

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İNŞAAT ALANINDA KULLANILAN DOKUSUZ YÜZEYLERDE
r-PET PERFORMANSI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sevcan ÜSTÜN ÇETİN

2010

UŞAK

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İNŞAAT ALANINDA KULLANILAN DOKUSUZ YÜZEYLERDE
r-PET PERFORMANSI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sevcan ÜSTÜN ÇETİN

2010

UŞAK

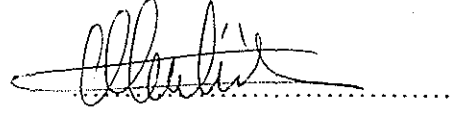
Sevcan ÜSTÜN ÇETİN tarafından hazırlanan 'İNŞAAT ALANINDA KULLANILAN DOKUSUZ YÜZEYLERDE r-PET PERFORMANSI' adlı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. A. Ebru TAYYAR

Tez Danışmanı, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mevlüt TERCAN



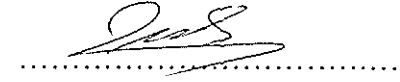
Uşak Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. A. Ebru TAYYAR



Uşak Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Osman ASİ

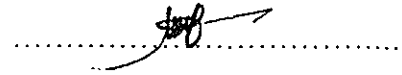


Uşak Üniversitesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

29.06.2010

Bu tez ile Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Yalçın



Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Sevcan ÜSTÜN ÇETİN

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KULLANILAN DOKUSUZ YÜZEY KUMAŞLARDA R-PET PERFORMANSI

(Yüksek Lisans Tezi)

Sevcan ÜSTÜN ÇETİN

UŞAK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖZET

Her geçen gün artan nüfus, sanayileşme, ve teknolojik gelişmelere dayalı oluşan atıklar, tüketilen doğal kaynaklarla birleştiğinde; daralan dünyamızın en önemli sorunlarından birisi olan 'çevre sorunları' kavramı karşımıza çıkmaktadır. Bu sorununu çözümü ve çevre yükünün azaltılması için günümüzde birçok çalışma yapılmaktadır. Atıkların, çevre yükü oluşturmasını engellemek ve bu atıkların ülke ekonomisine kazanım haline dönüştürebilmesini sağlamak amacıyla geliştirilen çalışmalardan birisi de geri kazanım düşüncesidir. Geri kazanımın bir amaç olduğu günümüz şartlarında, her sektörde olduğu gibi tekstil sektöründe de doğal kaynak israfı yaşatılmasını engelleme düşüncesi yeni bir boyut kazanmıştır.

Bu tezde sunulan araştırma çalışmasında, inşaat alanında kullanılan tekstil ürünleri incelenmiş, özellikle yalıtım ve izolasyon malzemesi olarak kullanılmakta olan dokusuz yüzey kumaş özellikleri araştırılmıştır. Dokusuz yüzey kumaş üretimi için iğneleme yöntemiyle çevrede atık olarak değerlendirilen PET Şişelerin geri kazanımı ile üretilen r-PET ile v-PET elyaflar tülbent katı sayısı 6,10 ve 14 olan üç farklı tülbent katmanından oluşan ve %100 v-PET, %70 v-PET %30 r-PET, %50 v-PET %50 r-PET, %30 v-PET %70 r-PET, %100 r-PET oranlarında harmanlanmış on beş farklı kumaş numunesi oluşturulmuştur. İnşaat alanında izolasyon malzemesi olarak kullanılması hedeflenen bu kumaşların teknik özellik performansı, fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Kopma mukavemeti, kopma uzaması, eğilme uzunluğu ve direnci, kalınlık, metrekare ağırlık ve dökümlülük tayini değerleri, su buharı geçirgenliği ve ısı direnç testlerine standartlara uygun biçimde kumaşlara uygulanmıştır. Elde edilen veriler harman değişimi etkisi ve üç farklı katmanın sonuçlara etkisi karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Bilim Kodu :

Anahtar Kelimeler : PET şişe, geri dönüşüm, r-PET, tekstil, polietilen tereftalat (PET), İnşaat tekstilleri

Sayfa Adedi : 103

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Ayşe Ebru TAYYAR

R-PET NONWOVEN FABRIC PERFORMANCES

IN CONSTRUCTION INDUSTRY

(M.Sc. Thesis)

Sevcan ÜSTÜN ÇETİN

UŞAK UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

2010

ABSTRACT

When wastes resulting from increasing population, industrialization, and technological developments combine with the consumed natural sources, we begin to face the “environmental problems”, one of the most essential problems of the world, which is getting smaller day by day. Numerous studies are conducted in order to solve this problem. In order for us to prevent that the wastes are a burden on us and the environment alike and to make them used for the benefit of the economy, recycling is one of the attempts considered. The circumstances which make recycling the main goal of today in textile industry like every sector, the idea of recycling and preventing the wasteful use of natural sources have had a new dimension.

In the study carried out for this thesis, textile products used in construction sector, and especially the properties of nonwoven fabrics used for insulation, have been examined. Fifteen different fabric samples have been prepared from the r-PET and v-PET fibers produced from the recycled plastic bottles considered as wastes consisting of 6, 10 and 14 web layer and blended with the ratio of 100 % v- PET, 70 % v- PET, 30 % r- PET, 50 % v- PET, 50 % r-PET, 30 % v-PET, 70 % r-PET, 100 % r-PET. Physical and mechanical properties and technical performances of these fabrics, which are supposed to be used as insulation materials in buildings, have been examined. Breaking strength, breaking elongation, bending resistance, thickness, weight, drape, air permeability, steam permeability and thermal property values of these fabrics have been measured by standard test methods. The data obtained have been evaluated and compared on the basis of blend change effect and web layer.

Science Code :

Key Words : PET bottles, recycling, waste, textile, polyethylene terephthalate (PET),
Construction textiles

Page Number : 103

Adviser : Asist.Prof. A. Ebru TAYYAR

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimimin ilk gününden sonuna kadar geçen sürede, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, bilgi birikimini, tecrübesini ve değerli zamanını benimle paylaşan, tezin oluşumunda, düzenlenmesinde ve değerlendirilmesinde her türlü katkıda bulunan danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. A.Ebru TAYYAR' a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezde kullanılan dokusuz yüzey kumaşların oluşumu için gerekli ham maddeyi bulmamda maddi ve manevi olarak yardımlarını esirgemeyen USAŞ ve Saygın Ticaret A.Ş'ne teşekkür ederim.

Kumaş üretim süresince beni yalnız bırakmayan Karateke Tekstil A.Ş' ne özellikle Gökhan KARATEKE ve Rıza KAHRAMAN' a tüm yardımları için teşekkür ederim.

Üretilen kumaşların performans özelliklerinin belirlenmesinde Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nden Prof. Dr. Ayşe OKUR' a, Dr. Vildan SÜLAR ve Fiziksel Tekstil Muayeneleri Araştırma Laboratuvarı'nda görevli Tekniker Özlem ERGÜN' e teşekkürlerimi bir borç bilirim

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Tekstil Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürü Prof. Dr. Necdet SEVENTEKİN' e yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tüm çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen, beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme ve eşime teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER	Sayfa
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xix
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xxiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xxiv
1. GİRİŞ	
1.1. Genel Bilgiler.....	1
1.2. Plastikler.....	3
1.2.1. Plastiklerin Sınıflandırılması.....	3
1.2.2. Plastiklerin Kullanım Alanları.....	4
1.2.3. Plastiklerde Geri Dönüşüm.....	5
1.2.3.1. Plastiklerin Temin Edilmesi.....	5
1.2.3.2. Plastik Atık Geri Kazanımında Kullanılan Yöntemler.....	6
1.3. PET.....	7
1.3.1. PET üretim tesisleri.....	9
1.3.2. PET üretim Yöntemleri.....	9
1.4. PET Şişelerin Geri Kazanımı.....	11
1.4.1. PET Şişelerin Fiziksel Geri Kazanımı.....	12
1.4.1.1. Ayrıştırma işlemi.....	12
1.4.1.2. Yıkama-kırma işlemi.....	13

1.4.1.3. Durulama-kurutma işlemi.....	14
1.4.1.4. Granül hale Getirme İşlemi.....	14
1.4.1.5. Komple geri dönüşüm hatları.....	14
1.4.2. PET Şişelerin Kimyasal Geri Kazanımı.....	15
1.4.2.1. Glikoliz.....	15
1.4.2.2. Aminoliz.....	15
1.4.2.3. Amonoliz.....	15
1.4.2.4. Metnoliz.....	15
1.4.2.5. Hidroliz.....	16
1.5. Pet Atıkların Kullanım Alanları.....	16
1.5.1. Tekstil Sektöründe PET Atıkların Kullanımı.....	16
1.5.2. PET Atıkların Elyaf Üretiminde Kullanılması.....	16
1.6. Teknik Tekstiller.....	17
1.6.1. Teknik tekstiller Teknik Tekstillerin Ürün Formları.....	18
1.6.1.1. Dokusuz Yüzeylerin (Nonwoven) Üretimi.....	18
1.6.1.2. Dokusuz Yüzey (Nonwoven) Çeşitleri.....	19
1.6.2. Teknik Tekstillerin Sınıflandırılması.....	20
1.6.2.1. Zirai Tekstiller.....	21
1.6.2.2. İnşaat Tekstilleri.....	21
1.6.2.3. Teknik Giysiler.....	21
1.6.2.4. Jeolojik Tekstiller.....	21
1.6.2.5. Ev Tekstilleri.....	22

1.6.2.6. Endüstriyel Tekstiller.....	22
1.6.2.7. Tıbbi tekstiller	22
1.6.2.8. Taşıt araçları için tekstiller.....	22
1.6.2.9. Ekolojik tekstiller	23
1.6.2.10. Ambalaj tekstilleri.....	23
1.6.2.11. Koruyucu tekstiller	23
1.6.2.12. Sportif tekstiller	24
1.7. İnşaat Alanında Kullanılan Tekstil Malzemeleri Uygulamaları.....	24
1.7.1. Mimari Olarak Kullanım Alanları.....	25
1.7.2. Jeo tekstiller.....	27
1.7.3. İnşaat Alanında Kullanımları.....	28
1.7.4. İnşaat alanında kullanılan diğer atık malzemeler.....	30
1.8. Önceki Çalışmalar.....	31
1.8.1.PET' in Kimyasal Geri Kazanımı Alanındaki Çalışmalar.....	31
1.8.2. İnşaat Alanında Yapılan Çalışmalar.....	33
1.8.3. Kompozitlerle Yapılan Çalışmalar.....	34
1.8.4. Tekstil Alanında Yapılan Çalışmalar.....	35
1.9. Çalışmanın Amacı.....	35
2. MATERYAL VE METOT.....	37
2.1. Materyal.....	37
2.1.2. Numunelerin Oluşturulması.....	37
2.2. Metot.....	39
2.2.1. Uygulanan Testler.....	39
2.2.1.1. Kumaş Kalınlığının Belirlenmesi.....	39
2.2.1.2. Metrekare Ağırlığının Belirlenmesi.....	40

2.2.1.3. Kopma Dayanımının Belirlenmesi.....	40
2.2.1.4. Eğilme Dayanımının Belirlenmesi.....	41
2.2.1.5.Hava geçirgenliğinin Belirlenmesi,.....	42
2.2.1.6. Dökümlülük Tayini,.....	42
2.2.1.7. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği.....	43
2.2.1.8. Isıl Özellikler.....	44
2.3.İstatistiksel Değerlendirme	44
3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	46
3.1. Kumaş Kalınlığının Belirlenmesi.....	46
3.2. Metrekare Ağırlığının Belirlenmesi.....	47
3.3. Kopma Dayanımının Belirlenmesi.....	47
3.4. Eğilme Dayanımının Belirlenmesi.....	49
3.5. Hava geçirgenliğinin Belirlenmesi.....	50
3.6. Dökümlülük Tayini.....	51
3.7. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği.....	52
3.8. Isıl Özellikler.....	52
4.SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	54
4.1.Üretilen Kumaşların Performans Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	54
4.1.1. Metrekare Ağırlık,	54
4.1.2. Kumaş Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması.....	57
4.1.3. Kopma Dayanımının Belirlenmesi.....	60
4.1.4. Kopma Uzaması.....	66
4.1.5.Eğilme Dayanımının Belirlenmesi.....	72
4.1.6. Hava geçirgenliğinin Belirlenmesi.....	77
4.1.7.Dökümlülük Tayini.....	80

4.1.8.Bağıl Su Buharı Geçirgenliği.....	82
4.1.9.Isıl Özellikler.....	85
4.1.9.1.Isıl Soğurganlık.....	85
4.1.9.2.Isıl İletkenlik.....	87
4.1.9.3.Isıl Direnç.....	89
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	93
KAYNAKLAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ.....	103

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge1.1. Ülkemizde Sektörel Bazda Plastiklerin Kullanım Alanları.....	5
Çizelge 1.2. Geri Dönüşüm de kullanılan kodlar	8
Çizelge 1.3. Dünya Çapında Kullanım Alanlarına Göre Teknik Tekstil Tüketim Değerleri	24
Çizelge 2.1. r-PET ile v-PET' in yapısal özellikleri.....	38
Çizelge 2.2. Basitleştirilmiş kumaş kodları.....	38
Çizelge 3.1. Kalınlık Ölçüm Sonuçları.....	46
Çizelge 3.2. Metrekare ağırlığı ölçüm sonuçları.....	47
Çizelge 3.3. Kopma Dayanımı Değerleri.....	48
Çizelge 3.4. Kopma Uzaması Değerleri.....	49
Çizelge 3.5. Eğilme dayanımı ölçüm sonuçları.....	50
Çizelge 3.6. Kumaş hava geçirgenliği ölçüm sonuçları.....	51
Çizelge 3.7. Dökümlülük Tayini Sonuçları.....	51
Çizelge 3.8. Bağıl Su Buharı Geçirgenliği Ölçüm Sonuçları.....	52
Çizelge 3.9. Isıl Özellik Ölçüm Sonuçları.....	53
Çizelge 4.1. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin kumaşların metrekare ağırlık varyans analizi sonuçları.....	56
Çizelge 4.2 Farklı üretim grupları arasında kumaşların metrekare ağırlık varyans analizi sonuçları.....	56
Çizelge 4.3. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin	

metrekare ağırlık özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.4. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin kumaşların kalınlık varyans analizi sonuçları.....	59
Çizelge 4.5. Farklı üretim grupları arasında kumaşların kalınlık varyans analizi sonuçları.....	59
Çizelge 4.6. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin kalınlık özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.....	60
Çizelge 4.7. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma mukavemeti varyans analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.8 Farklı üretim grupları arasında makine yönü doğrultusunda alınan kumaş numunelerin kopma mukavemeti varyans analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.9. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin kopma mukavemeti değerleri ait varyans analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4.10. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin makine yönü tersi doğrultusunda alınan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti varyans analizi sonuçları.....	65
Çizelge 4.11.Farklı üretim grupları arasında makine yönü tersi doğrultusunda alınan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti varyans analizi sonuçları.....	65
Çizelge 4.12.Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerinin kopma mukavemeti değerlerine	

ait varyans analiz sonuçları.....	66
Çizelge 4.13. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma uzaması varyans analizi sonuçları.....	68
Çizelge 4.14 Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin kopma uzaması varyans analizi sonuçları.....	68
Çizelge 4.15. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin kopma uzaması değerleri ait varyans analiz sonuçları.....	69
Çizelge 4.16. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin makine yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerin kopma uzaması varyans analizi sonuçları.....	71
Çizelge 4.17. Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerinin kopma uzaması varyans analizi sonuçları.....	71
Çizelge 4.18. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerinin kopma uzaması değerleri ait varyans analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4.19. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin eğilme direnci varyans analizi sonuçları.....	73
Çizelge 4.20. Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin eğilme direnci varyans analizi sonuçları.....	74

Çizelge 4.21. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü Doğrultusunda alınan numunelerinin eğilme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	74
Çizelge 4.22. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin makine yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerinin eğilme direnci varyans analizi sonuçları.....	76
Çizelge 4.23. Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerinin eğilme direnci varyans analizi sonuçları.....	76
Çizelge 4.24. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerinin eğilme direnci değerleri ait varyans analiz sonuçları.....	77
Çizelge 4.25. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	78
Çizelge 4.26. Farklı üretim grupları arasında kumaş numuneleri hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	79
Çizelge 4.27. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	79
Çizelge 4.28. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin kumaş numunelerinin dökümlülük değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	81
Çizelge 4.29. Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin dökümlülük değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	81

Çizelge 4.30. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin	
dökümlülük değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	82
Çizelge 4.31. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin kumaş numunelerinin	
bağıl su buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	83
Çizelge 4.32. Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin bağıl su	
buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	84
Çizelge 4.33. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin bağıl su	
buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	84
Çizelge 4.34. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin kumaş numunelerinin	
ısıl soğurganlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	86
Çizelge 4.35. Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin	
ısıl soğurganlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	86
Çizelge 4.36. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin	
ısıl soğurganlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	87
Çizelge 4.37. Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin	
ısıl iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	88
Çizelge 4.38. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin kumaş numunelerinin	
ısıl iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	88
Çizelge 4.39. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin	
ısıl iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	89
Çizelge 4.40. Üretim ağırlığı, harman oranı ve iki parametrenin kumaş numunelerinin	
ısıl direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	91
Çizelge 4.41. Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin	

ısl direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....91

Çizelge 4.42. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin

ısl direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....92

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Kişi Basına Termoplastik Tüketimi.....	4
Şekil 1.2. Dimetilentereftalat ile etilen glikolün polikondenzasyonu sonucu PET oluşumu.....	10
Şekil 1.3. Tereftalikasit ile etilen glikolün polikondenzasyonu sonucu PET oluşumu.....	10
Şekil 1.4. Tereftalik asit ve etilenoksitten polikondenzasyonu sonucu PET oluşumu.....	11
Şekil 1.5. Pet şişelerin geri kazanım döngüsü.....	12
Şekil 1.6. Pet Şişelerin Fiziksel Geri Kazanım.....	12
Şekil 1.7. Kimyasal geri dönüşüm.....	15
Şekil 1.8. Elyaf üretim süreci.....	17
Şekil 4.1.Harman gruplarının üretim gruplarına göre metrekare ağırlıkları	55
Şekil 4.2. Üretim gruplarına göre harman gruplarının metrekare ağırlıkları.	55
Şekil 4.3.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının kalınlıkları.....	58
Şekil 4.4. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların kalınlıkları	58
Şekil 4.5. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının makine yönü üretim doğrultusundaki numunelerin kopma mukavemeti değerleri.....	61
Şekil 4.6.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma mukavemeti değerleri.....	61
Şekil 4.7.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının makine	

yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerin kopma mukavemeti değerleri.....	64
Şekil 4.8.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönü tersi doğrultuda alınan numunelerin kopma mukavemeti değerleri.....	64
Şekil 4.9.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, makine yönü üretim doğrultusundaki numunelerin kopma uzaması değerleri.....	67
Şekil 4.10.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma uzaması değerleri.....	67
Şekil 4.11.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının makine yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerin kopma uzaması değerleri.....	70
Şekil 4.12.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönü tersi doğrultuda alınan numunelerin kopma uzaması değerleri.....	70
Şekil 4.13.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, makine yönü üretim doğrultusundaki numunelerin eğilme direnci değerleri.....	72
Şekil 4.14.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri.....	73
Şekil 4.15.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının makine yönü tersi doğrultusunda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri.....	75
Şekil 4.16.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönü tersi doğrultuda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri.....	75
Şekil 4.17.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, hava geçirgenliği değerleri.....	78
Şekil 4.18.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların	

hava geçirgenliği değerleri.....	78
Şekil 4.19.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, Dökümlülük değerleri.....	80
Şekil 4.20.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların dökümlülük değerleri.....	80
Şekil 4.21. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, bağıl su buharı geçirgenliği değerleri	83
Şekil 4.22. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği değerleri.....	83
Şekil 4.23. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, ısıl soğurganlık değerleri	85
Şekil 4.24. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların ısıl soğurganlık değerleri.....	85
Şekil 4.25. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, ısıl iletkenlik değerleri	87
Şekil 4.26. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların ısıl iletkenlik değerleri.....	88
Şekil 4.27. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, ısıl direnç değerleri	90
Şekil 4.28. Üretim gruplarına Göre Farklı Harmanlarda üretilen kumaşların ısıl direnç değerleri.....	90

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Atık deponi alanından bir görünüm.....	1
Resim1.2. PET şişelerin geri kazanım elde edilen granüller.....	11
Resim 1.3. Ayırıştırma Makinesi - Metal-Plastik Ayırıcı.....	13
Resim 1.4.Yıkama Makinesi.....	13
Resim 1.5. Kırma Makinesi.....	13
Resim 1.6. Aglomer makinesi.....	14
Resim 1.7. PET Granül Parçaları.....	14
Resim 1.8. Komple geri dönüşüm hattı.....	14
Resim 1.9. İğneleme Yöntemiyle Dokusuz Yüzey Üretim Makinesi.....	19
Resim 1.10. İğne çeşitleri (a), tabla üzerinde iğnelerin görünümü (b), dokusuz yüzey makinesi kesiti (c).....	20
Resim 1.11. Teknik Tekstillerin Sınıflandırılması.....	20
Resim1.12.Tekstil kaplama kumaşın kullanıldığı portatif bir garaj.....	25
Resim1.13.Greenwich Milenyum Kubbesi.....	26
Resim 1.14.Auf Schalke Stadyumu.....	26
Resim1.15. Portatif membran çatıya bir örnek (a). Merkezi membran çatıya bir örnek (b).....	26
Resim1.16. Dünyada tekstil malzemeleri kullanılarak yapılmış diğer yapı çeşitleri.....	27
Resim1.17. Jeo tekstil keçe uygulaması.....	27
Resim1.18. Selle mücadelede tüplü sistem.....	28

Resim1.19. Inversabrane.....	28
Resim 1.20. Isı yalıtımında kullanılan kumaş örnekleri.....	29
Resim1.21. Cam elyaf kullanılmış çeşitli kumaş örnekler.....	29
Resim1.22. Ses panellerinin scrunch(çatırtı), swoop (atılğan), diffuser(dağıtıcı) ve swell (kabartı) ses dalgası panelleri.....	29
Resim1.23. Liflerin çimento içersinde dağılımı.....	30
Resim 2.1. Kumaş Kalınlığı Ölçüm Cihazı.....	40
Resim 2.2. Hassas Terazi.....	40
Resim 2.3. Kopma Mukavemeti Test Cihazı.....	41
Resim 2.4. Eğilme Direnci Ölçeri.....	41
Resim 2.5. Textest FX 3300 cihazı.....	42
Resim 2.6. Cusick Drape Tester cihazı.....	43
Resim 2.7. Permetest Bağıl Su Buharı Ölçüm Cihazı İç Yapısı.....	43
Resim 2.8. Alambeta Test Cihazı.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
T_c	Erime noktası
T_c	Camlaşma noktası
Kısaltmalar	Açıklama
ABS	Akrilonitril bütadien stiren
BHET	Bis-(2-hidroksietil)-tereftalat
DMT	Dimetiltereftalat
EG	Etilen glikol
GYFC	Granüle Yüksek Fırın Cürufu
HDPE - YYPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
LDPE-AYPE	Düşük Yoğunluklu Polietilen
LAYPE	Lineer Alçak Yoğunluklu Polietilen
PET	Polietilen Tereftalat
PBT	Poli butilen tereftalat)
POSTC-PET, r-PET	Post consumer PET
PP	Polipropilen
PS	Polistiren
PTT	Politrimetilen tereftalat
TDI	2,4 diizosiyonat
TFA	Tereftalik asit
PVC	Polivinil Klorür

VOC

nitrojen oksit ve buharlaşan organik bileşikleri

atmosfere salınımı volatile organic components

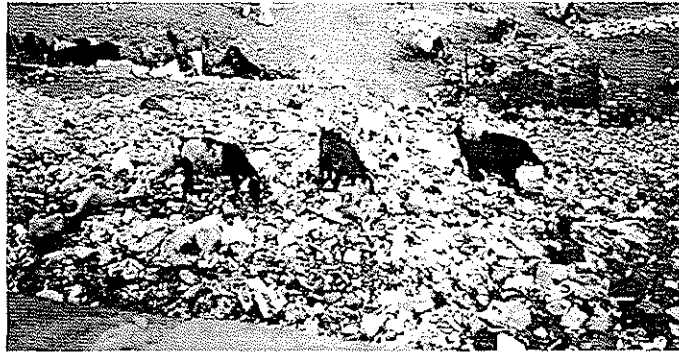
BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

İnsanın var oluşu ile birlikte değişen ihtiyaçlar doğrultusunda yeni gelişmeler her geçen gün artarak devam etmektedir. Yaşam boyunca barınma, korunma, gıda ve örtünme ihtiyaçlarına paralel olarak gelişen teknoloji avantaj ve dezavantajları ile bütün oluşturmuş ve bu bütünün olumsuz yanlarını giderme 21. y.y.' in en büyük çalışmalarını da beraberinde getirmiştir. Dünya nüfusunun hızlı artış ve yeryüzünde daralan ekolojik alanların ve eko sistem ile birlikte tüm canlıların korunması; sosyoekonomik ve politik anlamda ülkeler arası çatışmaların tetikleyicisi olmuştur. Türkiye, OECD ülkeleri arasında en yüksek nüfus artış oranına sahiptir. Birleşmiş milletlerin yaptığı nüfus tahminlerine göre, Türkiye nüfusunun 2025 yılında 92 milyona yükselmesi beklenmektedir. Bu durum ülkemizin bugün olduğu kadar, gelecekte de çevre sorunları ile karşılaşacağının bir göstergesidir [1].

Doğal kaynakların tükenmesi, teknolojinin yan ürünü olarak artan atık miktarları ve bu atıkları yok etme ya da yaşam alanlarından uzak tutma düşüncesi ülke politikaları içinde yerini almıştır.



Resim 1.1. Atık deponi alanından bir görünüm [2]

14.03.1991 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğince katı atık, ‘Üretici tarafında atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımında düzenli bir şekilde uzaklaştırılması gereken katı maddeler ve arıtma çamuru’ şeklinde tanımlanmaktadır [3].

İnsanlar atıklardan kurtulma isteği ile katı atıkları toprağa, sıvı atıkları suya ve gaz fazındaki atıkları havaya bırakarak kısa vadede bu durumdan kurtuldukları düşüncesine kendilerini inandırmışlardır. Günümüzde bu yanlış yanlışın farkına varabilen insanoğlu ortaya çıkan atıkları üretim süresince minimuma indirme, havaya karışan zehirli gazları bacalara yerleştirilen filtrelerle engelleme, akarsu ve denizleri koruma amaçlı olarak öncelikle sıvı atıkları, atık su arıtım tesislerinden geçirerek suya ve suda yaşayan canlılara zarar vermeyecek düzeye getirme, katı atıkların çeşitli deponi alanlarında atık kökenine göre ayrılarak toplanması ve yeniden kullanılabilir özellikte olanların tekrardan kullanıma katılması ve son olarak da atıkların yakılması ile enerji üretimi sağlama çabalarına girmiştir(Resim 1.1.). Bu çalışmalar içinde geri dönüşüm ve tekrar kullanımın ötesinde, atıkların özelliklerinden yararlanılarak içindeki bileşenlerin fiziksel, kimyasal veya biyokimyasal yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesine ise "geri kazanım" denilmektedir [4]. Bu çalışmalar doğrultusunda; ABD de yapılan bir araştırmada, 1960 - 2005 yılları arasında 90'lı yıllara kadar ortaya çıkan atık miktarı ile 90'lardan sonra ortaya çıkan atık miktarının yaklaşık iki katı iken aynı yıllarda katı atık geri kazanım yaklaşık beş kat fazladır [5]. Bu araştırma da göstermektedir ki son 20 yıldan bu yana geri kazanım düşüncesi büyük bir ivme kazanmıştır.

Bir genelleme yapılırsa, PET esaslı katı atıkların, dünyadaki katı atık miktarının ağırlıkça % 8, hacimce % 12'sini oluşturduğu söylenebilmektedir.

Katı atıklar içinde bu kadar fazla oranda PET esaslı atıkların olma sebebi incelendiğinde; ucuzluk, seri ve kolay üretim, uzun ömür ve yüksek dayanım, hafiflik, nem almama, elektrik iletkenliğinin olmaması, çok düşük ısı iletkenliği, şekillendirme ve renklendirmenin kolay olması, katı veya esnek olabilmesi ve sayılamayacak kadar birçok özellikleri ön plana çıkmaktadır [6].

Çok üretilen ve doğada uzun yıllar çözünmeden kalan plastik atıkları çevreye bıraktığı ağır atık yükünün azaltılması gerekmektedir. Dünya üzerinde başta ABD, Fransa ve İngiltere'nin başını çektiği ülkelerde plastik kullanımı giderek artmaktadır. Türkiye'de

gelişmiş ülkelere göre daha az yüzdelerde de olsa plastik kullanımında artış vardır. Örneğin; 1960 yılında kullanılan plastik kişi başına 0,6 kg iken 1977 yılında 5,25 kg, 1987 yılında 9,05 kg, 1989 yılında 9,65 kg, ve 1992 yılında 13,54 kg' dır [7]. Bir plastik şişe doğada 3 bin yıl süreyle yok olmamaktadır ve 1 ton plastik geri kazanıldığında 14 bin kW/sa enerji tasarrufu sağlanmaktadır [8]. Ayrıca ülkemizde kısıtlı yurtiçi üretim sebebiyle 2006 yılında tüm plastiğin yaklaşık yüzde 85'i yurtdışından ithal edildiği düşünüldüğünde atıklar içinde büyük bir milli servet yatmaktadır.

Amerikan Plastik Konseyi'nin 2002 yılındaki toplantısında 'PET geri dönüşümünün tekrar hızlandırılması' başlığı tartışılmıştır. 2002 yılı Ulusal Tüketici Plastik Geri Dönüşüm Raporu'na (National Post-Consumer Plastic Recycle Report) göre 1994'te PET geri dönüşüm hızı %38 iken, 2002 yılında %20'ye kadar düşmüştür. HDPE geri dönüşüm hızı 1994 yılında %12'den 2002'de %24'e yükselmiştir. Avustralya'da her yıl 80 bin ton PET ürününün 25 bin tonu (%31) geri dönüştürülerek tekrar kullanılmaktadır [9].

1.2. Plastikler

Parkensin, 1868 yılında İngiliz Kimyacı Alexander PARKES tarafından keşfedilerek dünyaya duyurulmuştur [7]. Fakat kullanıma kazandırılması için uzun bir gelişim ve değişim sürecinden geçmiştir. Bu bulunuşun ardından ABD'de matbaacı John Wesley Hyatt, 1877 yılında ticari anlamda kullanılabilir bir plastik olan selüloidi Parkensin' e benzer biçimde, fakat içerisine hintyağı yerine kafuru kullanarak yeni bir formda hazırlamıştır [9]. Ardından da Harman Standinger 1922 yılında plastiklerin küçük moleküllerin birleştirilmesiyle oluşan dev moleküller ya da polimerler olduğunu göstermiştir [9].

1.2.1. Plastiklerin Sınıflandırılması

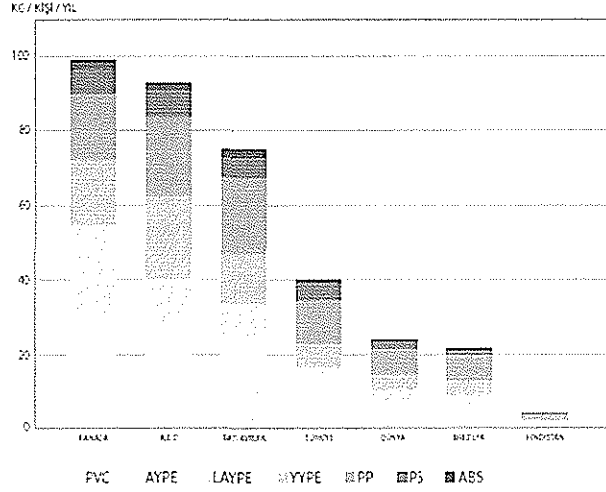
Plastikler, sıcaklık karşısında gösterdikleri özelliklerine göre iki gruba ayrılır.

• Termosetler:

Sıcaklıkla çapraz bağlanırlar ve geri dönüşü olmayan, sıcaklıkta tekrar yumuşamayan ve erimeyen, sert katı bir madde verirler ve bu özellikleri geri kazanılmalarını ve tekrar kullanılmalarını mümkün kılmamaktadır. Ancak bazı termosetler öğütülerek dolgu maddesi olarak kullanılabilirler.

