	820	1,81	43,53	2,25	39,23	2,18	31
310	735	850	19,91	37,63	2,116	31	2,5	28,7
310	735	880	1,97	34,73	2,25	37	2,7	27,67
310	765	820	1,9	37,63	2,11	32,5	2,54	28,7
310	765	850	2	34,73	2,29	36,36	2,7	27,67
310	765	880	2	25	2,2	30	2,4	32,5

Tablo A.5 Uygulanan ağartma işlemleri sonunda ölçülen renk değerleri

			2 g/l H2O2		4 g/l H2O2		6 g/l H2O2	
% 100 PAMUK			CIE Whiteness	TINT Value	CIE Whiteness	TINT Value	CIE Whiteness	TINT Value
İL. İP. UZ.								
1. İPL.	2. İPL.	3. İPL.						
270	705	820	37,45	-3,45	44,9	-2,1	48,23	-2
270	705	850	41,27	-3,19	43,16	-2,4	45,45	-2,1
270	705	880	39	-3,25	42,6	-2,43	49,63	-1,9
270	735	820	37,55	-3,4	45	-2,07	46	-2,03
270	735	850	37,3	-3,35	43,4	-1,94	48,23	-1,73
270	735	880	37,79	-3,4	40,44	-2,51	48,89	-1,86
270	765	820	39	-3,19	45	-1,89	46,71	-1,91
270	765	850	35,26	-3,3	44,7	-1,97	46,3	-1,86
270	765	880	41	-3,14	43,47	-2,2	49	-1,85
290	705	820	38	-3,44	42,9	-2,37	47,9	-2,03
290	705	850	40	-3,32	40,5	-2,58	49	-1,925
290	705	880	39	-3,32	41	-2,45	45,5	-1,90
290	735	820	37	-3,34	44	-2,15	46	-2
290	735	850	39	-3,2	46	-1,92	47,53	-1,85

290	735	880	38	-3,2	36,08	-2,65	49,3	-1,86
290	765	820	35,77	-3,55	43,8	-1,97	47,8	-1,77
290	765	850	36,12	-3,3	45,6	-1,79	45,86	-1,95
290	765	880	36	-3,45	43	-2,37	47,84	-1,95
310	705	820	37,87	-3,46	42,73	-2,4	49	-1,86
310	705	850	40,25	-3,3	42,53	-2,38	48,23	-1,85
310	705	880	40,27	-3,22	40	-2,58	48	-1,84
310	735	820	34	-3,5	45,24	-1,99	48	-1,9
310	735	850	38	-3,35	44,22	-1,98	47,77	-1,82
310	735	880	37,61	-3,42	40	-2,57	50	-1,79
310	765	820	36	-3,55	44,07	-1,99	48,29	-1,76
310	765	850	37,71	-3,34	43,6	-1,99	46,88	-1,85
310	765	880	38	-3,3	42,55	-2,3	49	-1,83
65/35 PAMUK/POLYESTER			CIE Whiteness	TINT Value	CIE Whiteness	TINT Value	CIE Whiteness	TINT Value
270	705	820	51	-1,8	53,31	-1,15	66,3	-0,646
270	705	850	52,8	-1,88	53	-1,07	65	-0,47
270	705	880	54,45	-1,59	51,5	-1,14	64,46	-0,51
270	735	820	52	-1,78	52,47	-1,14	65,4	-0,54
270	735	850	52,5	-1,7	54,24	-0,95	65,3	-0,41
270	735	880	53,34	-1,61	52,83	-1,02	65,5	-0,46
270	765	820	52	-1,75	52,41	-1,15	66,15	-0,55
270	765	850	52,76	-1,65	51,8	-1,17	66,75	-0,46
270	765	880	54,2	-1,6	54	-1,02	65,53	-0,51
290	705	820	49,5	-1,85	52,58	-1,1	66,95	-0,51
290	705	850	52,1	-1,74	51	-1,2	66,26	-0,41
290	705	880	53,69	-1,67	50	-1,25	65,59	-0,51
290	735	820	51,71	-1,78	50,79	-1,26	65	-0,5
290	735	850	52	-1,76	53,19	-1,05	65,81	-0,48
290	735	880	52	-1,77	51,97	-1,11	65,15	-0,46
290	765	820	52,24	-1,8	53	-0,9	65,2	-0,49
290	765	850	53	-1,77	54	-1	66,6	-0,47
290	765	880	55,2	-1,6	52	-1,03	64,5	-0,46
310	705	820	51,32	-1,76	51,56	-1,1	66,44	-0,42
310	705	850	51,53	-1,76	51	-1,1	66	-0,42
310	705	880	53,75	-1,8	51,5	-1,01	66,35	-0,41
310	735	820	52,77	-1,77	52,84	-1,14	65	-0,51
310	735	850	53,24	-1,7	52,24	-1,06	66,16	-0,47
310	735	880	54	-1,68	51,15	-1,2	64	-0,39
310	765	820	52,62	-1,81	51,5	-1,14	65	-0,53
310	765	850	54,2	-1,62	55,24	-0,96	65	-0,48
310	765	880	54	-1,73	52	1,05	66	-0,48
65/35 POLYESTER/PAMUK			CIE Whiteness	TINT Value	CIE Whiteness	TINT Value	CIE Whiteness	TINT Value
270	705	820	53,43	-1,1	63	-0,14	79,12	-0,61
270	705	850	52,89	-1	61,45	-0,13	80,81	-0,13
270	705	880	53,5	-1	62,26	-0,08	81	-0,06
270	735	820	51,61	-1,1	60,56	-0,3	83	0,03
270	735	850	51,94	-1,12	62	-0,25	79	-0,11

270	735	880	54	-0,95	61,7	-0,18	80	-0,08
270	765	820	50,82	-1,07	61,31	-0,14	79,5	-0,11
270	765	850	54	-0,86	60,3	-0,26	82	-0,066
270	765	880	51,48	-1	56	-0,68	81,54	-0,04
290	705	820	53	-1,12	62,51	-0,14	80	-0,15
290	705	850	52,79	-1,13	61	-0,12	80,48	-0,13
290	705	880	53,5	-0,97	63,42	-0,03	81,44	-0,07
290	735	820	52,8	-1	60,84	-0,24	81	-0,06
290	735	850	51,36	-1,15	62	-0,23	81,4	-0,036
290	735	880	55	-0,86	61,21	-0,16	80,68	-0,056
290	765	820	50,51	-1,07	60,36	-0,23	80,59	-0,11
290	765	850	51,49	-1	60,31	-0,2	82,71	-0,04
290	765	880	50,86	-1,03	56,81	-0,63	82,81	-0,09
310	705	820	53,31	-1,3	60,7	-0,16	80,7	-0,16
310	705	850	53,5	-1,13	61,17	-0,17	80,7	-0,13
310	705	880	55,81	-0,85	60,84	-0,28	80	-0,11
310	735	820	54,53	-0,95	61	-0,25	81	-0,06
310	735	850	53	-1	61,67	-0,28	81	-0,08
310	735	880	54	-0,94	61,25	-0,26	81,34	-0,14
310	765	820	53	-0,95	60,5	-0,34	80	-0,1
310	765	850	50,8	-1,05	61,53	-0,26	82,29	-0,04
310	765	880	51,6	-0,96	56	-0,65	82,6	-0,06

Tablo A.6 Farklı boyarmadde konsantrasyonlarında yapılan boyama işlemleri sonrasında ölçülen renk değerleri

