

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKSTİL DÖKÜNTÜSÜ İÇEREN NONWOVEN
KUMAŞLARIN İÇ MİMARİDE
KULLANILABİLİRLİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. M. Uğur CAN**

Anabilim Dalı : TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

Programı : TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2005

ÖNSÖZ

Nonwoven tekstil endüstrisi, günümüz tekstil dünyasının en hızlı büyüyen dalıdır. Çok çeşitli yöntemlerle üretim yapılabilmesi ve çok çeşitli alanlarda kullanım imkanı, nonwoven malzemeler üzerindeki araştırmaların giderek artmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, günümüz dünyası için önemli bir konu haline gelen geri dönüşümle elde edilen nonwoven malzemelerin çocuk yuvalarında duvar kaplaması olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Öncelikle her zaman desteklerini hissettiğim aileme ve hayatı daha yaşanılır kılan arkadaşlarıma teşekkür ederim. Bu çalışma sırasında benden yardımlarını ve hoşgörüsünü esirgemeyen değerli danışmanım Yrd.Doç. Dr. Telem Gök SADIKOĞLU'na; nonwoven malzemelerin teminini sağlayan Hassan Tekstil AR-GE Müdürü Dr. Levent DANDIK, Kalite Müdürü Fikret TUNÇ ve Mogul Tekstil'e; deneysel çalışmam esnasında yardımlarını ve hoşgörülerini esirgemeyen Hassan AR-GE Mühendisi Serden MÜJDECİ, Makina Mühendisliği Araştırma Görevlisi Ali Özgür ILGAZ, Telasis Kalite Kontrol Laboratuvarı ve İTÜ Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı çalışanlarına; yüksek lisans hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen değerli işverenim Mustafa ÇIVGIN'a ve iş arkadaşlarıma; değerli görüşlerini benimle paylaşan İTÜ Maçka Kreş ve Anaokulu Müdürü Nihal AKYILDIZ, İTÜ Sedat Üründül Anaokulu Müdürü Nur AKÖZ ve Altınçağ Çocukevi Müdürü Ayşegül ÜNAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

SAYGILARIMLA

Mayıs 2005

Mustafa Uğur CAN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. NONWOVEN TEKSTİL MALZEMELERİ	2
2.1. Nonwoven Tekstil Malzemesinin Tanımı	2
2.2. Nonwoven Üretim Akışı	3
2.3. Tülbent Oluşturma Yöntemleri	3
2.3.1. Kuru yöntemler	3
2.3.1.1. Mekanik yöntemler	3
2.3.1.2. Aerodinamik yöntemler	11
2.3.1.3. Mekanik-aerodinamik kombinasyonu	12
2.3.2. Sulu yöntemler	14
2.3.3. Filament serme yöntemleri	16
2.3.3.1. Spunbonding	16
2.3.3.2. Eriyik püskürtme yöntemi	17
2.3.3.3. Elektrostatik yöntem	19
2.4. Tülbent Sabitleştirme Yöntemleri	19
2.4.1. Mekanik sabitleştirme	19
2.4.1.1. İğneleme	19
2.4.1.2. Dikme	26
2.4.1.3. Su jetiyle sabitleştirme	27
2.4.2. Kimyasal sabitleştirme yöntemleri	28
2.4.2.1. Emdirme	28
2.4.2.2. Spreyleme	29
2.4.2.3. Baskı	30
2.4.2.4. Köpük	31
2.4.2.5. Bağlayıcının pıhtılaştırılması	31
2.4.3. Isıl sabitleştirme yöntemleri	32
2.4.3.1. Kalender ile sabitleştirme	33

