

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PAMUĞUN ÇEŞİTLİ ÇEVRE ŞARTLARINDA YANMA
KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve KIRGIL

Yangın ve Yangın Güvenliği Anabilim Dalı

KASIM 2024

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PAMUĞUN ÇEŞİTLİ ÇEVRE ŞARTLARINDA YANMA
KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve KIRGIL

Yangın ve Yangın Güvenliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hüseyin ALTUNDAĞ

KASIM 2024

Merve KIRGIL tarafından hazırlanan “PAMUĞUN ÇEŞİTLİ ÇEVRE ŞARTLARINDA YANMA KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması 06.11.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yangın ve Yangın Güvenliği Anabilim Dalı’nda (varsa) Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı : **Unvan Adı SOYADI**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Unvan Adı SOYADI (Danışman)**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Unvan Adı SOYADI**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Unvan Adı SOYADI**
(Gerekliyse) Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Unvan Adı SOYADI**
(Gerekliyse) Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “PAMUĞUN ÇEŞİTLİ ÇEVRE ŞARTLARINDA YANMA KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(...../...../20.....).

(imza)

Merve KIRGIL





Kıymetli Aileme



TEŐEKKÖR

Tez çalıőmalarımın tamamlanabilmesi, benim için çok değerli birkaç kiőinin ilgileri, destek ve katkılarıyla mÖmkÖn olabilmıőtır. YÖksek lisans Öğrenimim sÖresince, desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen, sınırsız sabrı ve hoőęÖrÖsÖyle, sÖrekli eğiten, Öğreten ve yÖnlendiren danıőmanım Sayın Prof. Dr. HÖseyin ALTUNDAĞ' a, çalışma sÖresince tÖm zorlukları benimle gÖğÖsleyen , hayatımın her evresinde benimle olan, akademik anlamda daima ilerlememi destekleyen ,bilimin her daim yol gÖsterici olduğunu savunan ve beni bu zihniyette yetiőtiren değerli annem Hamidiye KIRGIL'a ve yol arkadaőım babam Ali Kasım KIRGIL'a sonsuz teőekkÖrlerimi sunarım.

Merve KIRGIL



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SİMGELER	xv
TABLO LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xix
ÖZET	xxiii
SUMMARY	xxvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Dünyada Pamuk Üretimi	1
1.2. Türkiye’de Pamuk Üretimi.....	3
1.3. Dünyada Pamuk Üretimi	4
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	9
2.1. Yanma ve Yangın	9
2.2. Yanma Çeşitleri	11
2.3. Yangının Çıkış Nedenleri	12
2.4. Yangın Söndürme Metotları	14
2.5. Yanıcı Malzemeye Göre Yangın Tüpü Seçimi:	16
2.6. Pamuğun Kendi Kendine Yanması:	18
2.7. Yangının Büyüme Hızı.....	21
2.8. Pamuğun Depolanacağı Lisanslı Depolarda Bulunması Gereken Nitelikler ..	22
2.9. Türkiye’de En Çok Pamuk Üretimi Yapılan İl Olan Şanlı Urfa İlinde Meydana Gelen Pamuk Yangınları	24
3. PAMUĞUN ÇEŞİTLİ ÇEVRE ŞARTLARINDA YANMA KARAKTERİSTLİĞİNİN İNCELENMESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR	29
3.1. Çalışmanın Amacı	29
3.2. Çalışmanın Konusu	29
3.3. Çalışmanın Yöntemi.....	29
3.4. Çalışmanın Bulguları.....	30
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ.....	71



KISALTMALAR

cm	: Santimetre
da.	: Dekar
gr.	: Gram
Ha.	: Hektar
kg/da	: Dekar başına ortalama verim
kg/ha.	: Ortalama verim
km/sa.	: Kilometre / saat, hız veya sürat birimi.
m.	: Metre
mg/m³	: Bir metre küp havadaki maddenin miligram olarak değeri
Ppm	: Milyonda bir birime verilen isim
sn.	: Saniye



SİMGELER

C	: Karbon
H	: Hidrojen
O₂	: Oksijen gazı
H₂O	: Su
CO	: Karbonmonoksit
CO₂	: Karbondioksit
°C	: Celsius derece, Celsius ölçeği santigrat ölçeğinin bir türü [°C]
K	: Kelvin, Uluslararası Birim Sistemi'ne göre temel sıcaklık ölçü birimi[K]
CH₂O	: Formaldehit
HCOOH	: Formikasit
CH₃OH	: Metil alkol
CH₃COOOH	: Asetik asit



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. 2022 yılı ICAC verilerine göre Türkiye’de il bazında pamuk üretimi.....	24
Tablo 3.1. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri.	35
Tablo 3.2. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgâr hızına bağlı yanma süreleri.	37
Tablo 3.3. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgâr hızına bağlı yanma süreleri.	39
Tablo 3.4. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun hissedilen sıcaklığa bağlı yanma süreleri.	41
Tablo 3.5. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri.	52
Tablo 3.6. Adana ilinde numune pamuğun havanın nemine bağlı yanma süreleri. ..	54
Tablo 3.7. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun hissedilen sıcaklığa bağlı yanma süreleri.	56
Tablo 3.8. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgâr hızına bağlı yanma süreleri.	58
Tablo 3.9. Yüzey alanı büyütülmüş pamuk numunesinin yanma esnasında maruz kaldığı çevresel parametreler ve sayısal değerleri.	59
Tablo 3.10. Yüzey alanı küçültülmüş pamuk numunesinin yanma esnasında maruz kaldığı çevresel parametreler ve sayısal değerleri.	59



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. ICAC verilerine göre küresel pamuk üretimi ve tüketimi istatistikleri	1
Şekil 1.2. ICAC verilerine göre yıllara göre pamuk verim oranı.....	2
Şekil 1.3. 2023 verilerine göre Dünyada pamuk üretimi.	2
Şekil 1.4. Pamuğun günlük su tüketimi ve günlere göre gelişimi	3
Şekil 1.5. Ülkemizde pamuk üretimi yapılan iller.	4
Şekil 1.6. Depodaki pamuğu ön temizleme ünitesinde kadar taşıyan pamuk emişi. ...	5
Şekil 1.7. Pamuk temizleme ünitesi.	5
Şekil 1.8. Pamuğun temizleme ünitesinden çıkış yeri ve bant sistemi.	5
Şekil 1.9. Çırçır makinaları.	6
Şekil 1.10. Pamuk balyalama cihazı.	6
Şekil 1.11. Balyalanmış pamuk deposu.	7
Şekil 2.1. Yangın üçgeni	9
Şekil 2.2. Yangın üçgeni	10
Şekil 2.3. Kontrolsüz bir şekilde çıkan pamuk yangını sonrası görsel	10
Şekil 2.4. UEL ve LEL değerleri	12
Şekil 2.5. Kahramanmaraş tekstil fabrikası yangını sonrası.....	13
Şekil 2.6. Bazı maddelerin tutuşma sıcaklığı	15
Şekil 2.7. Yangın türlerine göre söndürme metodu ve kullanılacak malzemeler [13].	15
Şekil 2.8. A sınıfı yangında soğutma prensibi	16
Şekil 2.9. Yangının türüne göre söndürme sisteminin seçimi	16
Şekil 2.10. Bazı liflerin yanma özellikleri	17
Şekil 2.11. Tekstil liflerinin yanma karakteristikleri	17
Şekil 2.12. Şanlı Urfa’da pamuk yüklü kamyonun seyir halinde yanması	18
Şekil 2.13. Adananın Kozan ilçesinde balkonda yer alan pamuğun yanması	19
Şekil 2.14. Niğde fabrika yangını	19
Şekil 2.15. Doğru depolama örneği	21
Şekil 2.16. Şanlıurfa ili 2012-2024 (Haziran) yılları arasında ilçe bazında vaka oranları	26
Şekil 2.17. Yıllara göre Şanlıurfa ilinde ilçe bazında 2012 -2024 (Haziran ayına kadar) çıkan vaka oranları	27
Şekil 2.18. Şanlıurfa ili 2012-2024 (Haziran) yılları arasında ay bazında vaka oranları	28
Şekil 3.1. İllere göre pamuk ekim alanı, kütlü üretim, kütlü verim, lif üretim, lif verim	30
Şekil 3.2. Pamuk çiçeği ve meyve oluşumunun aşamaları.	31
Şekil 3.3. Deney anında numuneden çıkan duman rengi.	32
Şekil 3.4. Pamuk numunelerinin 5 er gr. olarak hassas terazi ile ölçülmesi.	33
Şekil 3.5. Pamuk numunelerinin yanma başlamadan önce alınan numunelerin yarı çaplarının gösterimi.	33
Şekil 3.6. Deney numune çaplarının ayarlanması.	34

Şekil 3.7. Pamuğun yanma safhaları.	34
Şekil 3.8. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri.	36
Şekil 3.9. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın nemine bağlı yanma süreleri.	38
Şekil 3.10. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgârın hızına bağlı yanma süreleri.	40
Şekil 3.11. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun hissedilen sıcaklığa bağlı yanma süreleri.	42
Şekil 3.12. 7.Deney yanma sürecini tamamlamasının akabinde deney anında alınmış olan görsel.	43
Şekil 3.13. 3.Deney yanma sürecini tamamlamasının akabinde deney anında alınmış olan görsel.	44
Şekil 3.14. 6.Deney yüzey alanı küçültülmüş olan pamuğun yanma sürecini tamamlamasının akabinde deney anında alınmış olan görsel.	44
Şekil 3.15. 6.Deney yüzey alanı küçültülmüş olan pamuğun yanma sürecini tamamlamasının akabinde deney anında alınmış olan görsel.	45
Şekil 3.16. 10.Deney görselleri.	45
Şekil 3.17. Deney sonrası pamuk numunesi görselleri.	46
Şekil 3.18. Yüzey alanı küçültülmüş olan pamuğun yanma sonrası görüntüsü.	47
Şekil 3.19. Yüzey alanı arttırılmış olan pamuğun yanma sonrası görüntüsü.	47
Şekil 3.20. 9.Deney yüzey alanı küçültülmüş pamuğun yanma sonrası görüntüsü. ..	48
Şekil 3.21. 9.Deney yüzey alanı arttırılmış olan pamuk.	48
Şekil 3.22. 2.Deney sonrası yüzey alanı azaltılmış pamuk numunesinin deney sonrası görseli.	49
Şekil 3.23. 2.Deney sonrası yüzey alanı arttırılmış pamuk numunesinin deney sonrası görseli.	49
Şekil 3.24. Yüzey alanı azaltılmış olan pamuk ve yanma sonrası iç görseli.	50
Şekil 3.25.12.Deney yanma sonrası yüzey alanı arttırılmış pamuk numunesi görseli.	50
Şekil 3.26. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri.	51
Şekil 3.27. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın nemine bağlı yanma süreleri.	53
Şekil 3.28. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun hissedilen sıcaklığa bağlı yanma süreleri.	55
Şekil 3.29. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgârın hızına bağlı yanma süreleri.	57
Şekil 3.30. Çapı 12 cm olan pamuk numunesinin yanma sonrası 9.Deney görseli. ..	60
Şekil 3.31. Çapı 12 cm olan pamuk numunesinin yanma sonrası 9.Deney görseli. ..	60
Şekil 3.32. Çapı 12 cm olan pamuk numunesinin yanma sonrası 11.Deney görseli. ..	60
Şekil 3.33. Çapı 6 cm olan pamuk numunesinin yanma sonrası 11.Deney görseli. ..	61
Şekil 3.34. 7.Deney numuneleri yanma sonrası görüntüsü.	61
Şekil 3.35. 8.Deney numuneleri yanma sonrası görüntüsü.	62
Şekil 3.36. 3.Deney numuneleri yanma sonrası görüntüsü.	62
Şekil 3.37. 10.Deney numuneleri yanma sonrası görüntüsü.	63
Şekil 3.38. Yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun kapalı alanda sıcaklığa bağlı yanma süreleri.	63

Şekil 3.39. Yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun kapalı alanda neme bağlı yanma süreleri. 64





PAMUĞUN ÇEŞİTLİ ÇEVRE ŞARTLARINDA YANMA KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Yangın, maddenin ısı ve oksijenle birleşmesiyle birlikte yanma reaksiyonlarının kontrolsüz bir şekilde gerçekleşmesi olayıdır. Yangının temelini yeterli miktarda yanıcı madde, oksijen ve ısıнын bir araya gelmesi gerekmektedir. Yangınlar yanan malzemenin özelliklerine göre kategorize edilirler. Pamuk yangınları da A sınıfı yangınlar arasında yer almaktadır. A sınıfı yangınlar normal olarak kor şeklinde yanan genellikle organik yapıdaki katı madde yangınlarını kapsar.

Pamuk başta tekstil sektörü olmak üzere birçok sektörde kullanılan bir hammaddedir. Pamuk tekstil sektörünün en önemli yapıtaşıdır. Lifi işlenen ilk bitkidir. Pamuk lifli bir yapıya sahip olup yanıcılığı yüksektir. Bu nedenle toplanmasından balyalamasına, balyalamasından depolanmasına, depolanmasından işlenmesine, işlenip kumaş elde edilmesine kadar olan süreçte yanıcılığı yüksek bir madde olması sebebi ile tüm organizasyon süresince yangına mahal vermeyecek şekilde gerekli yangın önlemleri ve tedbirlerin alınması gerekmektedir. Yanıcılığı yüksek olan pamuk küçük kıvılcımla yanabilen yandıktan sonra zor kontrol altına alınabilen bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapılan bu çalışmada farklı ortam şartlarında aynı ağırlıkta, farklı hacme sahip pamuk numuneleri belirli yarıçaplarda hazırlanarak yakılmıştır. Bu çalışmamız pamuğun çevresel şartlara maruz kaldığında yanıcılığı süre bazında incelenmesini, farklı günlerde yakılan aynı hacme ve farklı hacme sahip iki farklı boyutta alınan pamuk numunesinin aynı ağırlık baz alındığında yanma süresinde ne derece değişimler olduğu, ortamdaki nemin yanma süresine etkisi, ortamdaki nem yüzey alanı artırılmış ve yüzey alanı azaltılmış aynı kütleye sahip pamuğun yanma sürelerinin ne derecede değiştiği, hissedilen sıcaklığın yanma süresine etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Deney süresince görsel olarak yanma olayını incelenmeye çalışılmıştır.

Dış çevre koşullarında aşağıdaki parametreler baz alınmıştır.

- ✓ Hava sıcaklığı
- ✓ Hissedilen hava sıcaklığı
- ✓ Nem
- ✓ Rüzgâr hızı

Kapalı alan deneyinde ise aşağıdaki parametreler baz alınmıştır.

- ✓ Hava sıcaklığı
- ✓ Nem

Çalışmamızda farklı günlerde çiğitsiz pamuk yakılmıştır. Yakılan pamuk numuneleri yüzey çapı 12 cm ve yüzey çapı 6 cm olarak ayarlanmıştır. Yakılan pamuk

numunelerinin tamamı hassas terazi ile ölçülmüştür. Her numune 5 gram olacak şekilde hazırlanmıştır. Akabinde hazırlanan pamuk numuneleri İstanbul lokasyonunda ve Adana lokasyonunda yakılmıştır. Yakılan pamuk numunelerinin yanma durumu gözlemlenerek hava durumunun yanma üzerindeki etkinliği üzerinde durulmuştur. Ayrıca kapalı alanda pamuğun yanma durumunu da incelemek amacı ile aynı ölçüde ve çaplarda hazırlanan pamuk numuneleri kapalı alanda da yakılmıştır. Kapalı alanda yapılan deneyin kapalı ortam koşullarındaki hava sıcaklığı ve havadaki nemi ölçmek için ise dijital termometre kullanılmıştır.

İstanbul ilinde yapılan deneyler incelendiğinde yüzey alanı azaltılmış olan pamuk daha hızlı sönmülmüştür. Bunun nedeni pamuk lifli bir yapıda olması ve lif temasının iç yüzeylere gidildikçe artması ve oksijen girişine yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesine göre daha az izin vermesinden kaynaklıdır. Yüzey alanı azaltılarak pamuğun yoğunluğu arttırılmıştır. Yüzey alanı arttırılmış pamuk ise daha uzun yanma göstermiş olup pamuk liflerinin arasındaki boşluklardan kaynaklı oksijenle temas eden yüzey alanı fazla olduğundan yanma olayı tüm dokulara yayılma eğilimi göstermiştir. Bu nedenle de yanma olayı biraz daha uzun zaman almıştır.

Pamuk lojistik depolarının yanma durumunu inceleyen Wen-Hui Ju pamuğun fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre pamuk lojistik deposunun yangın riski analiz edilerek yangın tehlikesi kaynakları araştırmış, araştırma sonucunda için için yanan yangının tüm nedenleri arasında nem emilimi ve ısı salınımı olasılığının en yüksek olduğunu gösterdiğini, bu nedenle de sıcaklığın 303 K'nin altında olması gerektiği ve ortam neminin %70'in altında kontrol edilmesi önemli olduğunu vurgulanmıştır.

Adana ilinde yaz ayında yapılan deneyler incelendiğinde ise çevresel koşullarda nem oranının %70 ve üzeri seyreden hava koşullarında yüzey alanı arttırılmış pamuk numunesi daha hızlı sönmülmüştür. Yanmayan pamuk miktarı yüzey alanı azaltılmış numunelere göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Nem oranı yanma karakteristiğini etkileyen ciddi bir parametredir. Yapılan deneylerde %69 ve altı nem oranına maruz kalan pamuk numunesinin yanma karakteristiği ise aynı İstanbul ilinde olduğu gibi seyretmiştir. Nem oranının daha düşük olması nedeniyle yüzey alanı azaltılmış ,yoğunluğu arttırılmış pamuk numunesi daha hızlı sönmülmüştür. Yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesinin ise daha uzun süre yanma eylemi gerçekleştirmiştir.

Kapalı alanda da pamuğun yanma karakteristiğinin nasıl seyrettiği de incelenmiştir. Adana ve İstanbul lokasyonlarında aynı boyutta ve ağırlıkta pamuk numuneleri yakılmıştır. Çevresel şartlarda karşılaştırılan parametreler hava sıcaklığı ve maruz kaldıkları nem oranı olmuştur. Mevcut alanın hava sıcaklığı ve nem oranı dijital termometre ile ölçülmüştür. Sonuç ise şu şekildedir. Kapalı alanda %70 üstü neme maruz kalan pamuk numuneleri yakıldığında çapı 12 cm olan pamuk numunesi çapı 6 cm olan pamuk numunesine göre daha hızlı sönmülmüştür. %70 altı nem oranına maruz kalan pamuk numunesinde ise yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesi daha uzun süre yanma eylemi gerçekleştirmişken, yüzey alanı küçültülmüş olan pamuk numunesi daha hızlı sönmülmüştür. Kapalı alanda yakılan pamuk dış çevre koşullarında yakılan pamuk ile aynı sonucu vermiştir.

Yapılan deney neticesinde %70 ve üstü nem oranına maruz kalan ve hava sıcaklığını yüksek seyrettiği günlerde yakılan yoğunluğu arttırılmış olan pamuk numunesi için için yanma özelliği göstermiştir. Ancak çapı büyütülerek yoğunluğu azaltılan pamuk numunesi yakıldığında yanma belirli bir süre sonra kendiliğinden sönmülmüştür. Wen-Hui Ju 'nun makalesinde de belirtmiş olduğu şekilde depolama alanlarının bağıl

neminin %70 altında tutulması ve sıcaklığın 30°C üzerinde olmaması önem taşımaktadır.

Bu çalışmamızdan çıkardığımız en önemli sonuç pamuk yangınlarında çevresel koşulların ciddi bir etkisinin olduğudur. Rüzgâr hızı yüksek olduğu günlerde havanın sıcak olması etkisiyle yanma sürelerinin artış göstermesine neden olmaktadır. Pamuk yanıcılığı yüksek bir malzemedir. Küçük kıvılcım bile büyük bir yangına sebebiyet verebilmektedir. Yapılan deneylerde yüzey alanı küçültülmüş pamuk numunelerinin yakılıp tamamen sönmelerine kadar olan süreçlerde gözlemlenen durumlardan bir tanesi de çoğu pamuk numunesi ilk yanma sürecinde tamamen yanmış gibi görünmesiydi. Pamuk numunesinin dış yüzeyinin renk değiştirip yani yanmış gibi gözüktüğü, pamuk numunesinde duman çıkarmamasıydı. Aslında pamuğun yanmıyormuş gibi gözükmeydi. Ancak çevresel koşullarda maruz kalan yanan pamuk numunesi hafif bir rüzgâr estiğinde numunenin yandığını, duman çıkardığını, iç kısımlarında yanma sürecini devam ettirdiği gözlemlendi. Yapılan deneylerden çıkarılan sonuçlardan bir tanesi de nem oranının çok yüksek seyretmesi %70 oranının üzerine çıkması yanma süresinin kısalmasına neden olmaktadır. Yapılan deneylerde duman çıkarmadan için için yanabilen bir malzeme olduğu gözlenmiştir. İçin için yanma özelliğinde olması küçük bir kıvılcımın dahi yangın çıkarabilecek risk taşıdığını dikkate almak son derece önemlidir. Bu nedenle pamuk işletmelerinde pamuk balyaları depolama yönetmeliklerine uyulmalı ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Pamuk balyaları mümkün olduğu kadar aralıklı olarak yerleştirilmelidir. Pamuklar balyalayarak muhafaza edilmelidir ki olası bir yangın durumunda yanma reaksiyonu göstermemiş olan pamuk balyalarının tahliyesi yapılabilirdir.