• Termoplastikler

Sıcaklıkta erimeleri, çözücüde çözümleri ve yeniden şekil alabilmeleri sonucu tekrar geri kazanılarak defalarca kullanılabilirler. Şekil 1.1.'de kişi başına termoplastik tüketimi verilmiştir.



Şekil 1.1. Kişi başına termoplastik tüketimi (2006) [10]

Termoplastiklerin geri kazanılabilenleri arasında en çok kullanılanları şunlardır:

- Polietilen teraftalat (PET) (su, meşrubat ve yağ şişeleri)
- Alçak ve yüksek yoğunluklu polietilen (PE) (deterjan ve şampuan şişeleri, motor yağı şişeleri, çöp torbaları)
- Polipropilen (PP) (Deterjan kutularının kapakları)
- Polistiren (PS) (Yoğurt, margarin ve krem peynir kapları)
- Polivinil klorür (PVC) (ambalajlar)

1.2.2. Plastiklerin Kullanım Alanları

Geçmişte plastiklerin başlıca kullanım alanları evlerdi; evlerde gördüğümüz her noktada banyodan ve mutfağa kadar kullandığımız birçok plastik eşyanın yanı sıra, elektrikli süpürge, buzdolabına, telefondan televizyona kadar birçok elektrikli ev aletinin içerisinde plastik parçalar bulunur. Bunun yanı sıra her türlü ambalajlama işleminde çok büyük miktarlarda plastik kullanılmaktadır [11]. Günümüzde sanayinin her alanında kullanılan plastik malzemeler, hemen hemen her tür sanayi ürününün bir parçasının üretiminde kullanılmaktadır. Örneğin motorlu taşıtların elektrikli parçaları, kablo donanımları, mekanik parçalar, döşemeleri, iç doğramalar, denetim panoları ve başka

birçok parçasının yapımında plastikler kullanılır. Tıpta, cerrahide ve dişçilikte de plastikler gittikçe artan miktarlarda kullanılmaktadır [12].

Toplam plastik üretiminin dörtte birini kullanması ile inşaat sanayisi plastik tüketiminde ilk sırayı alır. Yapılarda kullanılan taban döşeme, duvar kaplama, ara bölme, elektrik yalıtım ve ısı yalıtım malzemeleri, kapı tokmağı, pencere çerçevesi, balkon korkuluğu, bina kaplama panelleri, oluk ve pis su borularının çoğu da plastik malzemelerdendir. Daha sonra toplam plastik üretimin yaklaşık olarak beşte birinin kullanılması ile ambalaj sanayisi gelmektedir. Bunu tarım, otomotiv-makine ve imalat sanayisi izlemektedir. Üstün performans özellikleri sayesinde birçok alanda kullanılan plastik malzemelerin sektörel bazda kullanımı Çizelge 1.1.'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Ülkemizde sektörel bazda plastiklerin kullanım alanları [10]

SEKTÖR	TOPLAM TÜKETİM PAYI (%)
İnşaat	26.4
Ambalaj	17.8
Tarım	17.6
Tekstil	12.6
Otomotiv-Makine-İmalat	5.0
Mobilya	6.3
Tıp	1.2
Diğer	12.9

1.2.3. Plastiklerde Geri Dönüşüm

1.2.3.1. Plastiklerin Temin Edilmesi

Plastiklerin temini geri dönüşümün ilk aşamasını oluşturmaktadır. Atık plastiklerin toplanması ile başlayan süreç, bu plastiklerin kaynaklarına bağlı olarak ayrılması ile devam etmektedir. Bu bağlamda plastik atıklar, kaynaklarına göre proses atıkları ve kullanım sonrası atıklar olarak iki sınıfta incelenebilmektedir [6].

✓ Proses atıkları

Plastik üretimi gerçekleştiren her türlü fabrika ve imalathanelerde üretimler yapılırken üretilen malzemelerin çapaklarının alınması veya üretim hatasından

kaynaklanan atıklardır. Bu şekilde oluşan atıklar toplam üretimin %10'u civarındadır ve genel olarak temizdirler.

✓ *Kullanım sonrası atıklar*

Kullanım sonrası atıklar, çoğunlukla kentsel atıklar, ambalaj, ziraat, otomotiv, inşaat ve elektrik - elektronik atıkları olarak sınıflandırılabilir. Bunlara örnek olarak; sanayi tesislerinde çıkan plastikler, ticari merkezlerde oluşan plastik atıklar (süpermarketler, alış-veriş merkezleri ve ev atıkları vb.), tarımda kullanılan plastik atıklar, belediye çöplüklerinde oluşan plastik atıklar ve evlerde kullanılan plastikler gösterilebilir.

1.2.3.2. Plastik Atık Geri Kazanımında Kullanılan Yöntemler

Plastik Atık Geri Kazanımında aşağıda belirtilen 4 yöntem kullanılmaktadır [6].

Birincil geri kazanım: Bu yöntemde atık plastiklerin, mekanik kırıcılarla parçalanarak küçültülmesi ve orijinal plastiklerle karıştırılarak tekrar işleme sokulması sağlanmaktadır. Burada elde edilen ürünlerin asetaldehit ve hidroperoksitleri içermeleri sebebiyle renkli ve düşük mekanik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir.

İkincil geri kazanım: Atık plastiklerden ilk kullanım amacına göre aynı kaliteyi taşımayan ikincil kalitede mamul üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemde PET' in yüksek erime noktası sebebiyle yeterli homojenlik kazanamaması söz konusu olduğundan çok fazla tercih edilmemektedir.

Üçüncül geri kazanım: Polimerin pirolizi veya kimyasal geri kazanım ile temelinde atık plastiklerin, üretildikleri monomere çeşitli kimyasallar yardımı ile ayrıştırılması ve yeni ürün eldesine hazır hale getirilmesidir.

Dördüncül geri kazanım: Bu yöntemde, atık plastiklerin yakılması ile ısı enerjisi eldesi gerçekleştirilmektedir. Fakat bu yöntem geri kazanılabilen bir ürünün bu şekilde yok edilmesi geri kazanılabilir kaynakların da tükenmesine neden olduğu için çok fazla kullanım alanı bulmamaktadır. Dördüncül geri kazanıma örnek olarak; atık plastiklerin yüksek fırında kok ve fuel oil yerine redükleyici eleman olarak kullanılması gösterilebilir. Böylece atık plastik miktarını azaltılarak çevreye katkı sağlanmakta ve yüksek fırında kok tüketimi düşürülerek verimliliği yükseltilmektedir [13]. Yapılan incelemeler PET' in kalorifik değerinin 11060 Kcal/kg olduğunu ve bu değerın 11600 Kcal/kg kalorik değerle Fuel-oil' e eşdeğer bir yanma ısısına sahip olduğunu göstermektedir [14].

1.3. PET

Günümüzde herkes tarafından bilinen ve en çok kullanılan ve kimyasal adı polietilen tereftalat olan PET polysteri, Whinfield ve Dickson tarafından ticari anlamda 1941 yılında üretime başlanmıştır. Polyester terimi genellikle PET olarak kısaltılan polietilen tereftalat olarak bilinmesine rağmen PBT (poli butilen tereftalat) ve PTT (Politrimetilen tereftalat - bugün Shel Chemicals tarafından Corterra ismi ile pazarlanmaktadır.) gibi farklı polyester elyaflar da üretilmektedir [15]. Günümüzde Hoechst, Du Pont ve Eastmann polyester üretimini açısından önde gelen firmalardır.








Polyester kelimesi Yunanca pek çok anlamına gelen “Poly” ve asitlerin alkollere etkisiyle elde edilen bir bileşik olan “ester” kelimelerinden türemiştir. Polyester lifleri içerisinde en önemli lif tereftalik asit ve etilenglikolün polikondenzasyonu sonucu oluşan polietilentereftalat esaslı polyester lifleridir. PET’ler kristal yapılıdır, kristalin polyester liflerinin erime noktası 260-265°C, camlaşma noktası ise yönlendirilmiş yerleşme durumuna bağlı olarak 80-85 °C’ dir ve 175 °C’ ye kadar kullanışlıdır [16]. Hidrofob karaktere sahip olması ve suyun lif içerisine nüfuzunun kolay gerçekleşmemesi sebebiyle soğuk ve sıcak sudan etkilenmemektedirler. Asitlere karşı çok iyi dayanım gösteren PET lifleri içlerinde ki ester bağları nedeniyle bazlara karşı sınırlı dayanıma sahip olup organik çözümlere, yükseltgen ve indirgen maddelere üstün dayanım özelliği göstermektedirler.

PET’ in genel özellikleri

- PET’i teşhis etme Kodu 1’ dir
- Yoğunluğu 1.33–1.38 g/ml’dir.
- PET, açık veya hafif renkli, yarısaydam, suda yüzebilir fakat köpük üretiminde kullanılamaz.
- Güneş ışığına ve açık hava koşullarına karşı dayanımı çok iyidir.
- Liflerin boyanmasında çoğunlukla dispersiyon boyar maddeleri kullanılmaktadır.
- PET hızlı yanar. alevi renksizdir, yanarken mum kokusu ve sönerken beyaz duman verir.
- Kırılma kuvveti 50 Mpa, çekme dayanımı 1700 Mpa ve darbe dayanımı 90 Jm^{-3} su absorpsiyonu 0.4 %’ tür [17].

1988 yılında yapılan uluslararası bir düzenlemeyle suların, yiyecek ve içeceklerin konduğu plastik kaplar birden yediye (1-7) kadar numaralandırılmaktadır. Bu numaralar genellikle şişelerin tabanında üçgen şeklindeki geri dönüşüm ambleminin içine yazılmaktadır.

Çizelge-1.2. Geri dönüşüm de kullanılan kodlar [9]

DÖNÜŞÜM NO	KISALTMA	POLİMER İSMİ	KULLANIMI
 PET	PETE veya PET	Polietilen tereftalat	Polyester fiberler, film, elyaf, şişe
 HDPE	YYPE-HDPE	Yüksek yoğunluklu polietilen	Taşınmaya elverişli kapların yapımı, şişe, çanta
 PVC	PVC veya V	Polivinil klorür	Çit ve parmaklık malzemeleri, yiyecek dışı şişeler
 LDPE	LDPE	Düşük yoğunluklu polietilen	Sera örtüsü, film, ambalaj, elektrik sanayi
 PP	PP	Polipropilen	Plastik şişe, mutfak eşyası
 PS	PS	Polistiren	Oyuncak, videokaset, tepsi Yalıtım malzemesi
 DİĞER	Diğer	Akrilik poli karbonat, naylon dâhil diğer plastikler	

Bu numaralar plastik şişenin hangi hammadde kullanılarak üretildiğini göstermektedir. Yine bu numaranın yer aldığı geri dönüşüm işaretinin hemen yakınlarında, genellikle şişenin üretiminde kullanılan plastiğin tipini gösterir bir kısaltma daha bulunmaktadır. Örneğin PET veya PETE kısaltmasını gördüğünüzde şişenin üretiminde polyethylene terephthalate kullanıldığını anlayabiliriz. Bu maddeden üretilen şişeler 1 sayısı ile numaralandırılırlar. Bu numaralara karşılık gelen plastik cinsleri Çizelge 1.2.'de sıralanmıştır.

1.3.1. PET Üretim Tesisleri

Ülkemizde ilk kurulan PET üretim tesisleri şarj usulü prosesini uygulamışlardır. Şarj usulü proseste cips olarak izole edilen PET polimeri, elyaf üretimi için eritilerek üretim manifoldlarına basılmaktadır. Sürekli proseste ise şarj usulünden farklı olarak cips haline getirme safhası gerçekleştirilmeden polimer doğrudan üretme manifoldlarına basılmaktadır. Şarj usulü proses özellikle kesikli elyaf üreten tesislerde tercih edilirken; bazı tesislerde ise daha ekonomik işletme koşulları sağlanmak için sürekli polimerizasyon prosesi uygulanmaktadır. Ayrıca DMT kullanan proseslerde olduğu gibi sürekli polimerizasyon prosesi şarj usulü prosesinden daha ekonomik ve teknolojik açıdan daha üstündür [18].

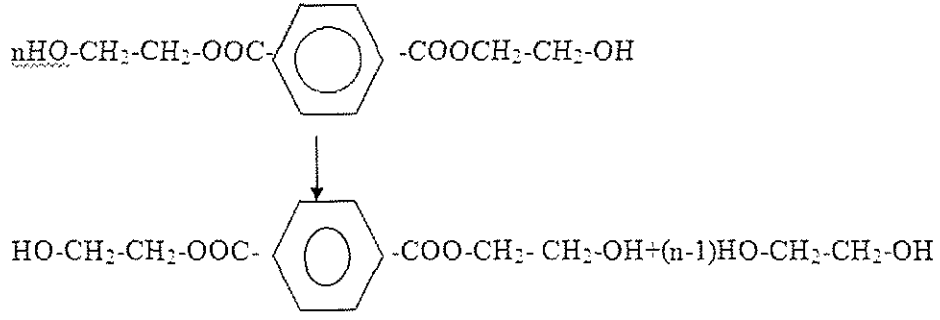
Saf tereftalik asitten PET üretiminde; TPA' nın saf olarak üretilmesinde ortaya çıkan zorluklardan dolayı ilk zamanlar üretimde DMT kullanılmıştır. Ancak TPA' nın molekül ağırlığının DMT' ye nazaran küçüklüğü ve bu nedenle birim hammadde girdisine tekabül eden polyester ürünün daha fazla olması, ayrıca reaksiyonda yan ürün olarak metanol yerine daha az problem yaratan suyun oluşması, TPA' nın yeterli saflıkta elde edilmesine yönelik çalışmaları öne çıkarmıştır.

1.3.2. PET üretim Yöntemleri

PET üretimi için uygulanan üç yöntem vardır [19]:

- **Dimetiltereftalat ve etilen glikol**

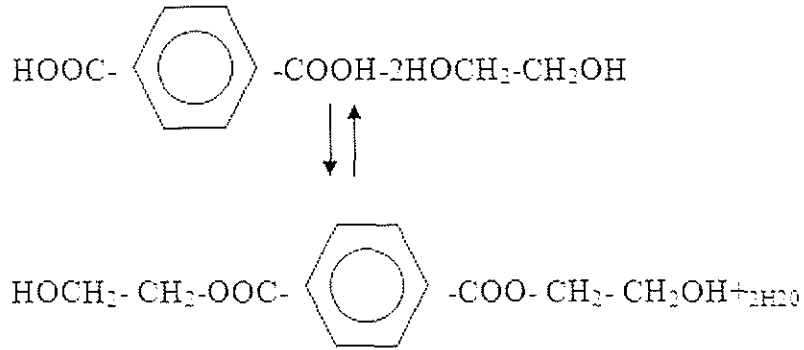
Uzun yıllar boyunca polyester üretimi için en çok kullanılan metot olmuş ancak son yıllarda yerini diğer metotlara bırakmıştır. İlk adımda ester değişmesi ikinci adımda ise polikondenzasyon reaksiyonu gerçekleşmektedir. Şekil 1.2.' de dimetiltereftalat ile etilen glikolün polikondenzasyonu sonucu PET oluşumu kimyasal olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Dimetilen tereftalat ile etilen glikolün polikondenzasyonu sonucu PET oluşumu

- **Tereftalik asit ve etilen glikol**

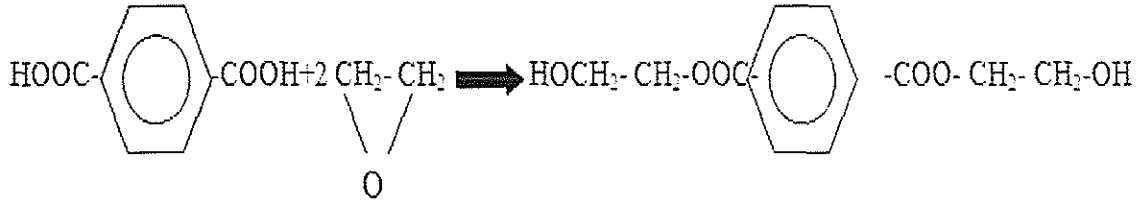
1963 yılına kadar TFA saflaştırılması sağlanamadığı için DMT' den hareket edilerek yapılabilmıştır [15]. TFA' ten hareketle üretim gerçekleştirilmesiyle daha yüksek moleküler ağırlığa sahip polyster elde edilmiştir ve daha kısa sürede gerçekleşen işlem avantajı ile enerji tüketimi de azaltılmıştır. Bu yöntemde de ilk adımda ester değişmesi ikinci adımda ise polikondenzasyon reaksiyonu gerçekleşmektedir. Şekil 1.3.'te tereftalikasit ile etilen glikolün polikondenzasyonu sonucu PET oluşumu kimyasal olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Tereftalikasit ile etilen glikolün polikondenzasyonu sonucu PET oluşumu

- **Tereftalik asit ve etilenoksit**

Etilenoksitin glikolden daha ucuz bir kimyasal olması nedeni ile son yıllarda kullanımı hızla artmaktadır. Bu yöntemde de ilk adımda ester değişmesi ikinci adımda ise polikondenzasyon reaksiyonu gerçekleşmektedir. Şekil 1.4. tereftalik asit ve etilenoksitten polikondenzasyonu sonucu PET oluşumu kimyasal olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Tereftalik asit ve etilenoksitten polikondenzasyonu sonucu PET oluşumu

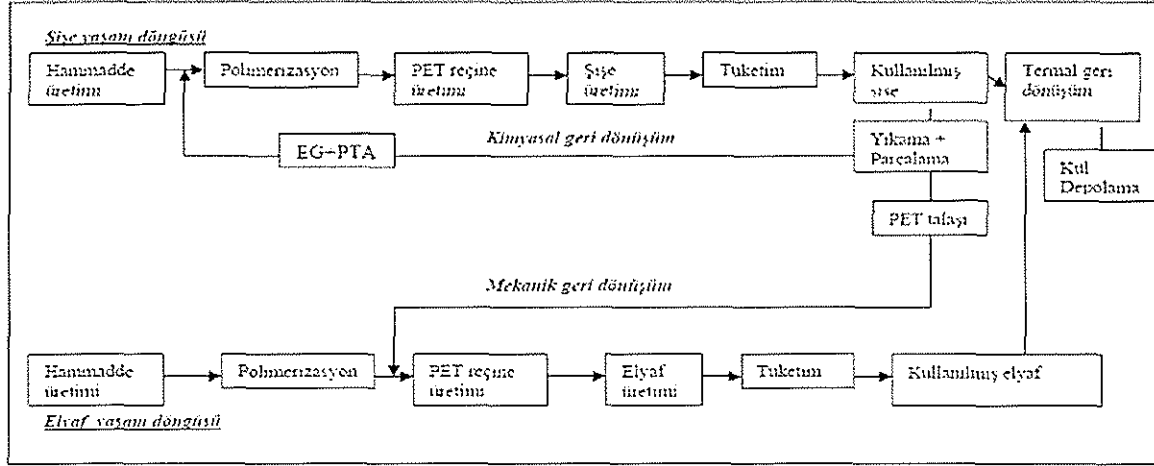
1.4. PET Şişelerin Geri Kazanımı

St. Jude Polymers adında bir şirket tarafından 1976 yılında ilk PET geri dönüşüm projesi gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı tarafından kullanılıp atılan boş PET şişenin şişe kapağı ve ambalajı da dahil olmak üzere tümü PET atığıdır ve farklı işlemlerden geçirilerek geri dönüşüme katılabilmektedirler. Geri dönüşüm endüstrisinde bu PET' ler post consumer PET olarak adlandırılır. **POSTC-PET** (Post consumer PET - rPET)'in ilk geri dönüşüm işlemi 1977 yılında gerçekleştirilmiştir. Resim1.2. PET şişelerin geri kazanım elde edilen granüller gösterilmektedir.



Resim1.2. PET şişelerin geri kazanım ile elde edilen granüller [20]

1991 yılında yürürlüğe giren Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (KAKY)'nin 18. maddesine göre ülkemizde, yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren 10 yıl içinde, sorumlu ekonomik işletmeler ambalaj atıklarının ağırlık itibari ile en az %60'ını geri kazanmakla yükümlüdürler. Örneğin ülkemizde, atık PET şişeler SASA tesisinde tekrar elyaf olarak değerlendirilmektedir. Böylelikle her yıl yaklaşık 10 bin ton atık PET şişe geri kazanılmaktadır [21].



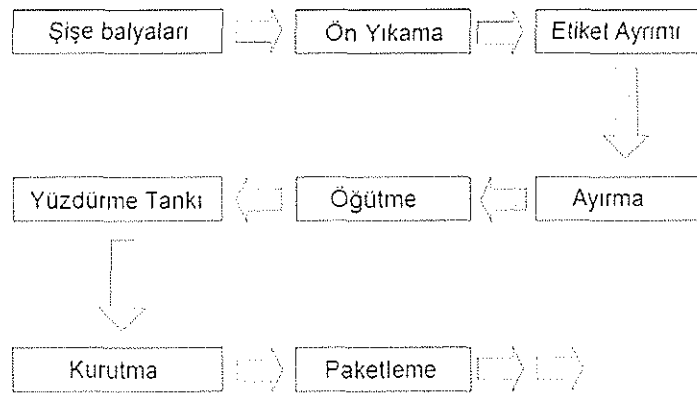
Şekil 1.5. Pet şişelerin geri kazanım döngüsü [22]

Şekil 1.5.'te görüldüğü gibi PET şişe geri kazanım işlemleri fiziksel ve kimyasal yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.4.1. PET Şişelerin Fiziksel Geri Kazanımı

Mekanik geri dönüşüm yöntemi ile, 1.246 kg'lık PET şişe balyasından 1 kg PET talaşı üretilebildiğini, kimyasal geri dönüşüm yöntemi ile ise 1.133 kg'lık PET şişe balyasından 1 kg PET polimer elde edildiği tespit edilmiştir [23]. Böyle bir geri dönüşüm işlemi ile 1 kg PET üretmek için kullanılan doğal kaynaklar tüketilmemiş olmakta, bunun yanı sıra kullanım sonrası oluşan ambalaj atıkları değerlendirilerek çevre kirliliği yaratılmamış olmaktadır.

Fiziksel geri kazanım işlemlerinde Pet şişelere uygulanan işlemler, Şekil 1.6.' da gösterilmiştir.

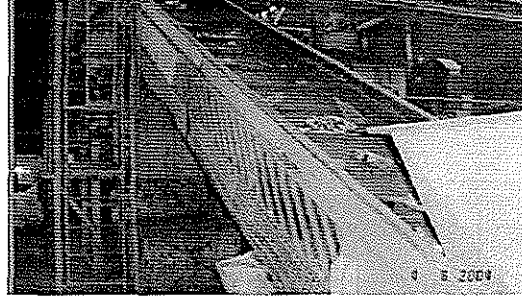


Şekil 1.6. PET şişelerin fiziksel geri kazanım

1.4.1.1. Ayrıştırma işlemi:

Fiziksel geri kazanım işleminin temelinde asıl problem atıkların kirli ve kaşık olmasıdır. Bu nedenle toplanan plastik atıkların ayrılmasında temel amaç; geri kazanılan

plastığın mümkün olabilen en ileri düzeydeki saflıkta ve değişmeyen spesifikasyonlarda eldesidir [24]. İlk aşama olarak PET şişelerin içerisinde başka bir plastiğin bulunmaması sağlanmaktadır. Çünkü uygulanan işlemler bir başka plastiğe uygulanamayabilir ve daha sonraki işlemlerde büyük sorunların oluşmasına neden olacaktır. Resim 1.3.'de ayrıştırma makinesi ve metal-plastik ayırıcı gösterilmiştir.



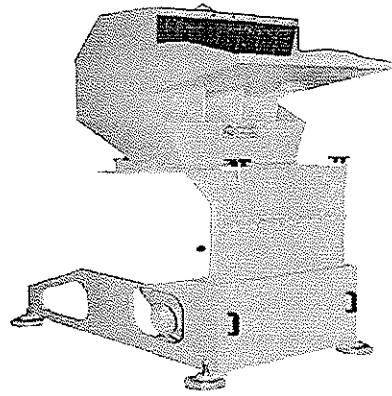
Resim 1.3. Ayrıştırma makinesi -metal-plastik ayırıcı [17]

1.4.1.2. Yıkama-kırma işlemi:

Atık şişeler ya kuru olarak kırılırlar ya da sise halinde ön yıkama havuzundan geçtikten sonra kırılırlar. PET sert bir malzeme olduğu için PET bıçakları çok uzun ömürlü değildir. Bu nedenle PET şişenin ön yıkamadan geçmesi veya ıslak kırılması malzemenin üzerindeki toz oranını azalttığı gibi kırma bıçaklarının ömrünü de uzatır. Kirli ürünler, sulu kırma makinesi yardımı ile parçalanarak yıkama hattına alınır ve yıkama hattının ilk havuzunda atıklar üzerindeki toz, çamur vb. yıkanarak temizlenmektedir.



Resim 1.4. Yıkama makinesi



Resim 1.5. Kırma makinesi [17]

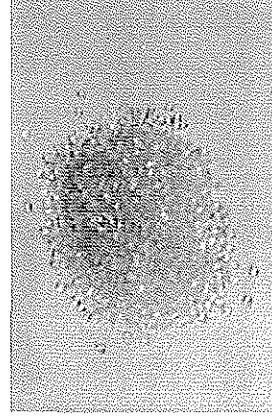
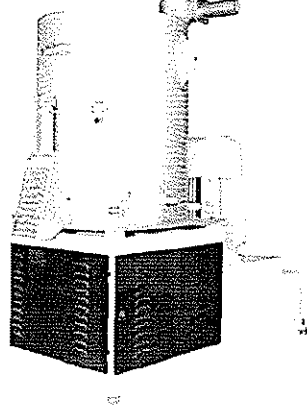
Resim 1.4. ve Resim 1.5 sırasıyla yıkama makinesi ve kırma makinesini göstermektedir.

1.4.1.3. Durulama-kurutma işlemi:

Kırılmış PET parçaları kimyasallarla yapılan işlemlerden sonra bir durulama işlemine tabi tutularak daha hijyenik hale getirilmektedir. PET üreticileri 140-170°C'de, 3-7 saat arasında değişen kurutma işlemlerini uygulamaktadırlar. Tipik işletme şartlarında PET parçacıklarında % 0,02'den fazla suya izin verilmez ve bu oranda su içeriği sağlamak için PET, 170°C'de 6 saat kurutma işlemine tabi tutulmaktadır [17].

1.4.1.4. Granül Hale Getirme İşlemi:

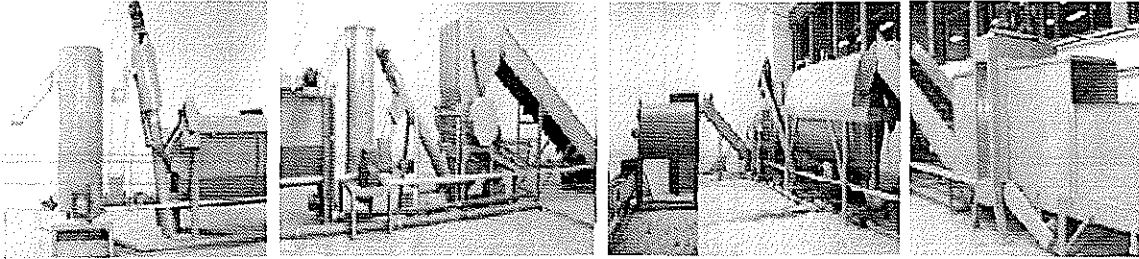
Kurutulan plastikler kırma makinesinde parçalandıktan sonra aglomer makinesinde granül hale getirilmektedir. Aglomer makinesi özellikle plastik film atıklarını geri kazanımında kullanılmaktadır. Resim 1.6. ve Resim 1.7.' de sırasıyla aglomer makinesi ve PET granül parçaları gösterilmiştir.



Resim 1.6. Aglomer makinesi [25] Resim 1.7. PET granül parçaları

1.4.1.5. Komple geri dönüşüm hatları:

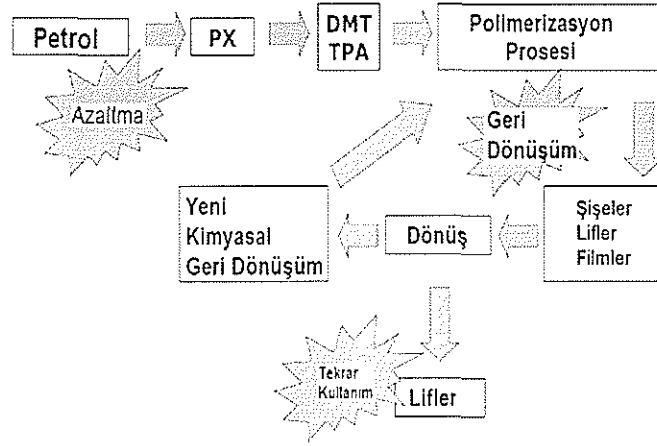
Atık plastiklerin geri kazanımı için komple geri dönüşüm hatlarında kirli plastiğin su tanklarında veya tamburlu yıkama makinelerinde yıkayıp temizlenmesi, öğütülmesi, kurutulması, eritilerek granül halindeki plastik hammaddeye dönüştürülmesi sürekli olarak gerçekleştirilmektedir [26]. Resim 1.8.'de komple geri dönüşüm hattı gösterilmiştir.



Resim 1.8. Komple geri dönüşüm hattı

1.4.2. PET Şişelerin Kimyasal Geri Kazanımı

PET şişelerin kimyasal geri kazanımında glikoliz, aminoliz, amonoliz, metnoliz ve hidroliz gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Şekil 1.7.' de PET' in kimyasal geri dönüşümü şematize edilmiştir.



Şekil 1.7. Kimyasal geri dönüşüm

1.4.2.1. Glikoliz

PET'in etilen glikol ile ısıtılması ile BHET, etilen glikol ve düşük molekül ağırlıklı oligomer eldesidir. Goodyear PET geri dönüşüm için glikoliz yöntemini aynı zamanda ülkemizde SASA da aynı yöntemle kimyasal geri kazanım işlemini gerçekleştirmektedir [27].

1.4.2.2. Aminoliz

Farklı âminler kullanılarak PET atıklarının depolimerize edilmesi olarak tanımlanmaktadır. PET'in aşırı aminolizi sonrasında TFA' nın diaminleri ve EG elde edilmektedir. Elde edilen ürünler özellikle epoksi ve üretan reçine sektöründe kullanılmaktadır. Ancak yaygın ticari uygulaması yoktur.

1.4.2.3. Amonoliz

Genellikle etilen glikol ortamında, susuz amonyak kullanılarak işlem gerçekleştirilmektedir. Teraftalamid'den elde edilen diaminler çeşitli poliamidlerin eldesinde kullanılmaktadır.

1.4.2.4. Metnoliz

PET basınç altında ve 200°C'de metanol ile işleme sokularak molekülün depolimerizasyonu sağlanır. Meydana gelen ürünler dimetiltereftalat ve etilenglikoldür. DMT destilasyon ve kristalizasyon ile saflaştırılır ve tekrar PET üretimi için kullanılabilir hale

gelir. Bir kere saflaştırılmış etilen glikol antifreeze ve PET üretimi gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabilir.

1.4.2.5. Hidroliz

PET, su ve asit veya baz işlemleri vasıtasıyla hidrolize edilir. Böylece tereftalik asit ile etilen glikol elde edilir. Bunlar tekrar kullanımlarından önce saflaştırılmalıdırlar. Ancak PET hidrolize karşı oldukça dirençlidir. Bu yöntem ticari olarak gün geçtikçe daha fazla uygulama alanı bulmaktadır.

1.5. PET Atıkların Kullanım Alanları

Geri dönüştürülerek kullanılan PET atıklarının kullanım alanları incelendiğinde, yalıtım, dolgu maddesi, kumaş üretimi, halılar çeşitli amaçlı bantlar, kartvizitler, banka kartları, vb. araba parçaları, tamponlar, paneller ve daha birçok alan sayılabilmektedir. Özellikle ülkemizin lokomotif sektörlerinin başında gelen tekstil sektöründe yaşanan teknolojik gelişmeler sayesinde kalıplarından ayrılan tekstil ürünleri, klasik kullanım alanlarının dışında birçok sektörle ortak çalışma alanı bulmuştur. Atıkların değerlendirilerek tekstil sektöründe de kullanıma katılması özellikle yalıtım ve dolgu malzemesi olarak üretime sokulmasıyla bu atıkların inşaat sektöründe kullanılması ortak çalışma alanlarından birisidir.