2.4.3.2. Sıcak hava akımı ile sabitleştirme	34
2.4.3.3. Ultrasonik sabitleştirme	34
2.4.3.4. İnfrared sabitleştirme	35
2. KOMPOZİT MALZEMELER	36
3.1. Kompozitlerin Genel Özellikleri	36
3.1.1. Kompozitlerin tanımı	36
3.1.2. Kompozitlerin bileşenleri	37
3.1.2.1. Arayüzler ve arafazlar	37
3.1.2.2. Bileşenlerin dağılımı	38
3.1.3. Sınıflandırma	39
3.1.4. Performans	40
3.1.4.1. Birleşim etkileri	40
3.2. Nonwoven Kompozit Malzemeler	41
3.2.1. Nonwoven malzemeleri birleştirme yöntemleri	41
3.2.2. Laminasyon	41
3.2.2.1. Kaplanmış malzemeler ile yapılan laminasyon	41
3.2.2.2. Sıcak eriyik tekniği	42
3.2.2.3. Alevli laminasyon	43
4. TEKSTİL DÖKÜNTÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	45
4.1. Tekstil Döküntülerinin Değerlendirilmesinin Tarihçesi ve Felsefesi	45
4.1.1. Tarihçe	45
4.1.2. Temel felsefe	45
4.1.2.1. Azaltma	46
4.1.2.2. Tekrar kullanım	46
4.1.2.3. Geri kazanım	46
4.1.2.4. Geri dönüşüm	47
4.2. Geri Dönüşümün Ekonomik ve Sosyal Boyutları	47
4.2.1. Tekstil döküntüsü endüstrisiyle ilgili sosyal ve ahlaki konular	47
4.2.2. Tekstil döküntüsü endüstrisiyle ilgili ekonomik ve ticari konular	49
4.3. Tekstil Döküntülerinin Değerlendirilmesinin Günümüzdeki Durumu	50
4.3.1. Operasyon ve kalite	50
4.3.2. Üretim döküntülerinin değerlendirilmesi	51
4.3.2.1. Geri dönüşüm	51
4.3.2.2. Geri kazanım	52
4.3.3. Tüketim sonu döküntülerinin değerlendirilmesi	53
4.3.3.1. Halılar	53
4.3.3.2. Otomotivde kullanılan tekstiller	55
4.3.3.3. Tek kullanımlık nonwovenlar	56

4.3.3.4. Kullanılmış giysiler	57
4.3.3.5. PET şişeler: Tekstil dışı kullanım sonu atıklar	57
4.4. Tekstil Kompozitlerini Ayırma Yöntemleri	58
4.4.1. Mekanik yöntemler	58
4.4.2. Fizikokimyasal ve kimyasal yöntemler	60
4.4.2.1. Arayüzün parçalanması	60
4.4.2.2. Bileşenlerden birinin yapısında geçici değişiklik oluşumu	60
4.4.2.3. Bileşenlerden birinin yapısında kalıcı değişiklik oluşumu	61
4.5. Geri Dönüşümlü Malzemelerin Nonwovenlarda Kullanımı	62
4.5.1. Geri dönüşümlü malzemelerin iğnelenmiş nonwovenlarda kullanımı	63
5. DUVAR KAPLAMALARI	65
5.1. Duvar Kaplaması Çeşitleri	65
5.1.1. Vinil duvar kaplamaları	65
5.1.1.1. Kağıt arkalı vinil duvar kağıdı	65
5.1.1.2. Kumaş arkalı vinil duvar kağıdı	65
5.1.2. Doğal duvar kaplamaları	65
5.1.3. Tekstil duvar kaplamaları	66
5.1.4. Kağıt esaslı duvar kağıdı	66
5.1.5. Boyanabilir duvar kağıdı	66
5.2. Duvar Kaplaması Seçimi	66
5.3. Nonwoven Duvar Kağıtları	67
6. ANAOKULLARI VE KREŞLER	68
6.1. Genel Bilgi	68
6.2. Anaokullarında Görülen Yaralanma Nedenleri ve Alınan Önlemler	68
6.3. Proje Hakkındaki Düşünceler	70
7. MALZEME VE METOT	71
7.1. Malzemenin Tasarlanması	71
7.1.1. Alt kat	71
7.1.2. Orta kat	72
7.1.3. Üst kat	72
7.2. Deneyler	73
7.2.1. Gramaj	73
7.2.2. Kalınlık	73
7.2.3. Basma dayanımı	73
7.2.4. Kopma mukavemeti	74
7.2.5. Yırtılma mukavemeti	74
7.2.6. Tutuşma ve yanma özellikleri	74
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	75
8.1. Sonuçların Değerlendirilmesi	75

8.1.1. Gramaj	75
8.1.2. Kalınlık	77
8.1.3. Basma dayanımı	78
8.1.4. Kopma mukavemeti	79
8.1.5. Yırtılma mukavemeti	83
8.1.6. Tutuşma ve yanma özellikleri	84
8.2. Tartışma	85
8.2.1. Alt tabakanın seçimi	85
8.2.2. Orta tabakanın seçimi	85
8.2.3. Üst tabakanın seçimi	86
8.2.4. Katların birleştirilmesi	87
8.3. Öneriler	87
KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ	92

KISALTMALAR

INDA	: Nonwoven Kumaş Endüstrisi Birliği
EDANA	: Avrupa Tek Kullanımlık Ürünler ve Nonwovenlar Birliği
C.V.	: Varyasyon Katsayısı