INVESTIGATION OF COMBUSTION CHARACTERISTICS OF COTTON IN VARIOUS ENVIRONMENTAL CONDITIONS

SUMMARY

Fire is the uncontrolled occurrence of combustion reactions when matter combines with heat and oxygen. The basis of fire is the combination of sufficient flammable material, oxygen and heat. Fires are categorized according to the characteristics of the burning material. Cotton fires are also among Class A fires. Class A fires normally include fires of solid materials, usually organic in structure, that burn in the form of embers.

Cotton is a raw material used in many sectors, especially in the textile sector. Cotton is the most important building block of the textile sector. It is the first plant whose fiber is processed. Cotton has a fibrous structure and is highly flammable. For this reason, since it is a highly flammable material in the process from collection to baling, from baling to storage, from storage to processing, from processing to fabric production, necessary fire precautions and measures must be taken throughout the organization to prevent fire. Cotton, which has high flammability, is a material that can burn with small sparks and is difficult to control after burning.

In this study, cotton samples of the same weight and volume in different environmental conditions were prepared and burned in certain radii. This study aims to examine the flammability of cotton when exposed to environmental conditions based on time, the degree of change in the burning time of two different sized cotton samples with the same volume and different volume burned on different days, when the same weight is taken as the basis, the effect of humidity in the environment on the burning time, the degree of change in the burning time of cotton with the same mass whose surface area is increased and whose surface area is decreased, and whether the perceived temperature has an effect on the burning time. Visual examination of the burning event was conducted during the experiment.

The following parameters were taken as basis in external environmental conditions.

- ✓ Air temperature
- ✓ Perceived air temperature
- ✓ Humidity
- ✓ Wind speed

In the closed area experiment, the following parameters were taken as basis.

- ✓ Air temperature
- ✓ Humidity

In our study, cotton without cotton was burned on different days. The surface diameter of the burned cotton samples was set as 12 cm and the surface diameter as 6 cm. All of the burned cotton samples were measured with a precision scale. Each sample was prepared to be 5 grams. Afterwards, the prepared cotton samples were burned in Istanbul and Adana locations. The burning status of the burned cotton samples was observed and the effect of weather conditions on burning was emphasized. In addition, in order to examine the burning status of cotton in a closed area, cotton samples prepared in the same size and diameter were burned in a closed area. A digital thermometer was used to measure the air temperature and humidity in the air in the closed environment conditions of the experiment conducted in a closed area.

When the experiments conducted in Istanbul province were examined, cotton with a reduced surface area faded faster. The reason for this is that cotton has a fibrous structure and fiber contact increases as you go to the inner surfaces and allows less oxygen entry than the cotton sample with an increased surface area. The density of the cotton was increased by reducing the surface area. Cotton with an increased surface area burned longer, and since the surface area in contact with oxygen is higher due to the gaps between the cotton fibers, the burning event tended to spread to all tissues. For this reason, the burning event took a little longer.

Wen-Hui Ju, who examined the burning status of cotton logistics warehouses, analyzed the fire risk of cotton logistics warehouse according to the physical and chemical properties of cotton and investigated the sources of fire hazard. As a result of the research, it was emphasized that the possibility of moisture absorption and heat release is the highest among all the causes of smoldering fire, therefore, it is important that the temperature should be below 303 K and the ambient humidity should be controlled below 70%. When the experiments conducted in the summer months in Adana province were examined, it was observed that in the air conditions where the humidity rate was 70% and above, the cotton sample with increased surface area extinguished faster and the amount of unburned cotton was higher than the samples with reduced surface area. Humidity rate is a serious parameter affecting the burning characteristics. In the experiments conducted, the burning characteristics of the cotton sample exposed to 69% and below humidity rate were the same as in Istanbul province. Due to the lower humidity rate, the cotton sample with reduced surface area and increased density extinguished faster. The cotton sample with increased surface area burned for a longer time.

It was also examined how the burning characteristics of cotton proceeded in a closed area. Cotton samples of the same size and weight were burned in Adana and Istanbul locations. The parameters compared in environmental conditions were air temperature and the humidity rate they were exposed to. The air temperature and humidity rate of the current area were measured with a digital thermometer. The result is as follows. When cotton samples exposed to humidity above 70% were burned in a closed area, the cotton sample with a diameter of 12 cm faded faster than the cotton sample with a diameter of 6 cm. In the cotton sample exposed to humidity below 70%, the cotton sample with an increased surface area burned longer, while the cotton sample with a reduced surface area faded faster. Cotton burned in a closed area gave the same result as cotton burned in outdoor conditions. As a result of the experiment, the cotton sample with an increased density burned on days when the air temperature was high exhibited a smoldering burning characteristic. However, when the cotton sample whose diameter was increased and density was reduced was burned, the combustion spontaneously extinguished after a certain period of time. As Wen-Hui Ju stated in his article, it is

important to keep the relative humidity of the storage areas below 70% and the temperature not to exceed 30°C.

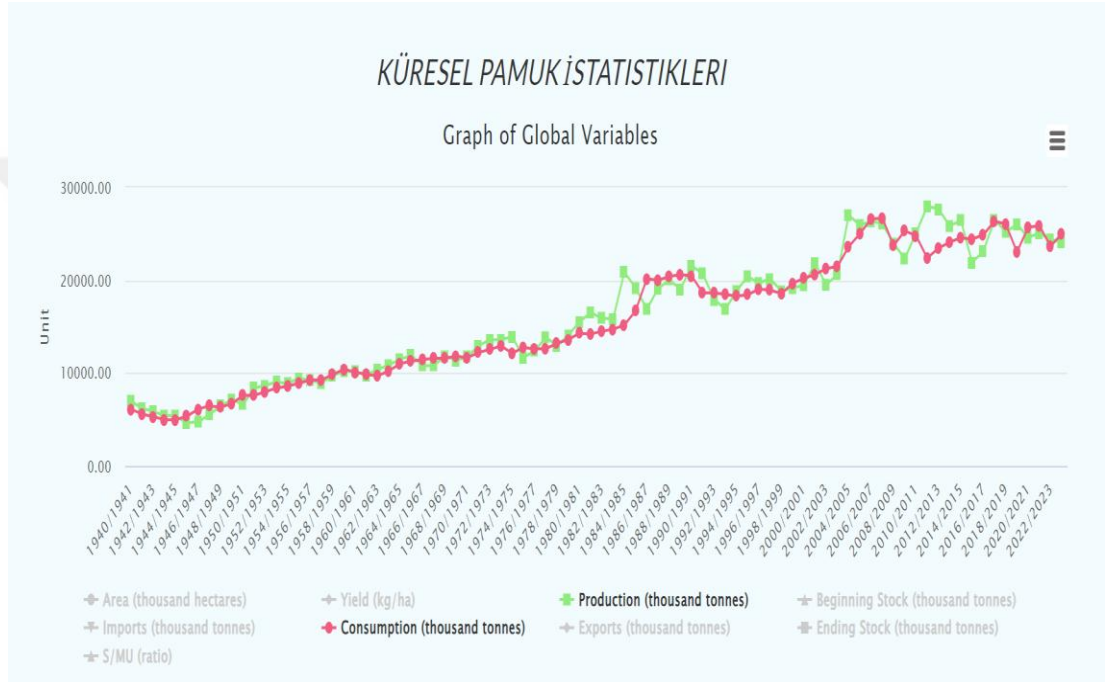
The most important conclusion we have drawn from this study is that environmental conditions have a serious effect on cotton fires. On days when the wind speed is high, the weather is hot, which causes the burning times to increase. Cotton is a highly flammable material. Even a small spark can cause a large fire. In the experiments conducted, one of the situations observed in the processes from the burning of cotton samples with reduced surface areas to their complete extinction was that most cotton samples appeared to be completely burned during the first burning process. The outer surface of the cotton sample changed color, in other words, it appeared to be burned, and there was no smoke in the cotton sample. In fact, it was as if the cotton was not burning. However, it was observed that the burning cotton sample exposed to environmental conditions burned, smoked, and continued the burning process in its inner parts when a light wind blew. One of the results obtained from the experiments is that the humidity rate being too high, exceeding 70%, causes the burning time to shorten. In the experiments conducted, it was observed that it is a material that can burn smolderingly without producing smoke. It is extremely important to consider that even a small spark can cause a fire since it has a smoldering feature. For this reason, cotton bale storage regulations should be followed in cotton factories and the necessary precautions should be taken. Cotton bales should be placed as far apart as possible. Cotton should be stored by baling so that in the event of a possible fire, cotton bales that have not shown a burning reaction can be evacuated.



1. GİRİŞ

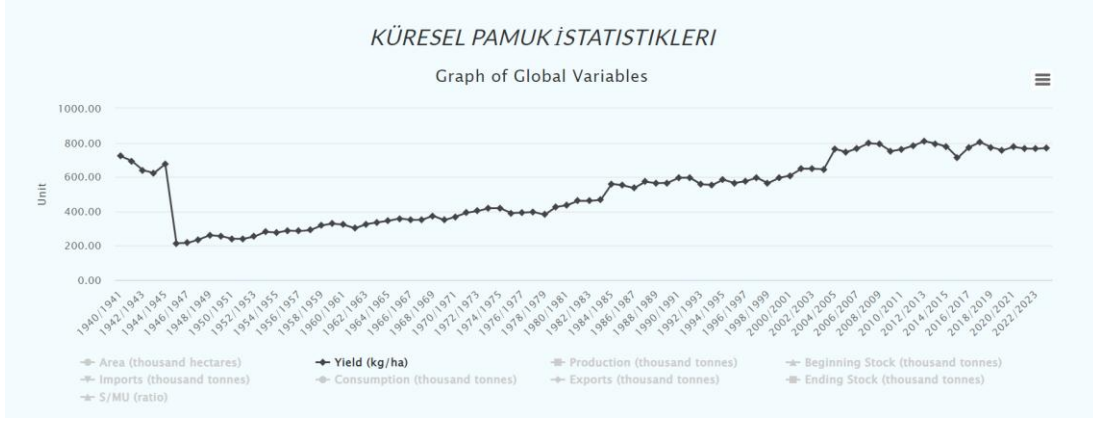
1.1. Dünyada Pamuk Üretimi

ICAC verilerine göre yıl bazında küresel pamuk istatistiklerine göre 1940 yılından 2023 yılına kadar olan pamuk üretimi ve tüketimi ton bazında grafiği aşağıdaki gibidir.



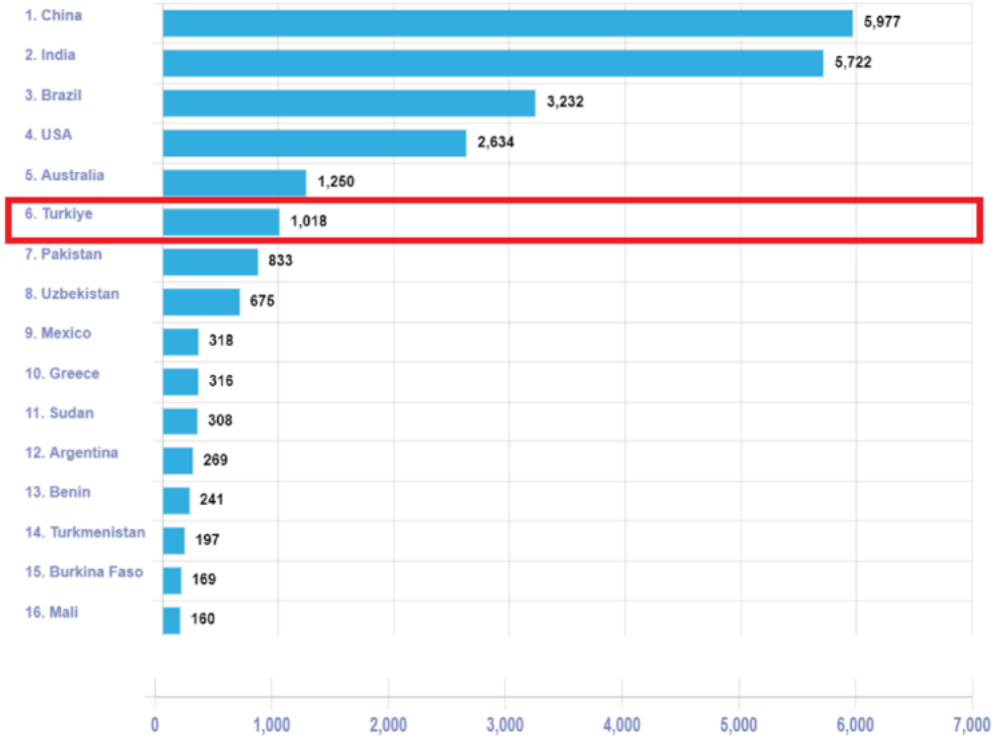
Şekil 1.1. ICAC verilerine göre küresel pamuk üretimi ve tüketimi istatistikleri [1].

Grafikte de görüldüğü üzere üretimin en yüksek olarak 2011 yılı görülmekte olup tüketim ile arasındaki makas geniştir. Ancak sonraki yıllarda bu makas giderek daralmış olup nerdeyse üretim ile tüketim aynı çizgide devam etmiştir. İlk defa pamuk üretimi global bazda 1984/1985 yılları arasında ciddi bir yükseliş yakalamış üretim olarak 20868,71 ton pamuk üretimi sağlanmışken, bu yıllar arasında tüketim 15190,51 ton olarak kayda geçmiştir. 1986/1987 yıllarında tüketim üretimin önüne geçmiştir. Tüketim 20168,95 ton iken üretim 16980,70 ton olarak kayda geçmiştir. Bu durumun benzeri 2009/2010 yıllarında da yaşanmıştır. Bu yıllarda tüketim 25304,87 ton iken üretim 22328,06 ton olarak kayıt altına alınmıştır.



Şekil 1.2. ICAC verilerine göre yıllara göre pamuk verim oranı.

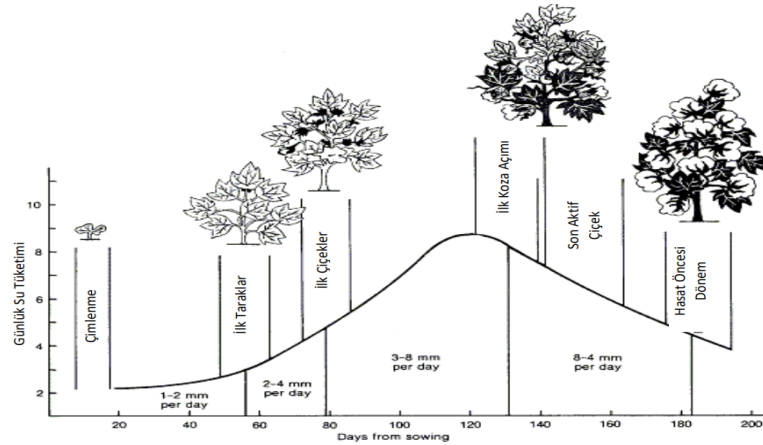
Yıl bazında değerlendirildiğinde genel itibari ile verim artış eğilimi göstermiştir. Ülke bazında pamuk üretim verileri incelendiğinde pamuk üretimi olarak ilk sırada Çin Halk Cumhuriyeti yer alırken Türkiye pamuk üretiminde 1,018 Milyon ton ile 6. Sırada yer almaktadır.



Şekil 1.3. 2023 verilerine göre Dünyada pamuk üretimi.

1.2. Türkiye’de Pamuk Üretimi

Pamuk her türlü toprakta yetiştirilebilen bir bitkidir [2]. Fakat her türlü toprakta yetişebilen pamuk toprak özelliğine bağlı olarak kalitesi de değişmektedir. Yüksek kaliteli pamuk hasat edebilmek için toprak özelliği, pamuğun yetiştirileceği iklim önem arz etmektedir. Yüksek geçirgenlik toprak olması gerekliliğinin yeni sıra kumlu killi toprak olmalıdır. Toprağı kolay işlenebilir olması da pamuğun verimliliği açısından önemlidir. Pamuk kalitesini etkileyen önemli parametrelerden biri de hava koşullarının ekime uygun olması gerektiğidir. Pamuğun ekilebilmesi için yıllık ortalama sıcaklığın 20°C civarında seyretmesi gereklidir [2]. Pamuk toprağa ekilebilmesi için toprağın ekime hazır hale getirilmesi gerekir. Pamuk ekilecek tarlanın 20-25 cm derinlikte sürülüp tarla temizliğinin de yapılması gerekmektedir. Akabinde ilkbahar ayında ekilecek olan pamuğun ekim hazırlığı toprağın yaklaşık 15 cm sürülmesi ile toprak ekime hazır hale getirilir. Pamuğun ekim zamanı ilkbahar aylarıdır. Toprak sıcaklığı 15 °C olmalıdır. Tohumun ekilip çimlenmeye başlaması yaklaşık 1 hafta 10 günü bulur [2]. Pamuğun kendini geliştirebilmesi dolayısı ile de geliştirmek için kendine yer açabilmesi amacı ile seyreltme işlemi yapılır. Ayrıca yabancı otlarında çapa yapılarak ayrılması pamuğun gelişimi açısından son derece önemlidir. Pamuğa ilk sulama ve son sulama yapılması pamuğun kalitesi açısından çok önemli bir konudur.



Şekil 1.4. Pamuğun günlük su tüketimi ve günlere göre gelişimi [3].

Pamuk ekim sürecinde toprak tavsız olmalıdır. Tavsız toprak sıkıldığında şekil almayan topraklardır. Tavsız toprak ekimi için yağmur beklenir. Suyu fazla toprak ise avuç içinde sıkılıp atıldığında dağılmazsa ekim toprak hazırlığı olmaması sebebi ile beklenir. Tavlı toprak, avuç içine alınıp sıkıldığında dağılım gösterir.

Pamuk üretiminde en önemli parametresi ilk sulama tarihinin doğru zamanda yapılmasıdır. İlk suyun erken yapılması ya da gecikmesi verimde, pamuğun kalitesinde azalmalara sebebiyet vermesi nedeniyle ilk su verme işlemi ekim tarihinden 40-45 gün sonra yapılmaktadır. Pamuğun üretiminde son sulama da ciddi önem taşımaktadır. Kozaların yaklaşık %10 unun açtığı dönemde mutlaka sulama işlemi durdurulmalıdır. Sulamanın erken durması verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Geç durdurulması ise pamuğun olgunlaşmasında gecikme ve lif kalitesinde düşüş meydana getirmektedir [30]. Fazla sulanmış ya da geç ekim yapılmış pamuk bitkisinde uç alma işlemi yapılmaktadır. Gelişim sürecinde sıkıntı görülmeyen pamuklarda uç işlemine gerek kalmamaktadır. Bitkinin tepesinden bir karış yaklaşık 10-15 cm uzunlukta ucundan kırılma işlemine uç alma denmektedir. Pamuk kozaları açılmaya başladıktan sonra uç alma işlemi yapılmaktadır [4].



Şekil 1.5. Ülkemizde pamuk üretimi yapılan iller.

ICAC verilerine göre ülkemizde pamuk üretimi yapan iller arasında ilk sırada Şanlıurfa ili gelmektedir.

1.3. Dünyada Pamuk Üretimi

Tarladan toplanan çiğitli pamuk pamuk işleme ve balyalama süreçlerinden geçmektedir. Tarladan çıkan pamuktan direkt olarak iplik, saf pamuk, pamuk yağı gibi ürünler elde edemeyiz. Bu ürünlerin elde edilebilmesi için pamuğun işlenmesi çırçırlanması gerekmektedir. Tarladan çıkan pamuk pamuk depolarına dökülür ve hava kanal sistemi ile depodaki pamuk alınarak çırçır öncesi pamuk işleme cihazlarından geçirilir.



Şekil 1.6. Depodaki pamuğu ön temizleme ünitesinde kadar taşıyan pamuk emişi.

Ziyaret edilen ırır fabrikasında kullanılan otomasyon sistemine göre pamuklar hava kanallarına benzer kanallar ile işlenmemiş pamuk depolardan çekilerek tek bir yere pamuk temizleme ünitesine aktarılır. Pamuk temizleme ünitesinin işlevi tarladan gelen pamuğu içerisinde kum, taş, çakıl, poşet gibi malzemeleri pamuktan ayırıştırmaktır.