% 100 PAMUK			Boyama Kons. (%)	L	a	b	K/S
İL. İP. UZ.							
1. İPL.	2. İPL.	3. İPL.					
270	705	820	0,5	48,4	-3,3	-2974	4,56
270	705	820	1	40	-1,02	-32,04	8,55
270	705	820	1,5	39,2	-1,62	-31,71	9,2
270	705	850	0,5	47,54	-3,14	-29,8	4,84
270	705	850	1	40	-1,26	-32,25	8,82
270	705	850	1,5	39,51	-1,53	-31,88	9,16
270	705	880	0,5	48,49	-3,33	-29,73	4,55
270	705	880	1	40,14	-1	-32,33	8,61
270	705	880	1,5	39,2	-1,55	-31,91	9,24
270	735	820	0,5	47,28	-3,12	-29,82	4,92
270	735	820	1	39,82	-1,17	-32	8,77
270	735	820	1,5	38,98	-1,6	-31,51	9,4
270	735	850	0,5	48,4	-3,22	-29,58	4,5
270	735	850	1	39,76	-1,22	-32	8,71
270	735	850	1,5	39	-1,35	-31,63	9,41
270	735	880	0,5	48	-3,52	-29,12	4,67
270	735	880	1	40	-0,9	-32,4	8,46
270	735	880	1,5	39	-1,56	-31,67	9,4
270	765	820	0,5	47,57	-3	-30	4,85
270	765	820	1	39,16	-1	-32,1	9
270	765	820	1,5	38,24	-1,44	-31,48	9,85
270	765	850	0,5	47	-2,88	-30	5
270	765	850	1	40	-1,26	-32	8,63

270	765	850	1,5	39,32	-1,67	-31,49	9,15
270	765	880	0,5	47	-3,55	-29,6	4,9
270	765	880	1	40,2	-1,18	-32	8,44
270	765	880	1,5	38,5	-1,32	-31,46	9,58
290	705	820	0,5	48,18	-3,3	-29,66	4,6
290	705	820	1	40,1	-1,17	-32,43	8,6
290	705	820	1,5	38,74	-1,52	-31,68	9,57
290	705	850	0,5	47,7	-3,33	-29,7	4,72
290	705	850	1	40,1	-1,29	-32,1	8,5
290	705	850	1,5	39,02	-1,44	-31,74	9,3
290	705	880	0,5	47,91	-3,35	-29,62	4,73
290	705	880	1	40,16	-1,36	-32,1	8,54
290	705	880	1,5	39	-1,68	-31,5	9,37
290	735	820	0,5	48,48	-3,2	-29,68	4,8
290	735	820	1	39,29	-1,26	-31,87	9
290	735	820	1,5	39	-1,57	-31,58	9,3
290	735	850	0,5	48,71	-3,21	-29,85	4,47
290	735	850	1	40,23	-1,25	-32,24	8,48
290	735	850	1,5	39	-1,44	-31,5	9,45
290	735	880	0,5	47,5	-3,43	-29,25	4,75
290	735	880	1	39,85	-1,12	-32,13	8,69
290	735	880	1,5	38,93	-1,64	-31,63	9,44
290	765	820	0,5	47,15	-3,1	-29,76	4,92
290	765	820	1	40	-1,32	-32	8,59
290	765	820	1,5	38,93	-1,61	-31,47	9,38
290	765	850	0,5	47,47	-2,99	-30	4,91
290	765	850	1	40	-1,32	-31,81	8,59
290	765	850	1,5	39,2	-1,43	-31,41	9
290	765	880	0,5	47,19	-3,36	-29,59	4,86
290	765	880	1	39,5	-1,14	-32	8,86
290	765	880	1,5	39,55	-1,65	-31,43	8,97
310	705	820	0,5	47,51	-2,95	-29,86	4,81
310	705	820	1	39,45	-1,13	-32,18	9
310	705	820	1,5	39,17	-1,59	-31,49	9,18
310	705	850	0,5	48	-3,25	-29,58	4,68
310	705	850	1	39,76	-1,1	-32,1	8,78
310	705	850	1,5	38,88	-1,51	-31,65	9,45
310	705	880	0,5	47,87	-3,58	-29,03	4,7
310	705	880	1	39,87	-1,24	-32	8,72
310	705	880	1,5	39,22	-1,52	-31,69	9,24
310	735	820	0,5	47,65	-3,1	-29,76	4,77
310	735	820	1	40	-1,14	-32,14	8,58
310	735	820	1,5	39,22	-1,59	-31,45	9,39
310	735	850	0,5	47,97	-3	-30,13	4,72
310	735	850	1	40	-1,45	-31,2	8,54
310	735	850	1,5	39,71	-1,61	-31,63	8,91
310	735	880	0,5	47,89	-3,52	-29,27	4,7
310	735	880	1	40,55	-1,24	-32	8,18
310	735	880	1,5	39,1	-1,67	-31,5	9,3
310	765	820	0,5	47,41	-3,1	-29,6	4,7
310	765	820	1	39,65	-1,17	-31,8	8,79
310	765	820	1,5	38,69	-1,6	-31,42	9,54

310	765	850	0,5	47,17	-2,87	-30,14	5
310	765	850	1	39,17	-1,20	-31,95	9,14
310	765	850	1,5	39,43	-1,57	-31,43	9
310	765	880	0,5	47,53	-3,5	-29,1	4,78
310	765	880	1	40,16	-1,16	-31,93	8,5
310	765	880	1,5	39,7	-1,64	-31,58	8,92
65/35 PAMUK/POLYESTER			Boyama Kons. (%)	L	a	b	K/S
270	705	820	0,5	37,5	0,14	34,4	10,3
270	705	820	1	37,7	2,12	35,2	13
270	705	820	1,5	38,1	2,27	35,1	16,35
270	705	850	0,5	38	0,18	-34,73	10,51
270	705	850	1	34,57	2,1	-35,27	13,14
270	705	850	1,5	32,3	2,46	-35	16
270	705	880	0,5	38	-0,25	-34,2	10,3
270	705	880	1	34,54	2,1	-35,41	13,65
270	705	880	1,5	32,5	2,33	-35	15,64
270	735	820	0,5	37,62	0,41	-34,42	10,5
270	735	820	1	33,75	2,53	-35,35	14,28
270	735	820	1,5	31,92	2,3	-34,84	16,55
270	735	850	0,5	38,11	0,52	-35,19	10,43
270	735	850	1	34,2	2,3	-35,55	13,76
270	735	850	1,5	32,51	2,3	-35	15,74
270	735	880	0,5	38,19	0,48	-35	10,31
270	735	880	1	33,88	2,28	-35,39	14
270	735	880	1,5	32,44	2,2	-35	15,69
270	765	820	0,5	37,2	0,77	35	11
270	765	820	1	34	1,6	-35,25	13,6
270	765	820	1,5	31,74	2,24	-34,7	16,85
270	765	850	0,5	37,71	0,51	-35,14	10,9
270	765	850	1	33,88	2,3	-35,34	14
270	765	850	1,5	32,03	2,36	-35	16,35
270	765	880	0,5	37,82	0,45	-34,9	10,7
270	765	880	1	34,12	2,28	-35,3	13,75
270	765	880	1,5	32	2,4	-34,93	16,4
290	705	820	0,5	38	0,15	-34,36	10,15
290	705	820	1	34,35	1,87	-35	13,51
290	705	820	1,5	32,33	2,33	-34,52	15,49
290	705	850	0,5	37,73	0,65	-34,77	10,55
290	705	850	1	34,46	2	-35,19	13,19
290	705	850	1,5	32,42	2,5	-35,1	15,88
290	705	880	0,5	38,2	0,45	-34,57	10,31
290	705	880	1	34	2,3	-35,61	14
290	705	880	1,5	32,41	2,48	-35,32	15,91
290	735	820	0,5	37,8	0,32	-34,75	10,49
290	735	820	1	34,1	2	-35	13,72
290	735	820	1,5	31,61	2,43	-35	16,6
290	735	850	0,5	38,41	0,5	-34,77	10,2
290	735	850	1	34,1	2,23	-35,33	13,7
290	735	850	1,5	32,54	2,27	-35	15,76
290	735	880	0,5	37,36	0,71	-34,73	10,87
290	735	880	1	34,1	2	-34,81	13,36