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Nonwoven birleştirme yöntemleri.....	41
Tablo 4.1. Döküntülerden elde edilmiş nonwoven kumaşlardan örnekler.....	63
Tablo 7.1. Orta kat numunelerinin özellikleri.....	72
Tablo 7.2. Üst kat numunelerinin özellikleri.....	73
Tablo 8.1. Ortalama gramaj ve C.V. değerleri.....	75
Tablo 8.2. Ortalama kalınlık ve C.V. değerleri.....	77
Tablo 8.3. Basma deneyi sonucu kalınlık değişim yüzdeleri.....	79
Tablo 8.4. Kopma mukavemeti değerleri ve C.V. oranları.....	80
Tablo 8.5. Yırtılma mukavemeti değerleri ve C.V. oranları	83
Tablo 8.6. Tutuşma ve alev yayılma süreleri.....	84

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Esnek tarak telleri.....	4
Şekil 2.2 : Metal tarak telleri.....	4
Şekil 2.3 : Taraklama işlemi.....	5
Şekil 2.4 : Yolma işlemi.....	5
Şekil 2.5 : Tarağın temel görünümü ve parçaları.....	6
Şekil 2.6 : Taraklama bölgesi.....	7
Şekil 2.7 : Paralel serme işlemi.....	8
Şekil 2.8 : Dikey tip çapraz serici.....	9
Şekil 2.9 : Deve sırtı tipi çapraz serici.....	9
Şekil 2.10 : Titreşimli ondüle vatka makinesi.....	10
Şekil 2.11 : Rotasyon ondüle vatka makinesi.....	11
Şekil 2.12 : Aerodinamik yöntem.....	12
Şekil 2.13 : Random tarak.....	13
Şekil 2.14 : Fehrer K-21.....	14
Şekil 2.15 : Tel sevk hasırlı sulu yöntem.....	15
Şekil 2.16 : Delikli silindirli sulu yöntem.....	15
Şekil 2.17 : Spunbond üretim sistemi.....	17
Şekil 2.18 : Eriyik püskürtme sistemi.....	18
Şekil 2.19 : Die ünitesi.....	18
Şekil 2.20 : İğneleme makinesi.....	19
Şekil 2.21 : İğneleme işleminin yakından görünüşü.....	20
Şekil 2.22 : İğnenin elemanları.....	21
Şekil 2.23 : İğne üzerindeki değişkenler.....	22
Şekil 2.24 : Çatal iğneli makine.....	23
Şekil 2.25 : H-1 iğneleme makinesi.....	24
Şekil 2.26 : İğnelenmiş kumaş için gerilme-uzama eğrileri.....	25
Şekil 2.27 : Batış derinliğinin kalınlık ve mukavemete etkisi.....	25
Şekil 2.28 : İplik kullanılan dikme yöntemi.....	26
Şekil 2.29 : Su jetiyle sabitleştirme işlemi.....	27
Şekil 2.30 : Sabitleştirilmiş tülbentler için emdirme.....	29
Şekil 2.31 : Sabitleştirilmemiş tülbentler için emdirme.....	29
Şekil 2.32 : Tabancalı spreyleme sistemi.....	30
Şekil 2.33 : Baskı sistemleri.....	31
Şekil 2.34 : Köpüklü sabitleştirme ünitesi.....	31
Şekil 2.35 : Toz halindeki bağlayıcıların uygulanması.....	33
Şekil 2.36 : Sıcak hava akımı ile sabitleştirme ünitesi.....	34
Şekil 3.1 : Lifle matris arasındaki arafaz ve arayüzler.....	38