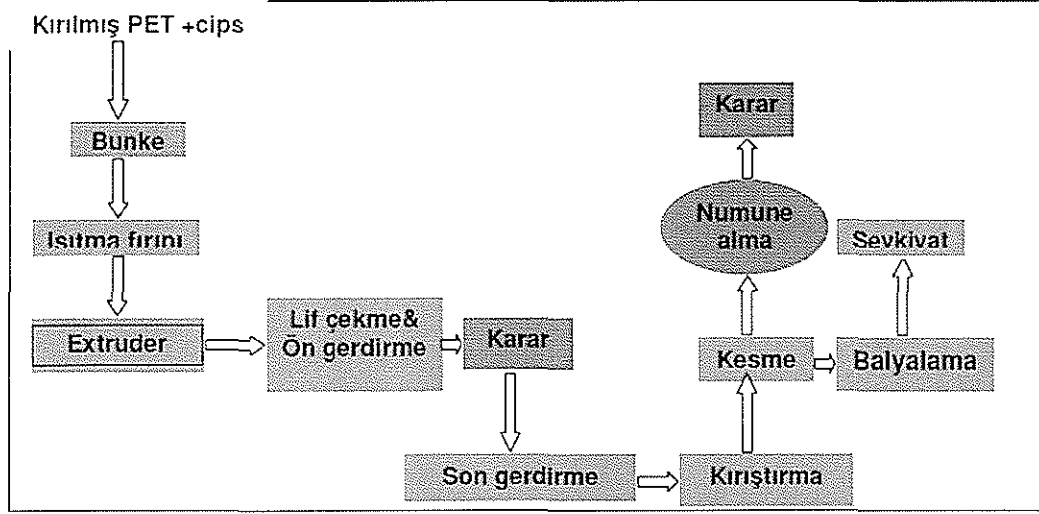
1.5.1. Tekstil Sektöründe PET Atıkların Kullanımı

Tekstil endüstrisi ülkemizin önde gelen sektörlerindedir ve büyük üretim hacminin yanı sıra atık üretiminin de en fazla yaşandığı sektörlerin başında gelmektedir. Tekstilde müşteri odaklı anlayış, moda, kalite, fiyat, miktar, işçilik faktörlerinin dışında günümüzde ekolojik dengeyi bozmama, çevreye olan etkileri minimize etme ve sağlıklı ürün düşüncesi önem kazanmaktadır. İhtiyaçlar doğrultusunda bu isteklere uyum sağlama ise yeni gelişmelere olanak sağlamıştır. Bu doğrultuda yaşanan gelişmelere yönelik olarak yeni uygulama alanlarının ortaya çıkması ve pazar payındaki artış ile teknik tekstiller, tekstil sektörü içerisindeki kendisine yer edinmiştir.

1.5.2. PET Atıkların Elyaf Üretiminde Kullanılması

r-PET (recycled - PET) eklenmiş polyester elyaf üretiminde, ilk olarak fiziksel geri dönüşüm uygulanarak kırılan PET parçalarının (yaklaşık % 52'si r-PET) neminin alınması için kurutuculara iletilir. Kurutulmuş PET'ler ekstrüzyon ünitesine sevk edilir. Burada yaklaşık 280 ile 300 °C' de eriyen PET granülleri düzelerden geçerek monofilament formunda, soğutma ünitesine verilmektedir. Burada elyafın tam katılaşması sağlanmaktadır. Filament halindeki elyaf demeti, statik elektriklenme özelliğinin azalması için bir yağ

banyosundan geçirilerek anti statik madde preparasyonu uygulanmaktadır. Daha sonra polimer zincirlerinin oryantasyonu ile mukavemet kazanmaları için ön germe işlemine tabi tutulan elyaf lar büyük kovalara doldurulmaktadır. Gerdirme makineleri arasında tekrar bir yağ banyosundan geçirilen elyaf daha sonra bir buhar kazanına gönderilmektedir [17]. Atık PET kullanılarak elde edilen elyaf ın üretim süreci Şekil 1.8.'de gösterilmiştir [17].



Şekil

Şekil 1.8. Elyaf üretim süreci [17]

1.6. Teknik Tekstiller

Textile Institute yayınlarından 'Terms and Definitions' da teknik tekstiller, 'Koruyucu amaçlı olmayan giysi, ev tekstil ürünü, döşemelik ve zemin kaplamsı dışında kullanım alanına sahip tekstil malzemesi ve ürünleri' şeklinde tanımlanmıştır. Bugün bu anlamın yanı sıra Teknik tekstilin güncel tanımı; 'Estetik veya dekoratif özelliklerinden ziyade öncelikle teknik performansları ve fonksiyonel özellikleri için üretilen tekstil malzemesi ve ürünleridir [28]. Teknik tekstillerin, konveksiyonel malzemelerin yerini almasındaki en önemli nedenler düşük maliyetli, dayanıklı, çevre dostu, kullanışlı, düşük ağırlıklı ve uygulanabilirliklerinin yüksek olmasıdır. Teknik tekstillerden beklenen özellikleri mekaniksel, değiştirme, sağlık ve koruma amaçlı olarak sıralanabilmektedir. Mekaniksel özelliklerinin başında mukavemet, esneklik ve kuvvetlendirme; değiştirme özellikleri filtrasyon, drenaj, su geçirmezlik, emicilik; sağlık amaçlı özellikleri mikro organizmalar karşı koruma ve anti bakteriyellik, koruma amaçlı özellikleri, kimyasal, nükleer ve biyolojik korumalar olarak sıralanabilir [29].

1.6.1. Teknik Tekstillerin Ürün Formları

Yüzlerce kullanım alanına sahip olan teknik tekstiller piyasada kullanıldığı yere ve amacına uygun olarak çeşitli şekillerde bulunmaktadır. Üretilen teknik tekstiller piyasada aşağıdaki formlarda bulunmaktadır.

- Eğrilmemiş elyaf
- Geniş ve dar dokumalar
- Dokusuz yüzeyler (Nonwoven)
- Çözümlü ve atkılı örme
- Üç boyutlu tekstil yapıları
- Halatlar

Teknik tekstiller üretiminde en hızlı gelişen alan dokusuz yüzeylerdir. Dokusuz yüzeylerin temelini, elyaf oluşturmaktadır, bunun nedeni dokusuz yüzeylerin kimyasal ve mekanik özelliklerinin yanında tutumu ve performansının elyafa bağlı olmasıdır. Temelinde elyaf özelliklerine bağlı olması elyafın kaynağı yani hayvansal, bitkisel veya sentetik kökenli oluşu yüzey performansı üzerinde doğrudan etkilidir. Yaygın olarak kullanılan elyaflar polyester ve polipropilendir. 1995'ten bu güne polyester, nonwoven endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat 1996 yılında polyolefinlerin kullanım oranı % 46, polyester oranı ise %45 iken 1998 yılı sonunda oranların polyolefinlerin %49, çıktığı polyesterin %42' ye düştüğü tespit edilmiştir [26].

1.6.1.1. Dokusuz Yüzeylerin (Nonwoven) Üretimi

Dokusuz yüzeyler, liflerden meydana gelmiş tekstil yüzeyleridir. Dokusuz yüzeylerin üretimi için kullanılan malzeme lif tülbentleridir. Lif tülbentleri, tekstil liflerinin birbirlerine tutunma özelliğinden yararlanılarak oluşturulmuş yüzeylerdir. Günümüzde mekanik ve kimyasal yöntemler kullanılarak birbirlerine tutunma özelliği olmayan liflerden de lif tülbentleri ve dokusuz yüzeyler üretilebilmektedir.

Nonwoven üretimi kuru ve yaş işlem olarak 2 ye ayrılmaktadır ve A.B.D., Avrupa ve Japonya' daki nonwoven üretiminin %80 den fazlası kuru işlemle gerçekleştirilmektedir. EDANA sınıflandırmasına göre dokunmamış tekstillerin üretim teknolojilerinde tülbent eldesi kuru, yaş ve eritmeli şeklinde üç gruba ayrılmaktadır [30].

1. Kuru İşlemler (dry - laid)

- Tarama (carding)

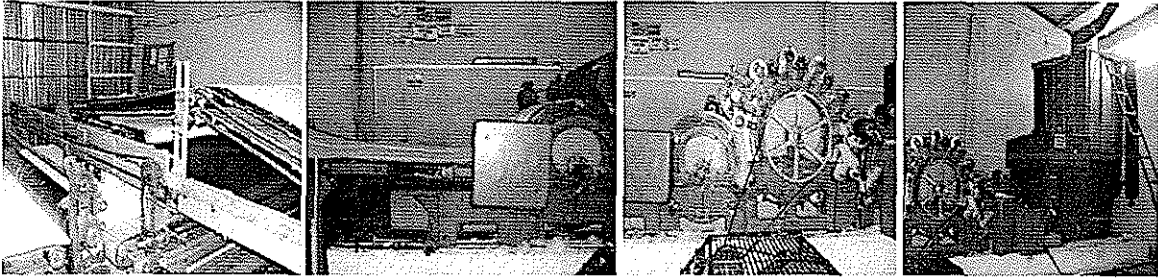
- Havalı serme (air - laid)
- Dikey Serme (perpendicular - laid)

2. Sulu İşlemler (wet - laid)

3. Polimer Eritilerek Dökmeli İşlemler (spun - laid)

- Sonsuz Elyaflı İşlemler (spun - bonded)
- Eritilerek Püskürtmeli İşlemler (melt - bown)
- Ani Doku Oluşturmalı İşlemler (flash spinning)
- Elektrostatik Eritmeli İşlemler (electrostatic melt spinning) [31].

Resim 1.9.2 da tarama ile elde edilmiş tülbent yüzeyinin iğneleme ile fikse edilmesi gösterilmiştir.



Resim 1.9. İğneleme yöntemiyle dokusuz yüzey üretim makinesi

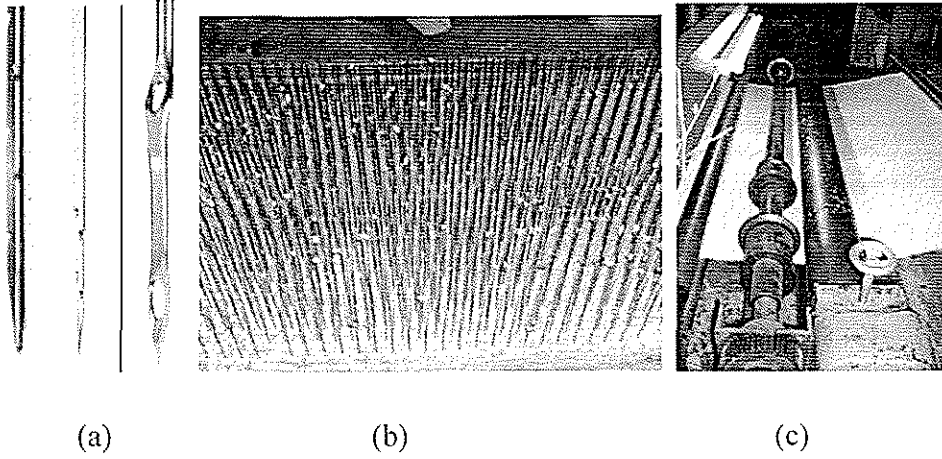
Kuru işlem ile oluşturulmuş tülbent mekanik bağlayıcı (binder), tülbentteki lifleri çözülmesi (self - bonding), fibroline yöntemi (alternatif elektrik akımı) veya ısı ile fiske edilir.

1.6.1.2. Dokusuz Yüzey (Nonwoven) Çeşitleri

Keçeler: Yün liflerinde, nemin, ısının ve basıncın etkisiyle liflerin üst yüzeyindeki pulcuklar birbirine geçerler ve ayrılmazlar. Buna “Keçeleşme” denir. Yünün bu özelliğinden yararlanılarak keçeler elde edilir. Üretim prensibine göre keçeler ikiye ayrılır:

- Sıkıştırma keçesi: Yün liflerinden oluşan yoğunlaştırılmış lif tülbendi, ısı, nem ve basınç etkisiyle keçeleştirilir. Kullanım alanları: Şapkalar, erkek ceketleri için alt yaka, geleneksel giysiler ve dekorasyon malzemesi vb.
- İğne keçesi: İğne keçelerinin üretiminde, yünler haricinde diğer lifler de kullanılır. Kabarcık lif tülbendinin, kancalı iğnelerle didiklenmesiyle elde edilir. Kullanım alanları: Yer döşemeleri, telalar, dolgu malzemeleri vb.

Resim 1.10.' da sırasıyla iğneleme tablası ve iğneleme makinesi kesiti gösterilmiştir.

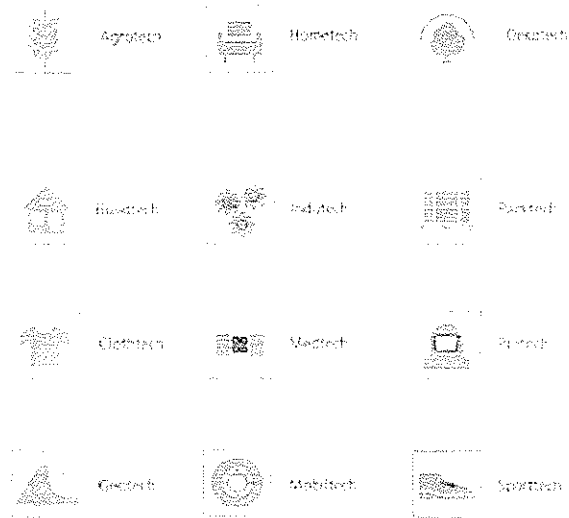


Resim 1.10. İğne çeşitleri (a), tabla üzerinde iğnelerin görünümü (b), dokusuz yüzey makinesi kesiti (c)

Kâğıt Kumaşlar: Tekstil liflerinin kimyasal yapıştırma ya da birbirlerine kaynak yapılması yöntemi ile elde edilen tekstil yüzeyleridir. Kâğıt kumaşların üretimi sırasında bir lif tülbendi kimyasal, mekanik veya hem kimyasal hem de mekanik yollardan sağlamlaştırılır. Kullanım alanları: Bu şekilde elde edilen dokusuz yüzeyler (nonwoven), giyim sektöründe özellikle tela olarak kullanılır [32].

1.6.2. Teknik Tekstillerin Sınıflandırılması

Teknik tekstillerin kullanım ağırlığının artışıyla uygulama alanlarına göre sınıflandırılmasında Techtexsil, Messe Frankfurt Gmbh tarafından kullanım alanlarına göre 12 alanda kategorize edilmiştir [33]. Resim 1.11.'de teknik tekstillerin sınıflandırılması gösterilmiştir.



Resim 1.11. Teknik tekstillerin sınıflandırılması [34]

1.6.2.1. Zirai Tekstiller (agrotech)

Tarım alanları tüm doğal afetler, kötü hava şartları ve zararlı mikro organizmalardan korumak için zirai tekstiller önemli rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra balıkçılıkta, hayvancılıkta, ormancılıkta ve su ürünlerinde; ürünlerin paketlenmesinde, ürünlerin zararlı ışıklardan korunmasında, zirai ilaçlamada tarım teknik tekstilleri kullanılması son günlerde artış göstermektedir. Zirai tekstillerin kullanımı ile eski üretim tarzının dışına çıkılarak yeni ürün geliştirme metotlarının geliştirilmesi gerçekleştirilmiştir.

1.6.2.2. İnşaat Tekstilleri (buildtech)

İnşaat mühendisliğinin toprak üstünde olan uygulamalarında kullanılan tekstil malzemeleridir. Bu malzemelerin kullanım oranı, sentetik liflerin kullanımında ki artış ile paralel olarak gelişmiştir. Bina ve inşaat teknik tekstilleri, yeni bir binanın inşasında, yıpranmış ve/veya zayıf binaların güçlendirilmesinde, restorasyonunda kullanılmaktadırlar. Günümüzde, ev, okul, hastane, kamu ve iş yerleri, oteller gibi standart binaların dışında daha ileri mühendislik gerektiren, sanayi tesisleri, hava alanları, stadyumlar, spor salonları, fuar ve gösteri salonları, gökdelenler, köprüler, limanlar, özel askeri binalar gibi yapılarda da tekstil malzemeleri oldukça sık kullanılmaktadırlar [35].

1.6.2.3. Teknik Giysiler (clothtech)

Konfeksiyon ve ayakkabı sektörlerinde kullanılan telalar, vatkalar, dikiş iplikleri, ayakkabı bağı giyim teknik tekstillerini oluşturmaktadır. Kullanıldığı yerde kumaşın şeklini koruyarak sabit kalmasını sağlayan telalar ve moda ile iç içe girerek giysilere şekil kazandırmakta kullanılan vatkalar giyim teknik tekstillerine örnek olarak gösterilebilmektedir.

1.6.2.4. Jeolojik Tekstiller (geotech)

Jeotekstil yeryüzü-toprak anlamına gelen jeo-kelimesi ile tekstil kelimelerinin birleşiminden meydana gelmiştir. Jeotekstiller sadece tekstil materyallerinden oluşmuş geçirgen bir jeo sentetiktir. Jeotekstiller; binalarda temel malzemesi, toprak, kaya, yer ile ya da insan ürünü projelerin, yapıların ve sistemlerin entegre bir parçası olarak ilgili maddelerle birlikte her hangi bir jeoteknik mühendisliğinde kullanılan tekstil ürünleridir. Bununla birlikte, kumaşların, ayırma, güçlendirme, filtrasyon, drenaj, nem geçirmezlik işlevlerinden en az birini taşıması gerekmektedir.

1.6.2.5. Ev Tekstilleri (homotech)

Kumaşlar, nonwoven ürünler ve kompozit takviyeleri dışındaki diğer tekstiller için en büyük kullanım alanı (bu kategorideki tekstil ve liflerin toplam ağırlığının % 35'inden fazlası) ev tekstilleri ve döşemelikler ve özellikle vatka ve dolgu lifi uygulamalarındaki serbest liflerin kullanımlarını kapsamaktadır. Mükemmel yalıtım özellikleri bulunan içi boş lifler geniş çapta yatak ve uyku tulumlarında kullanılmaktadır. Ayrıca, nonwovenlar elektrik süpürgesi, mutfak aspiratörü, havalandırma tertibatı gibi birçok ev eşyasında kullanılmaktadırlar.

1.6.2.6. Endüstriyel Tekstiller (indutech)

Endüstriyel tekstiller daha önceleri teknik tekstillerin tümü için kullanılmaktaydı. Daha sonralarda teknik tekstil kullanımında ki hızlı artışla üretilen her ürün grubu kendi alt başlıklarını oluşturarak sadece endüstri alanında kullanılan malzemeler bu gruba dâhil olmuşlardır. Endüstriyel tekstiller doğrudan endüstriyel işlemlerde kullanılan filtreler, taşıma bantları ve aşındırma bantları, baskılı devre plaketleri, temizlik bezleri, contalar ve sızdırmazlık elemanları ve diğer endüstriyel ekipmanlar gibi endüstriyel ürünlerin içine dâhil edilen tekstil ürünlerini kapsamaktadır.

1.6.2.7. Tıbbi Tekstiller (medtech)

Bu alandaki ürünler ameliyat iplikleri, cerrahi elbise ve örtüler, bandajlar, tıbbi maskeler, ıslak mendiller, kadın hijyen bağları, idrar tutucu bezler, su geçirmez yatak kılıfları gibi ürünlerden oluşmaktadır. Bu ürünlerin büyük kısmı tek kullanımlık ürünlerden oluşmaktadır. A.B.D.'de tıbbi kılıfların, örtülerin, havluların, masa örtülerinin, maskelerin, başlıkların, galoşların yaklaşık tümü nonwovenlardan üretilmektedir. Tıbbi tekstiller uygulama alanlarına göre çeşitli sınıflara ayrılmaktadırlar. Bunlar yara sargısı, , gazlı bez, cerrahi kaplamalar, yatak örtüleri gibi vücut içine yerleştirilemeyen ürünler ve ameliyat iplikleri, ortopedik implantlar, yumuşak doku implantları gibi iç uygulamalardır.

1.6.2.8. Taşıt Araçları İçin Tekstiller (mobiltech)

Bir otomobilde ortalama 13-14 kg tekstil ürünü kullanılmaktadır. Bunlar sadece araba halısı, döşemeler, tavan ve emniyet kemeri gibi görünen yerlerde değil, aynı zamanda lastiklerde, su hortumlarında, fren hortumlarında ve kayışlarda esnek takviye malzemesi olarak da kullanılmaktadır. İsveç Savunma Malzemeleri İdaresi (the Swedish Defence Materiel Administration (FMV), Kockums Firması, the Saab Grubu, İsveç Savunma Araştırma Sanayi (the Swedish Defence Research Agency (FOI)) ve Kraliyet Teknoloji

Enstitüsü (the Royal Institute of Technology (KTH)) tarafından ortak bir proje kapsamında üretilen ve 2003 yılında suya bırakılan “The Visby Class Corvette” isimli gemi, taşıt araçlarında kullanılan teknik tekstiller için çarpıcı bir örnektir. Geminin omurgasının karbon elyafıyla güçlendirilmiş plastikten yapılmış olması ve kullanılan teknoloji nedeniyle gemi daha sağlam olmakta ve aynı zamanda geminin yerinin belirlenmesi oldukça zor olmaktadır. Ayrıca, gemi çelikle yapılan gemilere oranla % 50 daha hafif olduğundan daha fazla silah ve malzeme taşıyabilmektedir [35].

1.6.2.9. Ekolojik Tekstiller (oekotech)

Çevre koruma amaçlı tekstiller, ekolojik ve çevre teknik tekstilleri taşıt araçlarında ve sanayide kullanılan filtreler, erozyonu önlemede kullanılan jeotekstiller gibi diğer alanlarda kullanılan ürünlerden oluşmaktadır.

1.6.2.10. Ambalaj Tekstilleri (packtech)

Ambalaj piyasasının hızla büyüyen bir bölümü dahi, özellikle gıda endüstrisinde, birçok sarma ve koruma uygulamalarında hafif ağırlıklı nonwoven ve örme yapılarını kullanmaktadır. Çay ve kahve poşetleri ıslak serimli nonwoven ürünlerinden yapılmaktadır. Paketleme teknik tekstilleri ülkemizin teknik tekstiller içerisinde en güçlü olduğu alandır. Paketleme teknik tekstillerinin büyük kısmını oluşturan big bag (büyük çuval, örme çuval) ihracatımız 2004 yılı rakamlarına göre 225 milyon dolar ile teknik tekstil ihracatımız içinde birinci sıradadır. Bu ürün grubunda ülkemiz 2003 yılı rakamlarına göre dünya ihracatında % 33 pay ile birinci konumdadır [36].

1.6.2.11. Koruyucu Tekstiller (protech)

Koruyucu giysiler kişinin zararlı maddelere, kötü çevre koşullarına maruz kalma riskini önlemek ve bu riskten korunmasını sağlamak ve/veya bu riski azaltmak için giyilen giysilerdir. Çeşitli risk ortamlarında çalışan itfaiyeciler, güvenlik personeli, otomobil yarışçıları, tıbbi personel, ağır sanayi işçileri v.b. insanların dış etkilerden korunması amacı ile üretilen kıyafetlere “koruyucu elbiseler” denir. Genel anlamda, koruyucu giysiler 7 ana kategoride sınıflandırılabilir. Bunlar, termal koruma giysileri, nükleer, biyolojik ve kimyasallara (nbc) karşı koruma giysileri, mekaniksel koruma giysileri, elektrikten koruyucu giysiler: temiz oda giysileri, radyasyona karşı koruyucu giysiler, yüksek görünürlüğe sahip giysilerdir.

1.6.2.12. Sportif Tekstiller (sportech)

Sportech, teknik tekstillerin spor ve serbest zaman giysileri, alet ve araçlarını kapsayan uygulama alanıdır. Pazar büyüme oranları, ortalamanın üzerindedir ve birim değerleri genellikle yüksektir [35].

Uygulamalar birbirinden farklıdır ve spor sahalarında kullanılan yapay çimlerden, raket çerçeveleri, olta kamışları, golf değneği ve bisiklet gövdeleri için geliştirilmiş karbon kompozitlere kadar uzanmaktadır. Görülen diğer kullanım alanları balon kumaşları, paraşüt kumaşları ve yelken bezleridir. 12 alanda kategorize edilen teknik tekstiller dünya çapında kullanım alanlarına göre tüketim değerleri Çizelge 1.3.'te verilmiştir.

Çizelge 1.3. Dünya çapında kullanım alanlarına göre teknik tekstil tüketim Değerleri
[29]

Dünya Çapında Kullanım Alanları İtibari İle Teknik Tekstil Tüketim Tahminleri (Birim: Ton)			
Teknik Tekstiller	2005	2010	Artış (%)
Zirai tekstiller (agrotech)	1.615	1.958	21
İnşaat tekstilleri (buildtech)	2.033	2.591	27
Teknik giysiler (clothtech)	1.413	1.656	17
Jeolojik tekstiller (geotech)	319	413	29
Ev tekstilleri (hometech)	2.499	2.853	14
Endüstriyel tekstiller (indutech)	2.624	3.257	24
Tıbbi tekstiller (medtech)	1.928	2.380	23
Taşıt araçları için tekstiller (mobiltech)	2.828	3.338	18
Ambalaj tekstilleri (packtech)	2.990	3.606	21
Koruyucu tekstiller (protech)	281	359	28
Sportif tekstiller (sportech)	1.153	1.362	18
Toplam	19.683	23.773	21

1.7. İnşaat Alanında Kullanılan Tekstil Malzemeleri Uygulamaları

İnsanların kendilerini ve varlıklarını uygun olmayan çevre koşullarından, dış etkilerden, deprem, fırtına vb doğal etkilerden korumak amacıyla değişik malzeme kullanılarak ve tekniğine uygun olarak yapılan bir barınak veya örtüye yapı denilmektedir. Günümüzde yapı sadece barınma ve korunma gereksinimini karşılamakla kalmayıp, aynı

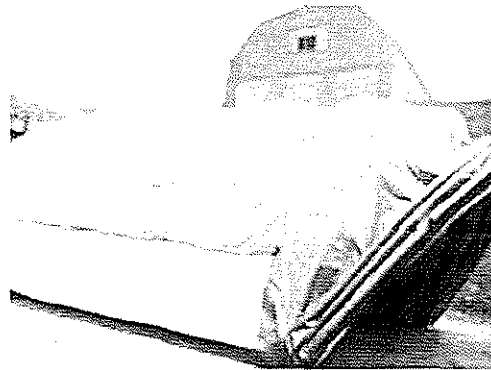
zamanda içinde yasayanların rahatını ve verimini en yüksek düzeye çıkaracak uygun yaşam ortamını da sağlaması gerekmektedir [37]. Bütün bu istekleri yerine getirme amacıyla her geçen gün gelişen mimari anlayış, tekstilin de inşaat sektörü ile kombine şekilde gelişmesine olanak vermiştir.

İnşaat alanında kullanılan tekstil malzemelerinin ağırlık, esneklik, yakıcı etkilere karşı dayanıklılık, uzun ömürlü ve şekil ve görünüş bakımından çeşitlilik gibi daha birçok avantajı bulunmaktadır. Diğer bir kullanım avantajı da küçük olan kumaş örtülerinin kolay bir şekilde sökülüp başka bir yere tekrar monte edilebilmesidir.

İnşaat alanında kullanılan teknik tekstiller çadır, çatı ve bina kaplamasında, stadyumlarda, kültür merkezlerinin yapısında, şişirebilen yapısıyla alışveriş merkezlerinde, açılabilir tavanlarda, inşaat bölgelerinde güvenlik amacıyla, yalıtım amacıyla izolasyonlarda, su ve yakıt tanklarında, gerilimleri iyi taşıyabilen özellikteki yüksek performanslı liflerle binanın kolonlarında da kullanılmaktadır [38].

İnşaat alanında tekstil yapısı ile kuvvetlendirilmiş bir köprüde özellikle çekme ve bükülme kuvvetlerine karşı konulmuş olan demir donatı malzemesi yerine tekstil yapısı kullanılması ile normalde 25 ton olması beklenen bir köprünün ağırlığı 5 tona kadar düşürülmüştür [39].

Kumaş örtülü binalar deprem gibi yıkıcı etkilere karşı esnek oldukları için daha dayanıklıdır. Tekstil yapılarının kolay şekil alabilme özelliği sayesinde estetik binaların ve değişik mimarilerin ortaya çıkması sağlanmıştır. Resim 1.12.'te tekstil kaplama kumaşın kullanıldığı portatif bir garaj görülmektedir.

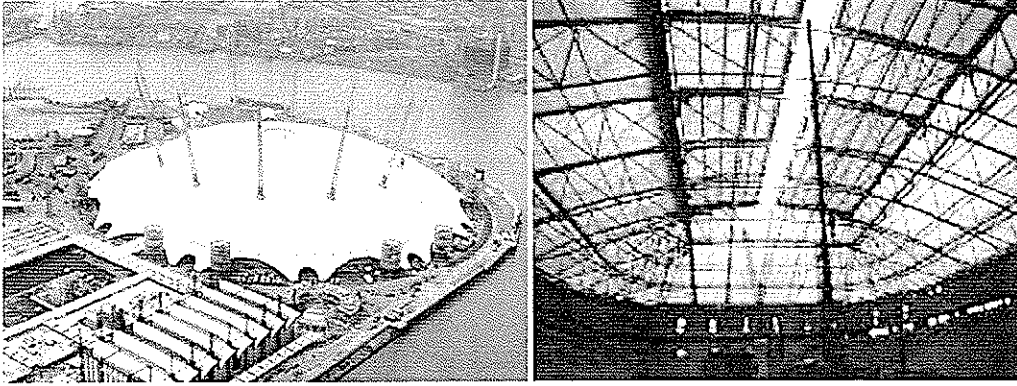


Resim1.12. Tekstil kaplama kumaşın kullanıldığı portatif bir garaj [40]

Tekstil malzemelerinin kullanım alanlarını mimari, geotekstil ve inşaat alanı olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır.

1.7.1. Mimari Olarak Kullanım Alanları

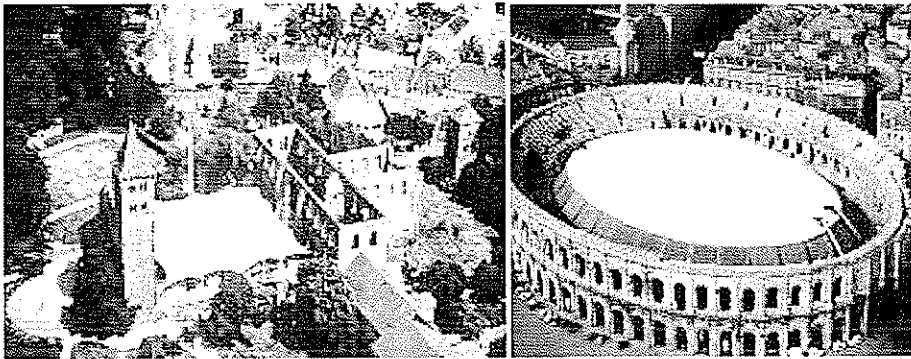
Mimari anlamdaki örnekler içinde Peygamber Efendimizin (S.A.V) Medine'deki mescidinde güneşin çok yakıcı olduğu zamanlarda açılan diğer vakitlerde kapalı duran şemsiye benzeri yapı açılır-kapanır çatı yapısı ve Millenium Kilisesindeki çatı kaplaması olarak teknik tekstiler kullanımına örneklerdir [41]. Oldukça yeni bir kategori sayılan “mimari membranlar” spor stadyumları, fuar merkezleri (Greenwich Millenium Dome) ve diğer modern binalar gibi yarı saydam yapıların inşasında göze çarpmaya başlamıştır [41]. Resim1.13 Greenwich Milenyum Kubbesi iyi bir mimari membran örneğidir.



Resim1.13.Greenwich Milenyum Kubbesi [41] Resim 1.14. Auf Schalke Stadyumu [40]

Resim 1.14 Almanya'da Auf Schalke Stadyumu geçici ve portatif yapılara birer örnek olarak verilebilir.

Çatı dizaynında istenen değişiklikler, artan işçilik maliyetleri, su geçirmez çatı konusunda istenen ömür boyu garantiler polyester malzemelerin gelişim sürecinin önemini korumasına neden olmuştur. Bu amaçla çatı üreticisi bir Türk firmanın kışın sıcak yazın serin tutan akıllı çatı izolasyonu için tekstil materyallerinden yapılmış, borusuz güneş enerjisi kolektörü konusunda çalışmaları devam etmektedir [29]. Resim1.15.' te portatif membran çatıya bir örnek görülmektedir

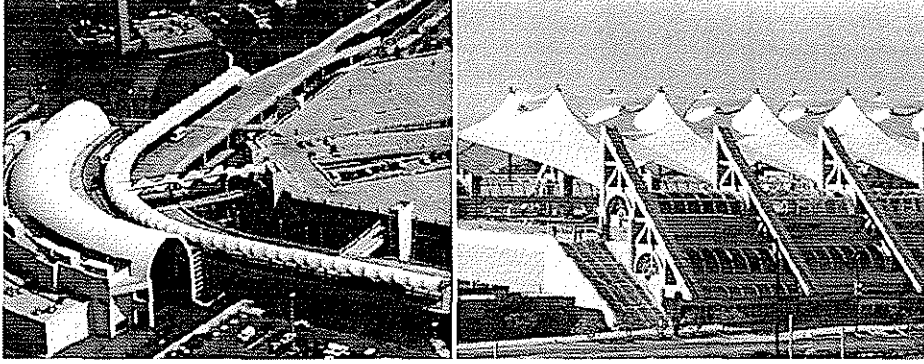


(a)

(b)

Resim1.15. Portatif membran çatıya bir örnek (a), Geçici çatı yapısına bir örnek (b) [40]

Resim1.16.'da dünyada tekstil malzemeleri kullanılarak yapılmış diğer yapı çeşitleri gösterilmiştir, Finlandiya uluslararası havalimanı, San Diego Kültür Merkezi, Gottlieb Daimler Stadyumu çatı kaplaması, yük ve gerilim taşıyabilen inşaat tekstilleri örnekleri bunlardan bazılarıdır.