290	735	880	1,5	32	2,21	-34,76	16,36
290	765	820	0,5	38,2	0,4	-34,97	10,4
290	765	820	1	34	2,24	-35,13	13,8
290	765	820	1,5	31,51	2,45	-34,61	17,42
290	765	850	0,5	37,45	0,3	-34,66	10,65
290	765	850	1	33,4	2,15	-34,8	14,2
290	765	850	1,5	32,3	1,9	-34,55	16,3
290	765	880	0,5	37,67	3,1	-34,84	10,74
290	765	880	1	33,67	2,1	-34,9	13,75
290	765	880	1,5	31,9	2,4	-35	16,51
310	705	820	0,5	38,25	0,45	-34,91	10,26
310	705	820	1	34,48	1,95	-35,13	13,35
310	705	820	1,5	33,26	2	-35	14,8
310	705	850	0,5	38	0,33	-34,79	10,4
310	705	850	1	34,68	1,77	-34,8	13,1
310	705	850	1,5	32,54	2,44	-35,27	15,57
310	705	880	0,5	37,71	0,4	-35,29	10,72
310	705	880	1	34	2,2	-35,4	13,82
310	705	880	1,5	32,4	2,34	-35,1	15,96
310	735	820	0,5	37,9	0,25	-34,65	10,58
310	735	820	1	34,12	2,22	-35,26	13,72
310	735	820	1,5	31,93	2	-34,53	16,3
310	735	850	0,5	37,64	0,3	-34,6	10,74
310	735	850	1	33,9	2,15	-35,21	14
310	735	850	1,5	32	2,23	-34,8	16,39
310	735	880	0,5	37,6	0,6	-35,15	10,91
310	735	880	1	33,75	2,15	-35,09	14,21
310	735	880	1,5	32,35	2,36	-34,95	15,91
310	765	820	0,5	38,17	0,3	-34,55	10,43
310	765	820	1	32,7	2,15	-34,85	13,81
310	765	820	1,5	32,2	2,28	-34,87	16,31
310	765	850	0,5	37,93	0,41	-34,67	10,86
310	765	850	1	34,1	2,1	-35,12	13,7
310	765	850	1,5	32,1	2,51	-35,2	16,25
310	765	880	0,5	37,67	0,55	-35	11,13
310	765	880	1	34,3	2,12	-35,2	13,59
310	765	880	1,5	31,92	2,36	-34,8	16,74
65/35 POLYESTER/PAMUK			Boyama Kons. (%)	L	a	b	K/S
270	705	820	0,5	40,3	1,6	37,4	8,9
270	705	820	1	34,2	3,85	37,1	13,1
270	705	820	1,5	32	5	36,2	13,,8
270	705	850	0,5	40,03	1,55	-37,69	8,8
270	705	850	1	34,3	3,93	-37,26	13
270	705	850	1,5	31,95	5,38	-36,12	14,16
270	705	880	0,5	40,4	1,4	-37,6	8,9
270	705	880	1	34,35	3,9	-37,08	13
270	705	880	1,5	32	5,51	-36,2	14,2
270	735	820	0,5	40,44	1,5	-37,43	8,81
270	735	820	1	34,68	3,7	-37,08	12,87
270	735	820	1,5	31,53	5,45	-36	14,61
270	735	850	0,5	39,97	1,67	-37,46	9,17

270	735	850	1	33,71	4	-37,5	13,9
270	735	850	1,5	31,53	5,3	-35,91	14,6
270	735	880	0,5	40,33	1,53	-37,57	8,94
270	735	880	1	34,4	3,52	-36,65	12,6
270	735	880	1,5	32	5,28	-36,1	14,22
270	765	820	0,5	39,86	1,65	-37,63	9,25
270	765	820	1	34,6	3,6	-37,52	12,62
270	765	820	1,5	31	5,5	-35,65	15
270	765	850	0,5	39,86	1,7	-37,49	9,17
270	765	850	1	34,43	3,83	-37	12,87
270	765	850	1,5	31,15	5,52	-35,9	14,86
270	765	880	0,5	39,8	1,62	-37,44	9,3
270	765	880	1	34,11	3,75	-36,92	13,3
270	765	880	1,5	31,37	5,2	-35,71	14,7
290	705	820	0,5	40,7	1,15	37	8,65
290	705	820	1	35,2	3,3	36,8	12,7
290	705	820	1,5	32,5	4,87	35,9	13,4
290	705	850	0,5	40,67	1,2	-37	8,64
290	705	850	1	35,78	3,32	-36,93	12,79
290	705	850	1,5	32,83	4,93	-35,98	13,37
290	705	880	0,5	40,4	1,46	-37,46	8,8
290	705	880	1	34,09	3,57	-37,1	13,66
290	705	880	1,5	31,99	5,15	-35,91	14,23
290	735	820	0,5	39,91	1,66	-37,65	9,16
290	735	820	1	34,47	3,78	-37,01	13,2
290	735	820	1,5	31,5	5,44	-35,9	14,65
290	735	850	0,5	40	1,61	-37,45	9,04
290	735	850	1	34,07	3,64	-37,12	13,53
290	735	850	1,5	31,6	5,2	-35,69	14,32
290	735	880	0,5	40,5	1,56	-37,6	8,7
290	735	880	1	35,28	3,44	-36,88	12,1
290	735	880	1,5	32,45	4,75	-35,42	13,61
290	765	820	0,5	40,2	1,48	-37,41	8,94
290	765	820	1	34,33	3,66	-37,21	13,37
290	765	820	1,5	31,07	5,49	-36,14	15,17
290	765	850	0,5	40,06	1,44	-37,2	9
290	765	850	1	34,16	3,95	-37	13,2
290	765	850	1,5	30,75	5,6	-35,85	15,65
290	765	880	0,5	40	1,5	-37,21	9
290	765	880	1	33,7	3,83	-37	13,88
290	765	880	1,5	31,73	5,16	-35,82	14,45
310	705	820	0,5	40,1	1,5	37,35	8,75
310	705	820	1	34,25	3,5	36,85	13
310	705	820	1,5	31,75	5,12	35,62	14,24
310	705	850	0,5	40,35	1,5	-37,34	8,8
310	705	850	1	34,45	3,5	-36,86	12,99
310	705	850	1,5	31,7	5,15	35,8	14,35
310	705	880	0,5	40,4	1,6	-37,55	8,8
310	705	880	1	34,4	3,35	-37,2	13,45
310	705	880	1,5	32	5,45	-36,5	14,65
310	735	820	0,5	39,91	1,56	-37,66	9,28
310	735	820	1	34,2	3,78	-36,46	13,31

310	735	820	1,5	31,55	5,35	-35,85	14,58
310	735	850	0,5	40,16	1,69	-37,66	8,99
310	735	850	1	34,56	3,55	-36,7	12,91
310	735	850	1,5	31,56	5,3	-35,79	14,35
310	735	880	0,5	40	1,6	-37,63	9,1
310	735	880	1	34,69	3,59	-37	12,53
310	735	880	1,5	31,95	5,05	-36	14,39
310	765	820	0,5	40,01	1,60	-37,7	9,01
310	765	820	1	34,35	3,5	-37	13,2
310	765	820	1,5	31,4	5,26	-35,56	14,51
310	765	850	0,5	40,02	1,47	-37,55	9
310	765	850	1	34	3,8	-37,23	13,53
310	765	850	1,5	31	5,56	-35,86	15,264
310	765	880	0,5	40	1,4	-37,22	9
310	765	880	1	34	3,72	-37,36	13,5
310	765	880	1,5	31,15	5,3	-35,4	14,9
% 100 POLYESTER			Boyama Kons. (%)	L	a	b	K/S
270	705	820	0,5	37,55	4,9	-43,4	13,66
270	705	820	1	28,9	6,3	-40,42	23,3
270	705	820	1,5	26	9,26	-40,74	26,23
270	705	850	0,5	37,2	4,97	-44,1	13,71
270	705	850	1	29,3	5,87	-40,33	22,78
270	705	850	1,5	26,16	9,25	-40,97	26,71
270	705	880	0,5	37	4,75	-43,9	14
270	705	880	1	28,36	6	-40,43	22,7
270	705	880	1,5	26,2	9,67	-40,24	26
270	735	820	0,5	37,33	4,36	-43,85	14
270	735	820	1	28,87	6,43	-40,54	23,3
270	735	820	1,5	26,23	9,33	-40,98	25,56
270	735	850	0,5	37,22	4,53	-44,	14
270	735	850	1	28,3	5,94	-39,89	24,69
270	735	850	1,5	25,9	9,43	-41	27
270	735	880	0,5	37	4,69	-44,12	14
270	735	880	1	28,5	6,5	-40,3	23,43
270	735	880	1,5	25,9	9,4	-40,8	26,21
270	765	820	0,5	37,62	4,3	-43,35	13,15
270	765	820	1	28,23	6	-40	23
270	765	820	1,5	25,75	9,28	-40,68	27,41
270	765	850	0,5	36,4	5,23	-44,17	14,5
270	765	850	1	28,2	6,61	-40,3	24,59
270	765	850	1,5	25,76	9,46	-40,7	26,92
270	765	880	0,5	37,83	4	-43,67	13,26
270	765	880	1	29	6,51	-40,78	23,11
270	765	880	1,5	26	9,46	-40,84	26,44
290	705	820	0,5	37,2	4,89	-44,2	13,8
290	705	820	1	29	6,23	-40,36	22,8
290	705	820	1,5	25,83	9,15	-40,48	26,95
290	705	850	0,5	36,79	5	-44,3	14,32
290	705	850	1	29,31	6,1	-40,4	22,28
290	705	850	1,5	26	9,4	-40,25	26,6
290	705	880	0,5	37,82	4,2	-43,91	13,26