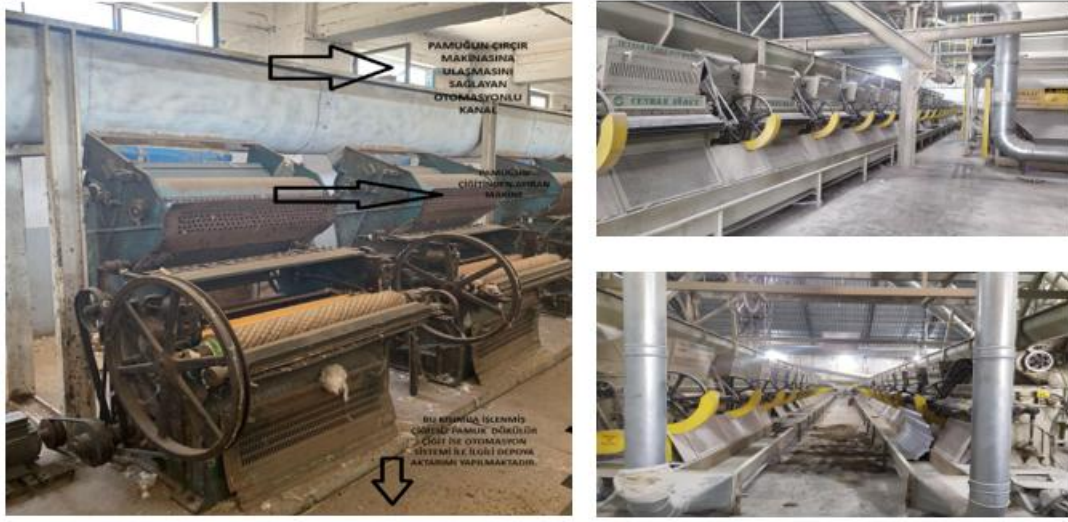
Şekil 1.7. Pamuk temizleme nitesi.

Pamuk temizleme ünitesinden çıkan pamuk bantlara dökülür. Buna otomasyon sistemi adı verilmektedir. Bant aracılığıyla gelen pamuk helezon sistemine dökülür.



Şekil 1.8. Pamuğun temizleme ünitesinden çıkış yeri ve bant sistemi.

Helezon sisteminde pamuk lifleri merdane benzeri yapılardan geçirilir ve kanallar vasıtasıyla çırçır makinasına gelir.



Şekil 1.9. Çırçır makinaları.

Ön temizlemeye tabi tutulan pamuk helezon sisteminden geçerek otomasyon sistemi vasıtasıyla çırçır makinesine ulaşır. Ulaşan pamuklar çırçırılama işlemine tabi tutulur. Çırçırılama işlemi çığitli (çekirdekli) pamuğun pamuk elyafından ayrılmasını sağlayan bir sistemdir. Çırçırılama sonrasında ayrılan pamuk presleme makinasına geçer. Aktif olarak çalışan bu işletmede 15 dakikada bir pamuk balyalaması yapılabilmektedir.



Şekil 1.10. Pamuk balyalama cihazı.

Çekirdeğinden ayrılan pamuk otomasyon sistemi ile presleme makinesine taşınır. Ziyaretimiz esnasında pamuk işleme tesislerinde en sık görülen yangının presleme esnasında ortaya çıktığını izlenimlerinde bulunduklarını belirtmişlerdir.



Şekil 1.11. Balyalanmış pamuk deposu.

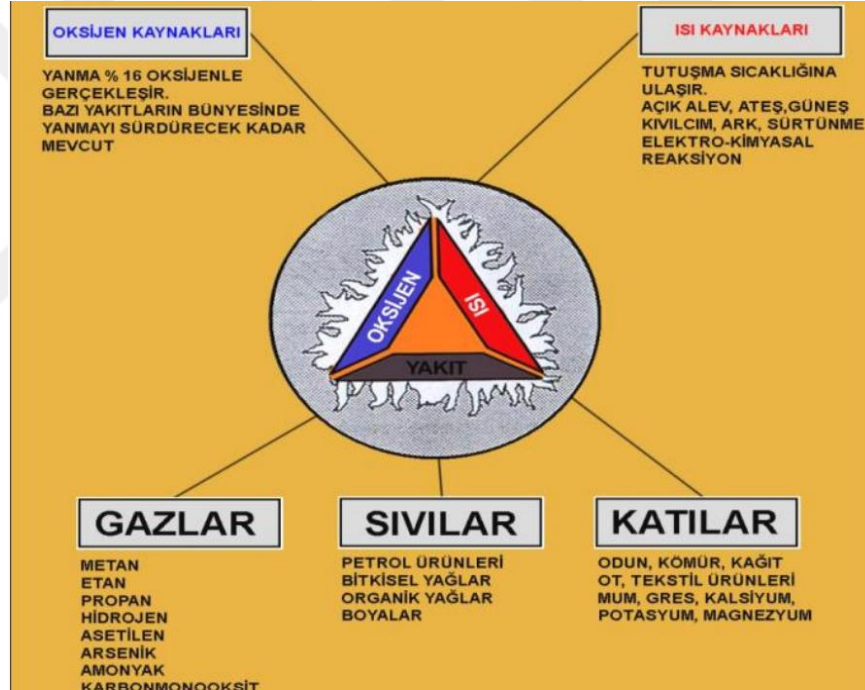


2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Yanma ve Yangın

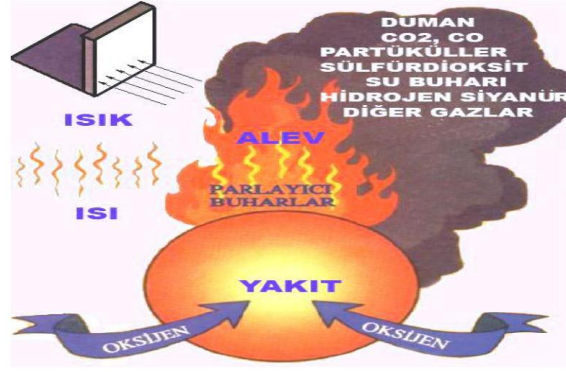
2.1.1. Yangın nedir?

Yangın; yanıcı maddenin oksijen yeterli miktarda ısı ve oksijen ile reaksiyona girmesi sonucunda ortaya çıkar. Kontrolsüz olarak başladığı için yangın olarak adlandırılır. Yangın reaksiyonda yeterli miktarda yanıcı madde, ısı ve oksijen olduğu sürece devamlılığını sürdürecektir [5]. Bu kontrolsüz olarak ortaya çıkan durumun olması için gerekli parametrelere yangın üçgeni denilmektedir [5].



Şekil 2.1. Yangın üçgeni [6].

Yangın üçgeni; yüzeysel kor hâlinde yanma, için için yanma olarak açıklanabilir. Alevli yanma gereksinimlerini komple tanımlamaz [6].



Şekil 2.2. Yangın üçgeni [6].

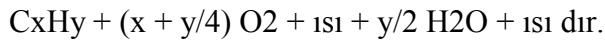


Şekil 2.3. Kontrolsüz bir şekilde çıkan pamuk yangını sonrası görsel [7].

2.1.2. Yanma nedir?

Maddenin ısı ve oksijenle bir araya gelmesi sonucunda ortaya çıkan kimyasal bir tepkimedir [8]. Yanma çeşitleri kendi arasında dörde ayrılır. Bunlar yavaş yanma, kendi kendine yanma, hızlı yanma, parlama patlama şeklinde oluşan yanma olaylarıdır [9].

Kimyasal formülü ise;



Yanma için oksijen havadan sağlanmaktadır. Havanın bileşiminde %21 oranında oksijen bulunmaktadır (%78 nitrojen ve %1 oranında diğer gazlar bulunur). Yanmanın oluşabilmesi için havada bulunan oksijenin en az %16 oranında olması gerektiği gibi yaklaşık beşte biri oksijen olan hava, yangının büyümesini ve yayılmasını etkileyen en önemli faktörlerdendir.

Yangın yerindeki;

- Hava Büyüklüğü
- Yanıcı Madde

- Oksijen Üreten Kimyasal Reaksiyonların olması,
- Oksijen Oranı
- Rüzgâr, gibi faktörler etkindir.

Oksijenin oranı yükseldikçe yanma hızı ve ısısı artar. Rüzgâr belirli bir zaman biriminde ateşe daha fazla oksijen girişine neden olduğundan körükleyici etki yapar. Şiddetli rüzgârlar yangınların yayılmasında önemli rol oynar [5].

2.2. Yanma Çeşitleri

Kendi içerisinde beş gruba ayrılmaktadır.

2.2.1. Yavaş yanma

Oksitlenme, paslanma gibi meydana gelen yanma olayına yavaş yanma olarak tanımlanmaktadır. Yavaş yanmada ortamda ısı ve ışık çıkmaz. Demir, bakır gibi metallerin havada yer alan oksijen ile birleşmesi sonucunda oksitleme olayı da denilebilir [10].

2.2.2. Kendiliğinden yanma

Yavaş yanmanın, zamanla hızlı yanmaya dönüşebilmektedir. Özellikle yağ içerikli malzemeler oksijen ile birleşerek yavaş yanmayı başlatır. Akabinde özellikle yağ ve yağlı yüzeyler yavaş yanmanın oluşmasıyla zamanla ısınır. Isı zamanla alevlenme seviyesine yükselir ve malzeme kendiliğinden alev alır [10].

2.2.3. Hızlı yanma

Yanmanın tüm özelliklerini belirten alev, ısı, ışık ve korlaşmanın ortaya çıktığı yanma çeşididir. Bazı maddeler, katıdan sıvı hale, sıvıdan buhar veya gaz haline geçer. Bu hal değişimlerin sonrasında yanma reaksiyonu aktif hale gelir. Bazı maddeler ise doğrudan yanma özelliği gösterebilirler [10].

2.2.4. Parlama ve patlama

Parlama kolayca ateş alan maddelerde görülen bir olaydır. (Örneğin benzin gibi) Patlamada maddenin tamamı yanar ve tamamen yanma olayıdır. Patlamada; bir anda aniden parlayarak yanma olayıdır.



Şekil 2.4. UEL ve LEL değerleri [10].

Yangın Sınıfları TS-EN-2'e göre yangının sınıflandırması aşağıdaki gibi tanımlanabilmektedir.

A SINIFI: Genellikle kor olarak yanan tabiatı gereği organik özelliklere sahip katı madde yangınlarını içerir [11].

B SINIFI: Sıvı veya sıvılaşılabilen katı madde yangınlarını kapsar [11].

C SINIFI: Yanabilen gaz yangınlarını kapsar [11].

D SINIFI: Metal yangınlarını kapsar [11].

F SINIFI: Genellikle mutfaklarda kullanılan pişirme aletleri içindeki bitkisel ve hayvansal pişirme yağları aynı zamanda bazı endüstriyel yağların yangınlarını kapsar [11].

Yanan malzemenin cinsini bilmek yangının sınıfını tayin edebilmek yangın söndürücü seçimini doğru seçebilmemiz için bir gerekliliktir.

2.3. Yangının Çıkış Nedenleri

Yangının çıkış nedenlerinin başında önlemlerin alınmaması gelmektedir. Yangının başlıca çıkış nedenleri elektrik kontağından çıkan yangınlar, LPG tüpleri, evlerde kullanılan tüplerden çıkan yangınlar, patlayıcı-parlayıcı maddelerin yeterince

korunmaya alınmamasından ve depolama koşullarının prosedüre uygun olarak yerleştirilmemesinden kaynaklanmaktadır.

Elektrik bağlantısının zamanında uygun şekilde yapılmaması tüplerin amacı dışında ve yanlış kullanımı yangının çıkış nedenleri içinde başlıcalarından sayılabilmektedir. Doğaya bilinçsizce atılan cam şişeler mercek etkisi göstererek yangın çıkmasına ve birçok ormanın yanmasına neden olmaktadır.

Yangına karşı hangi yangında nasıl davranacağını ne çeşit söndürme tüpü ile müdahale edileceğini bilmemek yangının çıktıktan sonra büyümesinde büyük etki yapmaktadır. Yangın güvenlik önlemlerinin işverenlerce gerekli görülememesi, yangın güvelik önlemlerinin işyerlerinde yeterince uygulanmaması, yangının doğası gereği büyümesine neden olmaktadır.

Bazı işverenlerce ya da inşaat firmalarınca eski yapılarda yangın yönetmeliğine uygun tasarlanmayan işyerlerinde yangın söndürme sisteminin uygulaması yapılmaması nedeniyle de yangınlar ortaya çıkmakta olup sadece mal kaybına değil can kaybına da sebebiyet verebilmektedir. Bu duruma en iyi geçtiğimiz günlerde Kahramanmaraş'ta tekstil deposunda bulunan pamuk balyalarının yangını örnek olarak gösterilebilmektedir [12].



Şekil 2.5. Kahramanmaraş tekstil fabrikası yangını sonrası [12].

Belirtilen haberde akıllara gelecek önemli parametre şu şeklide sıralanabilir;

- Depoda sulu söndürme ve algılama söndürme sistemi var mıydı?
- Depo tasarımı yönetmeliklere uygun yapılmış mıydı?
- Söndürme sistemi aktif miydi?
- Aktif söndürme sistemi varsa bile depo kapasitesi yeterli miydi?

- Statik elektriğe mahal verecek bir uygulama yapılmış mıydı?
- Kapalı depo alanında sigara içimi yapıp izmariti söndürmeden atılmış mıydı?

Gibi daha da arttırılabileceğimiz sorular akıllara gelmektedir. Yanıcı maddeler, yanma esnasında enerji açığa çıkararak ısı ve ışık formunda enerji salımı yaparlar. Bu süreçte, maddeler oksijen ile kimyasal bir reaksiyona girer ve bu reaksiyon genellikle belirli bir aktivasyon sıcaklığına ve yeterli oksijen varlığına ihtiyaç duyar. Yanıcı maddelerin özgül özellikleri, yanma tepkimesinin hızını ve yoğunluğunu belirleyebilir ve bu da yangının nasıl ilerleyeceğini etkiler.

Bu nedenle tekstil sektöründe yangın riskleri konusu da pamuğun yanma karakteristiğini incelemek büyük önem taşımaktadır. Bu gibi örnekler yangın konusunun ne denli önemli olduğunu bir kez daha vurgulamaktadır. Yangın bilgisi, herhangi bir yangında insanların nasıl davranışlar sergilemesi gerektiği konusu büyük önem arz etmektedir.

Yangının başlıca nedenleri arasında kazalarda yer almaktadır. Ancak herhangi bir insan müdahalesi ile gerçekleşmeyen kendiliğinden gerçekleşen yangınlar kazadan çok bilgisizlikten kaynaklanmaktadır.

Bazen bile isteye bir şahsın malına zarar vermek, kişisel çıkarlarını korumak amacı ile bile isteye yakarak mal kaybına sebep olabilmektedir. Kasıtlı bir şekilde yangın çıkararak insanların canına da kastedildiği noktasını unutulmaması gerekmektedir.

2.4. Yangın Söndürme Metotları

Yangınlara yangın sınıfına göre müdahale edilip söndürme çalışması yapılmalıdır. A ve D sınıfı yangınlarında, söndürme çalışmaları uç noktadan başlanıp merkezine doğru söndürme işlemi yapılmaktadır. D ve C sınıfı yangınlarda ise A ve D sınıfı yangınların aksine yangının merkezinden başlanıp uç noktalara doğru söndürme işlemi gerçekleştirilirken söndürme işlemi rüzgâr arkaya alınarak yangına müdahale edilir [13]. Yanmanın meydana gelebilmesi için yanıcı maddenin tutuşma sıcaklığına ulaşması gerekmektedir. Aşağıda bazı maddelerin tutuşma sıcaklıkları gösterilmiştir.

MADDENİN ADI	TUTUŞMA SICAKLIĞI
Pamuk	400° C
Pamuklu Kumaş (Ham Bez)	225° C
Pamuklu Kumaş (Aprelenmiş)	275° C
Yün	600° C
Naylon 6.66	425° C (160 ° C - 260 ° C arası erir.)
Polyester	450–485°C(256 ° C -292 ° C de yumuşar ve damla damla akar)
Tahta	240 – 270°C (Çam ağacı 260° C)
Gazete Kâğıdı	230° C
Amonyak	651° C

Şekil 2.6. Bazı maddelerin tutuşma sıcaklığı [14].

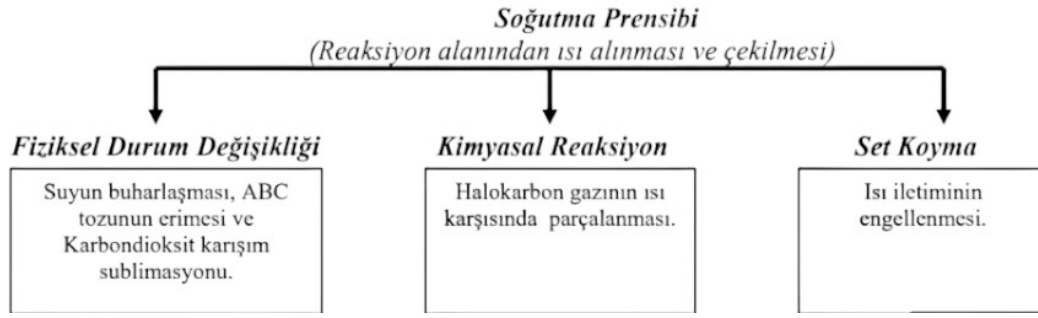
Bu tabloya göre pamuk hammaddesi 400 °C tutuşma sıcaklığına sahip olup pamuk maddesi işlendikçe daha düşük tutuşma sıcaklığına sahip olmaktadır.

Yangın ısı, yanıcı madde ve oksijenin bir araya gelmesi sonucunda oluşur. Bu parametrelerden birinin baskı altına alınıp yok edilmesi sağlandığında yangının oluşmasına neden olan parametreler tamamlanamadığı için yangının söndürülmesi veya kontrol altına alınması kolaylaşır. Bu sayede yangının devamlılığı engellenir [13].

Yangın Sınıfı	Söndürme Metodu	Kullanılacak Malzeme
A	Soğutma	Su ve su esaslı cihazlar, kuru kimyasal tozlu cihazlar
B	Havayı kesme	Kum, toprak, köpüklü, karbonhidratlı ve kuru kimyasal tozlu cihazlar
C	Yanıcı maddeyi ortadan kaldırma	Önce yanıcı madde olan gaz, musluğundan kapatılmalı, daha sonra etrafta tutuşturduğu ve yanmasına sebep olduğu maddelerin cinsine uygun söndürme uygulanır
D	Kimyasal reaksiyon	Yanan metale uygun kimyasal söndürme maddesi kullanılır

Şekil 2.7. Yangın türlerine göre söndürme metodu ve kullanılacak malzemeler [13].

Pamuk korlu şekilde yanma özelliğine sahiptir. Korlu yangınlarda soğutma prensibi uygulanarak yangın söndürülmektedir. Bu durumda A sınıfı yangınlarda soğutma prensibi uygulanarak yangının söndürülmesi sağlanmaktadır [14].



Şekil 2.8. A sınıfı yangında soğutma prensibi [14].

Soğutarak söndürme prensibine en uygun madde sudur. Suyun fiziksel ve kimyasal özelliği yanıcı maddeyi boğma ve yanıcı maddeden ısı alarak yangını söndürülmesinde etkin rol oynamaktadır [15]. Suyun söndürme özelliği olarak;

- Soğutucu özelliği
- Kaplama ve boğma özelliği
- Emülsiyon için kullanma özelliği [15]

2.5. Yanıcı Malzemeye Göre Yangın Tüpü Seçimi:

Yangın anında hangi tip yangının olduğunu bilmek son derece önemlidir. Sadece hangi tür malzemenin yandığını bilmek yetersizdir. Aynı zamanda hangi yangında hangi tip söndürme cihazının seçileceği konusu da büyük önem taşımaktadır. Sahada kullandığımız malzeme ve ekipmanları iyi bilip, hangi alanlarda hangi tip yangın söndürücülerin kullanılacağına karar verilmelidir.

TÜR	SINIF A	SINIF B	SINIF C	SINIF D	SINIF F	ELEKTRİK YANGINLARI
	Katı maddeler	Sıvı	Gaz	Metaller	Pişirme kapları	Elektrik Ekipmanları
Su	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Köpük	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Kuru Kimyevi Toz	✓	✓	✓	✓	✗	✓
CO2	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Islak Kimyasal	✓	✗	✗	✗	✓	✗

Şekil 2.9. Yangının türüne göre söndürme sisteminin seçimi [16].