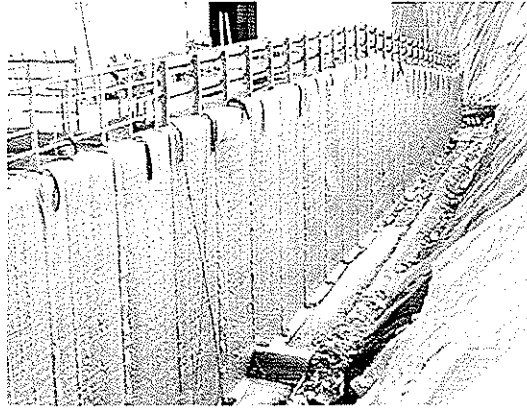


Finlandiya uluslararası havalimanı [38] San Diego Kültür Merkezi [38]

Resim1.16. Dünyada tekstil malzemeleri kullanılarak yapılmış diğer yapı çeşitleri

1.7.2. Jeotekstiller

Jeotekstiller, atık su arıtma tesisleri, çöp ve katı atık depolama tesisleri, su rezervuarları yapay göletler, zehirli atık ve sanayi atıkları depolama sahaları, petrol sahaları, madencilik, çökeltme ve havalandırma havuzları kanallar karayolu seperasyon uygulamaları, kaplamasız yol tasarımları, filtrasyon uygulamaları, yol dolgularında kullanımı, yollarda drenaj uygulamaları ve baraj yapımı gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Resim1.17.).



Resim1.17 Jeo tekstil keçe uygulaması [42]

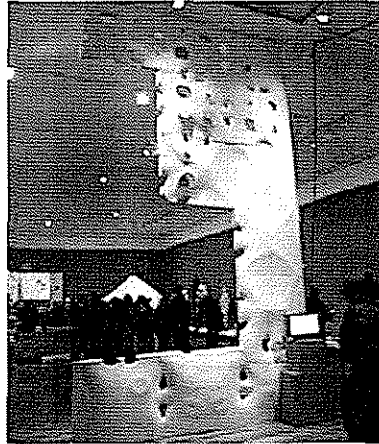
Diğer bir kullanım alanı ise ahşap yapılarda deprem ya da her hangi bir mekanik zorlama karşısında dayanımını kuvvetlendirmek için tekstil takviyesinin uygulanmasıdır. Yapılan çalışmalarda farklı tekstil yapıları ile kuvvetlendirilmiş sistemlerin tekstil yapısına bağlı olarak taşıma yükünde %100' e varan bir artış sağlanmaktadır.

Sel sırasında etkili koruma sağlayarak zaman kazandırdığı için piyasaya sunulmuş olan ‘Selle Mücadelede Tüplü Sistem’ inşaat alanında yapılan çalışmalara diğer bir örnektir. Resim 1.18.’de Selle mücadelede tüplü sistem uygulaması gösterilmiştir.



Resim 1.18. Selle mücadelede tüplü sistem [38]

Yapılarda kullanılan teknik tekstillere bir örnekte çift taraflı membrandır. Ticari ismi INVERSAbrane olan bu çift taraflı membranın olağanüstü yüzeyi, yapının dış ortamla olan irtibatını mümkün olduğu kadar artırarak; binanın çevresiyle arasındaki eko-sisteme bağlı değişime ayak uydurmasını kolaylaştırmaktadır [43]. Oldukça kolay kurulup oldukça kolay sökülürler. Kolay zarar görmez ve çabuk tamir edilirler. Deprem v.b. afetlere oldukça dayanıklıdır. Membran yapılar da binalarda kullanılmaktadır. Sentetik kaplanmış veya lamine edilmiş kumaşlar mukavemeti ve çevresel dayanımı artırmaktadır [38]. Resim 1.19.’da INVERSAbrane gösterilmiştir.

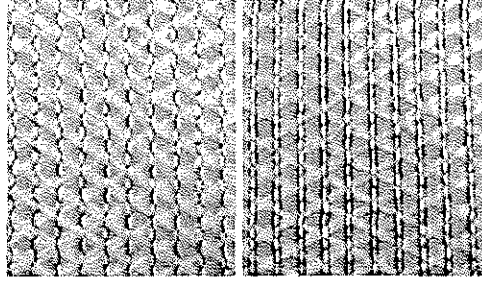


Resim 1.19. INVERSAbrane [44]

1.7.3. İnşaat Alanında Kullanımları

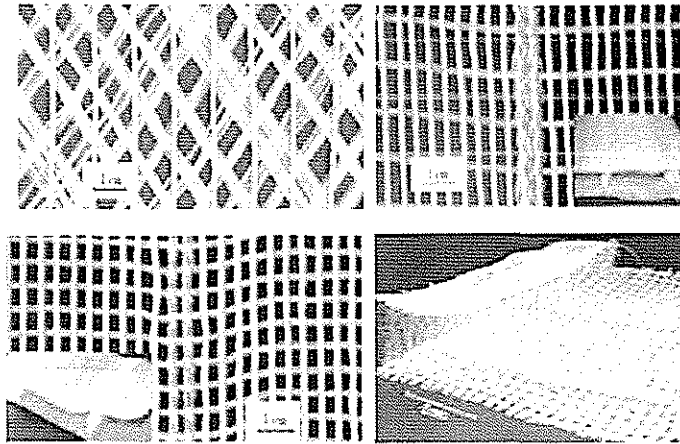
Isı ve ses izolasyonu yeni binalardan istenen temel özellikleridir. Bu amaçla yeni tekstil yapılarının üretimleri geliştirilmektedir. Isı, su, gürültü izolasyonu ve yangın koruma malzemeleri alanında faaliyet gösteren sektör birliği İZODER’ in yerli ısı yalıtım malzemeleri üretiminin 2010 yılında 8 milyon m³’e ulaşması tahmini de sektörel

anlamda büyüklüğünü göstermektedir [45]. Resim 1.20.'de ısı yalıtımında kullanılan kumaş örnekleri verilmiştir.



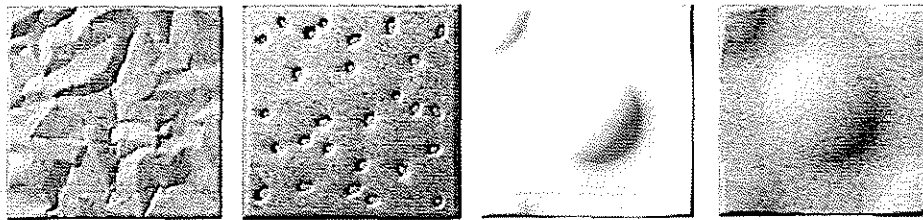
Resim 1.20. Isı yalıtımında kullanılan kumaş örnekleri [40]

Resim1.21.'de Cam elyaf kullanılmış çeşitli kumaş örnekleri gösterilmiştir.



Resim1.21. Cam elyaf kullanılmış çeşitli kumaş örnekleri [40]

Geri dönüşüm polyester liflerin yapılar da kullanılmasının bir örneği de ses dalgası panelleridir. Bu paneller 2000-2001 döneminde İsveçli Snowcrash firması tarafından piyasaya sürülmüştür. Ses dalgası paneli r-PET liflerin kalıba sokularak daha sonra plastik üzerine kaplanması ile elde edilmiştir. Ses dalgası panel dizilerinin her biri farklı özelliklere sahip ve akustik özelliklerin değerini artıran scrunch (çatırtı), swoop (atılğan), diffuser (dağıtıcı) ve swell (kabartı) olmak üzere dört çeşidi vardır [43]. Resim1.22.'de Ses panellerinin scrunch (çatırtı), swoop (atılğan), diffuser (dağıtıcı) ve swell (kabartı) ses dalgası panelleri gösterilmektedir.

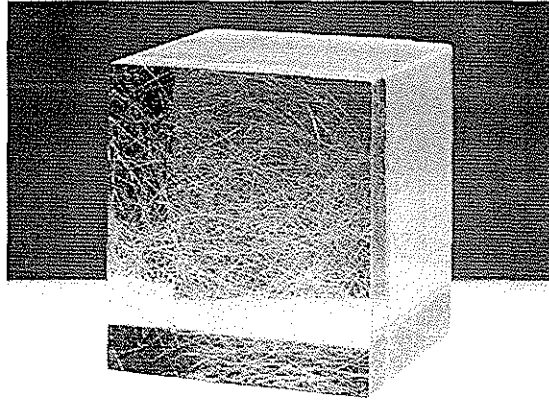


Resim1.22. Scrunch (çatırtı), swoop (atılğan), diffuser (dağıtıcı) ve swell (kabartı) ses dalgası panelleri

Son yıllarda Amerikan DuPont firması, inşaat ve binaların kullanımları esnasında ortaya çıkabilecek sorunları önlemek amacıyla Tyvek adı altında su yalıtım örtülerini piyasaya sürmüştür. Tyvek örtüler, nemin atmosfere serbestçe ve güvenli bir şekilde çıkışını sağlarken aynı zamanda hava girişini kısıtlayıp su girişini engeller ve böylece binaların dış cephelerini korur. Tyvek, nefes alan su yalıtım örtüleri genel olarak esnek, yüksek yoğunluklu polimerden mamul dokunmamış elyaf malzemeleridir [36].

Tekstil malzemelerinin inşaat sektöründe kullanıldığı diğer bir alan da, beton içerisinde dayanım artırıcı özellik kazanılması için kullanılmasıdır. Bu kolonlarda mukavemeti oldukça yüksek kevlar, yüksek yoğunluklu polietilen gibi liflerden üretilmiş dokuma kumaşlar tercih edilmektedir.

Betonların kuvvetlendirilmesi, kopma ve eğilme mukavemetlerinin artırılması amacıyla lif kullanmak son yıllarda inşaat sektöründe yaygınlaşmıştır. FRP (fiber-reinforced concrete) genellikle polyester, vinil ester veya epoksi polimer matrisinin içinde devamlı aramid, karbon ve cam elyafının yerleştirilmesiyle elde edilmektedir [46]. Resim1.23. liflerin çimento içerisindeki dağılımının simülasyonu gösterilmiştir.



Resim1.23. Liflerin çimento içerisinde dağılım simülasyonu [47]

1.7.4. İnşaat alanında kullanılan diğer atık malzemeler

BEYÇIOĞLU, A. ve arkadaşlarına göre inşaat alanında kullanılan diğer atık malzemeler arasında camlar ve demir malzemelerin dışında uçucu küller, silis dumanı, granüle fırın cürufu, mermer toz atıkları ve atık lastikler olarak sıralanmaktadır [48].

Uçucu küller (UK) ya da pulverize yakıt külleri, özellikle elektrik üretim tesislerinin pulverize kömür ile işleyen fırınlarının toz tutma ünitelerinden sağlanan materyallerdir. Silisyum metalinin veya ferrosilisyum alaşımlarının üretimi sırasında kullanılan elektrik ark fırınlarında yüksek saflıktaki kuvarsitin kömür ve odun parçacıkları ile indirgenmesi sonucu bir yan ürün olarak elde edilen çok ince taneli, toz halindeki endüstriyel atık maddeye silis

dumanı adı verilir. Silis dumanının betonlarda kullanımı genellikle çimentonun bir kısmının yerine ikame edilmesi şeklindedir. Silis dumanı ikamesi betonun erken dayanımını arttırmakta ve geçirgenliği azaltmaktadır. Demir üretimi sırasında yüksek fırında kok kömürünün karbonu, cevherinin demir oksitindeki oksijenle birleşerek CO ve CO₂ gazları olarak fırını terk ederken, sıcaklık 1400-1600 °C dereceyi bulduğunda hafif olmasından dolayı ham demirin üzerinde yer alan demir filizi gangi, kok ve kireç taşının yanma sonrası atıklarından oluşan puzolanik malzemeye yüksek fırın cürufu adı verilir. Granüle yüksek fırın cürufu (GYFC) kullanılması ile taze betondaki işlenebilirlik artırılır, priz süresinin uzatılması sağlanır ve betondaki terleme azaltılarak hidrasyon ısı azaltılabilmektedir. Mermer fabrikalarından üretim atığı olarak çıkan toz atıklar genellikle değerlendirilememektedir. Yapılan uygulamalarda mermer tozlarının ya da mermer toz atıklarının seramik, çimento, boya, cam, yapı malzemesi gibi birçok sektörde değerlendirilmesi araştırılmaktadır.

Lastiklerin ana yapısı olan kauçuk kimyasal olarak çapraz bağlı bir polimerdir bu nedenle geri kazanımını zorlaştırmaktadır. Atık lastikler düşük birim ağırlıkları (zeminlerin 1/3'ü kadar), iyi ısı yalıtımı (zeminden 8 kat daha iyi), iyi drenaj kabiliyeti (10 kez daha iyi) ve sıkıştırılabilirlik gibi özelliklerinden dolayı mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

1.8. Önceki Çalışmalar

Bazı Ticari Firmalar r-PET' i ürünlerinde kullanmaktadırlar. General Electric ve Mrc Polyester son yıllarda %50-%60 atık pet %40-50 'den otomobil tamponları, otomobil tekerlek kapakları ve spoiler (rüzgârlıklar) üretmektedir [49]. Mitsubishi CORP(MC) ve Japon tekstil üreticisi Toyobo CO. Ltd geri dönüştürülmüş PET şişelerden üretilen polyesterden çevre dostu giysi projesi için ortaklık kurmuşlardır. Tayvan'da Polimer ve Tekstil Mühendisliği ve Ulusal Tayvan Teknoloji Enstitüsü yerel lif üreticileri ile birlikte geri dönüştürülmüş PET' ten kaliteli lif üretme üzerine çalışmaktadırlar. Mizuno adlı şirket 1998'de geri dönüştürülmüş PET şişelerden koşu ayakkabılarında kullanmak üzere yapma deri üretmiştir [50]. Laroche firması (Fransa) tarafından geliştirilen 3 boyutlu dokusuz yüzey üreten makine (3D Web Linker) ile orijinal materyal ile geri kazanılmış atık materyali kombine ederek, inşaat sektörüne yönelik olarak yeni yalıtım malzemeleri geliştirmek mümkündür [51].

PET şişe üretimde kullanılan ham petrol, su ve elektriğin azaltılması yönünde KÜÇÜKGÜL, E.Y. ve KIRŞEN DOĞAN, S. (2007) çevre dostu bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada; PET şişenin üretim aşamalarını, bu proseslerdeki tüketimleri ve oluşan emisyonlarının envanterini oluşturmaya çalışmışlar. sonucunda kütle denkliği incelendiğinde

1 adet PET şişe üretimi için yaklaşık olarak 1,2 kg ham petrol kullanıldığı, ham petrolün çıkarılmasının su tüketimi kuyuya bağlı olduğu ve tam olarak bilinmediği için en az 65 lt su tüketildiği, yine ham petrol arama ve çıkartma işlemlerinde tüketilen elektrik miktarı bilinmemesine rağmen en az 200 W/sa'lik elektrik tüketildiği hesaplamışlardır. Bu değerler de üretim prosesindeki tüketimler olup transfer, taşıma, atık su arıtımı, atıkların bertarafı vb. işlem adımlarındaki tüketimler dikkate alınmamıştır [24].

1.8.1. PET' in Kimyasal Geri Kazanımı Alanındaki Çalışmalar

ANABAL, F. Yıldız (2007) çalışmasında, PET atıkların geri dönüşümünde istenmeyen madde PVC'nin ayrılma tekniklerini irdeleyerek, elektrostatik yöntemle PET ve PVC ayrılmasına çalışmıştır. PET' in çözücüsü olan fenol ve fenol tetrakloretan karışımı ve PVC'nin çözücüsü dimetil amin ve benzil alkol kullanılarak, PET ve PVC çözünürlük özelliklerinden yararlanılarak ayrılmasına incelenmiştir. Sonuç olarak PVC' nin elektrostatik ayırma PET'ten daha fazla cevap verdiği gerçeğine varmıştır. Böylece atık plastik geri dönüşümünde; elektrostatik yöntem PET ve PVC'nin karışımından PVC uzaklaştırılmasında etkili bir yöntem olma potansiyelini göstermiştir [17].

İYİM, T. B. (1996) çalışmasında, fenol içerisinde PET'in homojen ortamda hidroliz edilebildiğini göstermiş fakat çalışması, ksilen içerisinde yapılan çalışmaya oranla her hangi bir üstünlük sağlayamamıştır. Ayrıca TDI' nin yüksek sıcaklıkta ksilen içerisinde polyester yapıyı parçalayarak üretilen yapı içeren ara ürünler oluşturduğunu, bunların polioller içerisinde çözünebildiğini ve TDI ile tekrar reaksiyona sokularak nitelikli filmler elde edilmesinde kullanılabileceği sonuçlarına varmıştır [49].

Güçlü, G. (1995) çalışmasında, pet atıkların ksilollü ortamda PET veya alkid reçinesi üretimine uygun ara ürünler elde edilmesi için hidroliz, glikoliz ve hidroliz-glikoliz işlemlerini gerçekleştirmiştir. Ksilolle gerçekleşen işlemler sonucu düşük miktarda reaktantlarla işlemin gerçekleştirilebildiğini ve sonuçta üretilen ara ürünlere özel çözücüler ekleyerek üretilen alkidlerde üstün ısı kararlılığının yanı sıra bunlardan hazırlanan filmlerde yeterli dayanım özelliklerini saptamıştır [52].

ACAR, I. (1996) çalışmasında, poliüretan yüzey üretim malzemelerinde kullanılabilecek ara ürünleri elde etmek amacı ile ksilen içerisinde dietanolamin ile PET atıkların glikoliz ve glikoliz-hidrolizini gerçekleştirmiştir. Glikoliz sonucu yüksek asit indisi, düşük hidrosil ve amin indislerine sahip ara ürünler elde edilirken eş anlı glikoliz-hidroliz

işlemi sonucu çok daha yüksek asit indisine sahip ara ürünlerin oluşumu gözlemlenmiştir [53].

ERTAŞ, K. (2004) çalışmasında, atık polietilen tereftalat (PET), etilen glikol (EG) kullanarak, çinko asetat katalizörlüğünde depolimerize etmiştir. Alkid reçinelerinin, kuruma zamanı, sertlik, aşınma dayanımı, alkaliye ve suya dayanıklılık gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiştir. Sonuç olarak, elde edilen ürün saflaştırılmadan alkid reçinesi üretiminde kullanıldığında, üretilen reçinenin hemen hemen bütün özellikleri karşılaştırma alkalid reçinesi ile aynı hatta bazı özelliklerinin daha üstün olduğu gözlemlenmiştir [54].

Kawamura ve arkadaşları (2002) geri dönüştürülmüş PET' ten kaplama reçinesi yapmayı amaçlamışlardır. Sonucunda ise elde edilen etilen glikol ve tereftalik asitten sentezlenenene toz kaplama ile klasik polyesterden elde edilen sıradan etilen glikol ve tereftalik asitten üretilen toz kaplama ile aynı karakteristik özelliklere sahip olduğu ortaya çıkmıştır [55].

1.8.2. İnşaat Alanında Yapılan Çalışmalar

Choi ve arkadaşları (2005), atık PET şişelerinin öğütülerek beton içerisinde agrega olarak kullanılmasının etkilerini incelemiştir. Atık plastik ve yüksek fırın cürufu katkı hafif betonun birim ağırlığı 1940 ile 2260 kg/m³'e kadar değişim gösterdiğini ve katkı maddesi oranının artırılmasıyla atık plastik katkı hafif betonun yapısal etkinliğinin azaldığını belirlemiştir. Ayrıca ince agreganın, %75'i oranında plastik katkı betonun işlenebilirliğini artırdığı görülmüştür [56].

Mahdi ve arkadaşları (2007) atık PET şişelerden reçine elde edilerek oluşturulan polimer harçların özelliklerini incelemiştir. Karbon, hidrojen ve nitrojen analizleri yardımıyla fizikokimyasal özellikleri belirlenmiş ve kızılötesi ısınlarla çalışan Spectroscop ve Thermogravimetric aletler ile termal analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda hazırlanan örneklerin ortalama basınç dayanımının 10 Mpa, eğilme dayanımının ise basınç dayanımının %18 – 23'ü arasında olduğu görülmüştür [57].

K.S. Rebeiz (1994) ve arkadaşları geri dönüşümlü PET' ten üretilmiş polyester takviyeli betonların bükülgenlik özelliklerini araştırmıştır. Araştırmaları sonucu betonda aşırı sıkıştırma yükü değeri 0.005 ya da üzeri olursa takviye PC, kirişlerde geri dönüşümlü PET oranına bağlı olarak doymamış polyester reçinesi bükülgenlikte hata ortaya çıkmıştır. Kirişlere uygulanan yükler, sıkıştırma bölgesi üzerinde yük oryantasyonu neredeyse mükemmel doğrusalıkta olduğu sonucuna varmıştır. Betonun dayanıklılığını ve

yumuşaklığını arttırmak için kırışte sıkıştırma oranı en az %1.7 olması ise ortaya çıkan bir başka sonuçtur [58].

HASSANİ, A. (2005) ve arkadaşları agrega yerine asfalt beton karışımında PET atıkları kullanılarak PET'in çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılabileceği düşünmüşler. Sonucunda; kaba agreganın %20 'si yerine PET granülleri eklenmesiyle asfalt ve köprü yapımında kullanılan plasipalat karışımının birim ağırlığının %2,8 azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca asfalt kaplamanın en önemli bileşeni olan agrega, 1 km yol yapımı için 12.500 ton gerekmektedir. Bu çalışma sonucunda %5 agrega yerine 315 ton PET kullanıldığında 625 ton doğal kaynağın korunması sağlanmış olmaktadır. Böylece bu PET şişeleri yerleştirmek için gerekli olan 9450 m³ deponi alanına gerek olmayacaktır. Uygulan testler sonucunda eklenen PET miktarı yüzdesinde artışla bağlantılı olarak Marshall Stabilitesinin azaldığı, akışkanlığının arttığı ve yoğunluğunun azaldığı gözlenmiştir [7].

AKÇAÖZOĞLU, S. (2008) çalışmasında, atık Polietilen Tereftalat (PET) şişe kırıklarının hafif harç üretiminde agrega olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.. Atık PET şişe kırıklarının depreme dayanıklı yapı üretimi için taşıyıcı hafif beton yapımında agrega olarak kullanılabilme potansiyelinin olduğunu göstermiştir [59].

MEMİŞ, S. (2007) çalışmasında, agrega yerine belirli oranda sıva karışımında atık plastik (polyethylene tereftalat (PET) tipinde olan) kullanımının etkilerini araştırmıştır. Atık plastik katkısı ile sıvaların basınç dayanımlarının, eğilme dayanımlarının, birim ağırlık ve özgül ağırlıklarının düştüğü, donma- çözülme dayanıklılığının azaldığı, su emme oranının arttığı, ısıl iletkenliklerinin azaldığı ve çatlak oluşumlarının azaldığı görülmüştür [60].

1.8.3. Kompozitlerle Yapılan Çalışmalar

David N. ve arkadaşları (1994) Kompozit malzemelerde, çeşitli karışım oranlarında PET ve HDPE 'nin işlenebilirliğini araştırmışlardır. Sonuç olarak PET ve HDPE' nin Kompozit içinde uniform olduğu, mekanik olarak işlenebilirliği ve şekillendirilebildiği sonuçlarına varmışlardır. Farklı karışım oranlarında bu kompozitlerin maksimum yük altındaki gerilmelerinde önemli bir fark gözlenmezken kompozit malzemenin içinde PET oranı arttığı zaman maksimum yük altında zorlanma yüzdesinin düştüğü ortaya çıkmıştır. PET oranı artışı elastikiyet modülünün artmasına da katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. DMTA verileri ve SEM mikroskobu PET ve HDPE arasındaki etkileşimin önemsiz ve uyumlu olduğunu göstermiştir [61].

ÖZALP, M. (2004) ve arkadaşları, çalışmasında üre-formaldehit tutkalıyla üretilen okume kontrplaklarda dolgu maddesi oranının formaldehit emisyon etkisini araştırmıştır. Bu kontrplaklarda, insan sağlığı açısından önemli bulunan formaldehit emisyonu değerleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda en yüksek formaldehit değerinin dolgu maddesi içermeyen levhada olduğunu, PET şişe tozları miktarının artması ile formaldehit emisyonunun azaldığı sonucuna varılmıştır. İnsan ve çevre sağlığı açısından kontrplak üretiminde dolgu maddesi olarak PET tozu kullanılmasının uygun olacağını ortaya çıkarılmıştır [62].

CAN, M. U. (2005) anaokulu ve kreş duvarları için nonwoven tekstil malzemelerinden oluşan kompozit bir duvar kaplaması tasarlamıştır. Çalışmanın amacı, çocukların duvara çarpmaları sonucu doğabilecek yaralanmaların önlenmesi ve tekstil döküntüsü içeren nonwoven kumaşlar için yeni bir uygulama alanının bulunmasıdır. Malzeme; her bir katı farklı, üç katlı nonwoven kumaş olup bu kumaşa çeşitli testleri uygulamışlardır [63].

1.8.4. Tekstil Alanında Yapılan Çalışmalar

ABBASI, M. ve arkadaşları (2007) PET şişeden üretilen filament ipliklerin yapısal ve fiziksel özelliklerinin eğirme hızına etkisini incelemişlerdir. v-PET (virgin – PET) cipsi ve PET şişeden, 2500m/dk ve 3000m/dk eğirme hızında üretilen ipliklerin fiziksel özelliklerini karşılaştırmışlardır. Uygulanan testler sonucunda v-PET ve diğer test numunesinin değerleri karşılaştırıldığında; 2500m/dk-3000m/dk üretilen numunelerin v-PET'e göre yüksek yoğunluğa ve kristalliğe sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca 3000m/dk eğirme hızında üretilen ipliklerin oryantasyonun daha fazla olduğunu fakat çekme sonuçlarının desteklenecek kadar mükemmel olmadığı sonuçları ortaya çıkmıştır [64].

1.8. Çalışmanın Amacı

Endüstrileşmiş ülkelerin mükemmel özellikleri olan kullanışlı plastik madde arayışı geçmişte olduğu gibi bugün de devam etmektedir. Hayatımızın vazgeçilmez parçası bu plastik malzemeler pozitif özelliklerinin yanı sıra doğada uzun süre yok olmadıkları için negatif etkiler doğurmaktadır. Negatif etkilerinin başında hacimsel çözünmeye uğramamaları büyük bir çevre yükü oluşturmaktadır. Çevresel tahribin önüne geçmek amacıyla bilinçlenen toplumlarda geri kazanım düşüncesi hız kazanmıştır. Geri kazanım ile kullanım döngüsüne katılan yeni ürünlerin teknik olarak özellikle makine ve inşaat sanayisinde yaygın bir kullanım alanı bulunduğu bilinmektedir.

Araştırmanın temel amacı her geçen gün hızla artan inşaat sektöründeki dokusuz yüzey kumaşların, performans özelliklerinin geri kazanım malzemelerle üretilerek de sağlandığının gösterilmesidir. Bu amaçla r-PET ve v-PET elyafların farklı üretim grupları ve

farklı harman gruplar oluşturularak üretilen dokusuz yüzey kumaşlarda bu parametrelerin kumaşların performans özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca geri kazanımın önemi vurgulanarak, çevremizde atık yükü oluşturan PET şişe geri kazanımının yaygınlaştırılması ve bu geri kazanımdan üretilen ürünlerin sanayide birçok kullanım alanı bulması böylece hem çevreye olan tahribatın azaltılması hem de çöplerde bulunan milli servetin ülke ekonomisine tekrar kazandırılması çalışmamızın diğer bir amacını oluşturmaktadır.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

İzolasyon malzemesi olarak kullanımı hedeflenen dokusuz yüzey kumaşların, üretimi sırasında kullanılan 2 çeşit lifin harman oranları ile tülbent kat sayıları sistematik olarak değiştirilmiştir. Kullanılan harman oranlarının tülbent kat sayılarının kumaşların bazı fiziksel, mekaniksel ve iletkenlik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu araştırmada kullanılan dokusuz yüzey kumaşların üretimi Uşak Karateke Tekstil A.Ş.'de gerçekleştirilmiştir.

2.1.2. Numunelerin Oluşturulması

Dokusuz yüzey kumaş üretimi için PET şişelerin geri kazanımı ile üretilen r-PET (recycled – PET) ile v-PET (virgin - PET) elyaflar ham madde olarak seçilmiştir. Elyafaların özelliklerinin incelenmesi sonucu elyaf incelikleri ve uzunluklarının aynı olduğu tespit edilmiştir. Fakat tekstüre edilmiş olan bu sentetik elyafların kıvrım sayıları incelendiğinde, v-PET elyaflarının kıvrım sayısının r-PET elyaflarının kıvrım sayısının iki katı olduğu tespit edilmiştir. 6, 10 ve 14 kattan oluşan üç farklı dokusuz kumaş yüzeyi oluşturulması hedeflenmiştir. Bu sebepten dolayı üretim süresi boyunca makine hızı, iğneleme yönü, iğneleme sırasında kullanılan iğne çeşidi ve boyu, ortam koşulları sabit tutulmuştur. Üretim işlemi sırasında ön iğnelemede 150 d/dk' da 10 mm çaplı ≈ 4000 iğne, asıl iğnelemede 450 d/dk' da 3mm çaplı ≈ 40000 iğne ile 42 m/sa hızda üretim gerçekleştirilmiştir. Değiştirilen tülbent kat sayısının yanı sıra harman oranı olarakta %100 r-PET, %70 r-PET %30 v-PET, %50 r-PET %50 v-PET, %30 r-PET %70 v-PET, %100 v-PET' ten oluşan beş farklı harman oranı belirlemiştir ve 15 farklı kumaş numunesi oluşturulmuştur. Çizelge 2.1.'de kumaş üretimi için kullanılan r-PET ile v-PET'in yapısal özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. r-PET ile v-PET' in yapısal özellikleri

Elyaf Çeşidi	Kıvrım Sayısı (kıvrım/cm)	Elyaf Mukavemeti (cN/dtex)	CV Mukavemet (%)	Kopma Uzaması (%)	CV Kopma Uzaması (%)	Elyaf İnceliği (dtex)	Elyaf uzunluğu (mm)
v-PET	4,2	3,39	17,9	31,07	19,1	3	60
r-PET	2,2	5,06	14,4	44,75	25,22	3	60

Üretilen dokusuz yüzey kumaşların karışmaması amacı ile tüm kumaşlara kod numaraları verilerek hem üretim hem de uygulanan testler esnasında karışmaları engellenmiştir. Aşağıda tülbent kat sayıları ve harman oranlarına verilen kodlar gösterilmektedir.

- | | |
|-----------|-------------------------|
| 1- 6 kat | A-) %100 r-PET |
| 2- 10 kat | B-) %70 r-PET %30 v-PET |
| 3- 14 kat | C-) %50 r-PET %50 v-PET |
| | D-) %30 r-PET %70 v-PET |
| | E-) %100 v-PET |

Kumaş kodları deneysel çalışmalar için basitleştirilerek yeniden düzenlenmiştir. Çizelge 2.2. basitleştirilen kumaş kodları verilmiştir.