290	705	880	1	28,86	6	-40,2	23,3
290	705	880	1,5	26,26	9,2	-40,8	25,76
290	735	820	0,5	37,21	4,56	-44,1	14
290	735	820	1	28,95	6,1	-40,3	23,19
290	735	820	1,5	25,97	9,19	-40,66	26,84
290	735	850	0,5	37,5	4,6	-44,1	13,5
290	735	850	1	29	6,3	-40,6	23
290	735	850	1,5	26,4	9,02	-40,86	25,71
290	735	880	0,5	37,45	4,33	-44	13,81
290	735	880	1	28,7	6,55	-40,6	23,62
290	735	880	1,5	25,8	9,3	-40,74	26,88
290	765	820	0,5	36,9	4,92	-44	14
290	765	820	1	28,97	6,1	39,9	23,45
290	765	820	1,5	25,95	9,2	-40,7	27,12
290	765	850	0,5	37,4	4,36	-43,71	13,7
290	765	850	1	29	6,2	-40,5	23,2
290	765	850	1,5	25,85	9,4	-40,5	26,86
290	765	880	0,5	37,36	4,8	-43,96	13,62
290	765	880	1	29	6,33	-40,5	23,33
290	765	880	1,5	26,23	9,4	-41	26,33
310	705	820	0,5	36,97	4,84	-44,1	14,3
310	705	820	1	29,13	6	-40,36	23
310	705	820	1,5	26	9,26	-40,89	26,54
310	705	850	0,5	37,7	4	-43,66	13,4
310	705	850	1	28	6,36	-40	25
310	705	850	1,5	26,2	9,26	-40,83	25,86
310	705	880	0,5	37,75	4,36	-44,2	13,5
310	705	880	1	29,1	6,16	-40,4	22,9
310	705	880	1,5	26,26	9,23	-40,9	25,76
310	735	820	0,5	36,99	4,9	-44,21	14,13
310	735	820	1	28,9	6,26	-40,46	22,87
310	735	820	1,5	26,32	9,1	-40,99	26
310	735	850	0,5	36,66	4,9	-44,12	14
310	735	850	1	28,6	6,1	-40,1	23,88
310	735	850	1,5	26,2	9,3	-40,6	26,23
310	735	880	0,5	36,92	4,8	-44	14,19
310	735	880	1	29,1	6,16	-40,5	23
310	735	880	1,5	25,93	9,1	-40,63	27
310	765	820	0,5	37	4,9	-44,16	14
310	765	820	1	28,6	6,1	-40,2	23,88
310	765	820	1,5	26,1	9,3	-40,97	26,33
310	765	850	0,5	37	4,8	-44	14,19
310	765	850	1	29,1	6,16	-40,5	23
310	765	850	1,5	25,93	9,15	-40,69	27

Tablo A.7 Ham ve Farklı Konsantrasyonlarda Boyama İşlemine Tabi Tutulmuş Mamul Kumaşlara ait Fiziksel Parametre Ölçüm Değerleri

%100 PAMUK										
İL. İP.UZ.										
1. İPL.	2. İPL.	3. İPL.	Boyama Kons.	Sıra Sayısı	May Sayısı	İlmek Yoğ.	Gramaj	Kalınlık	Boncuklaşma	Patlama Muk.
270	705	820	0	13,83	8,67	119,9	277	1,21	2,5	11,41
270	705	820	0,5	11	12,1	133,1	304	1,46	2	13,45
270	705	820	1	12,6	10,8	133	338,8	1,65	3	13,9
270	705	820	1,5	11,5	11,4	131,87	302	1,63	2,5	13,4
270	705	850	0	13,17	8,5	111,9	262	1,22	3	10,96
270	705	850	0,5	11,4	11	126,44	321	1,48	2,5	13,3
270	705	850	1	12,4	10,4	131,04	336,7	1,75	2,5	13,2
270	705	850	1,5	11,4	11,3	130,65	301	1,58	2,5	12,75
270	705	880	0	13	8,5	110,5	263,7	1,22	3	9,27
270	705	880	0,5	11	11,1	123,1	320,2	1,52	2,5	13
270	705	880	1	12,2	10,1	125	290,7	1,60	2,5	12,35
270	705	880	1,5	10,5	11,8	122,4	310	1,67	2,5	12,04
270	735	820	0	13,33	8,83	117,8	274,3	1,23	3,5	10,98
270	735	820	0,5	10,9	12	132,4	302,2	1,39	2	14,4
270	735	820	1	12	10,6	127,53	332,9	1,67	3	16
270	735	820	1,5	11,1	11,1	124,3	301	1,59	2,5	13,5
270	735	850	0	12	9	108	260,7	1,16	3	10,66
270	735	850	0,5	11,3	11,5	130,16	303,4	1,33	2,5	14
270	735	850	1	12	10,4	128	312	1,7	3	13,9
270	735	850	1,5	12	10,6	127,32	314	1,58	2,5	12,8
270	735	880	0	13	8,5	110,5	266,7	1,24	2,5	11,92
270	735	880	0,5	10,8	11	120,04	319	1,4	2,5	12,45
270	735	880	1	11,2	11	124,2	327,6	1,70	2,5	13,4
270	735	880	1,5	10,1	11,8	120,8	281	1,50	2,5	12,65
270	765	820	0	12,5	8,83	110,4	254	1,18	3	12,13
270	765	820	0,5	11,5	11	128,8	319,2	1,27	2,5	16,05
270	765	820	1	11,9	10,1	121,19	322	1,74	3	15,05
270	765	820	1,5	11,5	10,5	120,8	304	1,50	2,5	15,2
270	765	850	0	11,5	9	103,5	253,3	1,22	2	10,7
270	765	850	0,5	11,6	10,5	122,85	313,8	1,32	2,5	13,85
270	765	850	1	11,7	10,4	122,02	308,2	1,62	3	13,95
270	765	850	1,5	10,5	11,6	119,65	289	1,55	2,5	14,8
270	765	880	0	12,33	8,5	104,8	255,7	1,16	3	13,18
270	765	880	0,5	10,8	11	116,13	322,7	1,54	2,5	12,65
270	765	880	1	11,2	10,5	116,5	333,1	1,74	2	13,0
270	765	880	1,5	10,2	11,2	117	319	1,58	2,5	12,25
290	705	820	0	13	9	117	285,3	1,19	2,5	10,5
290	705	820	0,5	11,3	11,5	130,8	310,6	1,41	2	12,95
290	705	820	1	12,3	10,8	132,5	351,7	1,77	3	13,9
290	705	820	1,5	11	11,5	129,5	315	1,61	2,5	13
290	705	850	0	13,17	9	118,5	283,7	1,21	2,5	9,4
290	705	850	0,5	11,2	11,5	128,8	342,5	1,53	2,5	13,25
290	705	850	1	12,2	10,5	127,05	335	1,8	2	13,6
290	705	850	1,5	11,4	11,5	130,38	313	1,69	2,5	13,1
290	705	880	0	12,33	8,5	104,8	269,7	1,22	2,5	8,85
290	705	880	0,5	10,9	11,2	120,35	323,4	1,54	2,5	12