Lif	Tutuşma kolaylığı	Yanma hızı	Kendi kendini söndürme	Erime	Duman yoğunluğu	Yanma sırasında açığa çıkan zehirli ürünler		
						CO	HCN	Diğer
Pamuk	Kolay	Hızlı	Hayır	Hayır	Hafif	X	-	-
Yün	Geç	Yavaş	Genellikle	Hayır	Orta	X	X	-
Rayon	Kolay	Hızlı	Hayır	Hayır	Hafif	X	-	-
Nylon	Kolay	Yavaş	Hayır	Evet	Hafif	X	X	NO ₂
Poliester	Kolay	Yavaş	Hayır	Evet	Orta	X	-	-
Polipropilen	Kolay	Hızlı	Evet	Evet	Hafif	-	-	-
Akrilik	Kolay	Orta	Hayır	Yumuşama	Ağır	X	X	-
Aramid	Zor	Çok yavaş	Evet	Yumuşama	Hafif	X	-	-
Poliamid	Zor	Çok yavaş	Evet	Evet	Hafif	-	-	-
PBI	Zor	Çok yavaş	Evet	Hayır	Hafif	-	-	-

Şekil 2.10. Bazı liflerin yanma özellikleri [17].

Pamuk çizelgeden de anlaşılacağı üzere kolay yanan yandığı zamanda yanma hızı yüksek olan bir hammadde malzemesidir.

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.

Şekil 2.11. Tekstil liflerinin yanma karakteristikleri [18].

2.6. Pamuğun Kendi Kendine Yanması:

Pamuk kendi kendine yanabilen bir özelliğe sahiptir. Birçok haber bülteninde pamuk deposu yangınlarının harman yapılan pamuğun yığma halinde bırakıldığında sebebi bilinmeyen bir şekilde yanma özelliği gösterdiği ve nedenlerin araştırıldığına dair konular ana haberlere konu olmaktadır. Aşağıda bu tip yangın olaylarının yer aldığı haberlere yer verilmiştir.



Şekil 2.12. Şanlı Urfa’da pamuk yüklü kamyonun seyir halinde yanması [19].

Nedeni bilinmeyen sebeple çıkan yangında 15 ton pamuk kullanılmaz hale geldi. Yangın itfaiyenin müdahalesi ile söndürüldü. Bu yangın neticesinde 15 ton pamuk kullanılamaz hale geldi. Yangın, Şanlıurfa-Akçakale karayolunun 10 uncu kilometresinde mevkiinde meydana geldi. İddiaya göre, Akçakale’den aldığı pamukları Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesi’ne taşıyan sürücü kamyonda seyir halindeyken yangın çıktı. Yangını fark eden sürücü, kamyonunu yol kenarına çekti ve itfaiye ekiplerinden yardım istedi. Olay yerine gelen itfaiye ekiplerinin müdahale ettiği yangın yarım saatlik çalışmanın ardından söndürüldü. Yangın sadece maddi hasara yol açtı. Yangın nedeniyle 15 ton pamuğun kullanılamaz hale geldiği kayıtlara geçti [19]. Sadece yolda seyir halinde olan pamuk balyaları kendi kendine yanma durumunda değildir. Yangın sadece maddi hasara yol açtı. Yangın nedeniyle 15 ton pamuğun kullanılamaz hale geldiği kayıtlara geçti.

Bir diğ er pamuk yangınına örnek verecek olursak ;



Şekil 2.13. Adananın Kozan ilçesinde balkonda yer alan pamuğ un yanması [20].

Adanın Kozan ilçesinde balkonda kurumaya bırakılan ıslak pamuk yanmaya başladı. Olay yerine itfaiye ekiplerinin müdahalesi ile yangın söndürüldü.



Şekil 2.14. Niğ de fabrika yangını [21].

Niğ de’de pamuk ve y n i lemeciliğ i yapan fabrikada çıkan yangın sonucu fabrikanın büyük bir kısmı kullanılmaz hale geldi. Niğ de Organize Sanayi Bölgesi içerisinde bulunan, pamuk ve y n i lemeciliğ i yapan bir fabrikada yangın çıktı.  ıkan yangında fabrika içerisinde ham ve işlenmiş halde bulunan pamuklar k l oldu. Ham halde bulunan tekstil malzemelerinin olduğ u bölümde ba layan yangın fabrikanın büyük bir kısmına dağ ld  [21]. Olay yerine gelen itfaiye aracı yangın yerinde söndürme çalışmalarında bulundu. Pamuk balyalarının bulunduğ u bölümde hem alevleri kontrol altına almak hem de itfaiye erlerinin i lerini kolaylaştırmak için greyder ve kamyonlarla balyalar d  arıya ta ınmı tır [21]. Yoğ n dumana maruz kalan itfaiye erlerine sağ lık personelleri müdahalede bulundu. Fabrika sahipleri alevlerin ula amadığ ı yerdeki ürünleri forklift yardımıyla d  arıya ta ıdı [21].

Bu haberden de anlaşılacağı üzere pamuk yangını olsa bile doğru depolama tekniği ile henüz yangının sirayet etmediği bölgelerde yer alan pamuk balyaları rahatlıkla kurtarılabileceğidir.

Pamuğun kendi kendine yanması ile ilgili olarak bilimsel olarak incelemelerde bizlere şu bilgileri aktarmaktadır:

Wang Qingsong, Sun Jinhua, Guo Song C80 kalorimetre kullanılarak depolanan ıslak pamuğun kendiliğinden yanmasının tanımlanması konusunu ele almıştır. Pamuk yangınlarının çoğu kendiliğinden yanmadan kaynaklanmaktadır. Araştırmalarında pamuk yangınların olası nedenini belirlemek için C80 mikro kalorimetre kullanılmıştır. Deney yapılırken kuru veya ıslatılmış pamuk numuneleri kapatılmıştır. Ortam sıcaklığından 0,2 °Cmin⁻¹ ısıtma hızında 300 °C'ye ısıtılmıştır. Sonuç, kuru pamuğun kendi kendine ısınan malzemeler olmayabileceğini saptanmıştır, ancak ıslandığı zaman termal stabilitesinin daha düşük başlangıç sıcaklığıyla ve daha büyük ısı üretimiyle azalabileceğini ve bunun sonucunda ıslatılmış olan pamuğun kendiliğinden yanmayla sonuçlanabileceğini göstermiştir. Pamuk liflerinin mikrobiyolojik bozulması ile, buhar fazında kendiliğinden yanmaya yol açabilecek metan veya oksijeni geliştirme potansiyeline sahip olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle, C80'in pamukta kendiliğinden yanma yangınının nedenini belirlemek için kullanılabileceği doğrulanmıştır [22].

Farklı bir çalışma olarak aynı şekilde kalorimetre kabı ile Xuejuan Zhao, Huahua Xiao, Qingsong Wang, Ping Ping, Jinhua SunState mikro kalorimetre tekniği kullanılarak pamuğun kendiliğinden yanma riski üzerine çalışmalarını yapmışlardır. Yapılan çalışmada pamuğun termal davranışını araştırmak ve ortam sıcaklığına bağlı olan kendi kendine ısınan oksidasyon sıcaklığını hesaplamak için, yüksek basınçlı atmosfer kontrol paneline bağlı bir C80 mikro kalorimetresi kullanılmıştır. Üç çeşit pamuk numunesi 30°C'den 300°C'ye dört farklı ısıtma hızında ısıtılmıştır. Semenov modeli ve Frank-Kamenetskii teorisine dayanarak pamuğun havadaki oksidasyonunun termodinamik ve kinetik parametreleri hesaplanmıştır.

Çalışmalar karşılaştırıldığında, daha yüksek ısıtma hızının daha büyük reaksiyon ısısı ve daha düşük oksidasyon sıcaklığı ile sonuçlandığını ortaya çıkarmışlardır. Isıtma hızı ne kadar hızlı olursa başlangıç ve tepe sıcaklıklarının da o kadar yüksek olduğu sonucuna varılabileceği yorumu yapılmıştır. Ayrıca iki tür kütlü pamuk, çekirdeksiz

pamuğa göre daha düşük oksidasyon sıcaklığı ve daha büyük reaksiyon ısısı göstermektedir, bu da kütlü pamuğun depolanmasına daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir [23].



Şekil 2.15. Doğru depolama örneği [24].

2.7. Yangının Büyüme Hızı

Yangın hızlı bir şekilde yayılabilen bir özelliğine sahiptir. Yangın başladığında çok az bir su ile söndürülebilecek iken, çok kısa bir süre sonra söndürülmesi zor bir hale gelebilmektedir. Bu nedenle yangına müdahale eden itfaiye erleri atik olmalı ani hızlı ve akılcı hareket ederek doğru şekilde yangına müdahale etmeleri gerekmektedir. Yangın güvenlik önlemleri için ilgili sistemin bakımları eksiksiz yapılmalıdır. Yangın hiç umulmadık anda ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle yangına her daim hazır olunmalı eğer gerekli ise tüm söndürme sistemi teçhizatları eksiksiz kurulmalı ve her an yangın olabilecek şekilde kurgu edilmelidir. Yangın söndürme sistemi kurulu bir işyeri, depo gibi yerlerdeki söndürme sisteminin her an kullanılabilir olduğundan emin olmak gerekmektedir. Bu nedenle gerekli ilgili periyotlarda sistem bakımları eksiksiz yapılmalıdır.

Yangın kaçışları ve yangın geçiş holleri Türkiye Yangından Koruması Hakkındaki Yönetmelikte belirtildiği şekilde tasarlanması gerekmektedir. Yangın kaçış merdivenleri her zaman kullanıma hazır halede olmalıdır. Yangın çıkışları ve merdivenleri her zaman açık olmalıdır. Yangın yerinde insanların hayatı söz konusu olduğu kesinlikle unutulmamalıdır.

Pamuk Yangınlarında Açığa Çıkan Zehirli Gazlar: (Ahşap, Kâğıt ve Pamuk Yangınlarında):

- Karbon monoksit (CO): Tehlike sınırı 50 ppm veya 55 mg/m³ . Yüksek derecede zehirli [25].
- Formaldehit (CH₂O) : Tehlike sınırı 2 ppm veya 3 mg/m³[25].
- Formikasit (HCOOH) : Tehlike 5 ppm veya 20 mg/m³. Son derece zehirli [25].
- Metil alkol (CH₃OH) : Tehlike sınırı 20 ppm veya 260 mg/m³ [25].
- Asetik asit (CH₃COOOH) : Tehlike sınırı 10 ppm veya 25 mg/m³ [25].

Pamuk yangınlarında açığa çıkan zehirli gazlar insan sağlığını da etki etkilemektedir. Mide ağrısı, şiddetli kusma, üreme bozuklukları, doğumdan önde ölümler merkezi sinir sisteminde yapmış olduğu tahribat, bağışıklık sistemlerinde hasara, DNA hasarı gibi ciddi sağlık problemlerine neden olmaktadır [26].

2.8. Pamuğun Depolanacağı Lisanslı Depolarda Bulunması Gereken Nitelikler

Pamuk depolanacak alanın pamuğa yabancı madde karılmasına engel olacak, mahalın nem almasına neden olmayacak, pamuğa yabancı maddelerin temasının engellenecek şekilde tasarlanacak şekilde olması gerekmektedir. Ayrıca pamuğun rutubeti geçirmeyecek hava etkisi ve olumsuz dış ortam koşullarından da etkilenmeyecek bir oramda olması da son derece önemlidir. Pamuğun nakliyesinin kolay olması açısından nakil araç ve gereçlerin geçebileceği şekilde geniş boşluklar bırakılmalıdır. Pamuk depolanacak alanın pamuğa yabancı madde karılmasına engel olacak, mahalın nem almasına neden olmayacak, pamuğa yabancı maddelerin temasının engellenecek şekilde tasarlanacak şekilde olması gerekmektedir. Ayrıca pamuğun rutubeti geçirmeyecek hava etkisi ve olumsuz dış ortam koşullarından da etkilenmeyecek bir oramda olması da son derece önemlidir. Pamuğun nakliyesinin kolay olması açısından nakil araç ve gereçlerin geçebileceği şekilde geniş boşluklar bırakılmalıdır. Pamuğun depolandığı alanda zarar görmemesi için tabanında beton veya taş döşeli olması gerekmektedir. Ayrıca pamuk açık alanda depolanacaksa sudan ve çamurdan etkilenmeyecek şekilde gerekli önlemlerin de alınması gerekmektedir.

Farklı senelerde yetişmiş olan pamuğu, pamuğun tipi, sınıfı, kalitesi birbirine karıştırılmaması için gerekli depolama düzeneği kurulmalıdır. Ayrıca pamuğa zarar verici dış etkenlerden de ayrıca korunması gerekmektedir. Pamuğun geçici depo

edileceği yerde sundurma olması gerekmektedir. Pamuğun depo edildiği alanda neme karşı özel korumalı muhafaza sistemi kurulması gerekmektedir. Ayrıca depoda yeterli yangın söndürme sistemi de konulması zaruridir. Depo pamuk depolanması açısından her türlü teknik donanımına sahip olmalıdır. Depolanacak pamuk her şeyden önemi olarak sağlıklı koşullarda pamuğa herhangi bir zara gelmeyecek şekilde depo edilmelidir. Lisansa tabi depo kapasitesi 10.000 tondan, her bir şubesi ise 1000 ton kapasitesinden az olamaz.

Pamuk lojistik depolarının yanma durumunu inceleyen Wen-Hui Ju öncelikle pamuk lojistik deposu yangınına değinilerek, pamuk lojistik deposunun ilgili hükümleri esas alınarak yangın güvenliği konularını araştırmıştır [27]. İkinci olarak pamuğun fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre pamuk lojistik deposunun yangın riski analiz edilerek yangın tehlikesi kaynakları araştırılmıştır. Araştırma sonucunda için için yanan yangının tüm nedenleri arasında nem emilimi ve ısı salınımı olasılığının en yüksek olduğunu gösterdiğini, bu nedenle de sıcaklığın 343 K'nin altında olması gerektiği ve ortam neminin %70'in altında kontrol edilmesi önemlidir.

Pamuk depolarında raflar arasında boşluk olmaması yangının yayılmasına neden olan önemli bir faktör olduğu sonucu çıkarılmıştır. Ayrıca yangınla mücadele sürecinde su temini en önemli ve kilit faktör olduğundan, pamuk lojistik deposunun kurulmasından önce yangınla mücadele için uygun su depolama tesisi ve söndürme sistemi kurulmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Genel olarak pamuk lojistik deposu yangınlarının söndürme süresi oldukça uzun olduğundan, deponun çöküp çökmemesi deponun yangına dayanıklılık sınıfına bağlıdır ve yangınla mücadele sürecinde söndürme sistemleri vazgeçilmemesi gereken parametresidir. Pamuk depolarının sıcaklığı ve nemi, pamuklu ambalajların basıncı, rafların alanı, yangına dayanıklılık sınıflandırması ve sprinkler sistemi olarak özetleyebiliriz. Wen -Hui Ju ya göre pamuk depolarında yangından korunma önlemleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir,

1. Sıcaklığın 305K' nin altında ve nemin %70'in altında kontrol edilmesi gerekmektedir.
2. Pamuklu ambalajın basıncı yangın riski olmayacak şekilde ayarlanmalıdır.
3. Raflar arasındaki boşluğu 2 m'den fazla olmalı, yangına dayanıklılık derecesi üçüncü sınıfın altında olmamalıdır.
4. Söndürme suyu deponun yakınında bulunmalıdır.

2.9. Türkiye’de En Çok Pamuk Üretimi Yapılan İl Olan Şanlı Urfa İlinde Meydana Gelen Pamuk Yangınları

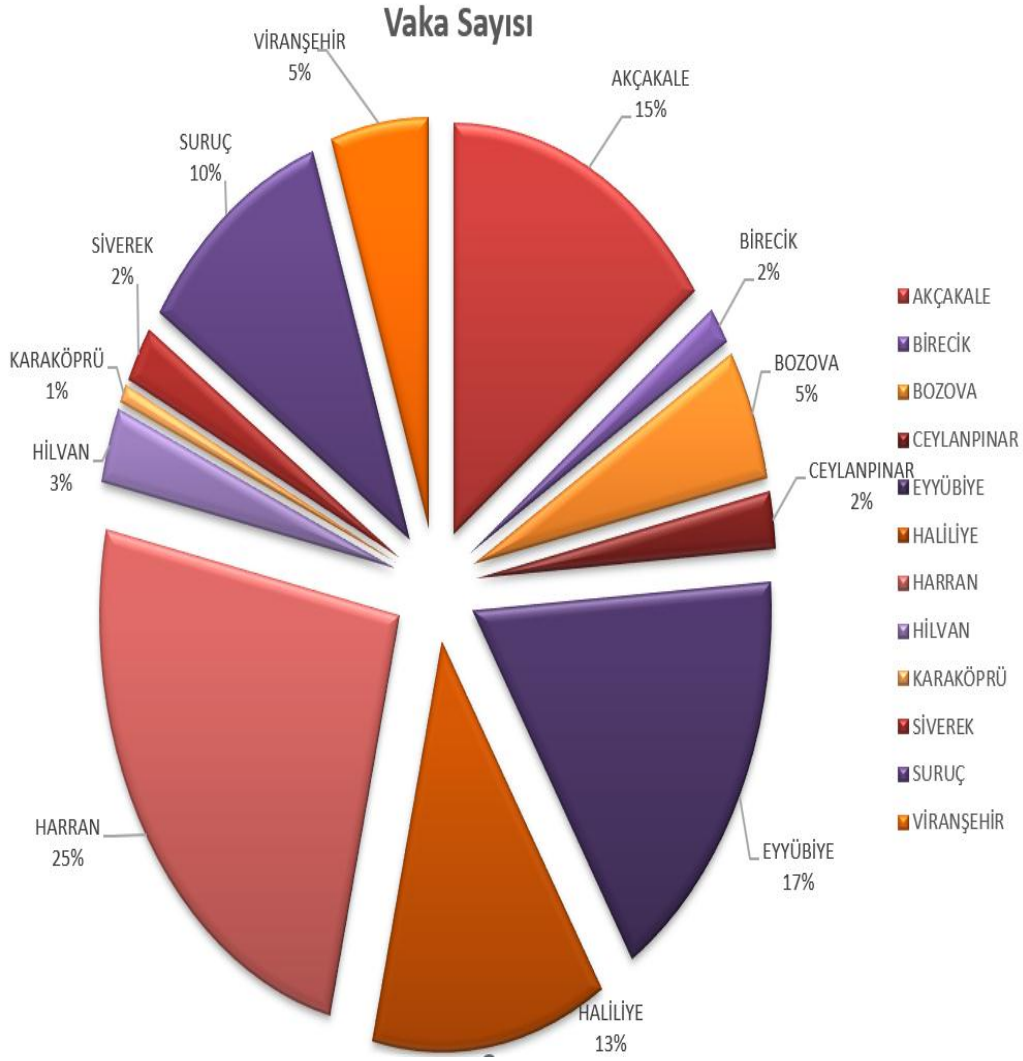
ICAC 2022 verilerine göre Türkiye’de pamuk üretimi alanında birinci sırada yer alan il Şanlıurfa’dır. Bu nedenle yüksek üretim kapasitesine sahip ilimizde çıkan yangınlar nedenli arttığını incelemek amacı ile itfaiye bölge müdürlüğünden 2012 yılından bu zamana kadar pamuk kaynaklı çıkan yangınlar irdelenmiştir.

Tablo 2.1. 2022 yılı ICAC verilerine göre Türkiye’de il bazında pamuk üretimi.

BÖLGE	ALAN (Ha)	VERİM Kg/Ha	ÜRÜN (Ton)
Çukurova			
Adana	30,280	1,765	53,460
Mersin	4,470	1,497	6,690
Hatay	45,950	1,925	88,440
Kahramanmaraş	7,090	1,827	12,940
Osmaniye	460	1,846	850
GÜNEYDOĞU ANADOLU			
Diyarbakır	82,920	1,822	151,100
Şanlı Urfa	242,480	1,683	408,060
Gaziantep	5,910	1,683	9,940
Adıyaman	8,190	1,729	14,160
Mardin	10,200	1,966	20,050

Tablo 2.3. (Devamı) 2022 yılı ICAC verilerine göre Türkiye’de il bazında pamuk üretimi.