Çizelge 2.2. Basitleştirilmiş kumaş kodları

Kumaş Kodu	Tülbent Katı	Harman oranı
1-%100 r-PET	1	A
2-%70 r-PET %30 v-PET	1	B
3-%50 r-PET %50 v-PET	1	C
4-%30 r-PET %70 v-PET	1	D
5-%100 v-PET	1	E
6-%100 r-PET	2	A
7-%70 r-PET %30 v-PET	2	B
8-%50 r-PET %50 v-PET	2	C
9-%30 r-PET %70 v-PET	2	D
10-%100 v-PET	2	E
11-%100 r-PET	3	A
12-%70 r-PET %30 v-PET	3	B
13-%50 r-PET %50 v-PET	3	C

Kumaş Kodu	Tülbent Katı	Harman oranı
14-%30 r-PET %70 v-PET	3	D
15-%100 v-PET	3	E

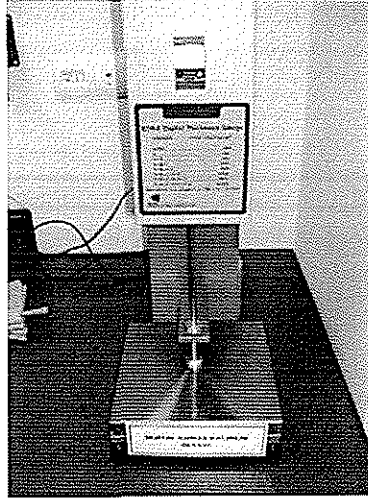
2.2. Metot

Deneyisel çalışma için üretilen 15 farklı kumaş numunesine bu bölümde belirtilen fiziksel performans testleri uygulanmıştır. Üretilen kumaşların özelliklerinin belirlenmesi için kopma mukavemeti ve uzaması ile gramaj testleri Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Fiziksel Tekstil Muayeneleri Laboratuvarı'nda; hava geçirgenliği, kalınlık, dökümlülük, eğilme direnci testleri Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Fiziksel Tekstil Muayeneleri Araştırma Laboratuvarı'nda; bağıl su buharı geçirgenliği ve ısı özellikleri ise Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Tekstil Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yapılmıştır. Bütün kumaş numuneleri belirtilen testlere tabi tutulmadan önce en az 24 saat standart laboratuvar koşulları olan $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 2$ bağıl nemde bekletilerek kondisyonlaşmıştır.

2.2.1. Uygulanan Testler

2.2.1.1. Kumaş Kalınlığının Belirlenmesi

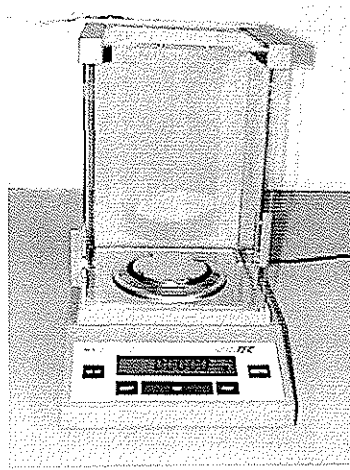
Kumaş kalınlığının belirlenmesi için TS 7128 EN ISO 5084 'Tekstil ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini' standardı esas alınarak yapılmıştır [65]. Kumaşların kalınlığı, üzerine konulduğu referans plaka ile bu tekstil numunesinin yüzeyine belirli basınç (200g) uygulayan dairesel baskı ayağı arasındaki mesafe olarak ölçülmüştür. Kıvrımsız ve kırışksız olan kondisyonlanmış tüm kumaşların her birinin 4 farklı yerinden ölçümler alınmış ve aritmetik ortalamaları alınarak hesaplanmıştır. Resim 2.1.'de kumaş kalınlığı ölçüm cihazı gösterilmiştir.



Resim 2.1. Kumaş kalınlığı ölçüm cihazı

2.2.1.2. Metrekare Ağırlığının Belirlenmesi

Tüm numunelerin metrekare ağırlığını belirlemek amacı ile TS 251 “Dokunmuş Kumaşlar-Birim Uzunluk Ve Birim Alan Kütlesinin Tayini” standardı esas alınmıştır [66]. Kondisyonlanmış kumaşlardan alınan 4’ er adet numune tartılmış ve aritmetik ortalamaları alınarak birim alan kütleleri hesaplanmıştır (Resim 2.2.).



Resim 2.2. Hassas Terazi

2.2.1.3. Kopma Dayanımının Belirlenmesi

Kopma Dayanımının belirlenmesi için TS EN ISO 13934-1 “Tekstil-Kumaşların Gerilme Özellikleri-Bölüm1: En Büyük Kuvvetin Ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini-Şerit Metodu” standardı esas alınarak yapılmıştır [67].

Bu metotta, biri sabit halde bulunan, diğeri deney boyuca sabit hızda hareket eden iki çeneye sahip bir çekme cihazı kullanılmıştır. Belirtilen boyutlara sahip numune parçası sabit hızda kopuncaya kadar uzatılmıştır (Resim 2.3.). En büyük kuvvetin altındaki boyca uzama ve

kopma kuvveti değeri kaydedilmiştir. Kondisyonlanmış kumaşlardan eni 50 mm ve boyu 200 mm' lik olacak şekilde numuneler hazırlanmıştır. Numuneler, 4 adet makine üretim yönü doğrultusu yönünde, 4 adet makine üretim yönü doğrultusuna dik yönde olacak şekilde hazırlanmıştır.



Resim 2.3. Kopma mukavemeti test cihazı

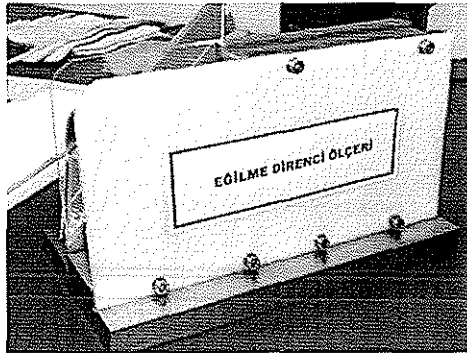
2.2.1.4. Eğilme Dayanımının Belirlenmesi

Eğilme Dayanımının belirlenmesi için TS 1409 ‘‘Dokunmuş Tekstil Mamullerinin Eğilme Dayanımını Tayini’’ standardı esas alınarak yapılmıştır (Resim 2.4.). Eğilme dayanımı, mamulün eğilmeye karşı gösterdiği karşı koyma olarak tanımlanabilmektedir. 2,5cmx15cm boyutlarında olmak üzere 4 adet makine üretim yönü doğrultusu yönünde ve 4 adet makine üretim yönü doğrultusuna dik yönde numuneler hazırlanmıştır. Her numunenin hem önyüz hem de arka yüzünden ve her iki ucunda olmak üzere toplam 32 adet değer elde edilerek eğilme direnci değerleri hesaplanmıştır [68]. Eğilme direnci hesaplanırken; sarkma uzunluğu (X) hesaplanır. Bu değer, aşağıda verilen eşitliklerde yerine konularak eğilme uzunluğu bulunur.

$$C = X / 2 \text{ [cm]}$$

$$G = 0.1 * W * C^3 \text{ [mg. cm]}$$

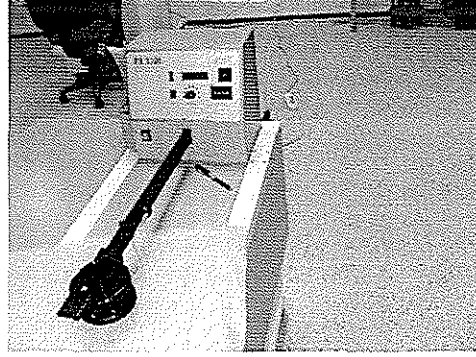
Burada W, TS 251'e göre tespit edilen ve g/m² cinsinden kumaşın m² ağırlığıdır.



Resim 2.4. Eğilme Direnci Ölçeri

2.2.1.5.Hava geçirgenliğinin Belirlenmesi

Hava geçirgenliğinin belirlenmesi için TS 392 EN ISO 9237 ‘‘Tekstil -Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini’’ standardına uygun olarak, Textest FX 3300 cihazında 200 Pa basınç şartlarında ve 20 cm² lik test ölçüm alanında kumaşın 10 farklı yerinden alınan numuneler test edilmiştir [69]. Resim 2.5.’te Textest FX 3300 cihazı gösterilmiştir.



Resim 2.5. Textest FX 3300 cihaz

2.2.1.6. Dökümlülük Tayini

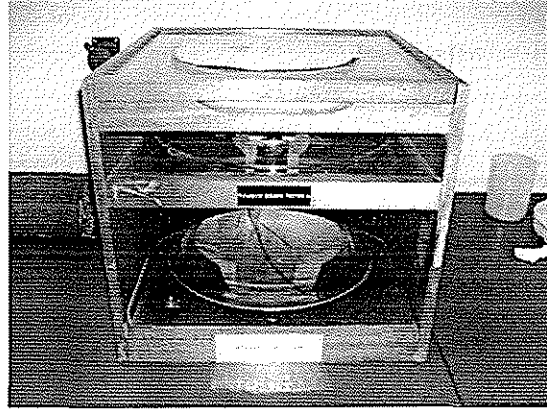
Dökümlülük Tayininin belirlenmesi için TS 9693 ‘‘Tekstil-Kumaşlar-Dökümlülük Tayini’’standardına uydun olarak Cusick Drape Tester cihazı ile ölçüm yapılmıştır (Resim 2.6.). Ölçüm yapılırken, kondisyonlanmış kumaşlardan alınan 30 cm çaplı 4’ er adet numune, dökümlülük cihazındaki diskler arasına yerleştirilerek yer çekimi etkisi ile dökülmesi sağlanır. Deneysel numunesi ile aynı dış çapta hazırlanan aydınlar kâğıdı kapak üzerine yerleştirilerek ışık kaynağı açılır. Daha sonra kumaşın iz düşümü aydınlar kâğıdının üzerine düşürülerek kâğıt üzerindeki gölge sınırı çizilir ve kâğıt hassas terazide tartılır (M₁). Gölge sınırlarından kesilen kâğıt hassas terazi de tartımı gerçekleştirilir (M₂). Bulunan değerler formülde yerine yazılarak % ortalama dökümlülük değeri hesaplanmış olur [70].

M₁: üzerine gölge sınırı çizilen aydınlar kâğıdının ağırlığı

M₂: gölge sınırlarından kesilen aydınlar kâğıdının ağırlığı

$$D_k = (M_2 - M_1) \times 100$$

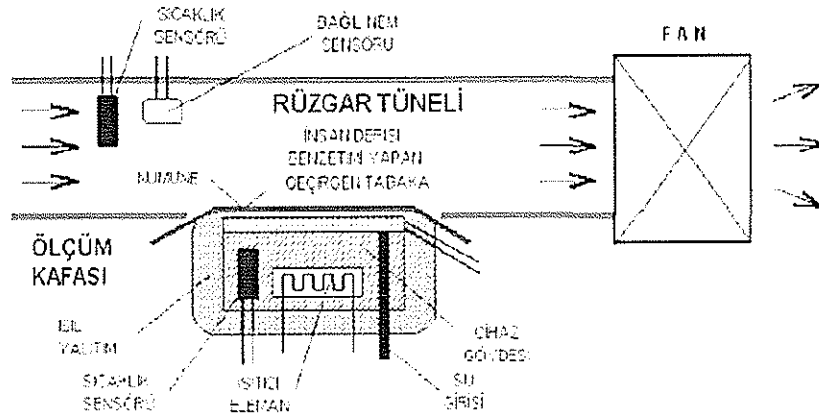
Burada D_k, TS 9693’e göre tespit edilen ve % cinsinden kumaşın dökümlülük değeridir. Resim 2.6.’da Cusick Drape Tester cihazı gösterilmiştir.



Resim 2.6. Cusick Drape Tester cihazı

2.2.1.7. Bağıl Su Buharı Geçirgenliği

Bağıl Su Buharı Geçirgenliği değeri ölçümü Permetest (ISO 11092 Standardı Metodu) metodu ile ölçülerek belirlenmiştir. Su buharı geçirgenliği (%) kumaşın su buharı geçirebilme yeteneğidir. Ölçüm yapılırken, numune boyutları ölçüm doğruluğunu etkilememesi sebebiyle herhangi bir numune ebat tanımlaması olmadan ölçüm yapılmıştır. Her kumaştan üçer ölçüm yapılarak verilerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Permetest yönteminde kumaşlardan ölçüm numuneleri alınmaması materyallere zarar vermeden ürün halinde ölçüm gerçekleştirilmiştir. Resim 2.7.' de Permetest bağıl su buharı ölçüm cihazı iç yapısı gösterilmiştir.



Resim 2.7. Permetest Bağıl Su Buharı Ölçüm Cihazı İç Yapısı [72]

Ayrıca yapılan çalışmalar göstermektedir ki test süresi açısından diğer su buharı geçirgenliği ölçüm metotlarına göre Permetest, en kısa sürede sonuç alınabilen ve bir numune ebadı olmadan ölçüm yapabilen en avantajlı ölçüm yöntemidir [71].

2.2.1.7. Isıl Özellikler

Tüm numunelerin ısı iletkenlik, ısı direnç ve ısı soğurganlık özellikleri Alambeta cihazında (Resim 2.8.) ISO EN 11092'ye uygun olarak yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde her numune için üç ölçüm gerçekleştirilmiştir ve ölçümlerin aritmetik ortalaması alınmıştır [71].



Resim 2.8. Alambeta Test Cihazı

Isıl direnç, materyalin ısı akışına dayanımı olarak tanımlanmakta ve $R = h / \lambda$ (m^2 K/W) formülü ile gösterilmektedir (Formülde h: kalınlık, λ : ısı iletkenlik kat sayısıdır). Özellikle soğuk ortamlarda kullanılacak olan tekstil mamullerinde ısı direnç değeri büyük önem taşımaktadır. Isıl soğurganlık, farklı sıcaklıktaki iki parça birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışıdır ve $b = (\lambda\rho c)^{1/2}$ ($Ws^{1/2}/m^2$ K) formülü ile ifade edilmektedir (Burada; λ = ısı iletkenlik, ρ = yoğunluk, c= özgül ısı). Yüzey sıcaklıkları farklı olan iki yüzey birbirlerine dokunduğunda, yüzeyler arasında ısı alışverişi olur ve ilk olarak sıcak-soğuk hissi oluşur. Bu parametre ile sıcak soğuk hissi belirlenmektedir. Isıl soğurganlık değeri düşük ise kumaş sıcak his, yüksek ise soğuk his vermektedir [73].

2.3.İstatistiksel Değerlendirme

Tüm kumaş çeşitlerine uygulanan deneyler sonuçlarından elde edilen veriler Microsoft Excel programında düzenlenerek grafik ve tablolar oluşturulmuştur. Ayrıca dokusuz yüzey kumaşlarda harman oranı ve metrekafe ağırlığının değişiminin kumaşın incelen özellikleri üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla varyans analizi yapılmış ve SPSS 18 veri analizi paket programından yararlanılmıştır.

BÖLÜM 3

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Üretilen 3 farklı tülbent kat sayısına sahip dokusuz yüzey kumaşlarda v-PET'in test değerleri baz alınarak her tülbent kat grubunun kendi içerisinde değer değişimleri hesaplanmıştır.

3.1. Kumaş Kalınlığının Belirlenmesi

Üretilen kumaşların; üretim süresince değişen metrekare ağırlık ve harman oranı farklılığına kalınlık ölçüm sonuçları ve v- PET kumaşa göre kalınlık değişimleri Çizelge 3.1.' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kalınlık ölçüm sonuçları

Numune Kodu	Kalınlık tayini sonuçları (mm)	Kalınlık tayini değişimi (%)
1-%100 r-PET	0,250	-29,178
2-%70 r-PET %30 v-PET	0,218	-38,244
3-%50 r-PET %50 v-PET	0,253	-28,329
4-%30 r-PET %70 v-PET	0,223	-36,827
5-%100 v-PET	0,353	-
6-%100 r-PET	1,353	-17,900
7-%70 r-PET %30 v-PET	0,738	-55,218
8-%50 r-PET %50 v-PET	0,955	-42,051
9-%30 r-PET %70 v-PET	0,945	-42,658
10-%100 v-PET	1,648	-
11-%100 r-PET	2,848	1,065
12-%70 r-PET %30 v-PET	1,385	-50,852
13-%50 r-PET %50 v-PET	1,940	-31,157
14-%30 r-PET %70 v-PET	2,123	-24,663
15-%100 v-PET	2,818	-

3.2. Metrekare Ağırlığının Belirlenmesi

6, 10 ve 14 tülbent kat sayısına sahip ve %100 r-PET, %70 r-PET %30 v-PET, %50 r-PET %50 v-PET, %30 r-PET %70 v-PET, %100 v-PET harmanlı kumaşların metrekare ağırlığı ölçüm sonuçları ve metrekare ağırlığı değişimi Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Metrekare ağırlığı ölçüm sonuçları

Numune Kodu	Metrekare ağırlığın belirlenmesi (g/m ²)	Metrekare ağırlığın değişimi (%)
1-%100 r-PET	165,08	21,026
2-%70 r-PET %30 v-PET	112,43	-17,573
3-%50 r-PET %50 v-PET	117,63	-13,761
4-%30 r-PET %70 v-PET	116,28	-14,751
5-%100 v-PET	136,40	-
6-%100 r-PET	308,83	0,629
7-%70 r-PET %30 v-PET	244,85	-20,218
8-%50 r-PET %50 v-PET	243,90	-20,528
9-%30 r-PET %70 v-PET	246,55	-19,664
10-%100 v-PET	306,90	-
11-%100 r-PET	540,10	-15,043
12-%70 r-PET %30 v-PET	395,65	-37,764
13-%50 r-PET %50 v-PET	400,63	-36,981
14-%30 r-PET %70 v-PET	477,80	-24,842
15-%100 v-PET	635,73	-

3.3. Kopma Dayanımının Belirlenmesi

Kopma dayanımı ölçüm sonuçları, harman etkisi ve tülbent kat sayısı etkisi değişimlerine göre Çizelge 3.3.'te, kopma uzaması değerleri ve değişimleri ise Çizelge 3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kopma dayanımı değerleri

Numune Kodu	Makine üretim yönü doğrultusu (N)	Makine üretim yönü doğrultusu değişimi (%)	Makine üretim yönü doğrultusuna dik doğrultuda (N)	Makine üretim yönü doğrultusuna dik doğrultuda değişimi (%)
1-%100 r-PET	70,14	158,701	142,689	209,500
2-%70 r-PET %30 v-PET	42,77	57,746	57,775	25,317
3-%50 r-PET %50 v-PET	25,16	-7,218	39,347	-14,654
4-%30 r-PET %70 v-PET	29,03	7,071	35,128	-23,805
5-%100 v-PET	27,11	-	46,103	-
6-%100 r-PET	178,00	21,309	448,543	23,400
7-%70 r-PET %30 v-PET	142,22	-3,072	339,152	-6,695
8-%50 r-PET %50 v-PET	120,85	-17,638	248,341	-31,678
9-%30 r-PET %70 v-PET	108,41	-26,116	221,950	-38,939
10-%100 v-PET	146,73	-	363,488	-
11-%100 r-PET	495,96	67,038	967,249	154,025
12-%70 r-PET %30 v-PET	397,45	33,860	803,170	110,934
13-%50 r-PET %50 v-PET	301,70	1,614	514,946	35,238
14-%30 r-PET %70 v-PET	247,00	-16,810	465,523	22,259
15-%100 v-PET	296,91	-	380,769	-

Çizelge 3.4. Kopma uzaması değerleri

Numune Kodu	Makine üretim yönü doğrultusu (cm)	Makine üretim yönü doğrultusu değişimi (%)	Makine üretim yönü doğrultusuna dik doğrultuda (cm)	Makine üretim yönü doğrultusuna dik doğrultuda değişimi (%)
1-%100 r-PET	16,036	5,918	27,048	-1,101
2-%70 r-PET %30 v-PET	16,426	8,494	28,530	4,318
3-%50 r-PET %50 v-PET	13,769	-9,055	26,261	-3,978
4-%30 r-PET %70 v-PET	14,917	-1,473	28,154	2,943
5-%100 v-PET	15,140	-	27,349	-
6-%100 r-PET	11,773	-13,159	21,644	-10,706
7-%70 r-PET %30 v-PET	12,881	-4,986	24,367	0,528
8-%50 r-PET %50 v-PET	12,250	-9,641	26,477	9,233
9-%30 r-PET %70 v-PET	12,681	-6,462	25,535	5,347
10-%100 v-PET	13,557	-	24,239	-
11-%100 r-PET	11,842	-13,983	16,225	-23,243
12-%70 r-PET %30 v-PET	11,550	-16,104	17,666	-16,425
13-%50 r-PET %50 v-PET	12,044	-12,515	18,587	-12,068
14-%30 r-PET %70 v-PET	11,182	-18,777	20,713	-2,011
15-%100 v-PET	13,767	-	21,138	-

3.4. Eğilme Dayanımının Belirlenmesi

Kumaş eğilme dayanımı ölçüm sonuçları ve v-PET kumaşa göre eğilme dayanımı değişimleri Çizelge 3.5.' te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Eğilme dayanımı ölçüm sonuçları

Numune Kodu	Makine üretim yönü doğrultusu (mg.cm)	Makine üretim yönü doğrultusu değişimi (%)	Makine üretim yönü doğrultusuna dik doğrultuda(mg.cm)	Makine üretim yönü doğrultusuna dik doğrultuda değişimi (%)
1-%100 r-PET	257,517	55,260	289,8717	7,986
2-%70 r-PET %30 v-PET	77,573	-53,230	136,7088	-49,072
3-%50 r-PET %50 v-PET	81,161	-51,067	162,55775	-39,442
4-%30 r-PET %70 v-PET	80,230	-51,628	123,2515	-54,085
5-%100 v-PET	165,862	-	268,4352	-
6-%100 r-PET	919,990	-23,723	1439,1245	0,627
7-%70 r-PET %30 v-PET	542,604	-55,012	1354,656	-5,279
8-%50 r-PET %50 v-PET	526,824	-56,321	876,3327	-38,725
9-%30 r-PET %70 v-PET	433,188	-64,084	433,188	-69,710
10-%100 v-PET	1206,117	-	1430,154	-
11-%100 r-PET	5162,701	-45,449	4513,704	-22,148
12-%70 r-PET %30 v-PET	2170,932	-77,061	5246,319	-9,512
13-%50 r-PET %50 v-PET	1838,869	-80,570	4158,4875	-28,275
14-%30 r-PET %70 v-PET	2420,057	-74,429	4357,536	-24,842
15-%100 v-PET	9464,038	-	5797,812	-

3.5. Hava geçirgenliğinin Belirlenmesi

Üretilen kumaşların hava geçirgenliği ölçüm sonuçları ve v-PET kumaşa hava geçirgenliği değişimleri göre Çizelge 3.6.' da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Kumaş hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

Numune Kodu	Hava geçirgenliğinin belirlenmesi (mm/sn)	Hava geçirgenliği değişimi (%)
1-%100 r-PET	2973,0	1,088
2-%70 r-PET %30 v-PET	3716,0	26,352
3-%50 r-PET %50 v-PET	3655,0	24,277
4-%30 r-PET %70 v-PET	3602,0	22,475
5-%100 v-PET	2941,0	-
6-%100 r-PET	1454,0	15,305
7-%70 r-PET %30 v-PET	1843,0	46,154
8-%50 r-PET %50 v-PET	1764,0	39,889
9-%30 r-PET %70 v-PET	1646,0	30,531
10-%100 v-PET	1261,0	-
11-%100 r-PET	806,7	7,388
12-%70 r-PET %30 v-PET	945,8	25,905
13-%50 r-PET %50 v-PET	1075,6	43,184
14-%30 r-PET %70 v-PET	864,7	15,109
15-%100 v-PET	751,2	-

3.6. Dökümlülük Tayini

Kumaşların dökümlülük sonuçları ve değişimleri v-PET kumaşa göre Çizelge 3.7.' de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Dökümlülük sonuçları

Numune Kodu	Dökümlülük (%)	Dökümlülük değişimi (%)
1-%100 r-PET	92,9385	-2,990
2-%70 r-PET %30 v-PET	89,4786	-6,602
3-%50 r-PET %50 v-PET	91,9590	-4,013
4-%30 r-PET %70 v-PET	88,6756	-7,440
5-%100 v-PET	95,8032	-
6-%100 r-PET	97,5982	0,168
7-%70 r-PET %30 v-PET	96,1966	-1,271
8-%50 r-PET %50 v-PET	96,5484	-0,910
9-%30 r-PET %70 v-PET	95,9230	-1,552
10-%100 v-PET	97,4347	-

Numune Kodu	Dökümlülük (%)	Dökümlülük değişimi (%)
11-%100 r-PET	98,7639	0,927
12-%70 r-PET %30 v-PET	96,1944	-1,698
13-%50 r-PET %50 v-PET	97,8471	-0,009
14-%30 r-PET %70 v-PET	97,7479	-0,111
15-%100 v-PET	97,8563	-

3.7. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği

Kumaşların bağlı su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçları ve kumaşların v-PET kumaşa göre bağlı su buharı geçirgenliği değişimleri Çizelge 3.8.' de verilmiştir..

Çizelge 3.8. Bağlı su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçları

Numune Kodu	Bağlı su buharı geçirgenliği (%)	Bağlı su buharı geçirgenliği değişimi (%)
1-%100 r-PET	24,8300	0,000
2-%70 r-PET %30 v-PET	25,8700	4,188
3-%50 r-PET %50 v-PET	27,3700	10,230
4-%30 r-PET %70 v-PET	25,3700	2,175
5-%100 v-PET	24,8300	-
6-%100 r-PET	20,6000	-13,445
7-%70 r-PET %30 v-PET	25,4700	7,017
8-%50 r-PET %50 v-PET	25,8700	8,697
9-%30 r-PET %70 v-PET	24,0000	0,840
10-%100 v-PET	23,8000	-
11-%100 r-PET	19,5000	3,011
12-%70 r-PET %30 v-PET	24,4000	28,896
13-%50 r-PET %50 v-PET	22,4300	18,489
14-%30 r-PET %70 v-PET	20,2000	6,709
15-%100 v-PET	18,9300	-

3.8. Isıl Özellikler

Kumaşların; ısı iletkenlik, ısı ısırganlık ve ısı direnç gibi ısı özelliklerinin ölçüm sonuçları ve kumaşların v-PET kumaşa göre ısı özelliklerinin değişimleri Çizelge 3.9.' da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Isıl özellik ölçüm sonuçları

Numune Kodu	Isıl iletkenlik (W/m K)	Isıl iletkenlik değişimi (%)	Isıl soğurganlık ($Ws^{1/2}/m^2 K$)	Isıl soğurganlık değişimi (%)	Isıl direnç ($m^2 K/W$)	Isıl direnç değişimi (%)
1-%100 r-PET	0,0318	1,923	31,9567	0,000	0,1268	0,000
2-%70 r-PET %30 v-PET	0,0317	1,603	36,1633	13,163	0,1044	-17,666
3-%50 r-PET %50 v-PET	0,0312	0,000	35,8000	12,027	0,1068	-15,773
4-%30 r-PET %70 v-PET	0,0315	0,962	38,1433	19,359	0,1034	-18,454
5-%100 v-PET	0,0312	-	31,9567	-	0,1268	-
6-%100 r-PET	0,0361	12,461	51,8300	3,028	0,1117	-16,766
7-%70 r-PET %30 v-PET	0,0322	0,312	50,9633	1,305	0,1090	-18,778
8-%50 r-PET %50 v-PET	0,0319	-0,623	55,3267	9,979	0,1143	-14,829
9-%30 r-PET %70 v-PET	0,0349	8,723	56,5000	12,311	0,1038	-22,653
10-%100 v-PET	0,0321	-	50,3067	-	0,1342	-
11-%100 r-PET	0,0332	2,469	68,4033	16,069	0,1624	-11,978
12-%70 r-PET %30 v-PET	0,0351	8,333	68,3467	15,973	0,1151	-37,615
13-%50 r-PET %50 v-PET	0,0316	-2,469	62,6000	6,222	0,1481	-19,729
14-%30 r-PET %70 v-PET	0,0332	2,469	59,0433	0,187	0,1702	-7,751
15-%100 v-PET	0,0324	-	58,9333	-	0,1845	

BÖLÜM 4

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

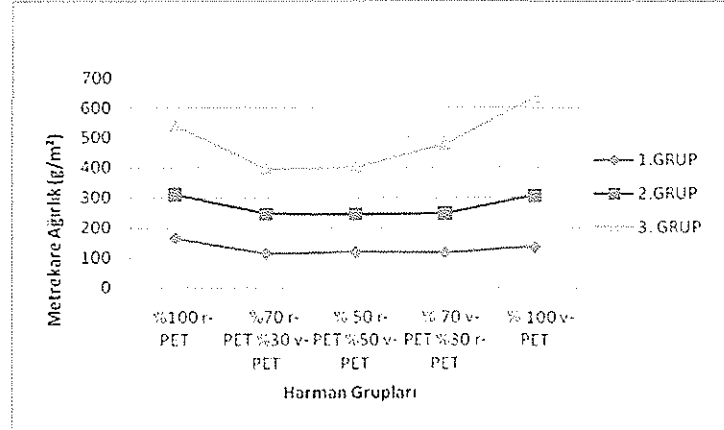
4.1.Üretilen Kumaşların Performans Özelliklerinin Karşılaştırılması

6,10 ve 14 tülbent katından oluşan üç farklı tülbent katında ve harman oranı olarak ta %100 r-PET, %70 r-PET %30 v-PET, %50 r-PET %50 v-PET, %30 r-PET %70 v-PET, %100 v-PET' ten oluşan beş farklı harman oranında 15 farklı kumaş numunesine uygulanan testler doğrultusunda kumaşların performans özellikleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma işleminde tüm kumaşların performans özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir.

Çalışmada kopma mukavemeti, kopma uzaması, eğilme uzunluğu ve direnci, metrekare ağırlık, gramaj ve dökümlülük tayini, su buharı geçirgenliği ve ısı performans testlerinin varyans analizi yapılmıştır.

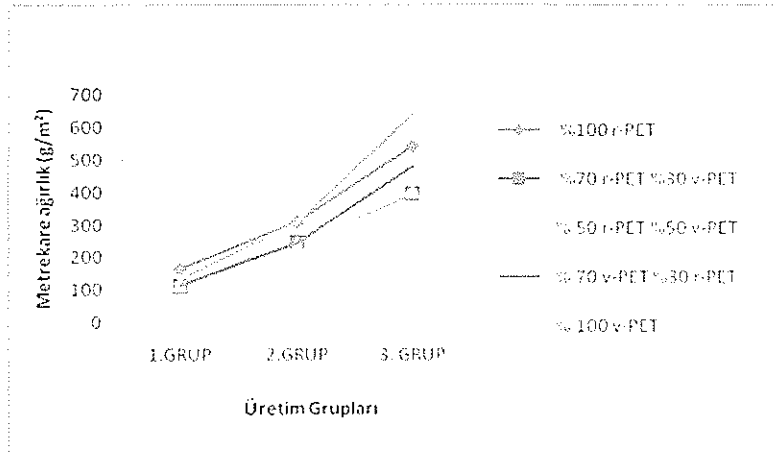
4.1.1. Metrekare Ağırlık

Üretim süresince 6, 10 ve 14 tülbent katından oluşturulan dokusuz yüzey kumaşlarda makine ve ortam şartlarında hiçbir değişiklik yapılmamasına karşın üretilen bazı kumaşlarda aynı üretim grubunda %30' lara varan metrekare ağırlık değişimi saptanmıştır. Bu değişimin, üretim öncesi enine kesit, elyaf uzunluğu değerlerinde farklılık olmayışı nedeniyle malzemeden kaynaklanmadığı düşünülmektedir. Bu farklılık üretim yapılan makinenin ve üretim şartlarının çok hassas olmamasından kaynaklanabilir. Harman gruplarının üretim gruplarına göre metrekare ağırlıklarına ait grafik Şekil 4.1.' de verilmiştir.



Şekil 4.1. Harman gruplarının üretim gruplarına göre metrekare ağırlıkları

Şekil 4.1.'de gösterilen grafikte %100 v-PET ve % 100 r-PET' in metrekare ağırlıklarının her üretim grubu için birbirlerine yakın oldukları fakat harman oranı %70 r-PET %30 v-PET, %50 r-PET %50 v-PET ve %30 r-PET %70 v-PET gibi değişen kumaşlarda metrekare ağırlıklarının %100'lük gruptan daha aşağıda olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.2. Üretim gruplarına göre harman gruplarının metrekare ağırlıkları

Şekil 4.2.'de üretim gruplarının harman oranlarına göre değişimleri verilirken, Şekil 4.2.'de farklı harman gruplarının üretim grupları farkına göre metrekare ağırlık değişimleri gösterilmiştir. Şekil 4.2.'deki doğrusal grafiğin artan tülbent kat sayısı etkisiyle doğru orantılı olarak değiştiğini gözlemlenmiştir.