290	705	880	1	11,8	10,5	125,05	326	1,74	2,5	13,25
290	705	880	1,5	10,5	11,4	120	300	1,70	2,5	11,5
290	735	820	0	12	9	108	261,3	1,25	3	9,17
290	735	820	0,5	10,9	12	128,89	310	1,4	2,5	14,45
290	735	820	1	12,3	10,8	130,8	337,3	1,74	3	14,3
290	735	820	1,5	11,1	11,1	122,32	307	1,67	2,5	13,4
290	735	850	0	13	8,83	114,8	279	1,21	3	10,45
290	735	850	0,5	11,1	11,6	128,92	310,5	1,40	2,5	13,05
290	735	850	1	11,3	10,8	121,1	314	1,69	2,5	13,35
290	735	850	1,5	10,9	11,3	123,9	300	1,6	2,5	13,1
290	735	880	0	13	8,5	110,5	274,2	1,19	2,5	9,37
290	735	880	0,5	10,8	11,5	123,2	322,4	1,55	2,5	12,8
290	735	880	1	11,3	11	123	333	1,71	2	12,85
290	735	880	1,5	10,5	11,6	119,16	306	1,6	2,5	13,05
290	765	820	0	12,5	8,67	108,33	255,3	1,22	2,5	9,72
290	765	820	0,5	11,2	11,1	125,65	309	1,43	2,5	13,9
290	765	820	1	12,1	10,2	123,6	317	1,70	3	14,9
290	765	820	1,5	10,5	11,4	119,42	310	1,53	2,5	14
290	765	850	0	11,83	9,33	110,4	266,7	1,25	3	9,37
290	765	850	0,5	10,3	11,7	120,51	310,6	1,33	2,5	13,05
290	765	850	1	11,5	10,9	124,4	319	1,74	2,5	13,9
290	765	850	1,5	11,2	10,6	118,9	289	1,61	2,5	13,65
290	765	880	0	12,67	8,5	107,7	265,3	1,24	3	11,78
290	765	880	0,5	10,4	11	114,6	312	1,41	2,5	13,4
290	765	880	1	11,2	10,8	119,5	327,1	1,77	2,5	13,65
290	765	880	1,5	9,8	12	116	276	1,48	2,5	13,75
310	705	820	0	13	9	117	297,7	1,2	3	9,95
310	705	820	0,5	11,9	10,8	128,9	333,4	1,55	3	13,25
310	705	820	1	12,7	10,5	132,75	365	1,88	2,5	14
310	705	820	1,5	12,2	11	134	320	1,6	2,5	12,8
310	705	850	0	13,33	8,83	117,8	293,7	1,25	2,5	8,83
310	705	850	0,5	11	11,2	124,2	330,9	1,48	2,5	12,5
310	705	850	1	12,2	10,8	132,25	350,7	1,88	3	13,2
310	705	850	1,5	11,5	11,1	126,5	322	1,65	2,5	12,4
310	705	880	0	13,17	8,5	111,9	283	1,21	3	8,75
310	705	880	0,5	10,9	11	120	326,1	1,61	3	12,35
310	705	880	1	11,3	10,8	120,71	341,1	1,87	3	12,15
310	705	880	1,5	10,4	11,5	120,68	284	1,64	2,5	12,55
310	735	820	0	12,5	8,67	108,3	276,7	1,19	3	10,07
310	735	820	0,5	11,5	11,2	128,65	318,3	1,50	3	13,1
310	735	820	1	11,8	10,7	126,71	324,6	1,72	3	13,65
310	735	820	1,5	12	10,6	125,4	326	1,66	2,5	12,9
310	735	850	0	12,33	9,33	115,1	284	1,23	2,5	8,88
310	735	850	0,5	11,1	10,9	122,2	314,2	1,43	2,5	12,8
310	735	850	1	11,9	10,3	120	335,5	1,77	2,5	14
310	735	850	1,5	10,9	11,1	120,88	312	1,6	2,5	12,4
310	735	880	0	12,5	8,83	110,4	280,3	1,24	3	8,33
310	735	880	0,5	10,4	12	123,84	322,9	1,52	3	12
310	735	880	1	11,6	10,8	124,96	340,5	1,9	3	12,7
310	735	880	1,5	10,6	11	117,65	307	1,7	2,5	12,3
310	765	820	0	12,17	8,83	107,5	269	1,23	3	10,48
310	765	820	0,5	11	11	121	315,8	1,5	2,5	13,5

310	765	820	1	12,1	10,1	121,2	333,8	1,79	3	14
310	765	820	1,5	10,7	11	117,8	300	1,57	2,5	13
310	765	850	0	11,33	9,17	103,9	273	1,23	2,5	9,23
310	765	850	0,5	11,2	10,8	122,2	325,6	1,46	2,5	13,5
310	765	850	1	12	10	119,15	334,1	1,82	3	14,1
310	765	850	1,5	11,7	10,4	122,6	317	1,63	2,5	12,9
310	765	880	0	12,67	8,5	107,7	278	1,26	3	9,42
310	765	880	0,5	10,6	10,5	112	307,3	1,53	2,5	12,8
310	765	880	1	11,2	10,5	118,48	322,3	1,72	2,5	13,5
310	765	880	1,5	10,5	11,7	121,85	305	1,47	2,5	13,3
65/35 PAMUK/POLYESTER			Boyama Kons.	Sıra Sayısı	May Sayısı	İlmek Yoğ.	Gramaj	Kalınlık	Boncuklaşma	Patlama Muk.
270	705	820	0	12	9,3	111,6	267	1,13	3,5	14,55
270	705	820	0,5	13,1	11,2	146	362	1,56	3	14,7
270	705	820	1	13,2	11,4	151	370	1,59	3	15,7
270	705	820	1,5	13,3	11,5	153	372	1,53	3	15,2
270	705	850	0	12,8	8,6	110,1	262,3	1,16	3	13,2
270	705	850	0,5	13,3	11,2	148,96	368,6	1,57	3	15,3
270	705	850	1	13	12	155	370,8	1,71	3	15,05
270	705	850	1,5	13,4	11,2	150,7	355,05	1,56	3	14,25
270	705	880	0	12,17	8,5	103,4	250,3	1,11	2	11,2
270	705	880	0,5	13	11,5	148,5	362,2	1,57	3	15
270	705	880	1	12,7	12	150,6	359,85	1,65	3	14,3
270	705	880	1,5	13,1	11,2	147,1	353	1,54	3	14,35
270	735	820	0	12,33	8,4	103,6	254	1,1	3	14,8
270	735	820	0,5	13,3	11,2	150	350	1,48	3	16,5
270	735	820	1	13,7	11	151	369,7	1,69	3	16,7
270	735	820	1,5	13,5	11	149	342	1,55	3	16,05
270	735	850	0	12	8,5	102	245,7	1,08	3	14,35
270	735	850	0,5	12,4	12,3	154,52	355	1,55	3	17,05
270	735	850	1	12,2	11,6	140,08	355,95	1,66	3	15,05
270	735	850	1,5	12,8	11,3	145	332	1,47	3	15,15
270	735	880	0	11,93	8,43	100,6	242	1,1	2	11,55
270	735	880	0,5	12,1	12	145	353,2	1,44	2,5	14,9
270	735	880	1	12,6	11,2	140	358,1	1,66	2,5	15,45
270	735	880	1,5	12,4	11,4	139,75	344	1,47	3	14,9
270	765	820	0	12	8,17	98	246,7	1,08	3	15,45
270	765	820	0,5	13,2	11,3	149,5	347	1,45	2,5	16,4
270	765	820	1	13,5	11	147,8	351,5	1,64	2,5	16,4
270	765	820	1,5	13,3	10,9	145	342,4	1,42	3	16,9
270	765	850	0	12,2	8,33	101,7	248,7	1,08	3	13,65
270	765	850	0,5	12,5	11,4	142,25	362	1,45	3	15,9
270	765	850	1	12,6	11	138,6	340	1,54	3	16,5
270	765	850	1,5	12,6	11,1	139,86	337	1,41	2,5	15,4
270	765	880	0	12	8	96	240	1,1	2	14,8
270	765	880	0,5	12,6	11,1	139,5	355	1,52	3	16,7
270	765	880	1	12,9	11	142	349,3	1,62	3	16,3
270	765	880	1,5	12,7	11,1	138,97	332,82	1,47	2,5	15,4
290	705	820	0	12,67	8,87	112,3	270,7	1,17	3	9,2
290	705	820	0,5	13,9	11,5	160	384	1,6,3	2,5	15,1
290	705	820	1	13,7	11,2	153,7	377	1,79	2,5	15,1
290	705	820	1,5	13,8	11,1	154	336,55	1,65	3	15,5