Şekil 3.2	: Basamaklı kompozit.....	38
Şekil 3.3	: Yapısal bileşenlerine göre kompozit türleri.....	39
Şekil 3.4	: Kaplanmış malzemelerle yapılan laminasyon.....	42
Şekil 3.5	: Sıcak eriyik tekniği.....	42
Şekil 3.6	: Alevli laminasyon tekniği.....	43
Şekil 4.1	: Dört R yöntemi.....	46
Şekil 4.2	: Geri dönüşümün temel akışı.....	51
Şekil 4.3	: Polyester nonwoven geri dönüşüm akışı.....	56
Şekil 4.4	: Fırçalama tekniği.....	59
Şekil 4.5	: Şiddetli hava akımı tekniği.....	59
Şekil 6.1	: Anaokulundan genel görüntü.....	69
Şekil 8.1	: Orta kat malzemelerinin gramaj değerleri.....	76
Şekil 8.2	: Orta kat malzemelerinin gramaj C.V. değerleri.....	76
Şekil 8.3	: Üst kat malzemelerinin gramaj değerleri.....	77
Şekil 8.4	: Üst kat malzemelerinin gramaj C.V. değerleri.....	77
Şekil 8.5	: Orta kat malzemelerinin kalınlık değerleri.....	78
Şekil 8.6	: Orta kat malzemelerinin kalınlığa bağlı C.V. değerleri.....	78
Şekil 8.7	: Basma testi sonrası kalınlık değişim grafiği.....	79
Şekil 8.8	: Orta kat malzemelerinin kopma mukavemeti değerleri.....	80
Şekil 8.9	: Orta kat malzemelerinin kopma mukavemeti C.V. değerleri...	81
Şekil 8.10	: Üst kat malzemelerinin kopma mukavemeti değerleri.....	82
Şekil 8.11	: Üst kat malzemelerinin kopma mukavemeti C.V. değerleri.....	82
Şekil 8.12	: Üst kat malzemelerinin yırtılma mukavemeti değerleri.....	83
Şekil 8.13	: Üst kat malzemelerinin yırtılma mukavemeti C.V. değerleri....	84

TEKSTİL DÖKÜNTÜSÜ İÇEREN NONWOVEN KUMAŞLARIN İÇ MİMARİDE KULLANILABİLİRLİĞİ

ÖZET

Nonwoven endüstrisi, günümüz tekstil dünyasının en hızlı ilerleyen koludur. Yeni üretim tekniklerinin bulunması, nonwoven üreticilerini yeni kullanım alanları bulmaya yöneltmiştir. Özellikle son yıllarda çevre bilincinin de artmasıyla tekstil döküntülerinin değerlendirilmesi nonwoven endüstrisi içinde de ön plana çıkmış ve bu konuda yeni çalışmalar başlatılmıştır.

Bu çalışmada, anaokulu ve kreş duvarları için nonwoven tekstil malzemelerinden oluşan kompozit bir duvar kaplaması tasarlanmıştır. Temel amaç, çocukların duvara çarpmaları sonucu doğabilecek yaralanmaları önlemektir. Ayrıca, tekstil döküntüsü içeren nonwoven kumaşlar için yeni bir uygulama alanı bulmak amaçlanmıştır. Malzeme üç katlı yapıdadır ve her bir katı farklı bir nonwoven kumaş oluşturmaktadır. Bu düşünce sonucu elde edilen malzemelere çeşitli testler uygulanmıştır. Bütün malzemelere kopma mukavemeti ve dik tutuşma performansı testleri yapılmıştır. En alt katı oluşturan iğnelenmiş keçeğe ayrı bir test uygulanmamıştır. Orta katı oluşturan ve tekstil döküntüsü içeren iğnelenmiş nonwoven kumaşın basma dayanımı incelenmiştir. Bu kat, çocukların çarpmasına karşı tampon görevi görecek kısımdır. Bu yüzden, darbe esnasında kalınlık değişiminin fazla olmaması gerekmektedir. En üst tabaka olarak ise dikişle sabitleştirilmiş ve spunbond malzeme düşünülmüştür. Bu kat temel olarak duvar kağıdı görevi göreceği için yırtılma mukavemeti ölçülmüştür. Bir darbe esnasında orta tabaka ile içeri doğru hareket etmeli ve herhangi bir zarar görmemelidir.

Sonuçlar değerlendirildikten sonra en uygun kombinasyon seçilmiş ve katlar birbirine yapıştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar için C.V. hesaplaması dışında istatistiksel değerlendirme yapılamamıştır. Bunun nedeni, üretim esnasında bazı parametrelerin sabit tutulamamasıdır. Numuneler, üretici firmaların elindeki malzemelerden temin edilmiştir. Daha sonraki araştırmalarda bazı parametrelerin sabit tutulup diğerlerinin değiştirilmesi ile daha iyi sonuçlar elde edilmesi mümkündür.

THE USABILITY OF NONWOVENS CONTAINING TEXTILE WASTES IN INTERIOR ARCHITECTURE

SUMMARY

Nonwovens industry is the most progressive branch of today's textile world. The developments in production methods force nonwoven manufacturers to find out new application areas. During last decades, waste management in textile industry became very popular because of increasing concerns about environmental issues, so nonwovens producers are trying to find new solutions in terms of using textile waste in order to produce new products.