İstatistiksel olarak inceleme;

Çizelge 4.1.'de tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin kumaşların metrekare ağırlık varyans analizi sonuçları gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin kumaş numuneleri üzerinde yarattığı etki istatistiksel açıdan metrekare ağırlık üzerinde önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 4.1. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin metrekare ağırlık varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	2317,804	,000
Harman Oranı	101,533	,000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	31,724	,000

Çizelge 4.2'de farklı üretim grupları arasında kumaşların metrekare ağırlık varyans analizi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlarına göre farklı üretim grupları arasında metrekare ağırlık değerleri istatistiksel olarak %95 güven seviyesi için önemli olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Çalışma, kat sayılarının ve harman oranlarının değiştirilmesi üzerine kurulu olduğu için istatistiksel olarak ortaya çıkan bu sonuçlar çalışmanın amacına uygun gerçekleştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.2 Farklı üretim grupları arasında kumaşların metrekare ağırlık varyans analizi sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (g/m^2)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	129,560	6 Kat	10 Kat	-141,1150000*	5,30471331	,000
10 Kat	270,675		14 Kat	-358,4800000*	5,30471331	,000
14 Kat	488,040	14 Kat	10 Kat	217,3650000*	5,30471331	,000

Çizelge 4.3. 'te SPSS' ten alınan iki farklı sonuç birleştirilmiştir. İlk iki sütun her harman grubunun ortalama ağırlığını vermekte son dört sütunda harman grupları arasındaki varyans analizini göstermektedir. Burada PET ile gösterilen kısaltma metin içindeki v-Pet' e karşılık gelmektedir.

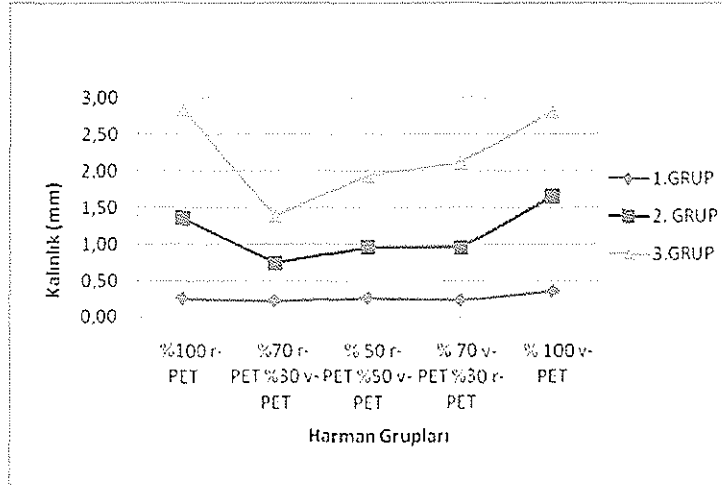
Çizelge 4.3. 'de Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin metrekare ağırlık özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Harman Oranı	Ortalama(g/m ²)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	334,767	%100r-PET	%70r-PET %30PET	83,0083333*	6,84835544	.000
%70r-PET %30PET	251,758		%50r-PET %50PET	80,7166667*	6,84835544	.000
			%30r-PET %70PET	54,5583333*	6,84835544	.000
			%100PET	-24,9083333*	6,84835544	.006
%50r-PET %50PET	254,050	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	-2,2916667	6,84835544	.997
			%30r-PET %70PET	-28,4500000*	6,84835544	.001
			%100PET	-107,9166667*	6,84835544	.000
%30r-PET %70PET	280,208	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	-26,1583333*	6,84835544	.004
			%100PET	-105,6250000*	6,84835544	.000
%100PET	359,675	%30r-PET %70PET	%100PET	-79,4666667*	6,84835544	.000

Çizelge 4.3.'de farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin metrekare ağırlık özelliklerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. %95 güven seviyesi için %100r-PET ile %100 v-PET harmanlı kumaşların metrekare ağırlık değerlerinin birbirinden farklı olmadığı aynı şekilde %70r-PET %30PET ve %50r-PET %50PET harmanlı kumaşların metrekare ağırlık değerinin farklı olmadığı gözlemlenmiştir. Diğer tüm kumaş numunelerinde harman oranı değişiminin metrekare ağırlık değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

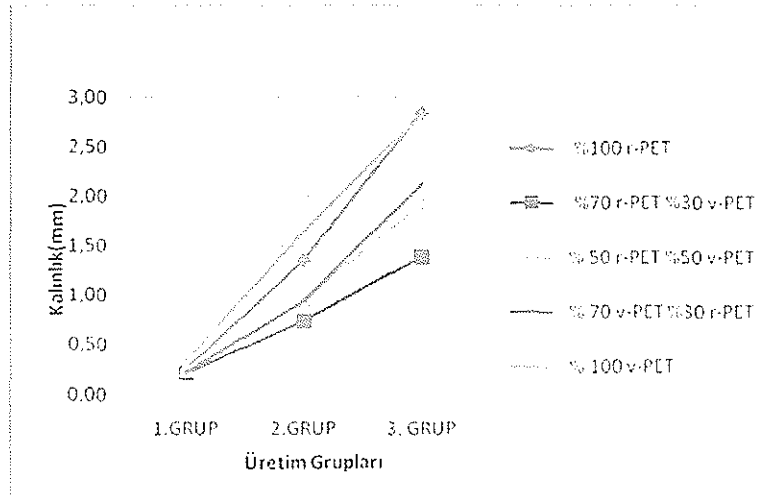
4.1.2. Kumaş Kalınlık Değerlerinin Karşılaştırılması

Şekil 4.3.'te farklı harman oranına göre üretim gruplarının kalınlıkları gösterilmiştir. Şekil 4.3.' te %100 v-PET' ten üretilmiş kumaş numunelerinin her üretim grubu içinde kalınlık değerinin daha yüksek olduğu ve karışım kumaşların kalınlık değerlerinin %100 v-PET ve %100 r-PET kumaş numunelerine göre her üretim grubu içinde daha düşük değerde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.3. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının kalınlıkları

Kalınlık değeri kumaşların tülbent kat sayıları ile doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Şekil 4.4.'deki grafiğe göre farklı üretim gruplarına göre harman gruplarının değerleri incelendiğinde karışım kumaşlarda v-PET %'si artıkça kalınlık değerinin artışı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların kalınlıkları

İstatistiksel olarak inceleme;

Çizelge 4.4.'te deneysel çalışmada kullanılan kumaş numunelerine tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisine ait kalınlık varyans analizi sonuçları verilmiştir. %95 güven seviyesi için tüm parametrelerin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin iki parametrenin birlikte etkisinin kalınlık varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	516,523	0,00
Harman Oranı	36,395	0,00
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	9,599	0,00

Çizelge 4.4'de tülbent sayısına paralel olarak farklı üretim grupları için kalınlık değerinin artışı ve sonucunda istatistiksel olarak üretim grupları farkının kalınlık üzerindeki etkisi anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 4.5. Farklı üretim grupları arasında kumaşların kalınlık varyans analizi sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (mm)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	0,259	6 Kat	10 Kat	-.8685000*	.06122545	.000
10 Kat	1,128		14 Kat	1.9635000*	.06122545	.000
14 Kat	2,223	14 Kat	10 Kat	1.0950000*	.06122545	.000

Bu sonuçlara göre farklı üretim gruplarındaki tülbent kat sayısı değişiminin kalınlık değeri üzerinde istatistiksel olarak %95 güven seviyesi için önemli olduğu görülmüştür ($p < 0,05$).

Çizelge 4.6. 'de farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin kalınlık özelliklerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. %95 güven seviyesi için sonuçlar incelendiğinde %100r-PET ile %100 v -PET harman oranlı kumaş numunelerinin kalınlık değerinde istatistiksel açıdan fark olmadığı görülmüştür. Aynı şekilde %70r-PET %30v-PET ile %50r-PET %50v-PET harmanlı kumaşlar ve %50r-PET %50v-PET ile %30r-PET %70v-PET kumaşların kalınlık değerlerindeki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür. Diğer harman oranlarının, kumaşlar üzerinde etkisi incelendiğinde %95 güven seviyesi için kalınlık değeri açısından önemli olduğu görülmüştür.

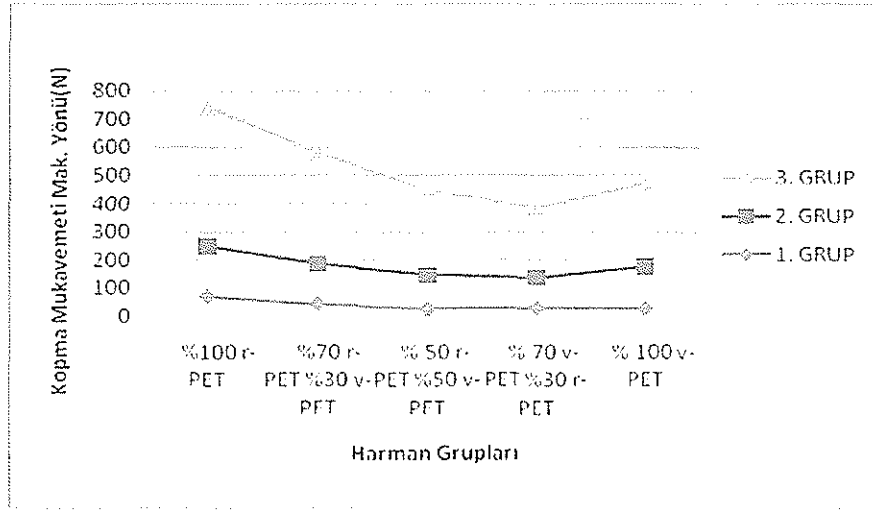
Çizelge 4.6. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin kalınlık özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Harman Oranı	Ortalama (mm)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	1,483	%100r-PET	%70r-PET %30PET	,7033333*	,07904171	,000
%70r-PET %30PET	,780		%50r-PET %50PET	,4341667*	,07904171	,000
			%30r-PET %70PET	,3866667*	,07904171	,000
			%100PET	-,1225000	,07904171	,536
%50r-PET %50PET	1,049	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	-,2691667*	,07904171	,012
			%30r-PET %70PET	-,3166667*	,07904171	,002
			%100PET	-,8258333*	,07904171	,000
%30r-PET %70PET	1,097	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	-,0475000	,07904171	,974
			%100PET	-,5566667*	,07904171	,000
%100PET	1,606	%30r-PET %70PET	%100PET	-,5091667*	,07904171	,000

4.1.3. Kopma Dayanımının Belirlenmesi

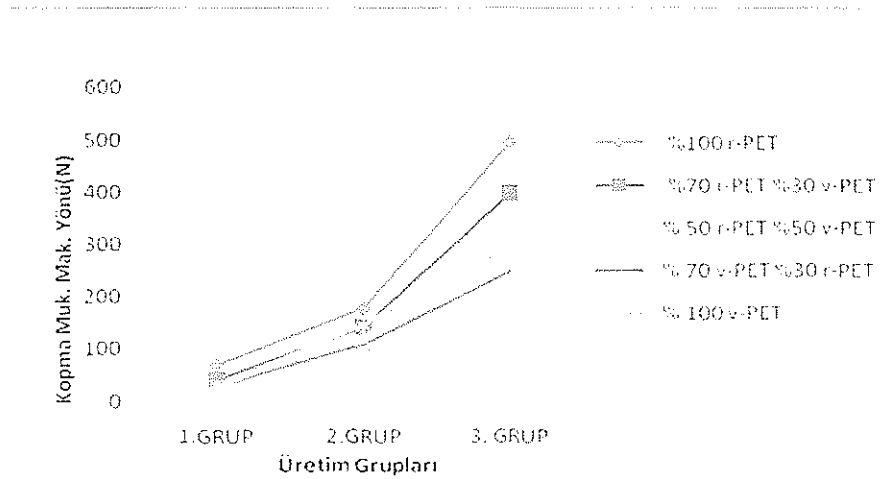
Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da makine üretim yönü doğrultusunda kesilmiş numunelerin kopma mukavemeti değerleri verilmiştir. Şekil 4.5.' ten yola çıkarak %100 r-PET kumaş numunelerinin diğer kumaş numunelerine göre kopma mukavemeti değerlerinin çok daha yüksek olduğu ve karışım kumaşlarda v-PET %' si artıkça kopma dayanımının düştüğü görülmüştür.

Makine üretim yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma mukavemeti



Şekil 4.5. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının makine yönü üretim doğrultusundaki numunelerin kopma mukavemeti değerleri

Şekil 4.6. incelendiğinde, üretim gruplarında tülbent katı sayısı artıkça kopma dayanımı değerinin doğrusal olarak arttığı gözlemlenmiştir. Tülbent kat sayısı artışı ile makine yönü doğrultusu yönünde alınan numune sonuçları arasında doğru orantılı ilişki gözlemlenmiştir.



Şekil 4.6. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma mukavemeti değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.7.'deki sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde %95 güven seviyesi için tülbent kat sayısındaki artış, harman oranı değişimi ve iki parametrenin bileşik etkisinin makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma mukavemeti değeri için önemli etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.7. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin makine yönü doğrultusunda alınan numunelerde kopma mukavemeti varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	1239.183	.000
Harman Oranı	64.934	.000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	19.835	.000

Çizelge 4.8. tülbent kat sayısı artışına dayandırılarak değişen üretim gruplarının %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak incelediğinde makine yönü doğrultusunda alınan kumaş numunelerin kopma mukavemeti değeri açısından önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8 Farklı üretim grupları arasında makine yönü doğrultusunda alınan kumaş numunelerin kopma mukavemeti varyans analizi sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (N)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	38.840	6 Kat	10 Kat	-100.3994500 [†]	6.20947779	.000
10 Kat	139.240		14 Kat	-301.1670263 [†]	6.29065088	.000
14 Kat	347.805	14 Kat	10 Kat	200.7675763 [†]	6.29065088	.000

Çizelge 4.9. incelendiğinde %50r-PET %50v-PET harmanlı kumaşlar ile %30r-PET %70PET, %100v-PET harmanlı kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin kopma mukavemeti değerlerinde %95 güven seviyesi için istatistiksel

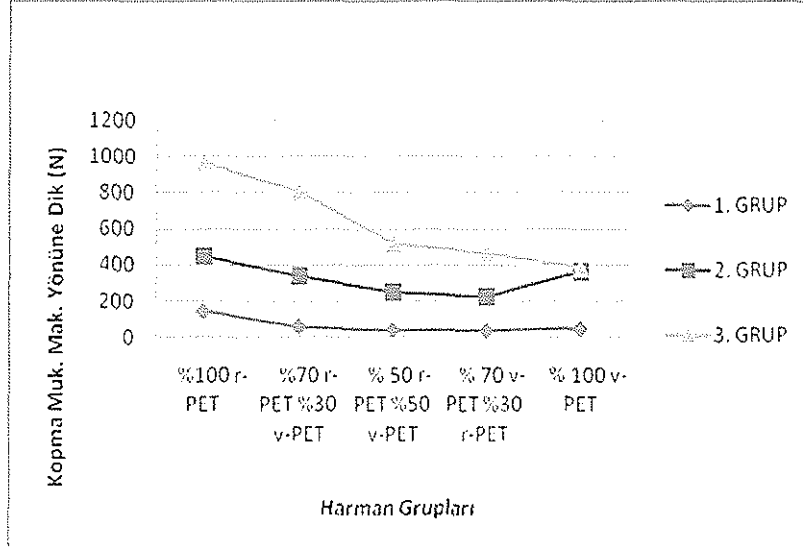
olarak fark görülmemiştir. Aynı şekilde %30r-PET %70v-PET harmanlı kumaşlar ile %100v-PET harmanlı kumaşlardan alınan numunelerin kopma mukavemeti değerlerinde de harman oranı farklılığının istatistiksel olarak bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. %100 r-PET harmanlı kumaşlarda kopma mukavemeti değerleri ise istatistiksel olarak diğer harmanlardan farklı olduğu bu incelemeden çıkarılan diğer bir sonuçtur.

Çizelge 4.9. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerde kopma mukavemeti değerleri ait varyans analiz sonuçları

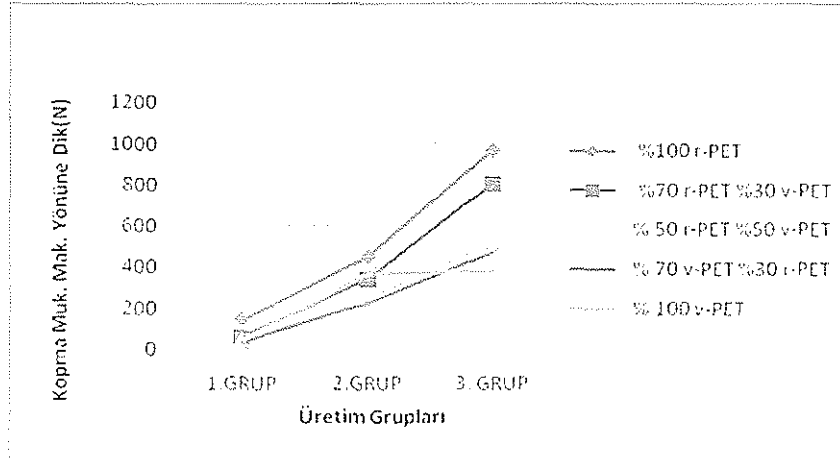
Harman Oranı	Ortalama (N)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	248,030	%100r-PET	%70r-PET %30PET	31.3456136*	8.19656770	.004
%70r-PET %30PET	194,146		%50r-PET %50PET	76.2556970*	8.19656770	.000
			%30r-PET %70PET	97.3446970*	8.19656770	.000
			%100PET	68.5738636*	8.19656770	.000
%50r-PET %50PET	149,236	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	44.9100833*	8.01640136	.000
			%30r-PET %70PET	65.9990833*	8.01640136	.000
			%100PET	37.2282500*	8.01640136	.000
%30r-PET %70PET	128,147	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	21.0890000	8.01640136	.082
			%100PET	-7.6818333	8.01640136	.872
%100PET	156,917	%30r-PET %70PET	%100PET	-28.7708333*	8.01640136	.007

Makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin kopma mukavemeti

Şekil 4.7.ve Şekil 4.8.'de makine üretim yönüne dik doğrultuda numuneleri alınan kumaşların kopma dayanımı değerleri verilmektedir. Makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin test sonuçlarına benzer olarak %100 r-PET kumaş numunelerinin diğer numunelere göre daha yüksek kopma dayanımına sahip olduğu ve karışım kumaşlarda r-PET %'si artıkça kopma dayanımında belirgin bir artış oluşmuştur.



Şekil 4.7. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin kopma mukavemeti değerleri



Şekil 4.8. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin kopma mukavemeti değerleri

Makine üretim yönü doğrultusuna dik yönde alınan kumaş numunelerinin üretim gruplarının tülbent kat sayısının artırılmasına paralel olarak kopma dayanımı değerlerinin yükseldiği görülmüştür.

Kopma dayanımı değerleri ve % değişimleri incelendiğinde özellikle makine üretim yönü doğrultusu numunelerinin makine üretim yönü doğrultusuna dik yönündekilere göre daha düşük değerde olduğu görülmüştür. Bu durum üretim aşamasında iğne tablasının dikdörtgen yapısı ile kumaşın eni doğrultusunda daha fazla işlenmesi ve kumaş tülbentlerin

iğnelenmeden önce lif oryantasyonu yönünün değiştirilmesi ile açıklanabilir. Ayrıca lif oryantasyonu yine makine üretim yönüne dik doğrultuda yerleşmiştir.

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.10.'da tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin makine yönüne dik doğrultuda alınan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti varyans analizi sonuçları incelendiğinde bunların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.10. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin makine yönüne dik doğrultuda alınan kumaş numunelerinde kopma mukavemeti varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	540.183	.000
Harman Oranı	58.095	.000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	20.009	.000

Farklı üretim grupları arasında makine yönüne dik doğrultuda alınan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti varyans analizi sonuçlarını gösteren Çizelge 4.11.'de tülbent kat sayısı artışının istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Çizelge 4.11. Farklı üretim grupları arasında makine yönüne dik doğrultuda alınan kumaş numunelerinin kopma mukavemeti varyans analizi sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (N)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	64.208	6 Kat	10 Kat	- 260.0865500 [†]	17.11783618	.000
10 Kat	324.295		14 Kat	- 562.1232500 [†]	17.11783618	.000
14 Kat	626.331	14 Kat	10 Kat	302.0367000 [†]	17.11783618	.000

Çizelge 4.12. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin kopma mukavemeti değerleri ait varyans analiz sonuçları

verilmiştir. Bu sonuçlara göre makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerde harman oranı değişiminin kopma mukavemeti değeri istatistiksel olarak incelendiğinde; %50r-PET %50v-PET ile %30r-PET %70v-PET, %100v-PET harmanlı kumaşlarda fark olmadığı aynı şekilde %30r-PET %70v-PET ile %100v-PET harmanlı kumaşlarda da kopma mukavemeti değeri açısından önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Diğer tüm kumaş numunelerinde harman oranı değişiminin kopma mukavemeti değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

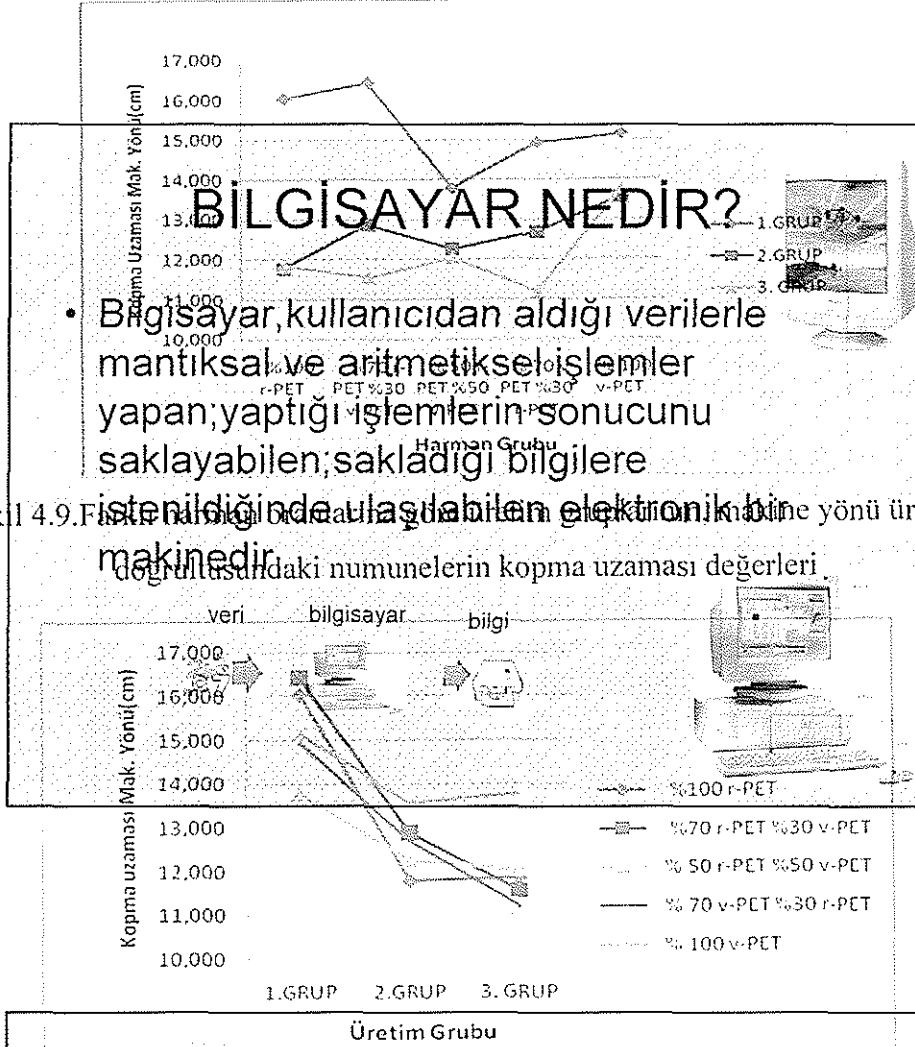
Çizelge 4.12. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin kopma mukavemeti değerleri ait varyans analiz sonuçları

Harman Oranı	Ortalama (N)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	519.494	%100r-PET	%70r-PET %30PET	119.4613333*	22.09903148	.000
%70r-PET %30PET	400.032		%50r-PET %50PET	251.9491667*	22.09903148	.000
			%30r-PET %70PET	278.6266667*	22.09903148	.000
			%100PET	256.0405000*	22.09903148	.000
%50r-PET %50PET	267.544	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	132.4878333*	22.09903148	.000
			%30r-PET %70PET	159.1653333*	22.09903148	.000
			%100PET	136.5791667*	22.09903148	.000
%30r-PET %70PET	240.867	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	26.6775000	22.09903148	.747
			%100PET	4.0913333	22.09903148	1.000
%100PET	263.453	%30r-PET %70PET	%100PET	-22.5861667	22.09903148	.844

4.1.4. Kopma Uzaması

Makine üretim yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma uzaması

Şekil 4.9. ve 4.10. incelendiğinde makine üretim yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma uzaması değerlerinin aynı üretim grubu içerisinde önemli bir değişiklik göstermediği görülmüştür. Ayrıca üretim grupları arasında tülbent kat sayısı artışı oldukça kopma uzaması değerinin düştüğü ortaya çıkmıştır. Bu durum kalınlık artışının uzama üzerindeki ters orantılı ilişkisi ile açıklanabilmektedir.



Şekil 4.10. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönü

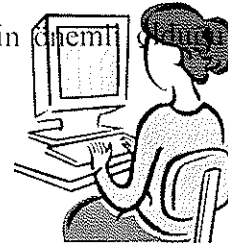
Bilgisayarın özellikleri

İstatistiksel Olarak İnceleme.

- İşlem yaparken hızlıdırlar.

Çizelge 4.1.Yorulmazların tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin makine yönü doğrultusunda üretilen numunelerin kopma uzaması varyans analizi sonuçları incelendiğinde %95 güven seviyesinde tüm parametrelerin önemi görülmüştür (p<0.05).

- Saklamazlar
- Programlanabilirler
- Kendi başlarına bir iş yapmazlar.



Çizelge 4.13. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin kopma uzaması varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	5,790	,001
Harman Oranı	82,551	,000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	4,328	,001

Çizelge 4.14 Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin kopma uzaması varyans analizi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre farklı tülbent kat sayısında üretilen kumaşların kopma uzaması değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde %95 güven seviyesi için 10 ve 14 tülbent katlı kumaşların kopma uzaması değerlerinde istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.14 Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin kopma uzaması varyans analizi sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (cm)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	15.258	6 Kat	10 Kat	2.6291 [*]	.26456	.000
10 Kat	12.629		14 Kat	3.1807 [*]	.26456	.000
14 Kat	12.077	14 Kat	10 Kat	-.5516	.26456	.104

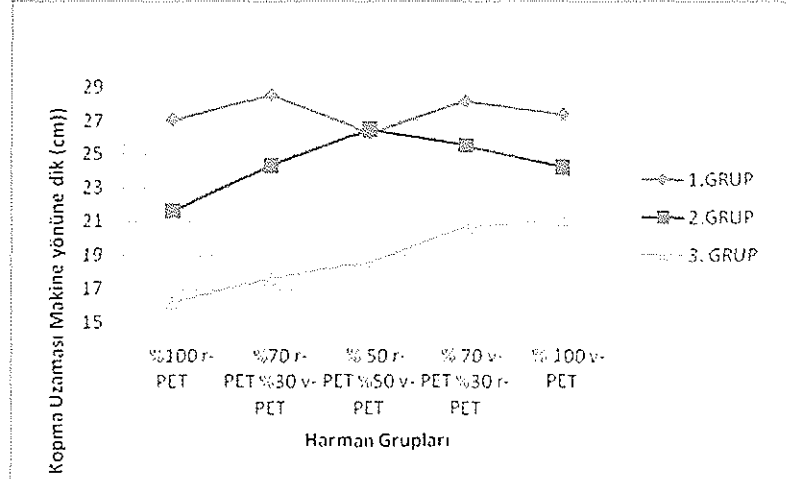
Çizelge 4.15.'e göre makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin kopma uzaması değerleri üzerinde harman oranının etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde %50r-PET %50v-PET ile %100v-PET harman oranının kopma uzaması değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu diğer harman oranlarının ise %95 güven seviyesi için bir farklılık göstermediği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin kopma uzaması değerlerine ait varyans analiz sonuçları

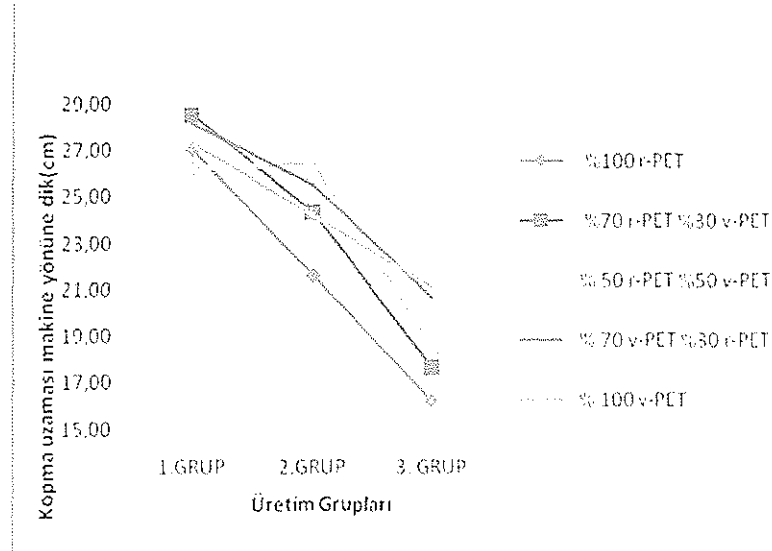
Harman Oranı	Ortalama (cm)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	13.217	%100r-PET	%70r-PET %30PET	-.4017	.34154	.765
%70r-PET %30PET	13.619		%50r-PET %50PET	.5292	.34154	.537
			%30r-PET %70PET	.2903	.34154	.913
			%100PET	-.9377	.34154	.063
%50r-PET %50PET	12.688	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	.9309	.34154	.066
			%30r-PET %70PET	.6920	.34154	.270
			%100PET	-.5359	.34154	.524
%30r-PET %70PET	12.927	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	-.2389	.34154	.956
			%100PET	-1.4668*	.34154	.001
%100PET	14.155	%30r-PET %70PET	%100PET	-1.2279*	.34154	.007

Makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin kopma uzaması

Şekil 4.11. ve Şekil 4.12. incelendiğinde makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin kopma uzaması değerlerinde tülbent kat sayısı artışına dayandırılarak değişen üretim gruplarının kat sayısı artıkça kopma uzaması değerinin düştüğü ve harman oranı değişiminde r-PET %'si artıkça kopma uzaması değerinin düştüğü görülmüştür.



Şekil 4.11. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin kopma uzaması değerleri



Şekil 4.12. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin kopma uzaması değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.16' da tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin kopma uzaması varyans analizi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre tülbent kat sayısı ve harman oranı değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu fakat bu iki parametrenin birlikte etkisinin ise %95 güven seviyesi için önemli olmadığı görülmüştür ($p < 0.05$).

Çizelge 4.17. incelendiğinde makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerde kat sayısı artışının istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Çizelge 4.16. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin kopma uzaması varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	4,947	,002
Harman Oranı	112,576	,000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	2,681	,017

Çizelge 4.17. Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin kopma uzaması varyans analizi sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (cm)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	27.468	6 Kat	10 Kat	2.9472*	.57162	.000
10 Kat	24.521		14 Kat	8.4637*	.57909	.000
14 Kat	18.866	14 Kat	10 Kat	-5.5165*	.57909	.000

Çizelge 4.18. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin kopma uzaması değerlerine ait varyans analiz sonuçları

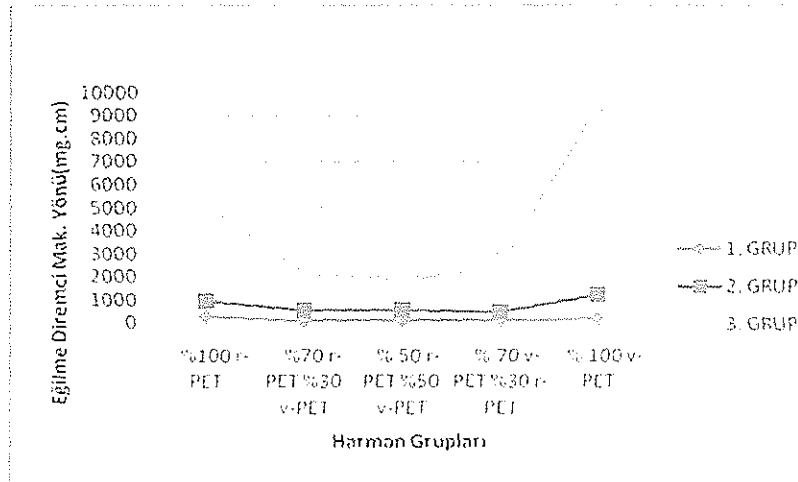
Harman Oranı	Ortalama (cm)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	21.639		%70r-PET %30PET	-1.3899	.75454	.363
%70r-PET %30PET	23.521	%100r-PET	%50r-PET %50PET	-1.7590	.75454	.154
			%30r-PET %70PET	-2.6692*	.75454	.008
			%100PET	-2.1109	.75454	.056
%50r-PET %50PET	23.890	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	-.3691	.73795	.987
			%30r-PET %70PET	-1.2792	.73795	.425
			%100PET	-.7210	.73795	.864
%50r-PET %70PET	24.800	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	-.9102	.73795	.732
			%100PET	-.3519	.73795	.989
%100PET	24.242	%30r-PET %70PET	%100PET	.5582	.73795	.942

Çizelge 4.18.' de tüm harman oranlarının kopma uzaması üzerindeki etkisi incelendiğinde kopma uzaması değeri için harman oranının istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Ayrıca kopma uzaması değerinin, makine üretim yönü doğrultusu yönünde alınan numunelerin dik yönde alınan numunelere göre daha düşük kopma uzaması değerlerine sahip olduğu görülmüştür ($p>0,05$). Bu sonuç kopma mukavemeti değerinin, kopma uzaması değeri üzerinde doğru orantılı olarak etkili olması ile açıklanabilmektedir.