290	705	850	0	12,4	8,47	105	266,7	1,15	2,5	10,15
290	705	850	0,5	13,5	11,5	154,25	379,2	1,66	2,5	14,3
290	705	850	1	12,6	12	152	370	1,8	2,5	14,85
290	705	850	1,5	13,2	11,5	151,25	351,2	1,64	3	14,5
290	705	880	0	12,17	8,67	105,4	264,7	1,16	2,5	10,25
290	705	880	0,5	12,4	11,7	144	377,6	1,69	3	14,55
290	705	880	1	12,5	12	150	374,1	1,75	3	14
290	705	880	1,5	13	11,2	145,6	334,33	1,68	3	14,1
290	735	820	0	12	8,5	102	264,3	1,12	3	13
290	735	820	0,5	13,3	11,2	149	352,2	1,55	3	15,5
290	735	820	1	13,5	11	148,3	371	1,71	3	15,9
290	735	820	1,5	13,6	11	149	334,6	1,57	2,5	15,2
290	735	850	0	11,93	8,2	97,85	261,3	1,12	2,5	12,75
290	735	850	0,5	13,1	11,3	148,3	375	1,72	2,5	15,8
290	735	850	1	12,2	11,9	145,75	366,6	1,83	2,5	15,1
290	735	850	1,5	13	11,2	145	351,5	1,59	2,5	15,25
290	735	880	0	11,67	8,5	99,17	249	1,12	2,5	9,25
290	735	880	0,5	12,5	10,9	136,31	362,3	1,69	3	14,8
290	735	880	1	12	12	143,2	357,8	1,73	3	14,2
290	735	880	1,5	12,7	10,9	137,52	345,5	1,57	3	14,2
290	765	820	0	12	8,5	102	249,3	1,16	2,5	11,95
290	765	820	0,5	12,9	11,3	145	348,2	1,5	2,5	15,8
290	765	820	1	12,6	11,1	139	353,7	1,64	3	15,8
290	765	820	1,5	12,8	11,2	143	353	1,54	3	15,2
290	765	850	0	12,1	8,23	99,62	254,3	1,18	2	13,05
290	765	850	0,5	12,8	10,8	137,68	372,8	1,62	3	15,8
290	765	850	1	12,7	11	139	350	1,65	2,5	14,91
290	765	850	1,5	12,63	10,7	135,25	342	1,55	2,5	16,5
290	765	880	0	12,07	8,2	98,65	254,7	1,17	3	11,4
290	765	880	0,5	12	11,2	133,6	368	1,68	3	14,3
290	765	880	1	12,1	11	134	347	1,62	3	15,05
290	765	880	1,5	12,6	10,8	136	334,2	1,56	2,5	14,78
310	705	820	0	12,83	8,83	113,4	299,3	1,19	3,5	11,6
310	705	820	0,5	13,6	11,3	153,96	381	1,73	3	14,8
310	705	820	1	13,6	11,8	159,65	375	1,79	3	13,95
310	705	820	1,5	13,6	11,4	155,04	342,95	1,65	3	14,46
310	705	850	0	12,23	8,53	104,4	274	1,17	3	10,5
310	705	850	0,5	13,6	11,4	154,95	379	1,73	3	14,45
310	705	850	1	12,5	11,7	145,25	387	1,83	2,5	14,75
310	705	850	1,5	13,2	11,6	150,8	342,15	1,63	3	13,95
310	705	880	0	12,5	8,5	106,3	268,3	1,18	2,5	8,95
310	705	880	0,5	12,6	11,8	149,5	373,6	1,72	2,5	13,23
310	705	880	1	12,6	11,9	149,75	359,35	1,78	2,5	14,05
310	705	880	1,5	12,7	11,2	142,24	340,75	1,65	3	13,5
310	735	820	0	12,5	8,33	104,2	265,7	1,12	3	11,4
310	735	820	0,5	13	11,1	144,3	365,2	1,55	3	15,06
310	735	820	1	12,9	11,3	147,06	370,2	1,80	2,5	15,08
310	735	820	1,5	13,5	11	148,96	345,3	1,65	3	14,56
310	735	850	0	12,23	8,13	99,5	268,7	1,12	3	10,6
310	735	850	0,5	12,8	11,2	143,12	376,3	1,67	3	15
310	735	850	1	12,9	11,2	143,48	368,5	1,77	3	14,5
310	735	850	1,5	13,5	11,1	150	344,9	1,61	3	14,1

310	735	880	0	11,67	8,33	97,22	250,7	1,1	3	10,6	
310	735	880	0,5	12,5	11,4	142,5	362,7	1,69	2,5	14,23	
310	735	880	1	12,6	11,2	142,75	371	1,79	3	14,7	
310	735	880	1,5	12,6	11,1	140	354	1,62	3	14,35	
310	765	820	0	12	8,33	100	266,7	1,13	3	12,4	
310	765	820	0,5	12,9	11	141,86	363	1,62	3	16,15	
310	765	820	1	13,2	11	145	364	1,65	2,5	15	
310	765	820	1,5	13,2	10,8	143	370	1,67	2,5	15,75	
310	765	850	0	11,87	8,43	100,1	260,7	1,13	2,5	11,5	
310	765	850	0,5	13	10,8	139,6	362	1,66	2,5	14,9	
310	765	850	1	13,1	11,1	145,4	369,2	1,69	3	14,85	
310	765	850	1,5	12,8	10,7	137	355	1,61	3	14,9	
310	765	880	0	11,93	8,4	100,2	258,7	1,12	2,5	10,25	
310	765	880	0,5	12,1	11,3	137,53	362,2	1,58	3	14,43	
310	765	880	1	12,3	11,3	140	355,8	1,74	3	14,28	
310	765	880	1,5	12,5	10,9	136,16	338	1,53	3	14,4	
65/35 POLYESTER/PAMUK				Boyama Kons.	Sıra Sayısı	May Sayısı	İlmek Yoğ.	Gramaj	Kalınlık	Boncuklaşma	Patlama Muk.
270	705	820	0	13,17	8,5	111,9	299,7	1,3	2	14,8	
270	705	820	0,5	13,1	12,3	161,44	385	1,49	2	19,5	
270	705	820	1	13,3	12	159,6	401	1,7	1,5	20	
270	705	820	1,5	13,6	12	163	418	1,69	2	20,3	
270	705	850	0	12,83	8,67	111,2	292	1,18	4	15,7	
270	705	850	0,5	13,3	12,4	164,3	395,4	1,51	2	20	
270	705	850	1	13,2	12,2	161,68	409	1,71	1,5	20	
270	705	850	1,5	13,6	11,9	161	426,1	1,68	2	20,45	
270	705	880	0	12,67	8,67	109,8	275,7	1,15	2	12,98	
270	705	880	0,5	13,4	12	160,93	405,95	1,62	1,5	18	
270	705	880	1	12,6	12,2	153,94	409	1,73	2	19	
270	705	880	1,5	13,3	12,1	160,8	403,45	1,65	2	19,3	
270	735	820	0	12,67	8,67	109,8	278,3	1,13	2,5	16,3	
270	735	820	0,5	13,1	11,6	152,7	413	1,59	2	19,71	
270	735	820	1	13,3	12	158	396	1,66	1,5	20,2	
270	735	820	1,5	13,6	11,4	153,9	400,75	1,67	2	21	
270	735	850	0	12,33	9	111	280	1,16	2	18,1	
270	735	850	0,5	12,6	12,1	152,25	408,4	1,62	2	20,5	
270	735	850	1	12,8	12	151,9	391	1,63	1,5	20	
270	735	850	1,5	13	11,4	148	398,55	1,67	2	21,11	
270	735	880	0	12	8,5	102	264,3	1,12	2	15,65	
270	735	880	0,5	12,7	11,9	150	403	1,56	1,5	18,9	
270	735	880	1	12,3	11,9	146,4	387	1,73	2	19,35	
270	735	880	1,5	12,3	11,7	143,78	391,85	1,66	2	19,15	
270	765	820	0	12	8,67	104	275,3	1,15	2	16,65	
270	765	820	0,5	12,9	11,4	147,92	400	1,45	2	21,4	
270	765	820	1	12,7	11,5	146,9	386	1,62	1,5	20,6	
270	765	820	1,5	13,2	11	145,1	400	1,56	2	21	
270	765	850	0	12	8,33	100	259,3	1,07	2	15,65	
270	765	850	0,5	12,26	11,8	143,75	395,36	1,53	1,5	20,1	
270	765	850	1	12,4	11,6	144	375	1,68	1,5	20,8	
270	765	850	1,5	12,6	11	138,5	393	1,58	2	20,53	
270	765	880	0	12	8,17	98	263	1,17	2,5	15,28	