The target of this project is to design a composite wallcovering composed of nonwovens for kindergartens. The main task of this wallcovering is to prevent injuries when the child hits the wall. Besides, another task is to find out new application areas for nonwovens containing textile waste. The wallcovering has three layers and each layer is a different kind of nonwovens. After designing the basic structure, nonwoven samples are supplied from the firms and then tested. Breaking strength and flame retardant properties of all materials are tested. Needlepunched nonwoven, which is thought as the lower layer, is no more tested. The needlepunched nonwovens containing textile waste are considered as the middle layer and they are tested in terms of press resistance. This layer is supposed to hold the impact and prevent the child from the injuries. For this reason, the change in thickness must be very low. For the upper layer, a stitch-bonded nonwoven and some spunbond nonwovens are tested. This layer should be thought as a wallpaper, so tear strength of the samples are tested. During an impact, this layer should act with the middle layer and should not be torn.

After the tests, the best combination is determined according to the test results and the layers are stucked together. For the results, any statistical method cannot be applied except C.V. calculation because in production of nonwovens some parameters cannot be kept constant. The samples supplied from the firms are the sale products of them. In further researches, better results can be obtained by keeping some parameters constant during production.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Gündelik giyim eşyaları ve ev tekstili dışındaki tekstil malzemelerine teknik tekstiller denilmektedir. Yüzyıllar önce halat ve keçe olarak insan hayatına giren teknik tekstiller, teknolojinin de ilerlemesiyle birlikte günümüz dünyasının temel taşlarından biri haline gelmiştir. Teknik tekstiller içindeki en önemli paya da nonwoven tekstil malzemeleri sahiptir. Nonwoven tekstil malzemeleri ilk olarak binlerce yıl önce, soğuk bölgelerde yaşayan insanlar tarafından hayvan kıllarından yapılan keçeler ile tarih sahnesine çıkmışlardır. 19. yüzyılda, iplik üretiminde ortaya çıkan döküntülerin değerlendirilebilmesi amacıyla yeni teknikler araştırılmış, bunun sonucunda da bu liflerin iğneleme yolu ile birbirine bağlanması ve keçe benzeri ürünlerin elde edilmesi sağlanmıştır. Nonwoven tekstil malzemelerinin esas gelişimi ise 1940-1960 yılları arasında başlamıştır. Bu yıllarda yaşanan ekonomik krizler, ucuz tekstil malzemelerine olan talebi arttırmış, bunun sonucunda da dokuma ve örme gibi geleneksel kumaş üretim tekniklerinin dışında yeni üretim teknikleri geliştirilmiştir. Böylelikle çok çeşitli ürünlerin daha ekonomik yollarla üretilmesine olanak sağlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, nonwoven tekstillerden elde edilen kompozit malzemelerin duvar kaplaması olarak iç mimaride kullanılabilirliğinin ortaya konulmasıdır. Bu çalışmada, tekstil malzemesi içinde tekstil döküntüsü kullanarak geri dönüşüme katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Ayrıca, malzemenin son kullanım yeri olarak kreşler ve anaokulları düşünülerek malzemenin duvar kaplaması olarak kullanılabilirliği yanında çocukların duvara çarpmaları sonucu yaralanmalarını önleyecek bir yapıda üretilmesi göz önüne alınmaktadır.

2. NONWOVEN TEKSTİL MALZEMELERİ

2.1 Nonwoven Tekstil Malzemesinin Tanımı

INDA (Association of the Nonwoven Fabric Industry) nonwoven tekstil malzemesini “iplik haline getirilmemiş ve birbirlerine çeşitli yöntemlerle bağlanmış, kağıt haricinde, doğal ve yapay kesikli ve kesiksiz liflerden oluşan tabaka, tülbent veya vatka” olarak tanımlamaktadır.

INDA, nonwoven tekstil malzemelerini kağıt ürünlerinden ayırmak amacıyla malzemenin nonwoven sayılabilme koşullarını şöyle belirlemiştir:

1. Malzemenin lif içeriğinin kütleli olarak % 50’si uzunluğun çapa oranı 300’den fazla olan liflerden (kimyasal olarak çözünabilen bitkisel lifler haricinde) oluşuyorsa veya,

2. Malzemenin lif içeriğinin kütleli olarak % 30’u yukarıda tanımlanan liflerden oluşuyorsa ve aşağıdaki kriterlerden birini veya her ikisini de karşılıyorsa;

a)Uzunluğun çapa oranı 600’den fazla ise

b)Kumaşın yoğunluğu 0.4 g/cm^3 ‘den az ise

EDANA (European Disposables and Nonwovens Association) ise, nonwoven tekstil malzemesini “kağıt ve dokuma, örme, tafting, bağlayıcı iplik veya filamentler kullanılarak dikilmiş veya yaş dinkleme yöntemiyle keçeleştirilmiş ve ilave olarak da iğnelenmiş veya iğnelenmemiş ürünler haricinde, belirli bir düzende veya gelişigüzel yönlendirilmiş liflerin sürtünmesi ve/veya kohezyonu ve/veya adhezyonu ile üretilmiş tabaka, tülbent veya vatka” şeklinde tanımlamaktadır.