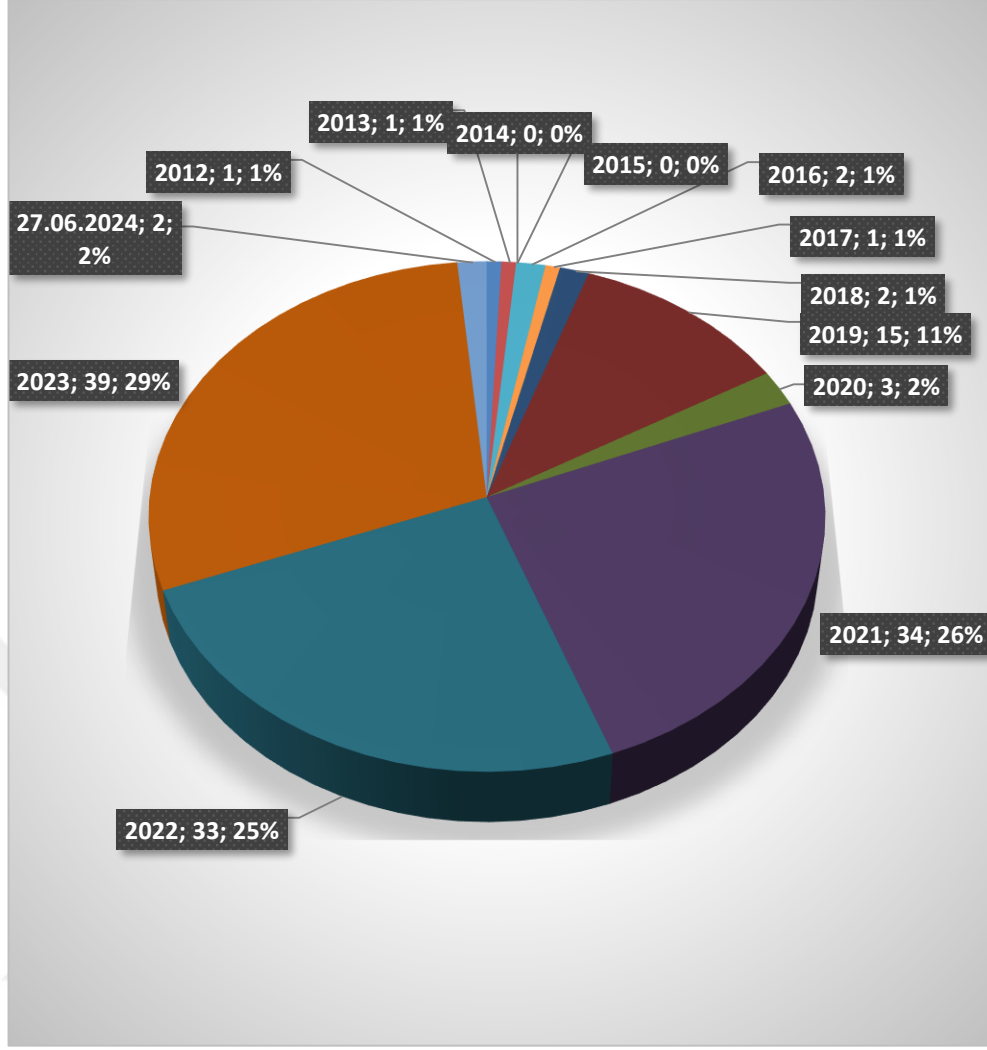
Siirt	1,110	2,188	2,420
Batman	1,310	1,749	2,290
Şırnak	6,220	1,748	10,870
Kilis	410	1,733	710
Iğdır	100	1,390	140
Malatya	0	1,600	0
Ege			
Aydın	57,410	1,828	104,950
İzmir	33,260	1,923	63,950
Denizli	12,360	1,854	22,920
Manisa	17,420	1,953	34,020
Muğla	710	1,749	1,250
Balıkesir	170	1,560	260
Bursa	0	1,628	10
Antalya	4,730	1,694	8,020



Şekil 2.16. Şanlıurfa ili 2012-2024 (Haziran) yılları arasında ilçe bazında vaka oranları [28].

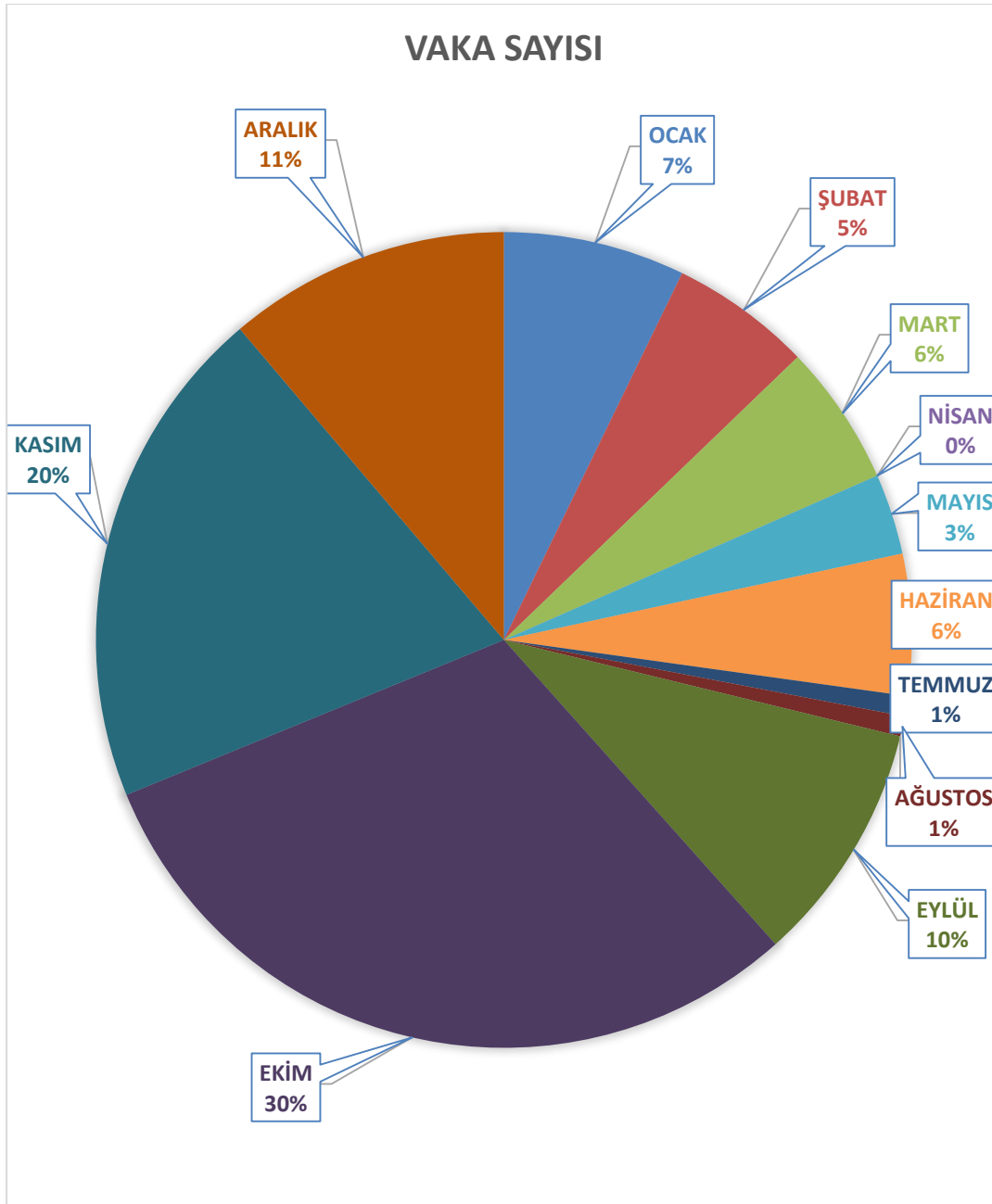
Şanlıurfa ilinde pamuk üretiminin en yoğun olduğu ilçeler Akçakale, Eyyübiye, Harran, Viranşehir ve Haliliye'dir. Bu ilçeler Şanlıurfa ilindeki pamuk ekim alanlarının %74'ünü, pamuk üretiminin ise %76'sını karşılamaktadır [29].

Şanlıurfa şehrinde 2012 yılından 2024 yılına kadar tüm ilçelerde meydana gelen yangın oranları yukarıda verilen grafikte gösterilmiştir. Bu grafikten de görüldüğü üzere Harran ilinde %25 oranında yangın vakası meydana gelmişken ikinci ilçe olarak Eyyübiye İlçesi takip etmektedir [28].



Şekil 2.17. Yıllara göre Şanlıurfa ilinde ilçe bazında 2012 -2024 (Haziran ayına kadar) çıkan vaka oranları [28].

Yıllara göre pamuk yangınları ele alındığında ise en çok vakanın meydana geldiği yıl 2023 yılı olup devamını 2021 yılı ile 2022 yılı olarak belirleyebiliriz. Aylara göre pamuk yangını vakaları ele alındığında hasat ayı olan sonbahar ayında yangın vakalarında artış meydana gelmiştir. Grafikten de anlaşılabileceği gibi ekim ayı pamuk vakalarının en çok meydana geldiği ay olarak belirlenirken onu takiben kasım ayı %20 oranıyla ikinci sırada yer almaktadır. Kış ayına girilmesi ile pamuk yangınlarında azalma sağlanarak Kasım ayında yangın vaka olayı %20 de seyrederken aralık ayında bu oran %11 civarına düşmüş olup ocak ayı itibari ile tek sayılı yüzdelik dilimlere kadar gerileme göstermiştir. Eylül ayına girilmesi ile yangın vaka olayları %10'a çıkmaktadır.



Şekil 2.18. Şanlıurfa ili 2012-2024 (Haziran) yılları arasında ay bazında vaka oranları [28].

3. PAMUĞUN ÇEŞİTLİ ÇEVRE ŞARTLARINDA YANMA KARAKTERİSTİĞİNİN İNCELENMESİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

3.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, pamuk maddesinin yanıcılığının ortam şartları ile ilişkisi arasındaki bağlantıyı bu çalışma ile amaç edinmekteyiz. Söz konusu %100 organik pamuk yanma karakteristiğini ortam koşullarının ne kadar etkili olduğunu belirleyerek dış ortamda istiflenen pamuğun nasıl istiflenirse yangının daha kolay kontrol altına alınabileceği hedeflenmektedir. Yüzey alanı fazla tutularak istiflenen pamuk mu yoksa yüzey alanı azaltılarak yani kütle bakımından aynı olan pamuğun yüze alanına göre yanma süresi incelenmek istenmektedir.

3.2. Çalışmanın Konusu

Pamuk maddesi yakıldığında çevre şartları pamuğun yanma karakteristiğini nasıl etkiler? Pamuk maddesi yandığında yüzey alanının yanma üzerinde bir etkinliği var mıdır, rüzgâr hızı yanma süresini nasıl etkiler? Hava sıcaklığı yanma olayının hızını nasıl etkiler, havadaki nem oranı yanma süresine etkisi ne derecede etkiler şeklindeki sorulara cevap bulmaya çalışılacak ve bu sayede pamuk maddesinin yanıcılığı nasıldır sorusuna cevap aranmaya çalışılmıştır.

3.3. Çalışmanın Yöntemi

Yakılan her bir pamuk parçası hassas terazi ile 5 gr. olarak ölçülecektir. Akabinde aynı kütleye sahip pamuk parçasından iki adet seçilecektir. Her bir deneyde bir diğerinden daha fazla yüzey alanına sahip olan pamuk parçası ile yüzey alanı nispeten daha az hacme sahip olan pamuk aynı anda yakılacaktır. Pamuklar farklı gün ve saatlerinde yakılmıştır. Pamuk numuneleri İstanbul ve Adana illerinde yakılmıştır. Yanma süresi gözlemlenerek belirlenmiş olup diğer çevresel faktörlerde baz alınarak grafik çizilerek karşılaştırma yapılmıştır. Çıkan sonuçlar rapor halinde yorumlanmıştır.

3.4. Çalışmanın Bulguları

3.4.1. Giriş

Tekstil sektörünün önde gelen ham maddelerinin biri de pamuktur [30]. Dünya üzerinde en eski ve yaygın olarak kullanılan, ticaret mallarından biri kabul edilen pamuk, aynı zamanda hem lif içermesi ve hem de yağ bitkisi olarak kullanılmasıyla nadide bir zirai ürün olması itibari ile günümüzde de önemini korumaya devam ettiği görülmektedir. [30]. Türkiye’de illere göre pamuk ekim alanı üretimi ve verimi Türkiye istatistik kurumu 2023 verilerine göre aşağıdaki gibidir.

İller	Ekiliş (da)		Kütlü Üretim (ton)				Kütlü Verim (kg/da)			
	20/21	21/22	22/23	20/21	21/22	22/23	20/21	21/22	22/23	20/21
ÇUKUROVA										
Adana	229911	218901	302836	122994	113689	144471	535	519	477	45510
Mersin	42747	29922	44694	19992	13292	18083	468	444	405	7397
Hatay	331548	389619	459510	174843	210102	239036	527	539	520	64694
Kahramanmaraş	25378	38080	70858	13014	20360	34985	513	535	494	4815
Osmaniye	2039	1700	4600	939	832	2295	461	489	499	347
GÜNEYDOĞU										
Diyarbakır	403830	552467	829151	217642	309229	408389	539	560	493	80528
Sanlıurfa	1287469	1834608	2424783	567251	892906	1102859	441	487	455	209883
Gaziantep	34864	42193	59074	16320	21169	26865	468	502	539	6038
Adıyaman	55366	61169	81888	27021	30879	38264	488	505	467	9997
Mardin	74419	59541	101977	39747	32712	54193	534	549	531	14706
Siirt	4145	6655	11080	2000	4022	6551	483	604	560	740
Batman	3731	5507	13085	2269	2897	6186	608	526	473	839
Şırnak	27391	53307	62200	13863	27954	29392	506	524	473	5130
Kilis	4322	4450	4120	1922	2236	1931	445	502	469	711
İğdır	3100 -		1000	1205 -		375	389 -		375	446
EGE										
Aydın	544670	493095	574129	271627	264678	283643	499	537	494	100501
Balıkesir	1570	1112	1660	701	515	698	446	453	420	259
Denizli	95395	96850	123595	49986	52601	61932	524	543	501	18495
İzmir	277292	262207	332647	148769	150620	172839	537	574	520	55045
Manisa	91530	123977	174175	55580	73144	91933	607	590	528	20565
Muğla	2739	3633	7140	1282	1789		468	492	474	474
ANTALYA	48368	43794	47343	24529	24373	21669	507	557	458	9075
TÜRKİYE	3592200	4322790	5731613	1773646	2250000	2750000	494	520	480	656251

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu, 2023

Şekil 3.1. İllere göre pamuk ekim alanı, kütlü üretim, kütlü verim, lif üretim, lif verim [31].

Bölgesel bazda değerlendirildiğinde Çukurova bölgesinde lif verimi kg bazında 1.sırada Hatay bölgesi öne çıkmaktadır. Çukurova Bölgesi’nde pamuk ekim alanları 2023 yılı baz alındığında ortalama verim 177,4 kg/da’dır. Bölgedeki pamuk lif üretimi ton bazında incelendiğinde Hatay ili 1.sırada yer almakla birlikte ve Adana ili 2. sırada yer almaktadır. Diğer illerin pamuk üretimi incelendiğinde Kahramanmaraş, Mersin, Osmaniye illerinde toplam 162.383 bin ton pamuk üretilmiştir.

Pamuk lifli bir yapıya sahip yanıcılığı yüksek olan bir hammaddedir. Bu nedenle toplanmasından balyalamasına, balyalamasından depolanmasına, depolanmasından işlenmesine, işlenip kumaş elde edilmesine kadar olan süreçte yanıcılığı yüksek bir madde olması sebebi ile tüm organizasyon süresince yangına mahal vermeyecek

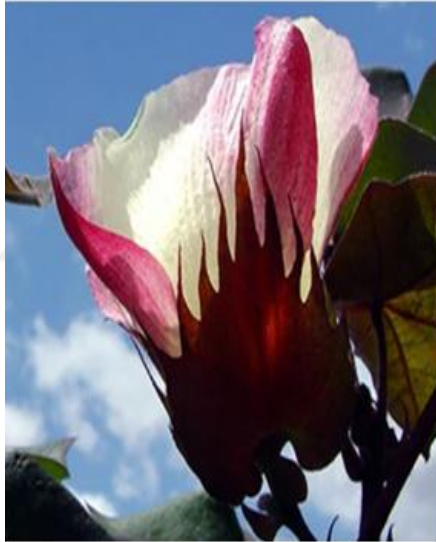
şekilde gerekli önlem ve tedbirlerin alınması gerekmektedir. Pamuk çiçeği ve meyve oluşumunun aşamaları aşağıdaki gibidir.



Çiçek Tomurcuğu



Tohum kabuğunun geliştirilmesi



Çiçek



Tohum kabuğu kuruyup açılması

Şekil 3.2. Pamuk çiçeği ve meyve oluşumunun aşamaları.

Pamuk bitkisinin tohum kabuğu kuruyup açılmasından sonra pamuk lifleri ortaya çıkmaktadır [32]. Pamuk yandığında kendine ait kokuya sahiptir. Kokusu keskin, yandığında koyu gri duman çıkışı görülmektedir. Yapılan deneylerde de koyu gri duman çıkışı gözlemlenmiştir. Gözlenen duman rengi aşağıdaki görseldeki gibidir.



Şekil 3.3. Deney anında numuneden çıkan duman rengi.

Pamuk kapalı alanda yandığında çevre alanını yaşanmaz hale getirir [33]. Pamuk yangını bir kez başladığında tüm dokularına yayılma eğilimine sahiptir. Depolanan pamuk balyaları yangın riski oluşturmayarak şekilde balya haline getirilip depolanmalıdır. Pamuk için için yanma özelliği de gösterebilmektedir. Küçük bir kıvılcım, elektriklenme pamuğun yanma özellik göstermesine neden olmaktadır.

Pamuk balyalarının yanma özelliğinin derinlemesine incelenmesi ve yangın güvenliği tedbirlerinin alınması konusunun son derece önemli olduğunu göstermektedir [34]. Pamuk ister yığma olarak muhafaza edilsin ister balyalama şeklinde depolansın, isterse raflı depolama şeklinde farklı farklı konfigürasyonlarla depolansın yangın güvenliği, yangın söndürme sistemlerinin kurulumu ve pamuk hammaddesinin depolama şekli son derece önemlidir.

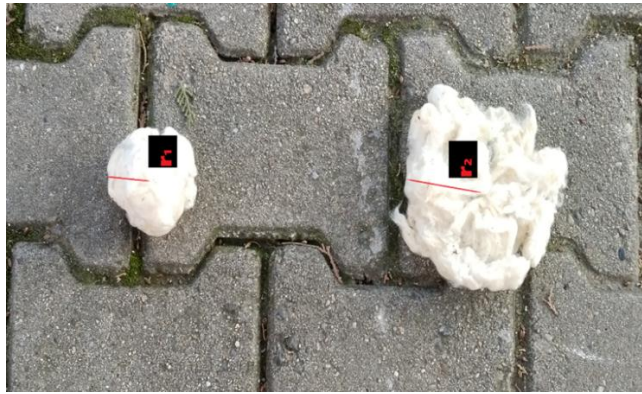
Bu çalışmamız pamuğun çevresel şartlara maruz kaldığında yanıcılığı süre bazında incelenmesini, farklı günlerde yakılan aynı hacme ve farklı hacme sahip iki farklı boyutta alınan pamuk numunesinin aynı ağırlık baz alındığında yanma süresinde ne derece değişimler olduğu, ortamdaki nemin yanma süresine etkisi, ortamdaki nem yüzey alanı artırılmış ve yüzey alanı azaltılmış aynı kütleye sahip pamuğun yanma sürelerinin ne derecede değiştiği, hissedilen sıcaklığın yanma süresine etkisinin olup olmadığı incelenmeye çalışılmış yanma olayını incelenmeler yapılmıştır.



Şekil 3.4. Pamuk numunelerinin 5'er gr. olarak hassas terazi ile ölçülmesi.

Deneyde %100 tarladan çıkan çiğitsiz pamuk maddesi kullanılmıştır. Alınan numuneler hassas terazi ile gr. olarak ölçülmüştür.

Akabinde yoğunluğu arttırılarak, yüzey alanı azaltılarak hazırlanan 6 cm çaplı pamuk numunesi ile, yoğunluğu azaltılarak yüzey alanı artırılarak 12 cm çapında olan pamuk numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanmış pamuk numuneleri yüzey alanı artırılmış ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuk numuneleri olarak aynı zaman diliminde yakılmıştır.



Şekil 3.5. Pamuk numunelerinin yanma başlamadan önce alınan numunelerin yarı çaplarının gösterimi.

Not : Deneyler doğal ortam koşullarının tamamen sağlanması için dış ortamda yapılmıştır. Deneylerde baz alınan lokasyon İstanbul ili ve Adana ilidir.



Şekil 3.6. Deney numune çaplarının ayarlanması.

Yarı çapı azaltılmış olan pamuk numunesinin yarı çapı (r_1): 3 cm

Yarı çapı arttırılmış olan pamuk numunesinin yarı çapı (r_2): 6 cm

Pamuk yarıçapının elektronik kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Deneyde kullanılan pamuk numuneleri bu şekilde çapı ayarlanıp sonrasında dış çevre koşullarında yanma durumunun incelenmesi için yakılmıştır.



Şekil 3.7. Pamuğun yanma safhaları.