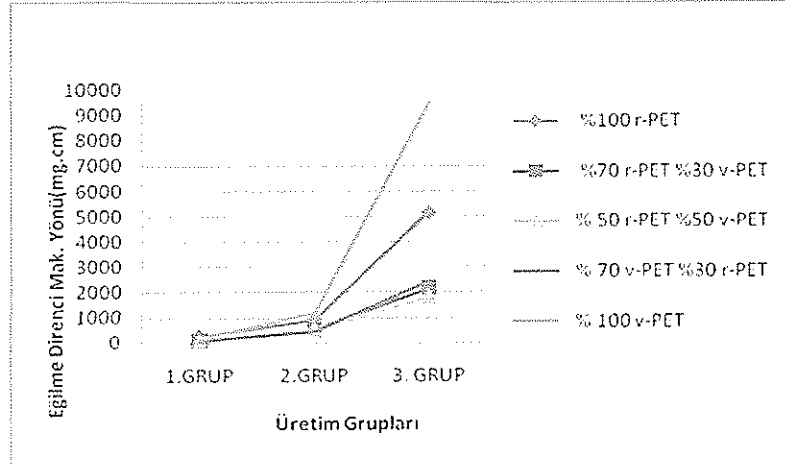
4.1.5.Eğilme Dayanımının Belirlenmesi

Makine üretim yönü doğrultusunda alınan numunelerin eğilme direnci

Şekil 4.13.' de ve Şekil 4.14.' te makine üretim yönü doğrultusunda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri incelendiğinde, tülbent kat sayısı artışına bağlı olarak eğilme direnci değerinin arttığı ve karışım kumaşların eğilme direnci değerlerinin %100 kumaşlara göre daha düşük eğilme direnci değerine sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 4.13.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, makine yönü üretim doğrultusundaki numunelerin eğilme direnci değerleri



Şekil 4.14. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.19’da tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin eğilme direnci varyans analizi sonuçları verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde makine yönü doğrultuda alınan numuneler için tüm parametrelerin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Çizelge 4.19. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin makine yönü doğrultusunda alınan numunelerin eğilme direnci varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	2591.530	.000
Harman Oranı	461.644	.000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	330.617	.000

Çizelge 4.20.’ de farklı üretim grupları arasında kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin eğilme direnci varyans analizi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre makine üretim yönü doğrultusunda alınan numuneler için eğilme direnci test sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde %95 güven seviyesi için üretim gruplarındaki tülbent kat sayısı artışının önemli derecede etkili olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Çizelge 4.21. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin eğilme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Karışım oranlarındaki değişim istatistiksel olarak incelendiğinde, %70r-PET %30v-PET harmanlı kumaş numuneleri ile %50r-PET %50v-PET ve %30r-PET %70v-

PET harmanlı kumaş numunelerinin eğilme direnci değerlerinin %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak bir fark taşımadığı, aynı şekilde %50r-PET %50v-PET ile %30r-PET %70v-PET harmanlı kumaşların eğilme direnci değerlerinde de geçerli olduğu görülmüştür. Bu harmanlar dışında diğer tüm harman oranlarının eğilme direnci değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Çizelge 4.20. Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerde eğilme direnci varyans analizi sonuçları

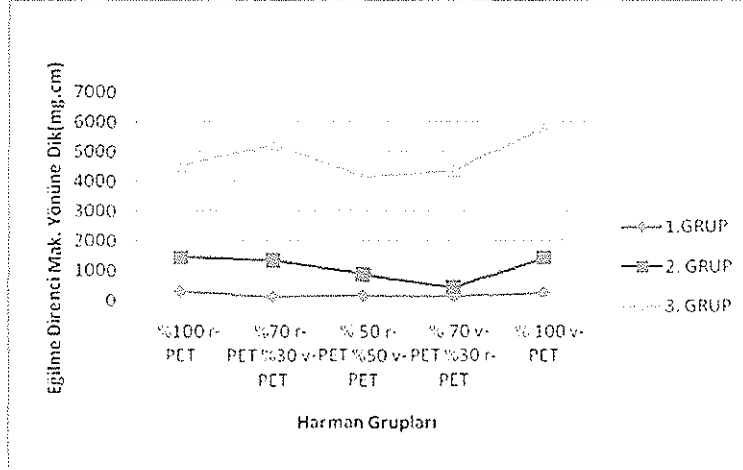
Tülbent kat sayısı	Ortalama (mg. cm)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	135.345	6 Kat	10 Kat	-590,7895000 [*]	62,26934892	.000
10 Kat	726.135		14 Kat	-4,1439145E3	62,26934892	.000
14 Kat	4279.260	14 Kat	10 Kat	3,5531250E3	62,26934892	.000

Çizelge 4.21. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine yönü doğrultusunda alınan numunelerinin eğilme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Harman Oranı	Ortalama (mg. cm)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	2145.265	%100r-PET	%70r-PET %30PET	1,1950775E3	80,38938378	.000
%70r-PET %30PET	950.187		%50r-PET %50PET	1,3280200E3	80,38938378	.000
			%30r-PET %70PET	1,1667600E3	80,38938378	.000
			%100PET	-1,5314333E3	80,38938378	.000
%50r-PET %50PET	817.245	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	132,9425000	80,38938378	.472
			%30r-PET %70PET	-28,3175000	80,38938378	.997
			%100PET	-2,7265108E3	80,38938378	.000
%30r-PET %70PET	978.505	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	-161,2600000	80,38938378	.280
			%100PET	-2,8594533E3	80,38938378	.000
%100PET	3676.698	%30r-PET %70PET	%100PET	-2,6981933E3	80,38938378	.000

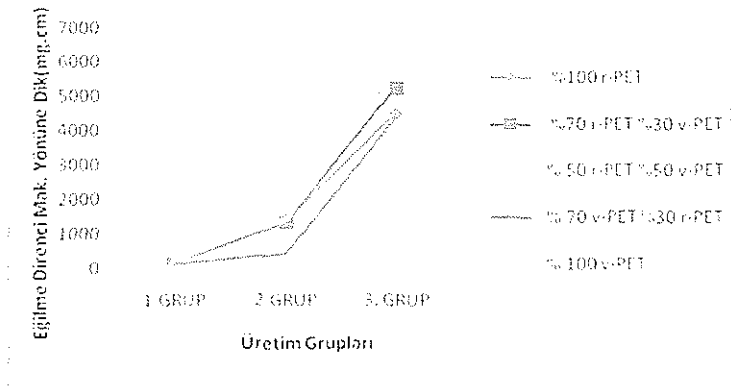
Makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin eğilme direnci

Şekil 4.15.'te farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri incelendiğinde tülbent kat sayısı artışına bağlı olarak eğilme direnci değerinin arttığı görülmüştür.



Şekil 4.15.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri

Şekil 4.16.' da üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri verilmiştir. Şekil 4.16. incelendiğinde, aynı üretim grupları içerisinde harman oranı farklılığına bağlı olarak r-PET %'si artııkça eğilme direnci değerinde hafif bir artış gösterdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.16.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin eğilme direnci değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.22'da tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin eğilme direnci varyans analizi sonuçları verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numuneler için tüm parametrelerin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Çizelge 4.22. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerde eğilme direnci varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	540.183	.000
Harman Oranı	58.095	.000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	20.009	.000

Çizelge 4.23. Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin eğilme direnci varyans analizi sonuçları verilmiştir. Makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numuneler için eğilme direnci test sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde %95 güven seviyesi için üretim gruplarındaki tülbent kat sayısı artışının önemli derecede etkili olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Tülbent kat sayısının artırılması ile kumaşın metrekare ağırlık ve kalınlık değerleri artmıştır. Bu da eğilme direnci değerinin artmasına sebep olmuştur. Ayrıca eğilme direnci test sonuçları incelendiğinde makine üretim yönü doğrultusunda alınan numunelerin, makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelere göre daha düşük değer gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4.23. Farklı üretim grupları arasında kumaşların makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin eğilme direnci varyans analizi sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (mg. cm)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	64.208	6 Kat	10 Kat	- 260.0865500*	17.11783618	.000
10 Kat	324.295		14 Kat	- 562.1232500*	17.11783618	.000
14 Kat	626.331	14 Kat	10 Kat	302.0367000*	17.11783618	.000

Çizelge 4.24. incelendiğinde karışım oranlarındaki değişim; istatistiksel olarak incelendiğinde %50 r-PET %50 v-PET harmanlı kumaşların makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin eğilme direnci değerlerinin %95 güven seviyesi için %100 v-PET ve %30 r-PET %70 v-PET harmanlı kumaş numunelerinin eğilme direnci değerinden farklı olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Ayrıca %30 r-PET %70 v-PET harmanlı kumaşlarla %30r-PET %70v-PET harmanlı kumaşların da eğilme direnci değerleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık gözlemlenmemiştir. Diğer harman oranlarının eğilme direnci değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu çıkarılan diğer bir sonuçtur($p<0.05$).

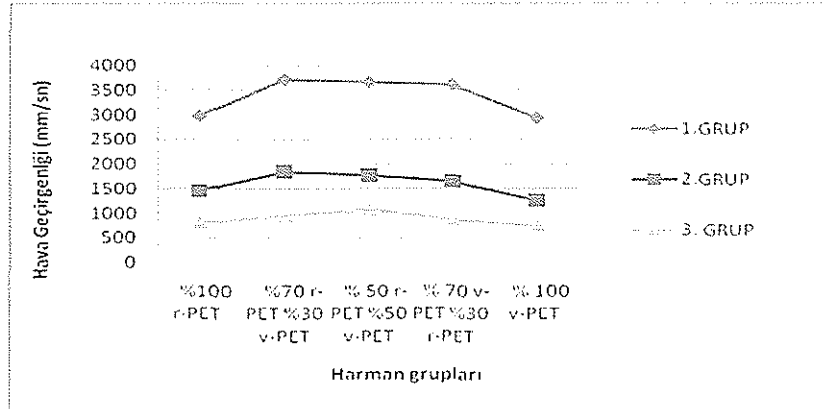
Çizelge 4.24. Farklı harman oranında üretilmiş kumaşların makine üretim yönüne dik doğrultuda alınan numunelerinin eğilme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Harman Oranı	Ortalama (mg. cm)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	519.494	%100r-PET	%70r-PET %30PET	119.4613333 [†]	22.09903148	.000
%70r-PET %30PET	400.032		%50r-PET %50PET	251.9491667 [†]	22.09903148	.000
			%30r-PET %70PET	278.6266667 [†]	22.09903148	.000
			%100PET	256.0405000 [†]	22.09903148	.000
%50r-PET %50PET	267.544	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	132.4878333 [†]	22.09903148	.000
			%30r-PET %70PET	159.1653333 [†]	22.09903148	.000
			%100PET	136.5791667 [†]	22.09903148	.000
%30r-PET %70PET	240.867	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	26.6775000	22.09903148	.747
			%100PET	4.0913333	22.09903148	1.000
%100PET	263.453	%30r-PET %70PET	%100PET	-22.5861667	22.09903148	.844

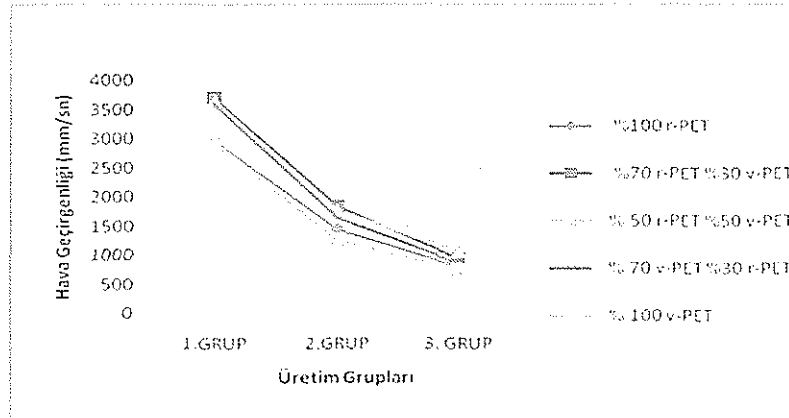
4.1.6. Hava geçirgenliğinin Belirlenmesi

Şekil 4.17. ve Şekil 4.18'te sırası ile farklı harman oranlarına göre tülbent kat sayısı, hava geçirgenliği değerleri ve üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların hava geçirgenliği değerleri verilmiştir. Şekil 4.17.'de karışım kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin %100 kumaşlara göre daha yüksek değer gösterdiği sonucuna varılabilir. Ayrıca şekil 4.18 incelendiğinde tülbent kat sayısı artışının kumaşların hava

geçirgenliği değeri üzerinde ters orantılı etki göstererek bu değerin azalmasına neden olması ile açıklanabilir.



Şekil 4.17.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, hava geçirgenliği değerleri



Şekil 4.18.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların hava geçirgenliği değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.25'te tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin hava geçirgenliği değerleri varyans analizi sonuçları verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde alınan numuneler için tüm parametrelerin %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Çizelge 4.25. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin kumaş numunelerde hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	5851.462	.000
Harman Oranı	124.291	.000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	16.508	.000

Çizelge 4.26 incelendiğinde, hava geçirgenliği test sonuçları %95 güven seviyesinde istatistiksel olarak incelendiğinde üretim gruplarının tülbent kat sayısı artışının hava geçirgenliği değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Çizelge 4.26. Farklı üretim grupları arasında kumaş numuneleri hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (mm/sn)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	3377.400	6 Kat	10 Kat	1783.8000*	23.71405	.000
10 Kat	1593.600		14 Kat	2488.6000*	23.71405	.000
14 Kat	888.800	14 Kat	10 Kat	-704.8000*	23.71405	.000

Çizelge 4.27. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin hava geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

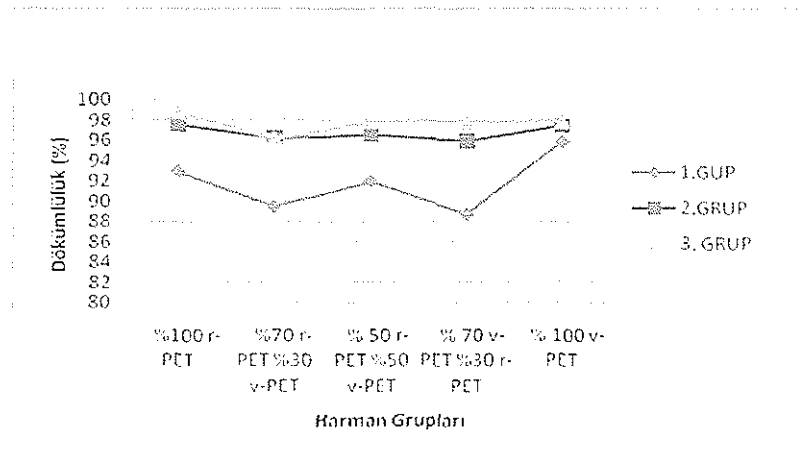
Harman Oranı	Ortalama (mm/sn)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	1744.567	%100r-PET	%70r-PET %30PET	-423.7000*	30.61470	.000
%70r-PET %30PET	2168.267		%50r-PET %50PET	-420.3000*	30.61470	.000
			%30r-PET %70PET	-293.0000*	30.61470	.000
			%100PET	93.5000*	30.61470	.022
%50r-PET %50PET	2164.867	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	3.4000	30.61470	1.000
			%30r-PET %70PET	130.7000*	30.61470	.000
			%100PET	517.2000*	30.61470	.000
%30r-PET %70PET	2037.567	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	127.3000*	30.61470	.001
			%100PET	513.8000*	30.61470	.000
%100PET	1651.067	%30r-PET %70PET	%100PET	386.5000*	30.61470	.000

Çizelge 4.27. incelendiğinde karışım oranlarının %95 güven seviyesinde hava geçirgenliği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak değerlendirildiğinde %100PET ile %100

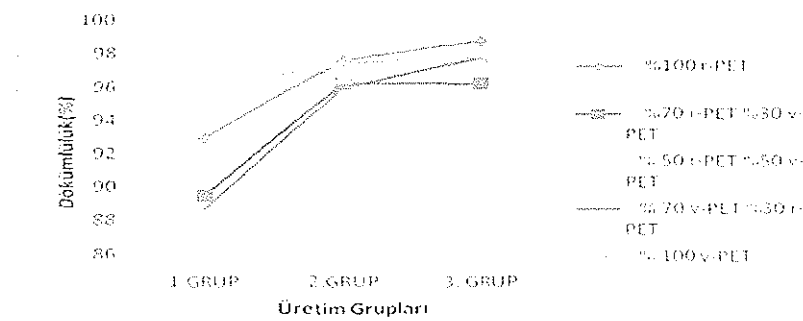
r-PET harmanlı kumaşların birbirinden farklı olmadığı aynı şekilde %50 r-PET %50 PET ile %70 r-PET %30 PET harmanlı kumaşların birbirinden farklı olmadığı görülmektedir. Harman oranı farklılığının diğer tüm kumaş numuneleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu çıkarılan diğer bir sonuçtur ($p < 0.05$).

4.1.7. Dökümlülük Tayini

Şekil 4.19 ve Şekil 4.20.'de sırası ile farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, dökümlülük değerleri ve üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların dökümlülük değerleri verilmiştir. 2. ve 3. üretim grupları için harman oranı değişiminin dökümlülük değeri üzerinde çok fazla bir fark yaratmadığı ve kumaşları tülbent kat sayısı arttıkça dökümlülük değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.19. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, dökümlülük değerleri



Şekil 4.20. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların dökümlülük değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.28.' de tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin kumaş numunelerinin dökümlülük değerlerine ait varyans analiz sonuçları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde dökümlülük değeri üzerinde tüm parametrelerin %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür($p < 0.05$).

Çizelge 4.28. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin kumaş numunelerde dökümlülük değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	135.363	.000
Harman Oranı	15.029	.000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	5.288	.000

Çizelge 4.29'da dökümlülük test sonuçları %95 güven seviyesinde istatistiksel olarak incelendiğinde üretim gruplarının tülbent kat sayısı değerindeki artışa bağlı olarak 10 ve 14 tülbent katlı kumaşların dökümlülük değerlerinde fark olmadığı diğer tülbent kat sayısı değerlerinin birbirleri üzerindeki etkisi incelendiğinde ise bunların dökümlülük değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.29. Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin dökümlülük değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (%)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	91.771	6 Kat	10 Kat	-4.9691600*	.38604103	.000
10 Kat	96.740		14 Kat	-5.9109100*	.38604103	.000
14 Kat	97.682	14 Kat	10 Kat	.9417500*	.38604103	.048

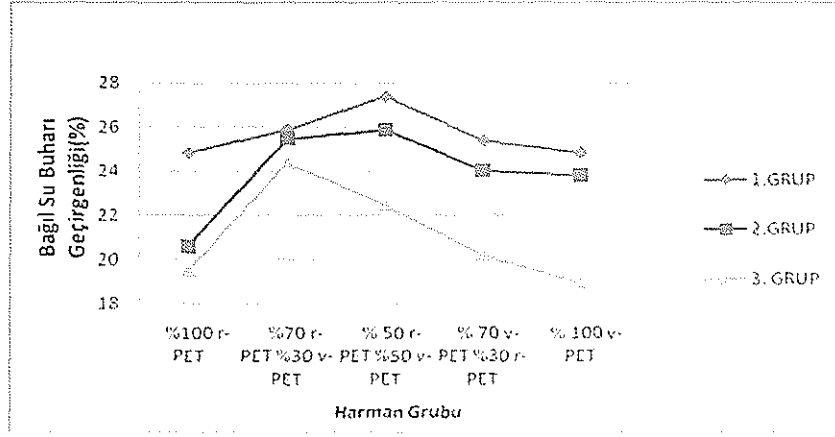
Çizelge 4.30.'da farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin dökümlülük değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlar %95 güven seviyesi için %100r-PET harman oranlı kumaşların dökümlülük değerinin %70r-PET %30v-PET ve %30r-PET %70v-PET harmanlı kumaşların dökümlülük değerlerinin farklı olduğu diğer harman oranlarının birbirleri arasındaki istatistiksel incelemenin ise dökümlülük değeri üzerinde önemli bir etki göstermediği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin dökümlülük değerlerine ait varyans analiz sonuçları

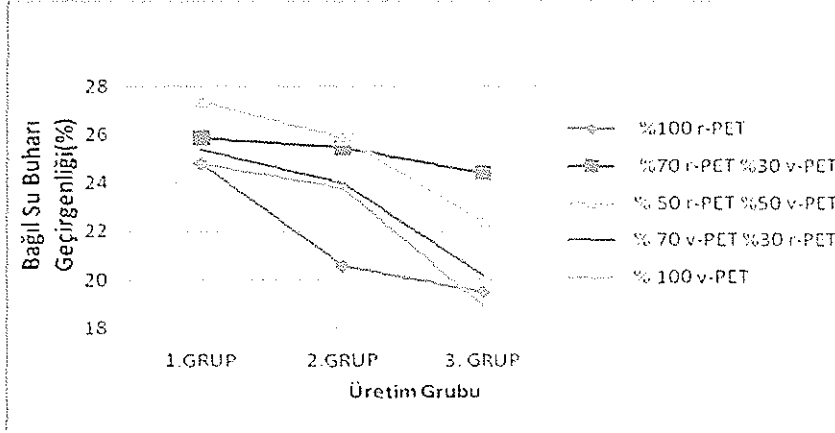
Harman Oranı	Ortalama (%)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	96.434	%100r-PET	%70r-PET %30PET	2.4770167 [*]	.49837682	.000
%70r-PET %30PET	93.957		%50r-PET %50PET	.9820500	.49837682	.297
			%30r-PET %70PET	2.3180583 [*]	.49837682	.000
			%100PET	-.5978750	.49837682	.752
%50r-PET %50PET	95.451	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	-1.4949667 [*]	.49837682	.034
			%30r-PET %70PET	-.1589583	.49837682	.998
			%100PET	-3.0748917 [*]	.49837682	.000
%30r-PET %70PET	94.115	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	1.3360083	.49837682	.073
			%100PET	-1.5799250 [*]	.49837682	.022
%100PET	97.031	%30r-PET %70PET	%100PET	-2.9159333 [*]	.49837682	.000

4.1.8. Bağıl Su Buharı Geçirgenliği

Şekil 4.21. ve Şekil 4.22.'de farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, bağıl su buharı geçirgenliği değerleri ve üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların bağıl su buharı geçirgenliği değerleri verilmiştir. Üretim grupları arasında tülbent kat sayısı artıkcça bağıl su buharı geçirgenliği değerinin düştüğü görülmektedir. Bu durumun kumaşların tülbent kat sayısındaki artışa bağılı olarak kalınlıklarının artması böylece kumaş dokusunda boşlukların azalarak kumaş içerisinde bağıl su buharı geçirgenliği iletiminin azalması ile açıklanabilmektedir. Ayrıca karışım kumaşların %100 kumaşlara göre bağıl su buharı geçirgenliği değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.21. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, bağlı su buharı geçirgenliği değerleri



Şekil 4.22. Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların bağlı su buharı geçirgenliği değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.31.' de tülbent kat sayısı, harman oranı ve bu iki parametrenin kumaş numunelerinin bağlı su buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde bağlı su buharı geçirgenliği değeri üzerinde tüm parametrelerin %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Çizelge 4.31. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin kumaş numunelerde bağlı su buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	73.338	.000
Harman Oranı	21.283	.000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	55.726	.000

Çizelge 4.32.'ye bakılarak farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin bağıl su buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde 6 ve 10 tülbent katlı kumaşların %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak bağıl su buharı geçirgenliği değerlerinin farklı olmadığı diğer kat sayı değerlerinin birbirleri arasındaki incelemede ise istatistiksel olarak kumaşların bağıl su buharı geçirgenliklerinin farklı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.32. Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin bağıl su buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (%)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
6 Kat	.119	6 Kat	10 Kat	.001453333	.0024526267	.825
10 Kat	.118		14 Kat	-.024966667*	.0024526267	.000
14 Kat	.144	14 Kat	10 Kat	.026420000*	.0024526267	.000

Çizelge 4.33. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin bağıl su buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları

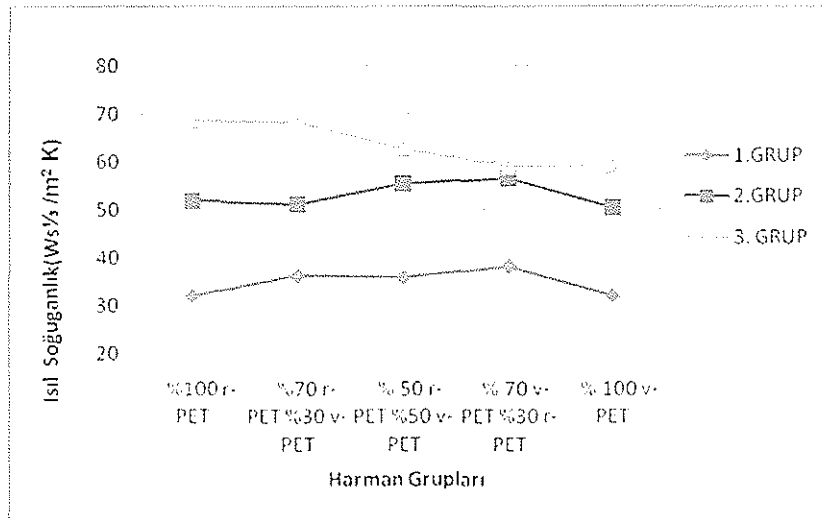
Harman Oranı	Ortalama (%)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	.109	%100r-PET	%70r-PET %30PET	-.020811111*	.0031663275	.000
%70r-PET %30PET	.130		%50r-PET %50PET	-.025722222*	.0031663275	.000
			%30r-PET %70PET	-.020144444*	.0031663275	.000
			%100PET	-.023533333*	.0031663275	.000
%50r-PET %50PET	.134	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	-.004911111	.0031663275	.539
			%30r-PET %70PET	.000666667	.0031663275	1.000
			%100PET	-.002722222	.0031663275	.909
%30r-PET %70PET	.129	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	.005577778	.0031663275	.414
			%100PET	.002188889	.0031663275	.957
%100PET	.132	%30r-PET %70PET	%100PET	-.003388889	.0031663275	.820

Çizelge 4.33.'de farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin bağıl su buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, %100r-PET harmanının diğer tüm harmanlarla ilişkisi incelendiğinde bağıl su buharı geçirgenliği değeri için istatistiksel olarak önemli etkiye sahip oldukları diğer harman oranlarının ise istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

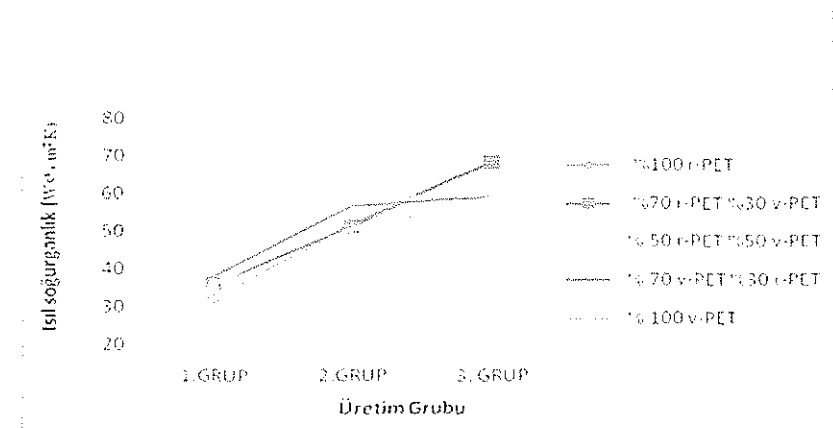
4.1.9. Isıl Özellikler

4.1.9.1. Isıl Soğurganlık

Şekil 4.23. ve Şekil 4.24. incelendiğinde kumaşların tülbent kat sayısı değerleri arttıkça ısı soğurganlık değerinin arttığı ve aynı üretim grubu içerisinde farklı harman oranlarının ısı soğurganlık değerini çok fazla değiştirmedeği görülmüştür.



Şekil 4.23.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, ısı soğurganlık değerleri



Şekil 4.24.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların ısı soğurganlık değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.34.'de tülbent kat sayısı, harman oranı ve bu iki parametrenin kumaş numunelerinin ısıl soğurganlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ısıl soğurganlık değeri üzerinde tülbent kat sayısı ve harman oranı etkisinin %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli olmadığı fakat bu parametrelerin birlikte etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.34. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin kumaş numunelerinde ısıl soğurganlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	.921	.409
Harman Oranı	4.334	.007
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	40.303	.000

Çizelge 4.35.'te farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin ısıl soğurganlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde farklı üretim gruplarının ısıl soğurganlık değerleri üzerinde etkisi %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak belirgin değildir.

Çizelge 4.35. Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin ısıl soğurganlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama ($Ws^{1/2}/m^2 K$)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Üretim Ağırlığı
6 Kat	50.018	6 Kat	10 Kat	-2.0253333	1.5162413567	.387
10 Kat	52.043		14 Kat	-1.3300000	1.5162413567	.659
14 Kat	51.348	14 Kat	10 Kat	-.6953333	1.5162413567	.891

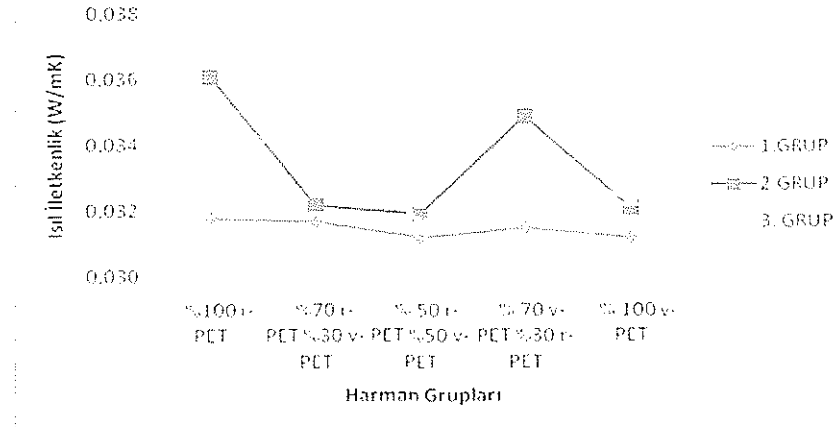
Çizelge 4.36.'da farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin ısıl soğurganlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.36. incelendiğinde farklı harman oranlarının istatistiksel olarak ısıl soğurganlık üzerinde belirgin bir etkisi gözlenmemiştir.