Sulu yöntemlerle üretilmiş nonwoven tekstil malzemelerinin kağıt ürünlerinden ayrılabilmesi için şu tanımlama yapılmaktadır:

1. Malzemenin lif içeriğinin kütleli olarak % 50’si, uzunluğun çapa oranı 300’den fazla olan liflerden (kimyasal olarak çözünabilen bitkisel lifler haricinde) oluşuyorsa veya,

2. Malzemenin lif içeriğinin kütleli olarak % 30'u uzunluğun çapa oranı 300'den fazla olan liflerden (kimyasal olarak ısınabilen bitkisel lifler haricinde) oluşuyorsa ve yoğunluğu 0.4 g/cm^3 ' den az ise [1].

2.2 Nonwoven Üretim Akışı

Nonwoven tekstil malzemeleri üretiminde kullanılan hammaddeye göre işlem akışı değişmektedir. Eğer hammadde olarak kesik elyaf kullanılıyorsa yapılacak ilk işlem elyafın hazırlanmasıdır. Elyafın açılması, harmanlama, yağlama vb. işlemler iplikçilik sistemlerinde olduğu gibidir. Daha sonra sırasıyla tülbent oluşturma, oluşturulan tülbendi sabitleştirme ve gerekirse terbiye işlemleri ile nonwoven tekstil malzemesine nihai şekli verilir.

Hammadde olarak polimerin kullanıldığı nonwovenlarda ise ilk işlem, sentetik iplik sistemlerinde olduğu gibi polimer eriyiğinin hazırlanmasıdır. Bu tip nonwovenlarda lifin ve tülbendin oluşumu birlikte olur. Daha sonra oluşturulan tülbent sabitleştirilir ve gerekirse terbiye işlemleri uygulanır [2].

2.3 Tülbent Oluşturma Yöntemleri

2.3.1 Kuru yöntemler

Kuru yöntemlerle oluşturulan nonwoven tülbentlerinin büyük bir çoğunluğu kesik elyaftan oluşmaktadır. Elyaf hazırlama işlemi, iplikçilik sistemlerinde olduğu gibi, liflerin balyalardan alınıp mekanik ve pnömatik işlemler yardımıyla tülbent oluşturma makinesine getirilmesini içerir. Temel bir elyaf hazırlama ünitesi; balya açma, harmanlama, kaba açma, hassas açma ve tülbent besleme kısımlarından oluşur. İyi bir ürün elde etmek için elyafın düzgün bir şekilde açılması ve harmanlanması çok önemlidir [3].

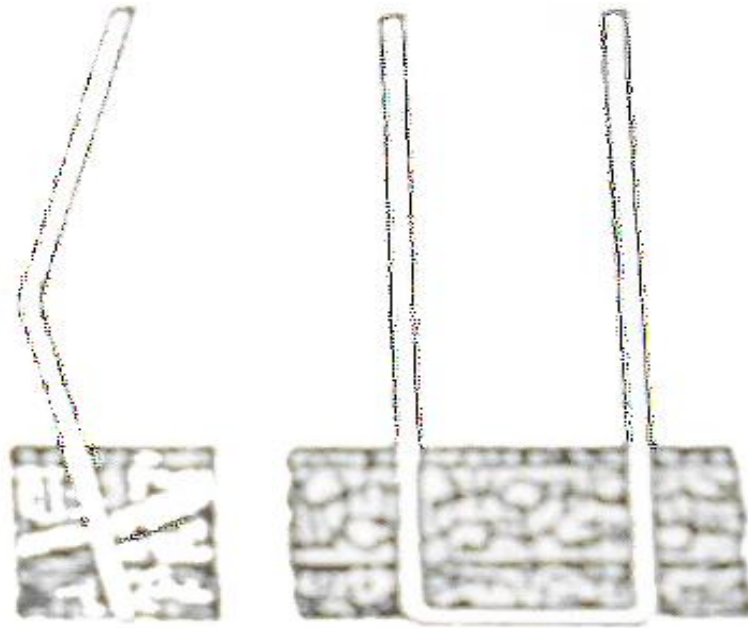
Kuru yöntemler mekanik, aerodinamik ve mekanik-aerodinamik kombinasyonu olmak üzere üçe ayrılır [2].