Hazırlanan her pamuk numuneleri farklı gün ve saatlerde defalarca kez tekrarlanarak yanma durumu gözlemlenmiştir. Yanma olayının tamamlanması süre bazında saniye cinsi baz alınarak hava sıcaklığı, ortamın nemi, hissedilen sıcaklık, rüzgâr hızı gibi

çevresel parametreler tablo haline getirilmiştir. Tablolar grafiklerle görsel olarak da karşılaştırması yapılmıştır.

3.4.2. Farklı hava koşullarında yakılan pamuğun analizi

Farklı günlerde beşer gram ölçülen pamuk numuneleri ikişer adet olmak suretiyle yüzey alanı arttırılmış ve yüzey alanı arttırılmamış pamuk olarak yakılmıştır. Deneyler İstanbul ilinde ve Adana ilinde yapılmıştır. Yanma süreleri yüzey alanı arttırılmış ve yüzey alanı azaltılmış olarak not alınmıştır. Çıkan sonuçlar tablo ve grafik halinde raporlanmıştır.

Tablolar ve grafikler çevresel faktörler baz alınarak oluşturulmuştur.

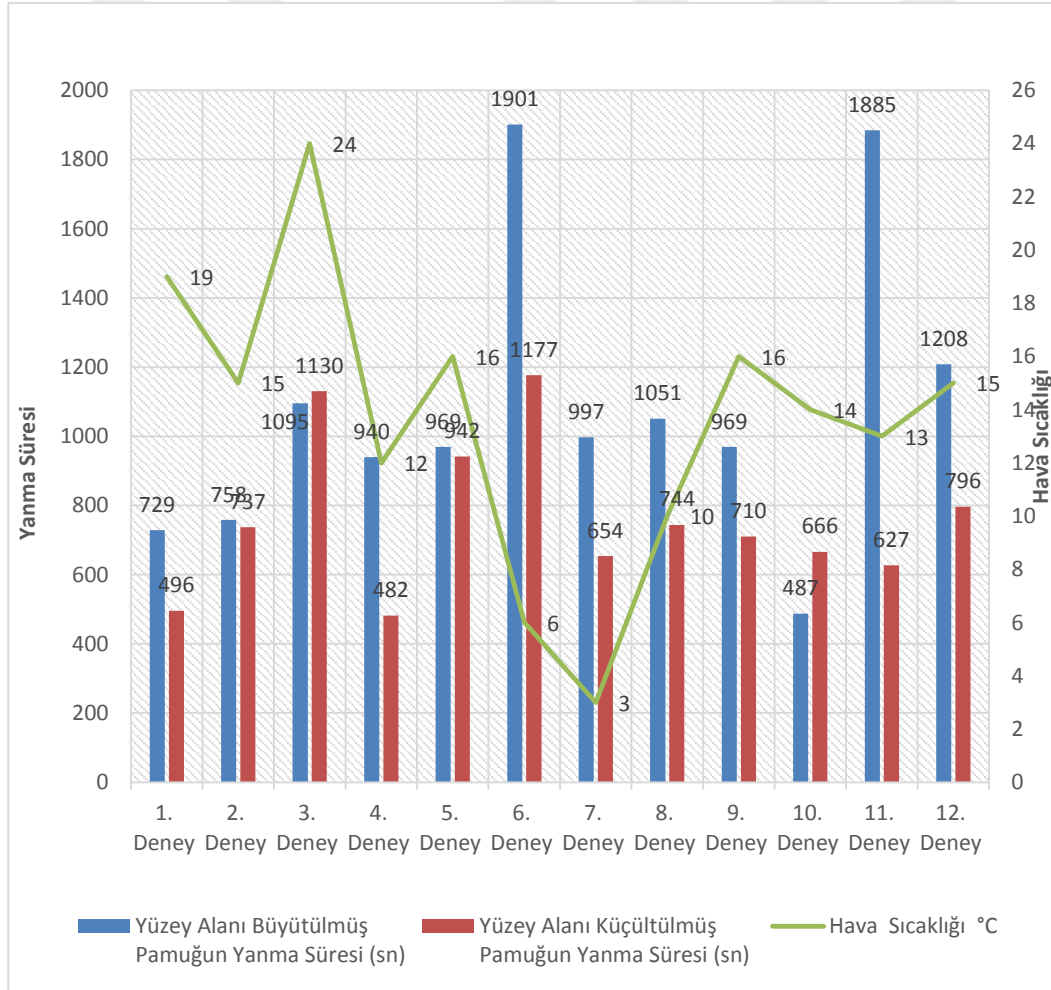
- Hava sıcaklığı
- Rüzgâr hızı
- Hissedilen sıcaklık
- Havanın nemi

Tablo 3.1. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri.

	Yüzey Alanı Büyütülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Yüzey Alanı Küçültülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Hava Sıcaklığı °C
1. Deney	729	496	19
2. Deney	758	737	15
3. Deney	1095	1130	24
4. Deney	940	482	12
5. Deney	969	942	16
6. Deney	1901	1177	6

Tablo 3.2. (Devamı) İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri

7. Deney	997	654	3
8. Deney	1051	744	10
9. Deney	969	710	16
10. Deney	487	666	14
11. Deney	1885	627	13
12. Deney	1208	796	15



Şekil 3.8. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri.

Tablo 3.3. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgâr hızına bağlı yanma süreleri.

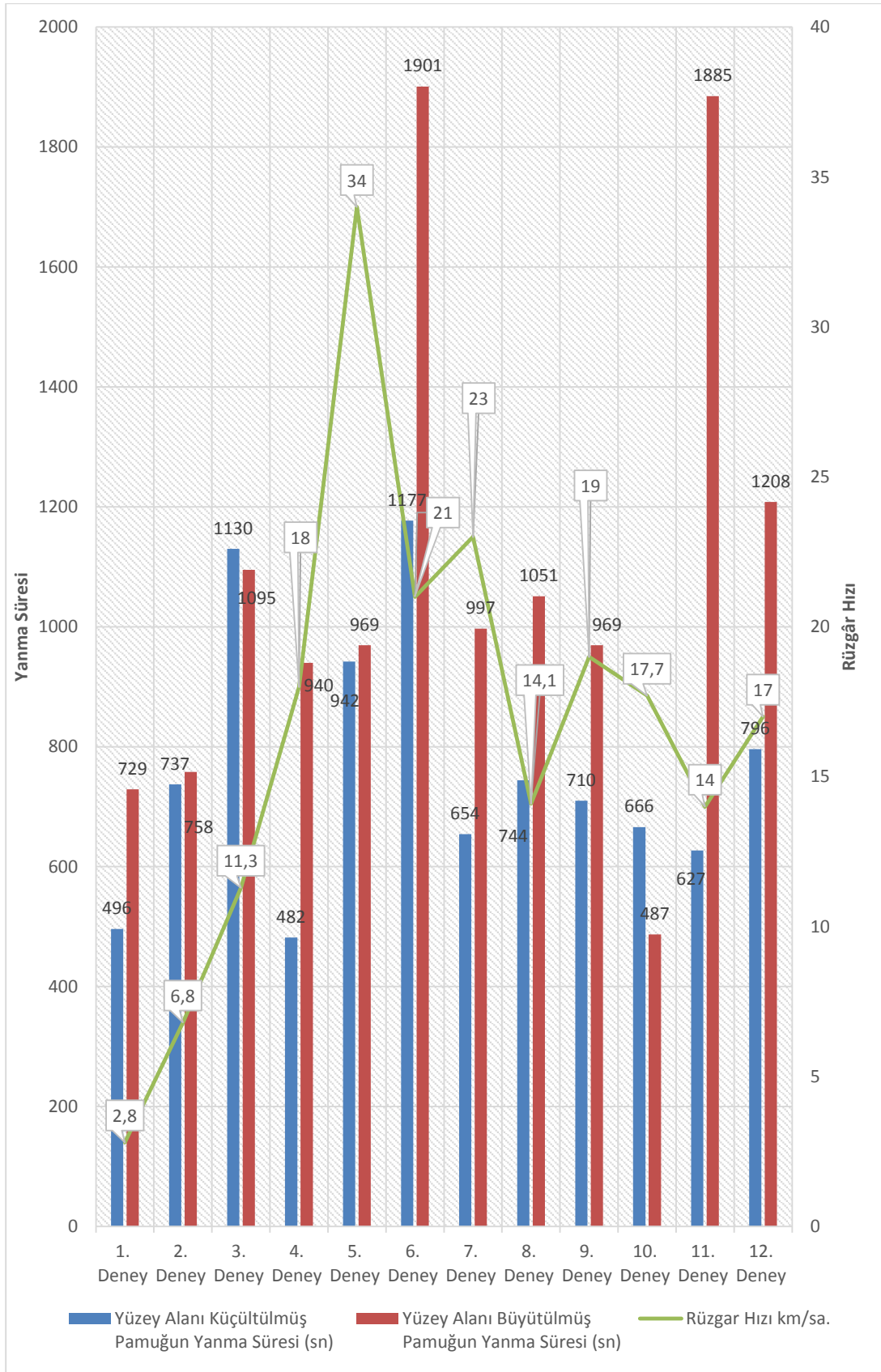
	Yüzey Alanı Büyütülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Yüzey Alanı Küçültülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Nem %
1. Deney	729	496	56
2. Deney	758	737	87
3. Deney	1095	1130	57
4. Deney	940	482	72
5. Deney	969	942	63
6. Deney	1901	1177	47
7. Deney	997	654	65
8. Deney	1051	744	72
9. Deney	969	710	31
10. Deney	487	666	65
11. Deney	1885	627	74
12. Deney	1208	796	55



Şekil 3.9. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın nemine bağlı yanma süreleri.

Tablo 3.4. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgâr hızına bağlı yanma süreleri.

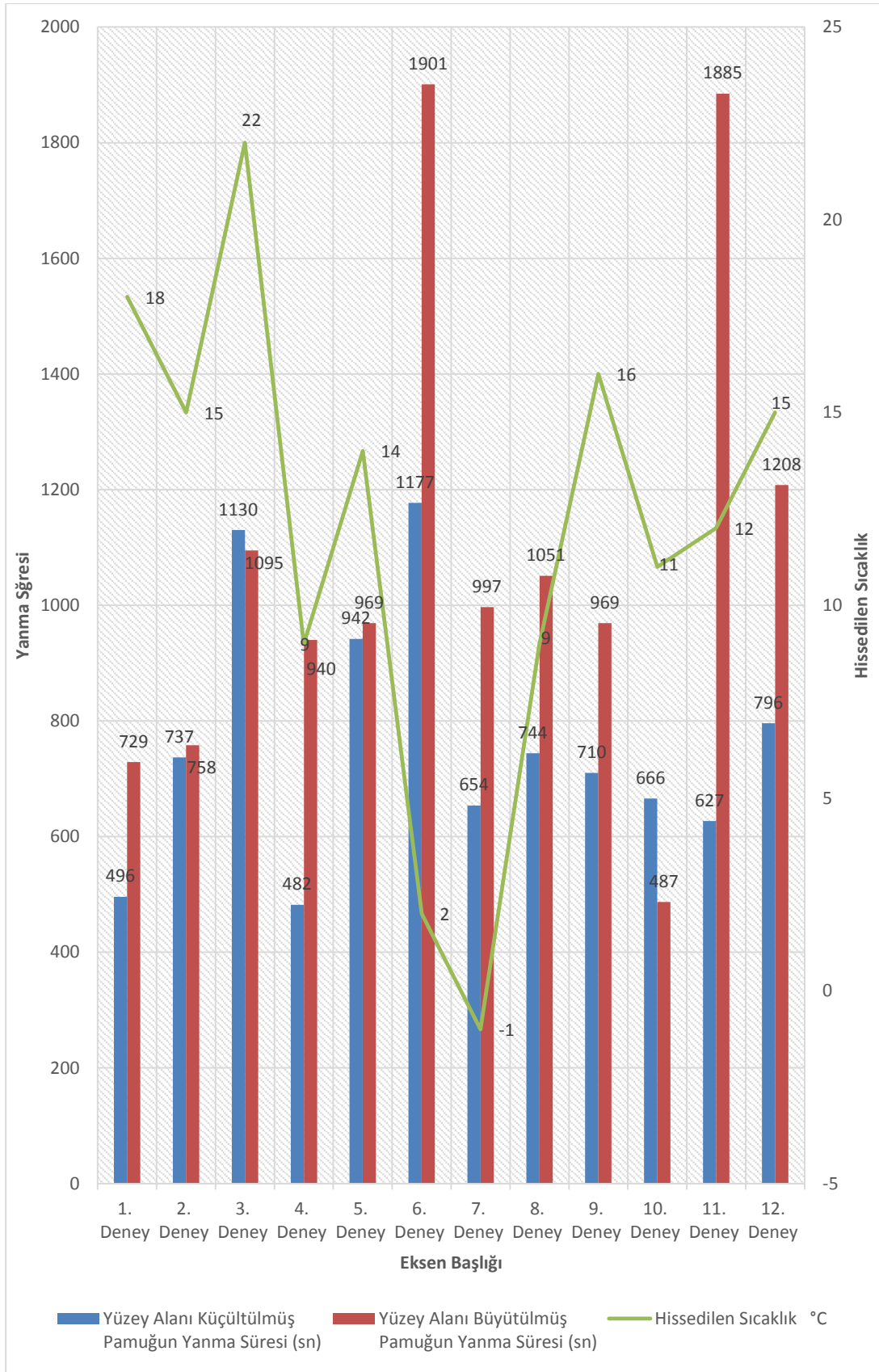
	Yüzey Alanı Büyütülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Yüzey Alanı Küçültülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Rüzgâr hızı km/sa.
1. Deney	729	496	2,8
2. Deney	758	737	6,8
3. Deney	1095	1130	11,3
4. Deney	940	482	18
5. Deney	969	942	34
6. Deney	1901	1177	21
7. Deney	997	654	23
8. Deney	1051	744	14,1
9. Deney	969	710	19
10. Deney	487	666	17,70
11. Deney	1885	627	14
12. Deney	1208	796	17



Şekil 3.10. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgârın hızına bağlı yanma süreleri.

Tablo 3.5. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun hissedilen sıcaklığa bağlı yanma süreleri.

	Yüzey Alanı Büyütülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Yüzey Alanı Küçültülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Hissedilen sıcaklık °C
1. Deney	729	496	18
2. Deney	758	737	15
3. Deney	1095	1130	22
4. Deney	940	482	9
5. Deney	969	942	14
6. Deney	1901	1177	2
7. Deney	997	654	-1
8. Deney	1051	744	9
9. Deney	969	710	16
10. Deney	487	666	11
11. Deney	1885	627	12
12. Deney	1208	796	15



Şekil 3.11. İstanbul ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun hissedilen sıcaklığa bağlı yanma süreleri.

İstanbul ilinde yapılan deneyler özelinde grafikler ve tablolar incelenmiştir. Deney bazında her bir deney ayrıntılı incelendiğinde hava sıcaklığı bazında değerlendirildiğinde 7.Deneyde en düşük hava sıcaklığında pamuk numunesi yakılmıştır. Yanma süresine bakıldığında yapılan deneyler arasında en düşük hava sıcaklığında yüzey alanı büyük olan pamuk numunesi yaklaşık 997 sn, küçük yüzey alanına sahip pamuk numunesi yaklaşık 654 sn sürmüştür. Ancak yanma süresinin bu denli düşük olmasının nedeni sadece hava sıcaklığını baz almak son derece yanlış olacaktır. Çünkü 7.deneyde hava sıcaklığı düşük olmasına rağmen rüzgâr hızı yapılan deneyler arasında yüksek seyreden şiddete sahip olup 23 km/sa. dir.



Şekil 3.12. 7.Deney yanma sürecini tamamlamasının akabinde deney anında alınmış olan görsel.

Yapılan deneyler arasında hava sıcaklığı en yüksek olan deney 3.Deney olarak görülmektedir. 3.Deney de hava sıcaklığı 24 °C olup yüzey alanı büyük olan pamuk yaklaşık 1095 sn , yüzey alanı küçük olan pamuk ise yaklaşık 1130 sn de yanma süresini tamamlamıştır. Deney yapılırken sürecin bu kadar uzun olmasının nedeni havanın sıcaklığının yüksek olması ile rüzgâr hızının 11,3 km/sa olmasıdır. Rüzgâr hızı düşük bu nedenle oksijenin pamuğa hızlıca nüfus etme süreci daha uzun olmuştur. Pamuk liflerinin birbirine olan teması neticesinde uzunca bir süre yanarak ve çevre

şartlarında rüzgâr hızının ne yüksek ne de çok düşük olmaması, orta düzeyde seyretmesi neticesinde yanma süreci diğér deneylere göre uzun sürmüştür.



şekil 3.13. 3.Deney yanma sürecini tamamlamasının akabinde deney anında alınmış olan görsel.

Ancak deney süresince yanma süresi diğér deneylere göre daha uzun olan 6.Deneyi incelediğimizde yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesi yaklaşık 1901 sn ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuk numunesi yaklaşık 1177 sn kadar sürmüştür. Deneyin yapıldığı süreçte rüzgâr hızı aslında diğér farklı zamanlarda yapılan deneylerden küçük değildi. Yanmanın bu denli uzun süreç almasının sebebi gözlemlerimize dayanarak hava sıcaklığının 6 °C olması ve havadaki neminde %47 civarında seyretmesiydi.



şekil 3.14. 6.Deney yüzey alanı küçültölmüş olan pamuğun yanma sürecini tamamlamasının akabinde deney anında alınmış olan görsel.



Şekil 3.15. 6.Deney yüzey alanı küçültülmüş olan pamuğun yanma sürecini tamamlamasının akabinde deney anında alınmış olan görsel.

En kısa yanma süresi baz alındığında diğer yanma deneylerine nazaran 10.Deneyde yanma süreci daha hızlı tamamlanmıştır. Yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesi yaklaşık 487 sn yanma sürecini tamamladığı aynı hava koşullarında yakılan yüzey alanı azaltılmış olan pamuk numunesi yaklaşık 666 sn yanma sürecini tamamlamıştır. Hava sıcaklığı 14 °C olarak ölçülen deney anında rüzgâr hızı ise 6,8 km /sa. olarak belirlenmiştir. Hava nemi ise %65 dir. Bu şartlarda yanma olayının kısa sürmesinin nedeni pamuk numunelerinin tamamına yangının sirayet edecek kadar oksijene maruz kalmaması şeklinde değerlendirilebilir. Rüzgâr hızının az olması havanın nemli bir hava olması ve yangının en önemli parametrelerinden kabul edilebilecek hava sıcaklığının yüksek seyretmemesinden kaynaklı yanan malzemenin tamamının yanmayıp yanma sonucu kalan artık yanma ürünün diğer deneylere oranla gözle görülebilecek şekilde fazla kalması hava koşullarının yanma süresinde önemli ölçüde etkisi olduğunu bizlere göstermektedir.



Şekil 3.16. 10.Deney görselleri.

Yapılan deneylerden 4.Deneyi incelediğimizde en hızlı yanma sürecini tamamlayan deneyler arasında yer almaktadır. Deney yapılan günde rüzgârın hızı ne kadar yüksek

olsa da havada bulunan %72 nem oranı yanma olayının uzun süre devam etmesine engel olduğu gözlemlenmiştir. Yanma olayı sona erdiğinde yanma sonrası arta kalan artık ürün gözle görülür bir şekilde fazla olmuştur. Deney sonrası arta kalan ürün görselleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.17. Deney sonrası pamuk numunesi görselleri.

Hava sıcaklığı yanma hızına etki etmektedir. Sıcaklık arttıkça genel olarak yanma hızı artarak yanma süresi azalmaktadır. Ancak hava sıcaklığı tek başına yanma süresini artırıp azaltamaz. Yüzey alanı arttırılmış ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri tablosu incelendiğinde her bir deney için detaylı açıklama yapılacaktır.

7.Deneyde yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesi yaklaşık 997 sn yanma karakteristiği göstermiştir. Yüzey alanı azaltılmış olan pamuk numunesinde ise 654 sn de yanma olayı meydana gelmiştir ve bu yanma süreleri 3°C çevre sıcaklığında meydana gelmiştir. 5.Deneyde yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesi yaklaşık 969 sn de yanma olayı tamamen bitmişken yüzey alanı azaltılmış olan pamuk numunesi yaklaşık 942 sn de yanma olayı tamamen bitmiştir. Yüzey alanları arttırılmış olan pamuk numunelerin yanma sürelerine baktığımızda birbirine çok yakındır. Sonucun bu şekilde çıkmasının temel nedeni çevresel şartlarda maruz kaldıkları rüzgâr hızıdır.

Hava sıcaklıkları birbiri ile aynı olan 5.Deney ve 9.Deney sonuçlarını incelediğimizde yüzey alanı arttırılmış olan pamuğun yanma süreleri eşit bir şekilde gözlemlenmişken yüzey alanı azaltılmış olan pamuk numunesi numunesi incelediğinde aynı hava

sıcaklıklarında aynı materyal malzeme kullanılmasına rağmen yanma durumunun bitmesi beşinci deneyde daha yavaş olmuştur.