Çizelge 4.36. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin ısı ıııurganlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

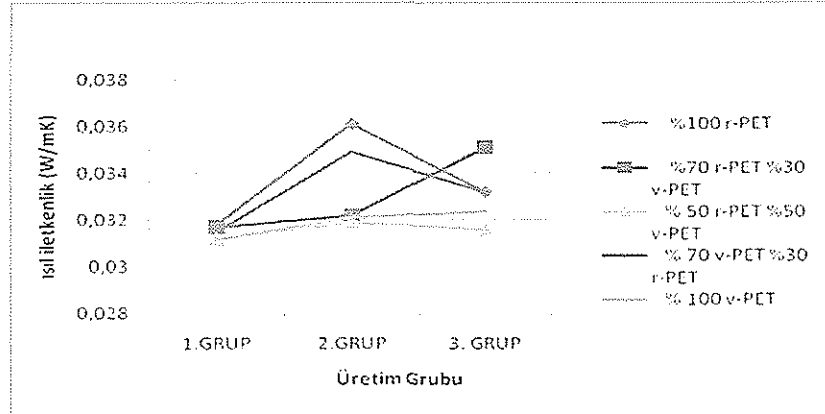
Harman Oranı	Ortalama ($W s^{1/2} / m^2 K$)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	55,859	%100r-PET	%70r-PET %30PET	6,967777778*	1,9574591745	,010
%70r-PET %30PET	48,891		%50r-PET %50PET	3,963333333	1,9574591745	,279
			%30r-PET %70PET	6,168888889*	1,9574591745	,028
			%100PET	6,512222222*	1,9574591745	,018
%50r-PET %50PET	51,896	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	-3,004444444	1,9574591745	,549
			%30r-PET %70PET	-,798888889	1,9574591745	,994
			%100PET	-,455555556	1,9574591745	,999
%30r-PET %70PET	49,690	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	2,205555556	1,9574591745	,791
			%100PET	2,548888889	1,9574591745	,692
%100PET	49,347	%30r-PET %70PET	%100PET	,343333333	1,9574591745	1,000

4.1.9.2. Isıl İletkenlik

Şekil 4.25. ve Şekil 4.26. incelendiğinde üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların ısı iletkenlik değerleri ve farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, ısı iletkenlik değerleri gösterilmiştir. Üretim gruplarının ısı iletkenlik değerlerinin sayısal olarak belirgin bir fark göstermediği görülmüştür. Ayrıca %100 v-PET'in ısı iletkenlik değeri tüm üretim grupları için %100 r-PET'e göre daha düşüktür.



Şekil 4.25. Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, ısı iletkenlik değeri



Şekil 4.26.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların ısı iletkenlik değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme,

Çizelge 4.37 Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin ısı iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	4.066	.027
Harman Oranı	16.709	.000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	14.694	.000

Çizelge 4.37’ te farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin ısı iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Yapılan incelemeler ve istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, tülbent kat sayısı farkı hariç harman oranı farkı ve bu iki parametrenin birleşik etkisinin kumaşların ısı iletkenlik değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.38. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin kumaş numunelerinin ısı iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (W/m K)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Üretim Ağırlığı
6 Kat	.033	6 Kat	10 Kat	.000726667	.0002601994	.024
10 Kat	.032		14 Kat	.000233333	.0002601994	.647
14 Kat	.033	14 Kat	10 Kat	.000493333	.0002601994	.157

Çizelge 4.38.'de tül bent kat sayısı değişiminin, üretim grupları arasında ısı iletkenlik değeri üzerinde %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak bir öneme sahip olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Çizelge 4.39.'da farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin ısı iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Yapılan incelemede %100r-PET ile %70r-PET %30v-PET harmanlı kumaşlar, %50r-PET %50v-PET ile %30r-PET %70v-PET ve %100v-PET harmanlı kumaşların ve %30r-PET %70v-PET ile %100v-PET harmanlı kumaşların ısı iletkenlik değerinin istatistiksel olarak bir fark göstermediği diğer harmanların birbirleri arasındaki ilişki incelendiğinde bunların istatistiksel olarak farklı olduğu gözlemlenmiştir.

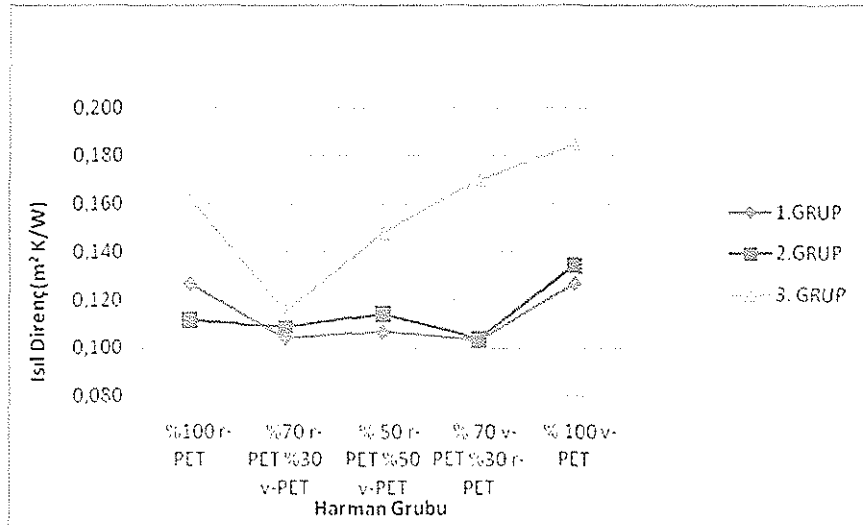
Çizelge 4.39. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin ısı iletkenlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Harman Oranı	Ortalama (W/m K)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	.034	%100r-PET	%70r-PET %30PET	.000433333	.0003359159	.699
%70r-PET %30PET	.034		%50r-PET %50PET	.001844444*	.0003359159	.000
			%30r-PET %70PET	.002133333*	.0003359159	.000
			%100PET	.001888889*	.0003359159	.000
%50r-PET %50PET	.032	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	.001411111*	.0003359159	.002
			%30r-PET %70PET	.001700000*	.0003359159	.000
			%100PET	.001455556*	.0003359159	.001
%30r-PET %70PET	.032	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	.000288889	.0003359159	.909
			%100PET	.000044444	.0003359159	1.000
%100PET	.032	%30r-PET %70PET	%100PET	-.000244444	.0003359159	.948

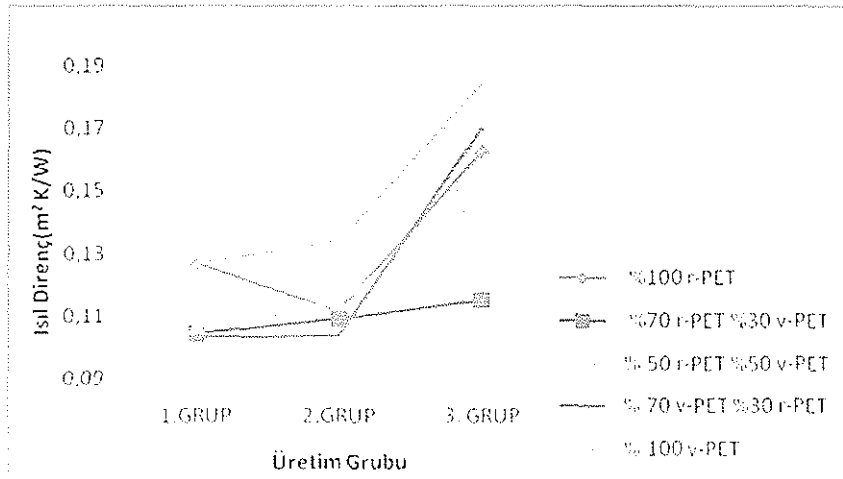
4.1.9.3. Isıl Direnc

Şekil 4.27 ve Şekil 4.28 incelendiğinde üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların ısı direnç değerleri ve farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, ısı direnç değerleri gösterilmiştir. %100 v-PET'in ısı direnç değeri tüm üretim grupları içerisinde %100 r-PET'in ısı direnç değerinden daha yüksektir. Ayrıca 3.

üretim grubu ısı direnç sonuçları diğer üretim gruplarına göre daha değişken sonuçlar göstermiştir.



Şekil 4.27.Farklı harman oranlarına göre üretim gruplarının, ısı direnç değerleri



Şekil 4.28.Üretim gruplarına göre farklı harmanlarda üretilen kumaşların ısı direnç değerleri

İstatistiksel Olarak İnceleme.

Çizelge 4.40' de tülbent kat sayısı farkı, harman oranı farkı ve bu iki parametrenin birleşik etkisinin kumaşların ısı direnç değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.40. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve iki parametrenin birlikte etkisinin kumaş numunelerinin ısı direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	F	p
Tülbent kat sayısı	73,338	.000
Harman Oranı	21,283	.000
Tülbent kat sayısı * Harman Oranı	55,726	.000

Isıl direnç değer artışının 10 tülbent katından sonra doğrusal etki göstererek tülbent kat sayısı artışına bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Bu sonucu kalınlığının artması ile açıklamak mümkündür. Ayrıca kalınlık artışı ile kumaştaki durgun hava miktarının artması ve dolayısıyla ısı geçişinin azalması da ısı direnç değerinin artmasına neden olan diğer bir faktördür. İstatistiksel değerlendirmeler, 6 ve 10 tülbent katlı kumaşların ısı direnç değerlerinin farklı olmadığını ve %95 güven seviyesi için önemli olmadığını göstermiştir.

Çizelge 4.41. Farklı üretim grupları arasında kumaş numunelerinin ısı direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Tülbent kat sayısı	Ortalama (m ² K/W)	(I) Tülbent kat sayısı	(J) Tülbent kat sayısı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Üretim Ağırlığı
6 Kat	.119	6 Kat	10 Kat	.001453333	.0024526267	.825
10 Kat	.118		14 Kat	-.024966667	.0024526267	.000
14 Kat	.144	14 Kat	10 Kat	.026420000	.0024526267	.000

Çizelge 4.42.'de farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin ısı direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Yapılan incelemelerde %100r-PET harmanlı kumaşların ısı direnç değerleri diğer tüm harman grupları ile aynı değeri göstermemektedir. Diğer tüm harman grupları, %95 güven seviyesi için ısı direnç değeri üzerinde önemli etkiye sahip değildir.

Çizelge 4.42. Farklı harman oranında üretilmiş kumaş numunelerinin ısı direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Harman Oranı	Ortalama (m ² K/W)	(I) Harman Oranı	(J) Harman Oranı	Ortalama Farklılığı (I-J)	Std. Sapma	Sig.
%100r-PET	.109	%100r-PET	%70r-PET %30PET	-.020811111*	.0031663275	.000
%70r-PET %30PET	.130		%50r-PET %50PET	-.025722222*	.0031663275	.000
			%30r-PET %70PET	-.020144444*	.0031663275	.000
			%100PET	-.023533333*	.0031663275	.000
%50r-PET %50PET	.134	%70r-PET %30PET	%50r-PET %50PET	-.004911111	.0031663275	.539
			%30r-PET %70PET	.000666667	.0031663275	1.000
			%100PET	-.002722222	.0031663275	.909
%30r-PET %70PET	.129	%50r-PET %50PET	%30r-PET %70PET	.005577778	.0031663275	.414
			%100PET	.002188889	.0031663275	.957
%100PET	.132	%30r-PET %70PET	%100PET	-.003388889	.0031663275	.820

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada geri kazanımın önemi vurgulanarak, çevremizde atık yükü oluşturan PET şişe geri kazanımı hakkında bilgiler verilmiştir. Hem çevreye olan tahribatın azaltılması hem de çöplerde bulunan milli servetin ülke ekonomisine tekrar kazandırılması amacıyla PET şişelerden elde edilmiş geri dönüşüm polyester elyafından dokusuz yüzey kumaş elde edilerek, kullanım performansı incelenmiştir. Bu doğrultuda üretilen 6, 10 ve 14 tülbent katlı ve %100 r-PET, %70 r-PET %30 v-PET, %50 r-PET %50 v-PET, %30 r-PET %70 v-PET, %100 v-PET harman oranlı 15 farklı dokusuz yüzey kumaş işleme yöntemi ile üretilmiştir.

DeneySEL çalışmada öncelikle üretime girecek geri dönüşüm ve normal polyester liflerinin incelik, uzunluk, kıvrım ve mukavemet tayinleri yapılmıştır.

Kumaş üretiminden sonra standartlara uygun olarak, kumaşlara metrekare ağırlığını, kalınlığını, kopma mukavemetini, kopma uzamasını, eğilme direncini, dökümlülüğünü, hava ve su buharı geçirgenliğini ve ısı özelliklerini tayin etmek amaçlı testler uygulanmıştır.

TS 251 standardına göre yapılan kumaşların metrekare ağırlık ölçüm sonuçları incelendiğinde, tülbent kat sayısının artmasının doğal sonucu olarak metre kare ağırlıkları her harman grubunda artmıştır. Tülbent kat sayısı ve harman oranının tek tek ve birlikte metrekare ağırlığa etkisi anlamlı bulunmuştur. Ancak harman grupları kendi içinde incelendiğinde %100 r-PET ve %100 v-PET'in ve %70 r-PET %30 v-PET, %50 r-PET %50 v-PET ile %30 r-PET %70 v-PET gruplarının metrekare ağırlığa etkisi anlamsızdır.

TS 7128 EN ISO 5084 standardına göre yapılan kalınlık ölçüm sonuçlarına göre, tülbent kat sayısının artması kumaşların kalınlığının artmasına sebep olmuştur. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve her ikisinin birlikte kalınlık üzerinde etkisi vardır. Ayrıca metrekare ağırlığında olduğu gibi %100 r-PET ile %100 v-PET'in ve %70 r-PET %30 v-PET ile %50 r-PET %50 v-PET bunlara ek olarak da %50 r-PET %50 v-PET ile %30 r-PET %70 v-PET gruplarının kalınlık üzerindeki etkisi yoktur.

Değiştirilen harman oranlarının metrekare ağırlığı ve kalınlık üzerinde etkisiz olması homojen olmayan bir lif dağılımdan kaynaklanabilir. Her ne kadar üretim parametreleri sabit tutulsa da hammaddeden ziyade kontrol dışı üretim varyasyonlarının bu sonuca sebep olduğu sanılmaktadır.

TS EN ISO 13934 – 1 standardına göre ölçülen kopma dayanımı ve kopma uzaması kumaşların makine yönü ve makine yönüne dik doğrultuda ölçülmüştür. Kopma mukavemeti hem makine yönü hem de makine yönüne dik kumaşlarda tülbent kat sayısı arttıkça artmıştır. Birim alandaki lif miktarı ve keçeleşmenin artması dayanımın artmasına sebep olmuştur. Ancak tülbent kat sayısı artışı kopma uzamasının her iki yönde de azalmasına sebep olmuştur. Mukavemet değerleri incelendiğinde makine yönüne dik doğrultuda alınan kumaşların, makine yönündeki kumaşlardan daha dayanıklı olduğu bulunmuştur. Bu da makine yönü üretim doğrultusuna dik yöndeki iğne sayısının makine yönündeki iğne sayısından fazla olması dolayısıyla iğneleme yoğunluğunun fazla olması ile açıklanabilir. Ayrıca harman grupları incelendiğinde hem makine yönünde hem de dik doğrultu da alınan kumaş numunelerinin mukavemetlerinin normal PET' in artışı ile azaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum ise geri dönüştürülmüş PET' in tek lif mukavemetinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Metrekare ağırlığı, kalınlık ve hava geçirgenliğinde birbirinden farklı çıkmayan %100 r-PET ile %100 v-PET kumaşların mukavemet değerlerinin farklı çıkması da yine tek lif mukavemetindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır.

TS 1409 standardına göre, hem makine yönünden hem de makine yönüne dik doğrultuda alınan kumaşların eğilme dayanımları ölçülmüştür. Tülbent kat sayısı artışı her iki yönde de kumaşların eğilme yeteneklerini azaltmıştır yani eğilme direnci artmıştır. Bazı harman gruplarının hem makine yönünde hem de makine yönüne dik doğrultuda alınan numunelerin eğilme direncine etkisi gözlemlenmezken, harman gruplarının yaklaşık %70' nin kendi içinde eğilme direncine etkisi var olduğu görülmüştür.

Kumaşların hava geçirgenliği TS 391 EN ISO 9237 standardı esas alınarak ölçülmüştür. Bu testler göstermiştir ki tülbent kat sayısı arttıkça hava geçirgenliği azalmıştır. Tülbent kat sayısı, harman oranı ve her ikisinin birlikte etkisi tüm kumaşların hava geçirgenliğinde önemli bulursa da bazı harmanlarda (%100 r-PET ile %100 v-PET ve %70 r-PET %30 v-PET ile %50 r-PET %50 v-PET) önemsiz bulunmuştur. Bu metrekare ağırlığı ve kalınlık sonuçlarında olduğu gibi aynı gruplar üzerinde gözlemlenmiştir. Hava geçirgenliğindeki azalma birim hacimdeki lif miktarının ve keçeleşmenin artmasıyla açıklanabilir.

Dökümlülük tayini için TS 9693 standardına göre ölçüm yapılmıştır. Tülbent kat sayısının artması kumaşların dökümlülük özelliklerini olumsuz etkilemiştir. Harman gruplarındaki farklılık ise genel olarak dökümlülük üzerinde etkisiz bulunmuştur. Yani geri dönüşüm ya da orijinal malzemenin dökümlülük değeri üzerinde her hangi bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Bağıl su buharı geçirgenliği değeri tayini için ISO 11092 standardına göre ölçüm yapılmıştır. Üretim grupları arasında tülbent kat sayısı artıkça bağıl su buharı geçirgenliği değerinin düştüğü görülmüştür. Bu durumun kumaşların tülbent kat sayısı artışına bağlı olarak kalınlıklarının artması böylece kumaş dokusunda boşlukların azalarak kumaş içerisinde bağıl su buharı geçirgenliği iletiminin azalması ile açıklanabilmektedir. Üretim grupları arasında kumaş numunelerinin bağıl su buharı geçirgenliği değerlerine ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde 6 ve 10 tülbent katlı dokusuz yüzey kumaşların %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak bağıl su buharı geçirgenliği değerlerinin farklı olmadığı diğer tülbent katlarının birbirleri arasındaki incelemede ise istatistiksel olarak kumaşların bağıl su buharı geçirgenliklerinin farklı olduğu görülmüştür. Ayrıca %100r-PET harmanının diğer tüm harmanlarla ilişkisi incelendiğinde, bağıl su buharı geçirgenliği değeri için istatistiksel olarak önemli etkiye sahip oldukları diğer harman oranlarının ise istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

ISO EN 11092 standardına göre kumaşların ısı direnci, ısı iletkenlik ve ısı soğurganlıkları test edilmiştir. Farklı üretim gruplarının ve farklı harman oranının kumaşların ısı soğurganlık değeri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Üretim gruplarındaki farklılığın kalınlık artışı ile kumaş içinde hapsolan durgun hava arttığında kumaşın ısıya karşı direnci artmış ve ısıyı emme özelliği yükseltmesi ile açıklanabilir. Yapılan incelemeler ve istatistiksel değerlendirmeler, tülbent kat sayısı farkı hariç harman oranı farkı ve bu iki parametrenin birleşik etkisinin kumaşların ısı iletkenlik değeri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Kumaşların ısı direnci değerleri incelendiğinde, tülbent kat sayısı farkı, harman oranı farkı ve bu iki parametrenin birleşik etkisinin kumaşların ısı direnci değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Bu çalışma kapsamında r-PET ve v-PET elyafların farklı üretim grupları ve farklı harman grupları oluşturularak üretilen dokusuz yüzey kumaşlarda bu parametrelerin kumaşların performans özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bundan sonra yapılacak

çalışmalarda daha farklı harman oranlarında ve daha farklı tülbent katlarında ve daha hassas bir makinede üretim yapılması faydalı olacaktır.

Bunun yanında çeşitli harman oranlarındaki elyaflar ipliğe çevrilerek dokuma veya örme kumaşlar üretilerek bunların performans özellikleri araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- 1- www.cevreonline.com (Mart 2010)
- 2- KÖSE, Ö., AYAZ, S., KÖROĞLU, B., 2007, 'Türkiye'de Atık Yönetimi Ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi Performans Denetimi Raporu', *T.C. Sayıştay Başkanlığı*, Ankara
- 3- 14.03.1991 Tarihli Resmi Gazete
- 4- http://www.cevreorman.gov.tr/atik_01.htm
- 5- ALTUN, Ş. ve ULUDAĞ, Y. 'Polietilen Teraftalat (Pet)atıklarının Geri kazanımında Son Durum Sunumu' Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa
- 6- TAN, E. TARAKCILAR, A.R. 'Plastik Geri Kazanımları Ve Plastik Atıklardan Plastik Üretim Teknolojileri' Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Müh. Böl. Isparta
<http://www.metaldunyasi.com/tr/dergi> (Mayıs 2010)
- 7- HASSANI, A. ve GANJIDOUST H. ve MAGHANAKI, A. A., 2005, 'Use of Plastic Waste (poly-ethylene terephthalate) in Asphalt Concrete Mixture as Aggregate Replacement', *Waste Manage Res.*, : 23: 322-327
- 8- Vikipedi, özgüransiklopedi (Aralık 2009)
- 9- SEVENCAN, F., VAİZOĞLU, S. A., 2007, 'Pet ve Geri Dönüşümü', *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6 (4): 307-312
- 10- GERENGİ, H. , SAMANAR, A. SOLAK, M. , 27-29 Mayıs 2009 . "Türkiye`de Lastik ve Plastik Teknolojisi Eğitimi " , *1.Ululararası 5.Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu Selçuk Üniversitesi Kadınhanı Faik İçil Meslek Yüksekokulu*, Konya
- 11- Plastiklerin Kullanım Alanları
<http://www.nuveforum.net/1733-genel-kultur-p/> (Mart 2010)
- 12- YERLİKAYA, Z. , "Katı Atık Plastik Maddelerin Tanımlanması, Ayrılması ve Geri

- Kazanımı İçin Yöntem Geliştirme ” , *Ekoloji Çevre Dergisi 1997 , sayı 22 , sf:23-25*
- 13- SARIDEDE , M.N., “Yüksek Fırında Atık Plastik Kullanımı” Yıldız Teknik Üniversitesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
www.metalurji.org.tr/dergi/dergi138 (Aralık 2009)
- 14- <http://www.pagev.org.tr>
ÖZTÜRK, M., 2005, “Daha İyi Bir Çevre İçin Plastikleri Geri Kazanalım”, *Çevre ve Orman Bakanlığı*
- 15- *Tekstil Araştırma Dergisi 2001/2 Nonwoven Elyafı*
- 16- SEVENTEKİN , N. , 2004 , “Tekstil Kimyası” , *E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi*
- 17- ANABAL.F.Y..2007, ‘PET (Polietilen Tereftalat) Atıkların Endüstride Değerlendirilmesi’,Yüksek Lisans Tezi ,*Gazi Üniversitesi FEN Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri, Ankara*
- 18- <http://ekutup.dpt.gov.tr/cevre/eylemla/zanbake/atik.html>
- 19- SEVENTEKİN, N; 2003. ‘Kimyasal Lifler’. *E.Ü. E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi*
- 20- STRASSER , C. , 2007 , “Bottle-to-bottle Recycling For PET Bottles” , *Sicher und Sauber, 26-28 Kasım 2007*
- 21- PEHLİVAN, E., ÜNAL, S., TUNÇSİPER. B., 2004 , “Plastik Ambalaj Malzemelerinin Hayatımızdaki Yeri ve Bunların Geri Kazanılması ve Azaltımında Çağdaş Yöntemler” , *Polimer İşleme ve Geri Kazanımı Sempozyumu , Mersin*
- 22- Masaiko, Hirao.(2005). LCA As A Component Of Configuration Engine For KIH
- 23- <http://www.tekstilokulu.com/FORUM/default.asp> (Nisan 2010)
- 24- KÜÇÜKGÜL, E.Y. ve Kırşen Doğan, S. 2007. “Yaşam Çevre Teknoloji-Pet Şişenin Yaşam Döngü Analizi” *7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*
- 25- AY , İ. , 1992, Plastik Malzemeler. Plastik Malzemelerin İşlenme Teknikleri,Plastiklerin Geri Dönüşümü, *Balıkesir Üniversitesi, 122-131.*

- 26- Netplasmak.com (Kasım 2009)
- 27- ACAR, I., 1996 , “ Polietilen Tereftalat Atıkların Hidroksiaminlerle Reaksiyon Ara Ürünlerinin Araştırılması ” , Doktora Tezi , *İstanbul Üniversitesi Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, İstanbul
- 28- ‘Teknik Tekstiller’ Tekstil Araştırma Dergisi sayı: 2003/2
- 29- TÜRKANT , B. , “Türkiye’de ve Dünyada Teknik Tekstiller Üzerine Genel ve Güncel Bilgiler” , Haziran 2008 , *İTKİB Genel Sekreterliği AR-GE ve Mevzuat Şubesi*
- 30- ELEMEN,S., ‘Nonwoven Teknik Tekstiller Alanında Son Gelişmeler’ sunum
- 31- ‘Nonwoven Kumaşların Üretimi’ Tekstil Araştırma Dergisi sayı: 2000/3
- 32- MEGEP (Meslekî Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) , “Giyim Üretim Teknolojisi Tekstil Yüzeyleri ” , Ankara , 2007
- 33- ‘Gelecek Teknik Tekstil Üretiminde’ Tekstil Araştırma Dergisi sayı: 2004/4
- 34- BABAARSLAN, O. , “Bilim ve Teknoloji Perspektifinden Teknik Tekstil Nedir?, Ne Değildir? ” , sf:1-10
- 35 - TÜBİTAK Tekstil Araştırma Merkezi *Tekstik Konfeksiyon 3/2 154-160*
- 36 - Bina ve İnşaat Teknik Tekstilleri (Builtech)
<http://www.tekstilteknik.com/Referanslar/Tekniktekstiller>. (Ocak 2010)
- 37- EKMEKYAPAR, T., ÖRÜNG. İ., 1997. ‘İnşaat Malzeme Bilgisi.’ *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi*, 145, Erzurum
- 38- ÖZGÜN , C. , 2008 . “Endüstride Kullanılan Teknik Tekstiller Üzerine Bir Araştırma” , *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (3) sf:31 -43
- 39- ÜNAL, A., ‘Tekstilde Yeni Ufuklar Teknik Tekstil’
- 40 - DURUR, G.,VARAN, Y. N. . “İnşaat Tekstilleri ve Yeni Uygulamalar” , *Tekstil ve Mühendis Dergisi* , YIL 14 SAYI 68 , sf:13-19
- 41- www.o2-millennium-dome.co.uk/ 26 nisan 2010
- 42- Geotekstil Keçeler
www.raf.com.tr/dergisayfa_1674_delta@ (15.05.2010)
- 43- UÇAR , S. , 2006 , “Teknik/Akıllı Tekstiller ve Tasarımda Kullanımlar ”, Yüksek

Lisans Tezi , *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü* ,
İstanbul

44- www.arkitera.com/h6573-tasarim-risk-alir.html (26 nisan 2010)

45- www.izoder.org.tr (Ocak 2010)

46- DEMİRHAN , Ö. , SARNIK , T. , ERCAN , E. , F. , TEMUR , B. , “İnşaat Tekstilinde Yenilikler ve Kullanım Alanları” , 2007 , *T.C. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi* , Tekstil Mühendisliği Ders Sunumu

47-ŞENGÖÇMEN, Ş., İnşaat Tekstilleri Sunumu 2008

48- BEYÇİOĞLU , A. , BAŞYİĞİT , C. , SUBAŞI , S. ,2008 , “Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanımı ile Geri Kazanılması ve Çevresel Etkilerinin Azaltılması” , *Kocaeli Üniversitesi Çevre Sorunları Sempozyumu* , 14- 17 MAYIS 2008 , sf: 1386-1394

49- İYİM, T. B.,1996, ‘PET Atıkların ve Ara Ürünlerinin Fenolik Reçinelerde ve Poliürethanlarda Kullanımı, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bil. Ens.* , İstanbul

50- BOYACI, B., 2009, ‘Recycle’ *Ege Üniversitesi*

51- ALTUN, Ş. ve ULUDAĞ, Y. ‘Klasik Tekstil Üretimi Esnasında Ortaya Çıkan Atıklar, Nedenleri ve Geri Kazanım Yöntemlerine Genel Bir Bakış’ , *Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa*

52- GÜÇLÜ, G. , 1995 , “ Pet Atıklardan Glikoliz ve Hidrolizle Ara Ürünler Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi” . Doktora Tezi . *İstanbul Üniversitesi Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul*

53- ACAR, I., 1996 . “ Polietilen Tereftalat Atıkların Hidroksiaminlerle Reaksiyon Ara Ürünlerinin Araştırılması ” . Doktora Tezi . *İstanbul Üniversitesi Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul*

54- ERTAŞ , K. . 2004 , “Atık Petin Glikolizi İle Elde Edilen Oligomerlerin Alkid Reçinesi Üretiminde Kullanımı” , Yüksek Lisans Tezi , *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* , İstanbul

- 55-KAWAMURA, C., ITO, K., NISHIDA, R., YOSHIHARA, I. and NUMA, N. 2002. 'Coating resin synthesized from recycled PET', *Progress in Organic Coatings*, (45), 185-191.
- 56- Choi, Y., Moon, D., Chung, J., Cho, S., 2005. Effects Of Waste PET Bottles Aggregate On The Properties Of Concrete, *Cement and Concrete Research*, vol.35, pp.776–
- 57- MAHDİ, F., KHAN, A.A., ABBAS, H., 2007. Physiochemical Properties Of Polymer Mortar Composites Using Resins Derived From Post-Consumer PET Bottles, *Cement and Concrete Composites*, vol.29, pp.241–248
- 58- REBEİZ, K.S. and FOWLER, D.W., 1994, 'Recycled PET Flexural Properties of Reinforced Polyester Concrete Made with Recycled PET' *Journal of Reinforced Plastics and Composites*; 13; 895
- 59- AKÇAÖZOĞLU, S.,2008, 'Atık Pet Şişe Kırıklarının Hafif Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği', Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, Adana
- 60- MEMİŞ , S. , 2007 , "Öğütülmüş Atık Plastik (Pet) Katkılı Sıvaların Tarımsal Yapılarda Kullanımı Üzerine Bir Araştırma". Yüksek Lisans Tezi , *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı*, Erzurum
- 61- DAVID, N., HON, S. ,1994, 'Processability and Compatibility of Polyethylene Terephthalate and High-Density Polyethylene from Post-Consumer Wastes'. *Journal of Thermoplastic Composite Materials* 1994; 7; 4
- 62- ÖZALP , M. , ORDU , M. , 2004. " Dolgu Maddesi Olarak Kullanılan Pet Şişe Tozunun (Polietilentereftalat) Formaldehit Emisyonuna Etkisi ". *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Dergisi*; 7
- 63- CAN, M...U.,2005. 'Tekstil Döküntüsü İçeren Nonwoven Kumaşların İç Mimaride Kullanılabilirliği' ,Yüksek Lisans. *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*

Tekstil müh., İstanbul

- 64- ABBASI, M. ve MOJTAHEDI M. R. M., 2007, 'Effect of spinning speed on the structure and physical properties of filament yarns produced from used PET bottles', *Appl Polym Sci* 103: 3972-3975
- 65- TS 7128 EN ISO 5084 '*Tekstil ve Tekstil Mamullerinin Kalınlık Tayini*'(1998)
- 66- TS 251 '*Dokunmuş Kumaşlar-Birim Uzunluk Ve Birim Alan Kütlesinin Tayini*'(1991)
- 67- TS EN ISO 13934-1, 2002, '*Tekstil-Kumaşların Gerilme Özellikleri-Bölüm 1 : En Büyük Kuvvetin Ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini-Şerit Metodu*'
- 68- TS 1409, 1973, '*Dokunmuş Tekstil Mamullerinin Eğilme Dayanımı Tayini*'
- 69- TS 392 EN ISO 9237 ,Şubat 1996, '*Tekstil -Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini*'
- 70- ÖZDİL, N., 2003, '*Kumaşlarda Fiziksel Kalite Kontrol Yöntemleri*', , *E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma ve Uygulama Merkezi*, syf: 121
- 71- UĞUR , Ş.S. , SİVRİ Ç. , 2008 , '*Tekstil Materyallerinde Su Buharı Geçirgenliği Ölçüm Metotlarının Karşılaştırılması*' , *Isparta Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* (3) 13-2
- 72- www.iso.org/iso/catalogue (Nisan 2010)
- 73- ÖZDİL, N., 2008. '*Çoraplarda Isıl Konfor Özellikleri Üzerine Bir Çalışma*', *Tekstil ve Konfeksiyon*, syf 154-158

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÜSTÜN ÇETİN, Sevcan
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 30.06.1986 Adana
Medeni hali : Evli
Telefon : 0505 3662717
e-mail : sevcan_ustun_@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Uşak Üniversitesi /Tekstil Müh.	2010
Lisans	Uşak Üniversitesi /Tekstil Müh	2008
Lise	Şehremini Anadolu Lisesi	2004

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

- Yeniden Kazanılmış Pet'in Kullanımı (A.E. TAYYAR, S. ÜSTÜN, Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, Vol 16, No 1 (2010))
- Properties of Recycled PET Non-woven Fabrics for Buildings (A.E. TAYYAR, S. ÜSTÜN, 4th International Technical Textiles Congress, Mayıs 2010)
- Tekstil Sektöründe Geri Dönüşüm (S. ÜSTÜN, Uşak Ticaret ve Sanayi Odası 3. Tekstil Kimyasalları, Boyaları ve Prosesleri Sempozyumu, Mayıs 2010)

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Yüzme