2.3.1.1 Mekanik yöntemler

Mekanik yöntemler, tarak tülbendinin oluşturulması ve serilmesi şeklinde iki aşamadan oluşur. Bazen tarak tülbendi doğrudan bir sabitleştirme işlemine de tabi tutulabilir [2].

Nonwoven üretiminde genelde iplikçilik endüstrisinde kullanılan taraklar ve bunların nonwoven üretimi için modifiye edilmiş modelleri kullanılmaktadır. Taraklamanın temel görevleri; küçük elyaf yumaklarını tek lif halinde açmak, liflerin paralelleştirilmesine yardım etmek ve belirli bir ağırlık ve genişlikte bir tülbent oluşturmaktır. Tarak üzerinde taraklama ve yolma işlemleri gerçekleşir. Çalışan yüzeylerin üzeri esnek veya metal tellerle kaplanmıştır.

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere esnek teller, kumaştan bir yüzey üzerine dik konumda yerleştirilmiştir. Esnek teller hassas yapıda oldukları için yüksek hız gereken nonwoven endüstrisinde tercih edilmezler [3].



Şekil 2.1 : Esnek Tarak Telleri

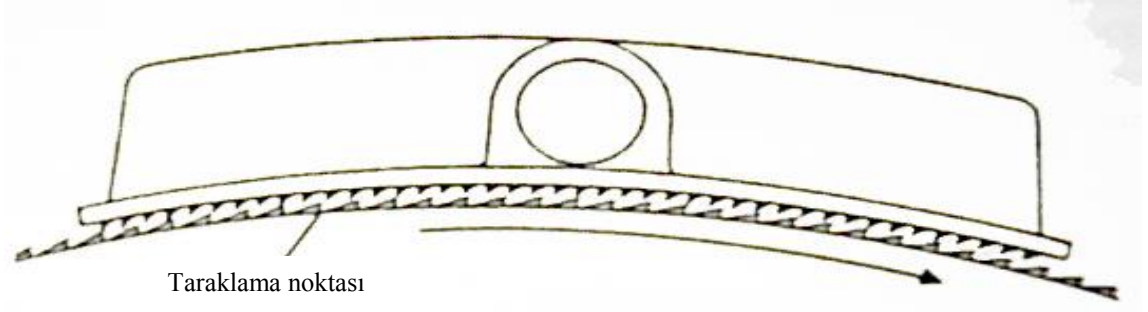
Metal teller, testere dişi şeklinde ve belli bir yüksekliği, adım aralığı ve açısı olacak şekilde üretilmiştir (Şekil 2.2). Böylelikle bir çok farklı elyaf türünü işleyebilir.



Şekil 2.2 : Metal Tarak Telleri

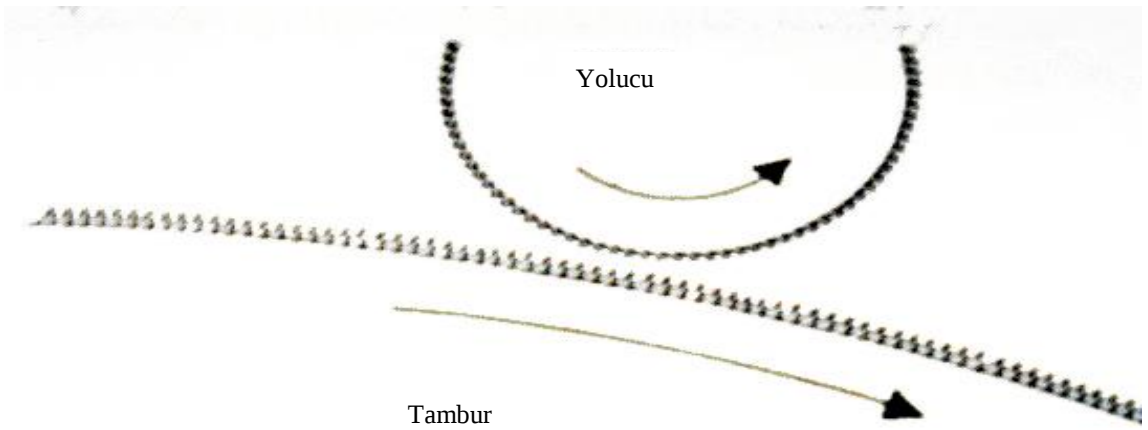
Taraklama işlemi, karşılıklı iş gören tellerle kaplı ve tel uçları birbirine ters konumdaki iki yüzeyin arasındaki elyafın taranması sonucu oluşur (Şekil 2.3). Bu

olayın oluşması için karşılıklı yüzeyler arasında hız farkının bulunması gerekir. Elyaf, yüzeylerden biri tarafından tutulurken diğer yüzey elyafı tarar.