270	765	880	0,5	12,7	11,7	147	399	1,5	2	18,98
270	765	880	1	12,4	11,66	144,18	376	1,626	2	19,9
270	765	880	1,5	12,9	11	142,5	391	1,64	2	20,75
290	705	820	0	13	9	117	301	1,17	2,5	14,55
290	705	820	0,5	13,8	11,6	160	400	1,626	1,5	18,6
290	705	820	1	14	12,1	169,4	410	1,74	1,5	19,36
290	705	820	1,5	13,7	11,75	160,6	420	1,76	2	19,9
290	705	850	0	12,17	8,83	107,5	292,3	1,15	3	14
290	705	850	0,5	14	11,6	161,85	409	1,66	2	19,38
290	705	850	1	13,3	12,1	160,93	414	1,76	2	19,8
290	705	850	1,5	13,8	11,7	161	430	1,77	2	19,65
290	705	880	0	12,67	8,83	111,9	282,3	1,14	2	11,35
290	705	880	0,5	13,2	12	158	409,5	1,68	2	18,9
290	705	880	1	13	12,2	157,6	428	1,83	2	18,85
290	705	880	1,5	13,33	11,5	153,95	425,85	1,80	2	18,73
290	735	820	0	12,5	9	112,5	279,7	1,12	2	13,3
290	735	820	0,5	13,2	11,5	151,95	416,4	1,68	1,5	19,7
290	735	820	1	13,1	12	156,7	394	1,75	2	19,4
290	735	820	1,5	13,5	11,3	152,9	406,56	1,72	2	19,7
290	735	850	0	12	9	108	284	1,17	2,5	14,48
290	735	850	0,5	13	11,4	149,34	417	1,68	1,5	19,4
290	735	850	1	12,63	11,8	149	392	1,72	1,5	19,1
290	735	850	1,5	13,2	11,3	148,84	398,8	1,65	2	19,43
290	735	880	0	12	8,5	102	269,3	1,1	2,5	14,7
290	735	880	0,5	12,6	12,1	152,67	404,3	1,58	2	20,8
290	735	880	1	12,3	12	147,4	408	1,79	1,5	18,8
290	735	880	1,5	12,5	11,5	144,32	402,8	1,70	2	19,4
290	765	820	0	12	8,33	100	269,3	1,13	2	16,43
290	765	820	0,5	13,1	11,4	149,34	409,8	1,57	2	20,5
290	765	820	1	12,5	11,5	143,75	383	1,73	1,5	19,65
290	765	820	1,5	13,23	11	146	396	1,623	1,5	21,5
290	765	850	0	12	8,5	102	264	1,17	2,5	16,75
290	765	850	0,5	12,63	11,56	146,35	410	1,58	1,5	20,95
290	765	850	1	12,5	11,5	143	387	1,7	1,5	20,9
290	765	850	1,5	13	11	1428	394	1,65	2	19,8
290	765	880	0	12	8	96	262,3	1,16	2,5	12,72
290	765	880	0,5	12	11,7	140	401	1,56	1,5	18,55
290	765	880	1	12	11,5	137	378	1,73	1,5	19,8
290	765	880	1,5	12,5	11	137,5	390	1,55	2	18,3
310	705	820	0	13	8,83	114,8	310	1,15	2	13,8
310	705	820	0,5	13,63	11,43	155,89	404	1,69	1,5	19
310	705	820	1	13,8	11,8	161,65	426	1,76	1,5	18,3
310	705	820	1,5	13,8	11,8	162,2	414	1,74	1,5	19,3
310	705	850	0	12,83	8,67	111,2	296,7	1,13	4	13,72
310	705	850	0,5	13,9	11,8	163	418	1,68	1,5	19
310	705	850	1	13,5	12	160	429,16	1,8	2	18,6
310	705	850	1,5	14	11,7	164	415	1,69	2	19,4
310	705	880	0	12,5	8,83	110,4	293,3	1,15	2,5	12,35
310	705	880	0,5	13,38	11,9	159	407	1,633	1,5	17,9
310	705	880	1	13,1	11,9	155	428	1,8	2	18,45
310	705	880	1,5	13	11,7	151,8	419,2	1,8	2	18,2
310	735	820	0	12,5	8,5	106,3	291,3	1,15	2,5	15,38

310	735	820	0,5	12,4	11,6	151	425	1,7	1,5	19,35
310	735	820	1	13,1	11,9	156	412	1,79	2	18,95
310	735	820	1,5	13,5	11,2	151	415	1,74	2	20
310	735	850	0	12	8,5	102	284,3	1,16	3	13,4
310	735	850	0,5	13	11,4	156,11	420	1,7	2	18,45
310	735	850	1	12,9	11,8	151,65	409	1,79	1,5	18,03
310	735	850	1,5	13,23	11,23	148,34	411,6	1,7	2	19,5
310	735	880	0	12	8,5	102	279,7	1,11	4	12,8
310	735	880	0,5	13,2	11,4	150,65	410	1,56	1,5	19,5
310	735	880	1	12,22	12	147,62	408	1,82	1,5	18,5
310	735	880	1,5	12,62	11,5	146	394	1,76	2	18,15
310	765	820	0	12	8,67	104	282	1,13	2	15,65
310	765	820	0,5	12,9	11,66	149	408,7	1,65	2	20
310	765	820	1	12,7	11,43	145	391,3	1,74	1,5	19,65
310	765	820	1,5	12,85	11,36	145,9	403,45	1,67	1,5	19,4
310	765	850	0	12	8	96	270	1,11	2	14,43
310	765	850	0,5	12,63	11,8	148,95	409	1,626	1,5	19,2
310	765	850	1	12,5	11,5	143,5	384	1,75	1,5	18,6
310	765	850	1,5	12,8	10,9	139	395	1,72	2	19,6
310	765	880	0	12	8,67	104	273,3	1,18	2,5	13,48
310	765	880	0,5	12,5	11,5	144,75	401,6	1,62	1,5	18,15
310	765	880	1	12,2	11,36	139	384	1,76	1,5	17,8
310	765	880	1,5	12,5	11,1	139,75	391,5	1,63	2	18,5
% 100 POLYESTER			Boyama Kons.	Sıra Sayısı	May Sayısı	İlmek Yoğ.	Gramaj	Kalınlık	Boncuklaşma	Patlama Muk.
270	705	820	0	13,5	8,33	112,5	286	1,14	2	
270	705	820	0,5	12,9	12,16	157	406	1,66	1,5	22
270	705	820	1	12,9	13	168	422,6	1,71	1,5	22,65
270	705	820	1,5	12,7	12,5	158	418	1,7	1,5	21
270	705	850	0	13,17	8,5	111,9	284,7	1,14	2	
270	705	850	0,5	12,83	12,6	162	413,33	1,69	1,5	23
270	705	850	1	12,23	13	158	418	1,74	1,5	23
270	705	850	1,5	12,1	13	157	423,33	1,69	1,5	20,8
270	705	880	0	12,67	8,67	109,8	275,7	1,18	2	
270	705	880	0,5	12	12,7	153,4	398	1,7	1,5	21,65
270	705	880	1	12	13,2	159	412	1,71	1,5	22,5
270	705	880	1,5	12	13,1	157	421	1,68	1	20,4
270	735	820	0	12	8,67	104	244	1,16	2	
270	735	820	0,5	12	12,2	147,6	397	1,63	2	21,8
270	735	820	1	11,9	13	154	407	1,7	1,5	21,6
270	735	820	1,5	12	12,4	148,79	399,66	1,64	1,5	22
270	735	850	0	12,33	8,67	106,9	268	1,14	2,5	
270	735	850	0,5	11,8	12,33	145	391,66	1,63	2	22,3
270	735	850	1	11,7	12,8	150,32	394	1,66	1,5	22,3
270	735	850	1,5	11,46	12,9	147,8	393,6	1,68	1	21
270	735	880	0	11,83	8,5	100,6	265,3	1,12	2	
270	735	880	0,5	11,75	12,6	147,85	404	1,66	1,5	21,4
270	735	880	1	11,2	12,7	142,5	398	1,71	1,5	22,9
270	735	880	1,5	11,15	13	144,72	392,66	1,625	1	20,71
270	765	820	0	12,17	8,33	101,4	270	1,11	2	
270	765	820	0,5	12	12,1	145,5	375,33	1,6	1,5	21,7
270	765	820	1	11,9	12,3	145	399	1,6	1,5	22