Şekil 3.18. Yüzey alanı küçültülmüş olan pamuğun yanma sonrası görüntüsü.



Şekil 3.19. Yüzey alanı artırılmış olan pamuğun yanma sonrası görüntüsü.

Beşinci deneyde yanma sonucunda arta kalan ürün kalıntısı değerlendirildiğinde yüzey alanı küçültülmüş olan numunede arta kalan ürün neredeyse hiç kalmamış olup görsel olarak tüm pamuk numunesinin neredeyse tamamının yanmış olduğu gözlemi yapılmıştır. Dokuzuncu ve beşinci numuneler karşılaştırıldığında rüzgâr hızı beşinci deneyde dokuzuncu deneye göre daha yüksek olup ortamda bulunan nem yüzdesi de dokuzuncu deneyin bulunduğu ortam koşulundaki nemden yüksek bir değer seyretmektedir.

9.Deney numunesi ele alındığında yanma sonrası arta kalan numune miktarı 5.Deneye göre az olduğu görülmüştür. Bunun nedeni üzerinde yorum yaptığımızda her ne kadar hava sıcaklığı aynı olsa da her iki deneyin maruz kaldığı ortamdaki nem oranı, hissedilen sıcaklık, ortamdaki rüzgâr hızı gibi parametreler bir araya geldiğinde sadece

hava sıcaklığının değil diğer çevresel koşullarında yanma üzerinde etkinliğinin olduğunu göstermektedir.

5.Deneydeki yüzey alanı azaltılmış olan pamuk numunesi yaklaşık 942 sn yanmış olup kalıntı miktarı 9.Deney göre daha azdır.



Şekil 3.20. 9.Deney yüzey alanı küçültülmüş pamuğun yanma sonrası görüntüsü.

5.Deneydeki rüzgâr hızı 9.Deneydeki rüzgâr hızının yaklaşık 2 katı kadardır. Bu nedenle sıkıştırılmış pamuk numunesinin iç yapısında bulunan hava boşluğu, yanma durumunda olan pamuk numunesine rüzgârın direk olarak etki etmesi ile pamuk numunesine giren hava miktarının dolayısı ile giren oksijen miktarının artması ile her iki deneyde göz önünde bulundurulduğunda 5.Deneye daha fazla miktarda oksijen girişi olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 3.21. 9.Deney yüzey alanı arttırılmış olan pamuk.

Akabinde şu yorumu da yapabilmek mümkün olabilecektir. 9.Deney numunesine etki eden rüzgâr hızı nispeten 5.Deneyden daha az olması oksijenin yanan pamuk

numunesinin yoğunluğu etkisinin az olmasından kaynaklı olarak yanma süresi daha kısa sürede sönümlenip olup yaklaşık süre 710 sn kadardır.

Görsellere bakıldığında yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesinin yanma sonrası kalan ürün 5.Deney sonucunda daha fazla ürün kaldığı görülmüştür.

Aynı hava sıcak altında pamuğun yanma durumu 2.Deney ve 12.Deney arasında da bulunmaktadır. 2.Deney ve 12.Deney numuneleri de aynı sıcaklıkta farklı günlerde farklı rüzgâr hızı altında teste tabi tutulmuştur. Yüzey alanı küçültülmüş olan pamuk numunelerinin arasında ciddi bir süre farkı bulunmamaktadır. Ancak hava koşullarındaki gerek rüzgâr hızı gerekse nem oranı olsun gerek hissedilen sıcaklık olsun yanma süresine etki etmektedir.



Şekil 3.22. 2.Deney sonrası yüzey alanı azaltılmış pamuk numunesinin deney sonrası görseli.



Şekil 3.23. 2.Deney sonrası yüzey alanı arttırılmış pamuk numunesinin deney sonrası görseli.

Rüzgâr hızı arttıkça pamuk numunesine etki eden oksijen oranı artacağı için yanma süresi pamuk liflerini mümkün olduğu kadar yanmaya maruz bırakır. Yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesi 12.Deneyde 2.Deneye göre daha yüksek hızda rüzgâra maruz kalmıştır. Nem oranında 2.Deneyden az olmasından kaynaklı olarak yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesi 12.Deneyde daha uzun süre yanma özelliği göstermiştir.



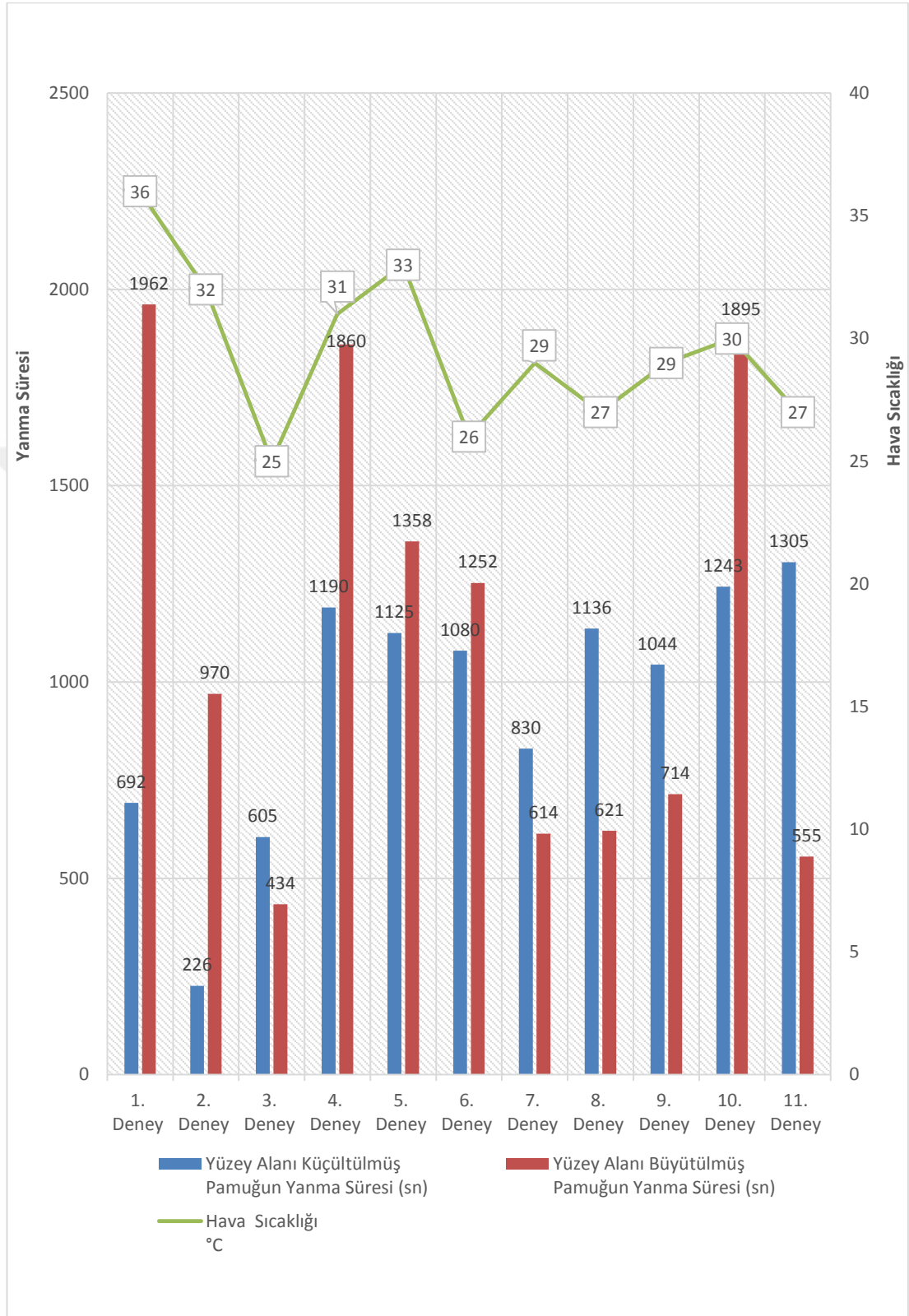
Şekil 3.24. Yüzey alanı azaltılmış olan pamuk ve yanma sonrası iç görseli.

Ancak sıcaklık farkı ciddi dereceden fark olan günlere baktığımızda hava sıcaklığı yüksek olan günlerde yanma süresi uzun olup hava sıcaklığı nispeten daha düşük olan mahallerde ise yanma süresi de sıcaklığa bağlı olarak azalmıştır.



Şekil 3.25.12. Deney yanma sonrası yüzey alanı arttırılmış pamuk numunesi görseli.

Adana İlinde yapılan yanma deneyleri incelendiğinde;



Şekil 3.26. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri.

Tablo 3.6. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın sıcaklığına bağlı yanma süreleri.

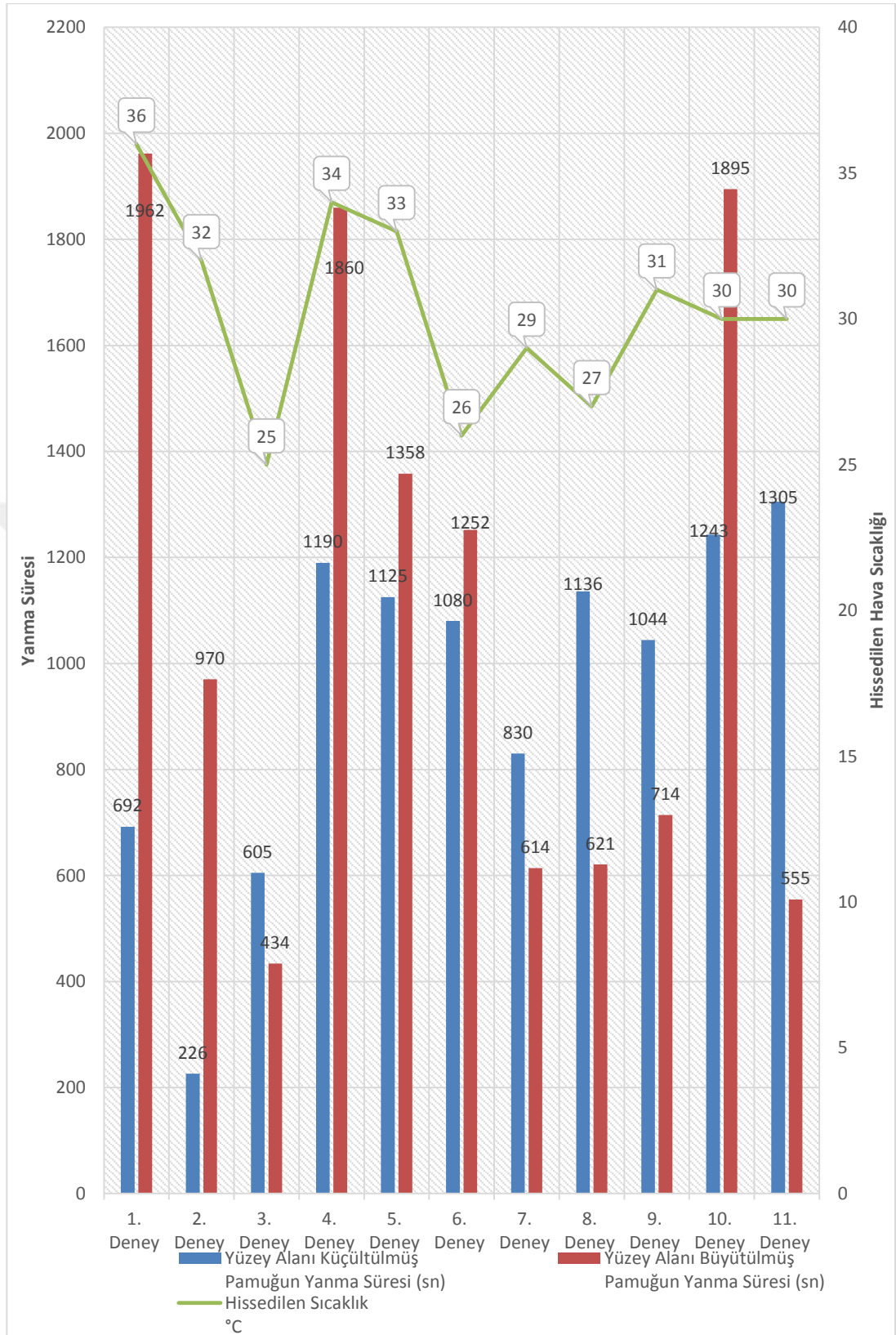
	Yüzey Alanı Büyütülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Yüzey Alanı Küçültülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Hava Sıcaklık °C
1. Deney	692	1962	36
2. Deney	226	970	32
3. Deney	605	434	25
4. Deney	1190	1860	31
5. Deney	1125	1358	33
6. Deney	1080	1252	26
7. Deney	830	614	29
8. Deney	1136	621	27
9. Deney	1044	714	29
10. Deney	1243	1895	30
11. Deney	1305	555	27



Şekil 3.27. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun havanın nemine bağlı yanma süreleri.

Tablo 3.7. Adana ilinde numune pamuğun havanın nemine bağlı yanma süreleri.

	Yüzey Alanı Küçültülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Yüzey Alanı Büyütülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Nem %
1. Deney	692	1962	42
2. Deney	226	970	57
3. Deney	605	434	82
4. Deney	1190	1860	64
5. Deney	1125	1358	56
6. Deney	1080	1252	83
7. Deney	830	614	74
8. Deney	1136	621	82
9. Deney	1044	714	70
10. Deney	1243	1895	69
11. Deney	1305	555	77



Şekil 3.28. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun hissedilen sıcaklığa bağlı yanma süreleri.

Tablo 3.8. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun hissedilen sıcaklığa bağlı yanma süreleri.

	Yüzey Alanı Küçültülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Yüzey Alanı Büyütülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Hissedilen Sıcaklık °C
1. Deney	692	1962	36
2. Deney	226	970	32
3. Deney	605	434	25
4. Deney	1190	1860	34
5. Deney	1125	1358	33
6. Deney	1080	1252	26
7. Deney	830	614	29
8. Deney	1136	621	27
9. Deney	1044	714	31
10. Deney	1243	1895	30
11. Deney	1305	555	30



Şekil 3.29. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgârın hızına bağlı yanma süreleri.

Tablo 3.9. Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun rüzgâr hızına bağlı yanma süreleri.

	Yüzey Alanı Küçültülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Yüzey Alanı Büyütülmüş Pamuğun Yanma Süresi (sn)	Rüzgâr Hızı (km/s)
1. Deney	692	1962	19,4
2. Deney	226	970	11,7
3. Deney	605	434	7,5
4. Deney	1190	1860	12,8
5. Deney	1125	1358	5,8
6. Deney	1080	1252	3,4
7. Deney	830	614	13
8. Deney	1136	621	9,6
9. Deney	1044	714	16,7
10. Deney	1243	1895	6
11. Deney	1305	555	16,7

Adana ilinde yapılan deneyler baz alındığında hava sıcaklığının yüksek olup nem oranının %70 oranından düşük olduğu birinci, dördüncü beşinci ve onuncu deneylerde hava sıcaklığının artması ile birlikte yüzey alanı genişletilmiş pamuğun daha uzun süre yanma süreci gösterdiği gözlemlenmiştir.

Adana ilinde yapılmış olan deneyler incelendiğinde yüzey alanı büyütülmüş pamuk numunesinin yanma süresi bakımından değerlendirildiğinde en yüksek sürede yanma gözlemlenen olarak sıralandığında ilk sırada 1.Deney numunesi olup akabinde ikinci sırada olarak 10.Deney, üçüncü sırada ise 4.Deney numuneleri gelmektedir şeklinde sıralanabilir.

Tablo 3.10. Yüzey alanı büyütülmüş pamuk numunesinin yanma esnasında maruz kaldığı çevresel parametreler ve sayısal değerleri.

	Nem %	Hava Sıcaklığı	Rüzgâr Hızı	Hissedilen Sıcaklık
1. Deney	%42	36°C	19,40 km/sa.	36°C
4. Deney	%64	31°C	12,8 km/sa.	34°C
10. Deney	%69	30°C	6 km/sa.	30°C

Yüzey alanı küçültülmüş deneyler ele alındığında yüzey alanı büyütülmüş numunelerine kıyasla en uzun yanma süresi ilk üç sırada şu şekilde sıralayabilme mümkündür. 11.Deney birinci sırada, 8.Deney ikinci sırada, 4.Deney ise üçüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 3.11. Yüzey alanı küçültülmüş pamuk numunesinin yanma esnasında maruz kaldığı çevresel parametreler ve sayısal değerleri.

	Nem %	Hava Sıcaklığı	Rüzgâr Hızı	Hissedilen Sıcaklık
11. Deney	%77	27°C	16,7 km/sa.	30°C
8. Deney	%82	27°C	9,6 km/sa.	27°C
9. Deney	%70	29°C	16,7 km/sa.	31°C

Yapılan deneyler sonucunda pamuk numunelerinin maruz kaldıkları nem oranı %70 ve üstü olan yüzey alanı küçültülmüş pamuk numunesi yüzey alanı büyütülmüş pamuk numunesine göre daha uzun süre yanma özelliği göstermiştir. Bu yoruma istinaden de yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesinin yanma esnasında maruz kaldığı %70 ve üstü nem oranı nedeniyle yanan pamuk bir süre sonra kendi kendine sönmülerek yanma olayı sona erer. Ayrıca nem oranının yüksekliği sebebi ile de yanma sonrası yanmamış pamuk miktarı diğer deney numunelerine göre daha fazla kalıntı kaldığı gözlemlenmiştir.

Yüzey alanı büyütülmüş yani çapı 12 cm olarak ayarlanan pamuk numunesinin yanma sürecini ele aldığımızda deney bazında nem oranının artması ile yanma sürecinin

yüzey alanı küçültülmüş yani deney numunesinin çapı 6 cm olarak ayarlanan pamuk numunesine göre daha kısa sürede yanma olayının sonuçlandığı neticesine ulaşılmıştır.

Yapılan deneylerden 9. ve 11.Deney gözlemleri değerlendirildiğinde deney numunelerinin maruz kaldığı rüzgâr hızı her iki deneyde de 16,7 km/sa. dir. Hava sıcaklığı 9.Deneyde 29 °C olup 11.Deneyde 27 °C dir. Nem oranları ise 9.Deneyde %70 olup 11.Deneyde %77 dir. Çapı 12 cm olarak belirlenen pamuk numunelerinin yanma süreci 9.Deneyde yaklaşık 1044 sn iken 11.Deneyde yaklaşık 1305 sn dir.



Şekil 3.30. Çapı 12 cm olan pamuk numunesinin yanma sonrası 9.Deney görseli.



Şekil 3.31. Çapı 12 cm olan pamuk numunesinin yanma sonrası 9.Deney görseli.

Aynı şekilde çapı 6 cm olarak ayarlanan pamuk numunelerinin yaklaşık yanma süreleri karşılaştırıldığında 9.Deneyde yaklaşık 714 sn de yanma sürecinin tamamlanmış olup 11.Deneyde ise yanma süreci 555 sn de tamamlanmıştır. Deneye etki eden rüzgâr şiddeti farklı zamanlarda aynı olsa bile maruz kaldıkları nem oranında %7 fark ve hava sıcaklıkları arasında ise %2 fark vardır.



Şekil 3.32. Çapı 12 cm olan pamuk numunesinin yanma sonrası 11.Deney görseli.



Şekil 3.33. Çapı 6 cm olan pamuk numunesinin yanma sonrası 11.Deney görseli.

Nem oranının yüksek seyretmesi pamuğun yanma karakteristiği üstünde büyük etkisi vardır. Nem oranın artması ile yanma süresinin azaldığı söylenebilir. 7. ve 9 Deney numunelerinin yanma karakteristiği incelendiğinde her iki deney numunelerinin maruz kaldıkları hava sıcaklığı eşit olup 29 °C dir. Ancak yanma sürelerine bakıldığında yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesinin yanma süresi 7.Deneyde 614 sn, 9.Deneyde 714 sn dir. Yüzey alanı küçültülmüş olan pamuk numunelerinin yanma süresi ise 7.Deneyde 830 sn olup 9.Deneyde yaklaşık 1044 sn dir. Pamuk numunelerinin yanma süresini etkileyen faktör çevresel koşullarda maruz kaldıkları nem oranı ve rüzgâr hızıdır. 7.Deneydeki nem oranı %74 iken 9.Deneyde nem oranı %70 dir. Nem oranının yüksek olması yanma süresini kısaltmıştır. Rüzgâr hızı 7.Deneyde 13 km/sa. iken 9.Deneyde 16,7 km/sa. dir. Rüzgâr hızının yüksek olması pamuk numunelerinin lifli yapısından kaynaklı olarak yanmanın sirayet etkinliğini arttırarak yanma süresini arttırmıştır.