270	765	820	1,5	11,8	12,2	145	406	1,57	1,5	23,95
270	765	850	0	12,17	8,5	103,4	264	1,11	2	
270	765	850	0,5	12	12,3	147,6	391,5	1,6	1,5	23,55
270	765	850	1	11,9	12,5	148	394	1,63	1,5	22,5
270	765	850	1,5	11,66	12,3	143,5	385	1,6	1,5	21,26
270	765	880	0	12	8,83	106	267,7	1,16	2	
270	765	880	0,5	13	12,2	157,5	426	1,71	2	22,5
270	765	880	1	13	13	169	434	1,77	1,5	22
270	765	880	1,5	12,6	12,5	158	452	1,74	1,5	21,01
290	705	820	0	13,83	8,5	117,6	311,3	1,22	2	
290	705	820	0,5	12,5	12,7	160	417	1,75	1	22
290	705	820	1	12,4	13	162	424	1,77	1,5	22,2
290	705	820	1,5	12,1	12,9	156	431	1,72	1,5	20,3
290	705	850	0	13,17	8,5	111,9	296,3	1,19	2,5	
290	705	850	0,5	12,5	12,6	158	418	1,75	1,5	21,8
290	705	850	1	11,9	13	154,7	421	1,78	1,5	21,85
290	705	850	1,5	11,8	13,1	157	427	1,7	1,5	20
290	705	880	0	12,83	8,5	109,1	288,3	1,18	2	
290	705	880	0,5	11,8	12,3	145,5	397	1,61	1,5	20,8
290	705	880	1	11,9	12,9	153,51	404	1,71	1,5	20,85
290	705	880	1,5	12	12,2	146	404	1,63	1	20
290	735	820	0	12,33	8,5	104,8	290,7	1,13	2,5	
290	735	820	0,5	12,1	12,5	150	393	1,62	1,5	21,5
290	735	820	1	11,8	13	153	408	1,73	1	19,55
290	735	820	1,5	11,8	12,2	143,96	409	1,67	1,5	20,55
290	735	850	0	12,67	8,5	107,7	274,3	1,14	2	
290	735	850	0,5	11,2	12,3	138	393	1,71	1,5	21,8
290	735	850	1	11	12,6	140	387	1,72	1,5	21,75
290	735	850	1,5	11,6	12,5	144	399	1,65	1	20,3
290	735	880	0	12	8,5	102	282	1,14	2,5	
290	735	880	0,5	11,9	12,1	144	394	1,64	1	20,4
290	735	880	1	11,5	12,7	145	395	1,63	1,5	21,4
290	735	880	1,5	11,7	12,2	143,96	403	1,66	1	19,7
290	765	820	0	12	8,33	100	271,7	1,16	2	
290	765	820	0,5	11,9	12	144	392	1,61	1,5	21,3
290	765	820	1	11,3	12,5	140	393	1,65	1,5	20,4
290	765	820	1,5	11,6	12,4	143	400	1,62	1,5	21
290	765	850	0	11,67	9	105	278,7	1,16	2	
290	765	850	0,5	13	12,33	160	429	1,78	1,5	23
290	765	850	1	12,8	13	166	440	1,79	1,5	20,9
290	765	850	1,5	12,1	13	157,5	440	1,742	1,5	21,75
290	765	880	0	13,67	8,83	120,7	308	1,18	2,5	
290	765	880	0,5	12,5	12,5	157	429	1,78	1,5	20,8
290	765	880	1	12,43	13,06	162	436,3	1,81	1,5	20,7
290	765	880	1,5	12,1	13	157	433	1,75	1	20,75
310	705	820	0	13	8,5	110,5	300,3	1,17	2,5	
310	705	820	0,5	12,6	12,9	157,84	426	1,79	1,5	22
310	705	820	1	11,82	13	154,7	425	1,843	1,5	22
310	705	820	1,5	11,9	13	154	430	1,73	1,5	20,35
310	705	850	0	12,83	8,5	109,1	297,7	1,15	2	
310	705	850	0,5	13,16	11,4	150	416	1,66	1,5	21,51
310	705	850	1	12,1	12,7	153,8	403	1,78	1,5	20,7

310	705	850	1,5	11,8	12,4	145,5	418	1,68	1,5	20,4
310	705	880	0	12,33	8,17	100,7	290	1,12	2,5	
310	705	880	0,5	12	12,4	148	398	1,63	1,5	20,55
310	705	880	1	11,6	13	150,5	413	1,68	1,5	20,65
310	705	880	1,5	11,5	12,55	143,6	413,66	1,64	1,5	19,85
310	735	820	0	12,33	8,5	104,8	281,7	1,14	2,5	
310	735	820	0,5	11,5	12,6	144	400	1,73	1,5	23
310	735	820	1	11,2	12,8	143,75	409	1,72	1,5	19,5
310	735	820	1,5	11,6	12,5	144,5	419	1,68	1	20
310	735	850	0	12,33	8,5	104,8	281,7	1,14	1,5	
310	735	850	0,5	12	12	144	408	1,66	1,5	21,75
310	735	850	1	11,2	12,5	141	417	1,65	1,5	19,6
310	735	850	1,5	11,7	12,3	143,51	407	1,64	1,5	20,3
310	735	880	0	12	8,33	100	279,7	1,09	2,5	
310	735	880	0,5	11,7	12	140	400	1,65	1,5	20,9
310	735	880	1	11	12,6	139	406	1,69	1,5	21,9
310	735	880	1,5	11,2	12,5	139	403	1,61	1,5	19,8
310	765	820	0	12	8,5	102	281	1,14	2,5	
310	765	820	0,5	12	12	144,8	408	1,66	1,5	20,75
310	765	820	1	11,2	12,5	141	417	1,65	1,5	19,64
310	765	820	1,5	11,7	12,3	143,71	407	1,64	1,5	20,85
310	765	850	0	11,67	8,5	99,17	279,7	1,09	2,5	
310	765	850	0,5	11,6	12	141	400	1,64	1,5	20,85
310	765	850	1	11	12,6	139	406	1,69	1,5	19,88
310	765	850	1,5	11,2	12,5	140	404	1,61	1,5	20,65
310	765	880	0	11,6	8,8	102,08	280	1,1	1	
310	765	880	0,5	11,5	12,3	142	396	1,64	1,5	20
310	765	880	1	11,3	12,3	139	402	1,67	1,5	20,6
310	765	880	1,5	11,4	12,4	141,26	403	1,6	1	20,3

ÖZGEÇMİŞ

N. Özkan TATLI, 20 Aralık 1981 tarihinde Malatya’ da doğdu. İlköğrenimini Malatya’ da, ortaöğrenimini ise Mersin’ de tamamladı. 2004 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’ nden mezun oldu ve aynı yıl aynı bölümün yüksek lisans programında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen aynı bölümde eğitime devam etmektedir. Ayrıca özel bir işletmede bölüm yöneticisi olarak çalışmaktadır. Bildiği yabancı diller, İngilizce ve Almanca’ dır.