Şekil 3.34. 7.Deney numuneleri yanma sonrası görüntüsü.

3.Deney ve 8.Deney numunelerinin yanma süreci incelendiğinde pamuk numunelerinin maruz kaldıkları nem oranları eşittir ve nem oranı %82 dir. Ancak yanma sürelerini ele aldığımızda yüzey alan durumlar gözetmeksizin yanma süreleri 3.Deneyde 8.Deney numunelerine göre daha kısadır. Bu durumun çevresel koşullara

göre nedenini irdelediğimizde 3.Deneyde rüzgâr hızı 7,5 km/sa. iken 8.Deneyde 9,6 km/sa. dir.



Şekil 3.35. 8.Deney numuneleri yanma sonrası görüntüsü.

Rüzgâr hızının artışı ile pamuğun lifli ve kolay yanan yapısından da kaynaklı yanmanın tüm dokulara sirayet etmesine neden olmuştur ve bu nedenle de 8.Deneyde yanma süresi 3.Deney numunelerine göre daha uzun olmuştur. Hava sıcaklığı bakımından değerlendirildiğinde 3.Deneyde hava sıcaklığı 25 °C iken 8.Deneyde 27°C dir. Hava sıcaklığının artması yanma durumunu destekler nitelikte davranıp yanma süresini arttırmıştır.



Şekil 3.36. 3.Deney numuneleri yanma sonrası görüntüsü.

10. ve 11.Deneylerde hissedilen sıcaklık eşit olup 30°C dir. 10.Deneyde nem oranı %69, hava sıcaklığı 30°C olup rüzgâr hızı ise 6 km/sa. dir. 11.Deneyde ise nem oranı %77, hava sıcaklığı 27°C ve rüzgâr hızı 16,7 km/sa. dir.

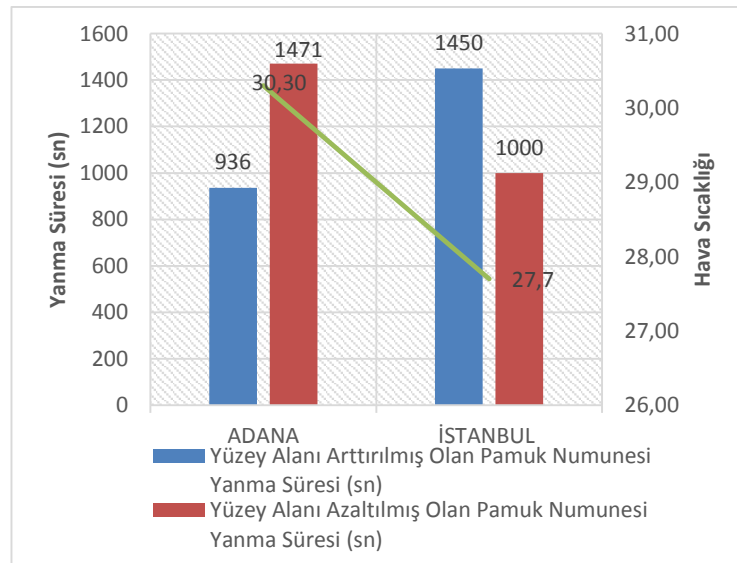


Şekil 3.37. 10.Deney numuneleri yanma sonrası görüntüsü.

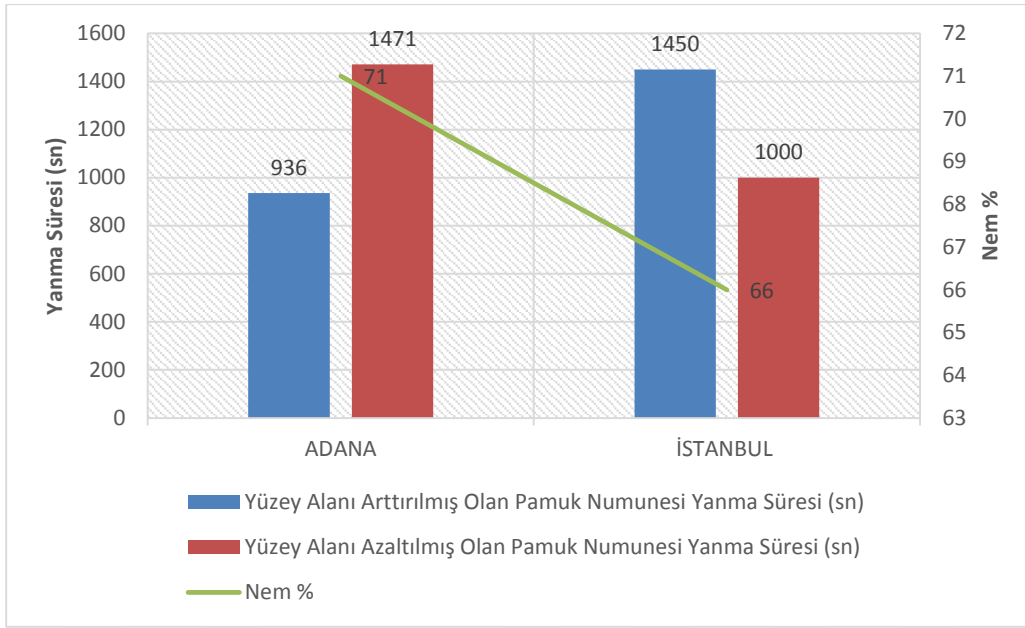
Nem oranı %70 olan yüzey alanı küçültülmüş yani çapı 6 cm olarak ayarlanmış olan pamuk numunesi %69 nem oranına göre daha uzun süre yanma süreci izledi. Maruz kaldıkları rüzgâr şiddeti 11.Deneyde 10.Deneye göre daha yüksek olsa bile nem faktörü yüzey alanı büyütülmüş pamuk numunesi uzun süre yanma eylemini gerçekleştirmesine engel olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3.4.3. Farklı hava koşullarında kapalı alanda yakılan pamuğun analizi

İstanbul ve Adana illerinde kapalı alanda pamuğun nasıl bir yanma süreci izleyeceği konusunda izlenimlerde bulunmak amacı ile yüzey çapı 12 cm ve 6 cm olarak hazırlanan pamuk numuneleri birer adet deneyler yapılarak izlenmiştir. Yapılan deneylerin kapalı alanda maruz kaldıkları nem ve hava sıcaklığı dijital termometre ile ölçülmüştür. Yapılan deneyler için çıkarılan sonuçlar grafik haline getirilmiş olup aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.38. Yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun kapalı alanda sıcaklığa bağlı yanma süreleri.



Şekil 3.39. Yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun kapalı alanda neme bağlı yanma süreleri.

Yüzey alanı büyütülmüş ve yüzey alanı azaltılmış olan pamuğun kapalı alanda neme bağlı kapalı alanda yapılan deneylere göre Adana’da yakılan pamuk numunesinin yanma sürelerine baktığımızda yüzey alanı arttırılmış pamuk numunesi İstanbul’da yakılan deney numunesine göre daha önce sönmülmüştür. Yüzey alanı azaltılmış pamuk numunesi ise Adana ilinde daha uzun süre yanma eğilimi göstermiştir. Yüzey alanı arttırılmış olan pamuk numunesinin Adana ilinde daha kısa sürede kendi kendine sönmülmemesinin nedeni maruz kaldığı nem oranı etkili olmuştur. %70 ve üstü neme maruz kalan yüzey çapı 12 cm olan pamuk numunesi çapı 6 cm olan pamuk numunesine göre daha hızlı sönmülmüştür. Maruz kalınan nem oranı %70 in altında ise yüzey alanı arttırılmış pamuk numunesi, yüzey alanı azaltılmış pamuk numunesine göre daha uzun yanma eğilimi göstermektedir. İstanbul ilinde yapılan deneyde pamuk numuneleri %66 oranında nem oranına maruz kalmıştır. Bunun neticesinde yüzey alanı arttırılmış pamuk numunesi, yüzey alanı azaltılmış pamuk numunesine göre daha uzun süre yanma eğilimi göstermiştir. Yanma ürünleri partiküller, yanmamış ürünler, su buharı, karbondioksit ve karbonmonoksit ile diğer zehirleyici korozif gazları içerir [35]. İstanbul ilinde yapılan kapalı alan deneyinde yüzey mermerdi ve yüzey alanı arttırılmış pamuk numunesi sönmüldükten sonra zemine bakıldığında su partikülleri görünür bir şekilde olduğu gözlemlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada %100 çiğitsiz pamuğun yakılarak farklı hava sıcaklıklarında çevresel faktörlerin yangın üzerindeki etkisi incelenmesi amaç edinilmiştir. Her bir pamuk parçası hassas terazi ile 5 gr. olarak ölçülmüştür. Farklı gün ve saatlerde yakılan pamuğun yanma süreleri, ortam sıcaklığının yanma olayına etkisi, rüzgâr şiddetinin yanma süresine etkisi, yüzey alanı arttırılmış olan pamuk maddesinin nispeten daha küçük hacme sahip pamuğun aynı zaman diliminde yakıldığında hangi alana sahip pamuğun daha hızlı yandığını incelenmesi konusu ele alınmıştır.

Pamuk numunesinin çevresel koşullarda yanma olayı incelendiğinde havanın sıcaklığına, rüzgârın şiddetine, havanın nemine bir nebze olsa hissedilen sıcaklığa bağlıdır. Tüm bu parametrelerin birleşmesi ile yanma hızı konusunda net bir kanıya varılabilmektedir. Hava sıcaklığı yüksekse ortamdaki nem yüksekse ve rüzgâr hızı düşükse yanma daha uzun sürede tamamlanmaktadır. Hava sıcaklığı yüksek rüzgâr hızı yüksek nem oranı yüksekse yanma hızı artmaktadır. Ancak nem oranı %70 ve üzerine çıktığında yüzey alanı genişletilerek yakılan pamuk numunesi yüzey alanı küçültülerek yakılmış pamuktan daha hızlı sönümlenmektedir.

İstanbul ili içerisinde sonbahar ve kış aylarında farklı günlerde yapılan deney sonuçlarına göre genel olarak yüzey alanı büyütülmüş olan pamuk numunelerinin yüzey alanı küçültülmüş pamuk numunelerine göre daha uzun sürede yanma özelliği göstermiştir. Adana lokasyonunda yapılan yanma deneylerinde ise genellikle nem oranının yüksek olması sebebi ile yüzey alanı büyütülmüş numunelerin yanma aksiyonu daha kısa sürede sönümlenmiştir. Bu durumda bize nem oranının yanma üzerinde etkisinin olduğunu ancak mevsimsel özelliklere göre de önemle değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. Çünkü Adana ilinde yüzey alanı büyütülmüş pamuk numunesi yüksek nemde kolaylıkla daha kısa sürede sönümlenmiş olup İstanbul ilinde yapılan deney sonuçlarında Yüzey alanı büyütülmüş pamuk numuneleri daha uzun sürede yanma özelliği göstermiştir.

Adana ilinde yakılan pamuk numunelerinden 11. ve 9.Deney numunelerinde rüzgâr hızı 16,70 km/sa iken İstanbul ilinde 12.Deneyde 17 km/sa. dir. Bu deney

numunelerinin maruz kaldığı rüzgâr hızı birbirine çok yakın değere sahiptir. Ancak yanma İstanbul ilinde yapılan 12.Deneyde yüzey alanı büyütülmüş pamuk yüzey alanı küçültülmüş pamuktan daha uzun süre yanma özelliği göstermiştir. Nem oranına baktığımızda ise İstanbul ili için maruz kalınan oran %55 olup maruz kaldığı hava sıcaklığı 15 °C dir. Hava sıcaklığının düşük olması hissedilen sıcaklığının Adana ili için 9. ve 11.Deneyler baz alındığında daha düşük olması sebebi ile yüzey alanı büyütülmüş pamuk numunesi, yüzey alanı küçültülmüş pamuk numunesine göre daha uzun süre yanmıştır.

Ancak yanma karakteristiğini sadece neme bağlanmaması gerekmektedir. Deney numunelerinin maruz kaldığı rüzgâr hızları da yanma karakteristiği üstünde etkisi vardır. Adana ilinde yapılan 1.Deneyde yakılan pamuk numunesinin maruz kaldığı rüzgâr hızı 19,40 km/ sa. iken yanma süresi İstanbul ilinde yapılan 5.Deneyde yakılan pamuk numunelerine göre daha uzun yanma süresi olduğu gözlemlenmiştir. Adana’da ve İstanbul’da pamuk numunelerinin maruz kaldıkları nem oranı %56 dır. Hava sıcaklığı ise Adana ilinde daha yüksektir.

Farklı günlere İstanbul ve Adana şehirlerinde ağırlığı beşer gram olan bir numunenin çapı 6 cm diğerinin 12 cm olacak şekilde pamuk numuneleri yakılmıştır. Genel olarak nemin yüksek seyrettiği ve nem oranının %70’in altında olduğu günlerde nem oranının yüksek olması ile yanma hızı artmış olup yakılan pamuklar diğer nem oranı düşük olan günlere göre daha hızlı yanma eğilimi göstermiştir. Nem oranı yükseldikçe buharlaşma ısı da yükselir. Nem oranları yangının yayılmasında çok büyük önem taşır. Kuraklık zamanında yanıcı maddeler nemli ve yağışlı havadan daha az sıvı taşır ve yangının söndürülmesi daha güçtür [36].

Ancak pamuğun sadece neme bağlı olarak yanma karakteristiğinin incelenmesi pek doğru bir karar olmayacaktır. Nem oranının yüksek olduğu günler ve düşük olduğu günler incelendiğinde yanma süreleri uzun olup nem oranının düşük olduğu veya nem oranının yüksek olup yanma sürelerinin aynı şekilde uzun olduğu gözlemlenmiştir. Adana ilinde yapılan deneyler neticesinde şu kaniya varmak mümkün olabilecektir. Nem oranı %70 ve üstü oranda yakılan pamuk numunelerinde yüzey alanı büyütülmüş olan pamuk numunesi uzun süre yanmayıp belirli bir süre sonunda yanma sürecini tamamlayamadan sönmülenebileceği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] ICAC, 2023 Dünya Ticaret Veritabanı Küresel Pamuk İstatistikleri.
- [2] Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (2023)-Pamuk, Soya, Susam Yetiştiriciliği Ders Notları.
- [3] İbrahim Oğuz Yrd. Doç. Dr. Erdal Öz Lerzan Aykas Gülşah Ayvazoğlu Çevik Serkan Veziroğlu (2020) İyi Pamuk Uygulamaları Derneği (IPUD) Eğitici El Kitabı
- [4] Mustafa Yaşar 2013 Pamukta Farklı Zamanlarda Kesilerek Uzaklaştırılan Tepe Sürgünü Uygulamasının Verim ve Lif Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- [5] T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (2015) Denizcilik Yangın Önleme ve Yangınla Mücadele Temel Eğitimi, Ankara .
- [6] Denizcilik (2017) Yangını Önleme ve Yangınla Mücadele Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara
- [7] TRT Haber Kaynağı 26.10.2021 Gaziantep'te Yangın: 90 Ton Pamuk Yandı 20:09, <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/gaziantep-te-yangin-90-ton-pamuk-yandi-620554.html>
- [8] M. Mahsun ŞAHİN Batman Üniversitesi Sivil Savunma Uzmanlığı İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı, Yangın
- [9] Adnan Özkaya Yanma ve Yangın Bilgisi (sf. :1-91).
- [10] Mustafa Ali Akman, Mahmut Raci Özkesen, Merve Aslan, Serkan Uçar, Yakıtlarda Yanma ve Enerji Reaksiyonlarının Çevre ile Temel İncelenmesi (2022) Gazbir Gazmer Doğal Gaz ve Enerji Eğitim Belgelendirme Denetim ve Teknolojik Hizmetler Ltd. Şti. (Merkez), İstanbul.
- [11] Eskişehir Sanayi Odası Organize Sanayi Bölgesi İtfaiye Amirliği (2014) Yangın Savunma Ders Notu.
- [12] www.trthaber.com/haber/turkiye/kahramanmaraş-fabrika-yangini-150-ton-pamuk-kullanilamaz-hale-geldi-, Erişim Tarih :10.12.2023
- [13] Mustafa Kemal Üniversitesi Yangın Tehlikesi ve Yangın Güvenliği Tehlikesi Pdf.
- [14] İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Yangın ve Kazalarla Mücadele Eğitim Kitabı
- [15] Hakan Serhad Soyhan, Cemil Özkalay, Kadir Can, Onur Mammacıoğlu (2018) Yangın ve Yaşam, Cenevre Fikir Sanat, İstanbul.
- [16] İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İnşaat Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği, İSG konuları Yanıcı Malzemeye göre Yangın Tüpü Seçimi

- [17] KALIN, M.B. (2008) Tekstil Yüzeylerinin Yanmaya Karşı Dirençlerinin Arttırılması. Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- [18] N. Özkan TATLI (2007) Üç İplikli Kumaş Yapısının ve Geçirdiği Terbiye İşlemlerinin Yanma Davranışı Üzerinde Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği.
- [19] Şanlı Urfa'da Pamuk Yüklü Kamyon Yangını TRT Haber Kaynağı 01.10.2013 14:00 Son Güncelleme 01.10.2013 14:13, Şanlı Urfa, Erişim Tarihi : 10.02.2024
- [20] www.sabah.com.tr/adana/2020/06/03/balkonda-yanan-pamuk-panige-neden-oldu, Erişim Tarihi : 02.01.2024.
- [21] www.haberturk.com/gundem/haber/938540-nigdede-fabrika-yangini, Erişim Tarihi : 08.02.2024.
- [22] Wang Qingsong, Sun Jinhua, Guo Song (2008) Spontaneous combustion identification of stored wet cotton using a C80 calorimeter State Key Laboratory of Fire Science, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui, 230026, PR China.
- [23] Xuejuan Zhao, Huahua Xiao, Qingsong Wang, Ping Ping, Jinhua Sun(2013) Industrial Crops and Products Study on spontaneous combustion risk of cotton using a micro-calorimeter technique, State Key Laboratory of Fire Science, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, PR China.
- [24] Allianz Sigorta Aş. Tekstil Mamullerinin Depolanması ve Yangın Riskleri.
- [25] İtfaiye Gönüllüleri Eğitim Kitabı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul.
- [26] Funda Kök (2020) Yangında Açığa Çıkan Gazların, İnsan Sağlığına Vereceği Zararın Engellenmesi, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, Sayı 3 Sayfalar: 83-94 .
- [27] Wen-hui Ju(2016) Study on Fire Risk and Disaster Reducing Factors of Cotton Logistics Warehouse Based on Event and Fault Tree Analysis, ScienceDirect, Procedia Engineering 135 Pages: 418 – 426.
- [28] İtfaiye Dairesi Başkanlığı Yangın Cinsi Raporu Pamuk Yangınları (2024) T.C. Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi, Şanlıurfa.
- [29] Çetinkaya, S., Aytop, Y., (2023). Şanlıurfa İlinde Pamuk Üretim Memnuniyetinin Sürdürülebilirliğe Etkisinin Belirlenmesi. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi (TEAD), Cilt:9 Sayı: 2, Sayfa: 185-205.
- [30] Cevheri C.İ., Şahin M. (2020), Dünya'da ve Türkiye'de Pamuk Üretiminin Tekstil Sektörü Açısından Önemi, Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 5(2): 71-81.
- [31] Dr. Tijen Özudoğru (2023) Durum Tahmin Pamuk, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.
- [32] learn.genetics.utah.edu/content/cotton/what/, Erişim Tarihi : 07.06.2023.
- [33] Property Risk Consulting Guidelines A Publication of AXA XL Risk Consulting.

- [34] Pamuklu lisanslı Depo Tebliği(12 Nisan 2013) Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Resmî Gazete Sayı : 28616.
- [35] Kerem İLBAY,Gökhan COŞKUN, Ekrem BÜYÜKKAYA(2022) Yangından Etkilenme Oranını Azaltan ve Tahliyeyi Kolaylaştıran Yöntemlerin Etkinliğinin Simülasyon Destekli İncelenmesi: Yaşlı Bakım ve Huzurevleri Modeli Mühendislikte Yakıtlar, Yangın ve Yanma Dergisi, 10(1): 130-141, 2022(120-131).
- [36] Abdurrahman Kılıç (2010) Yangın Yayılımı ve Tehlikeleri, Ateşi Tutan Eller, Ateş Kahramanları.





ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Merve KIRGIL

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : Haziran 2019, Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği (%100 İngilizce)
- **Lisans** : Ocak 2023, Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü

MESLEKİ DENEYİM :

- 2023 yılı Kasım ayında VİVİN İNŞAAT AŞ.de Teknik Ofis Mühendisi olarak görev yapmaya başlamış olup 01.04.2024 tarihinden beri mekanik proje departmanında mekanik proje mühendisi görevini yürütmektedir.
- 2020 – 2023 yılları arasında AYVAZ YANGIN da Proje ve Satış mühendisi olarak çalıştı.