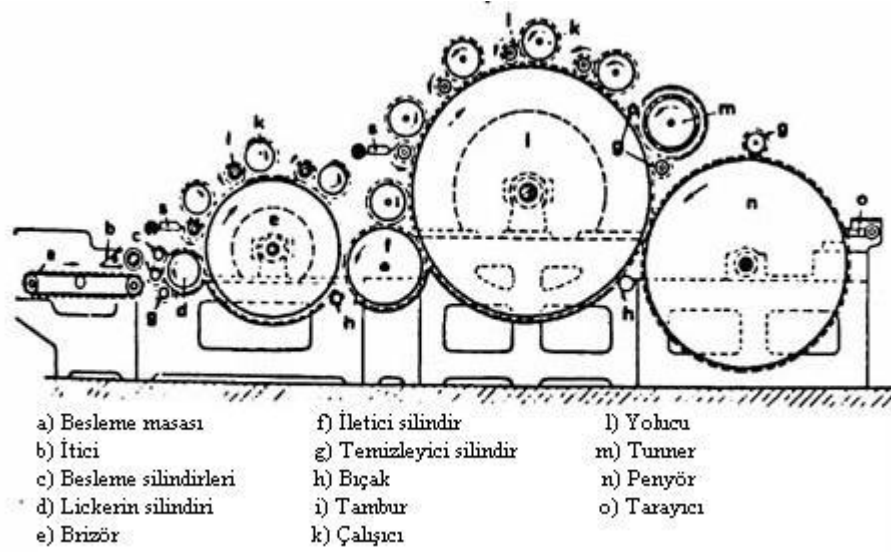
Şekil 2.3 : Taraklama İşlemi

Yolma işlemi ise, elyaf, tel uçları aynı yöndeki iki silindirin birinden diğerine aktarılırken olur. Çevresel hızlar arasındaki fark elyafın aktarılmasına olanak tanır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : Yolma İşlemi

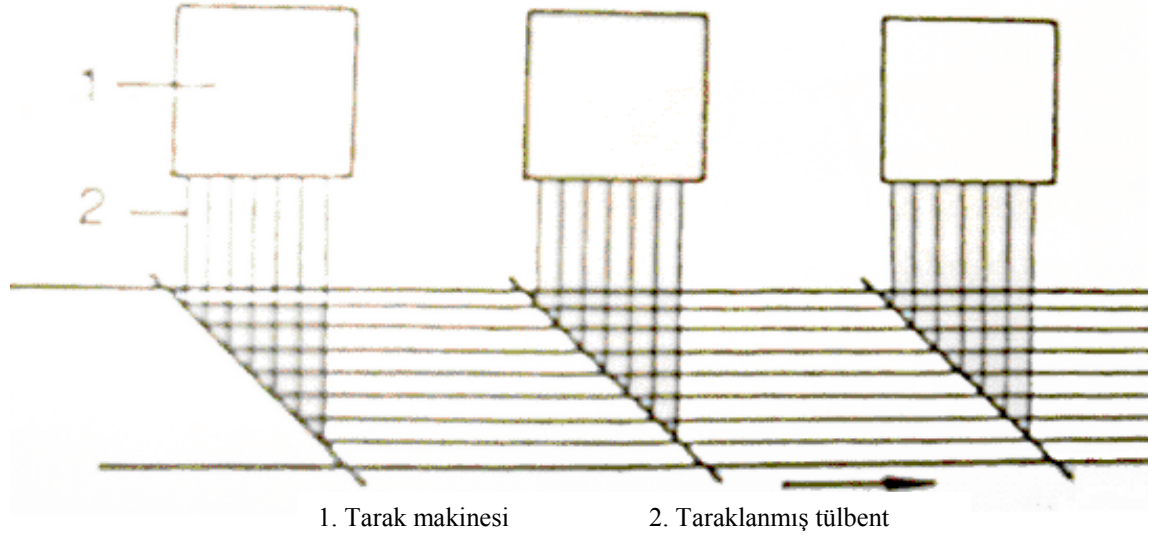
Günümüzde çok çeşitli tarak makineleri kullanılmaktadır. Şekil 2.5'te bunlara bir örnek verilmektedir. Tek tamburlu ve çift tamburlu taraklar olabileceği gibi, istenilen tülbende bağlı olarak silindirlerin birbirine göre konumu değiştirilebilir.



Şekil 2.5 : Tarağın Temel Görünümü ve Parçaları

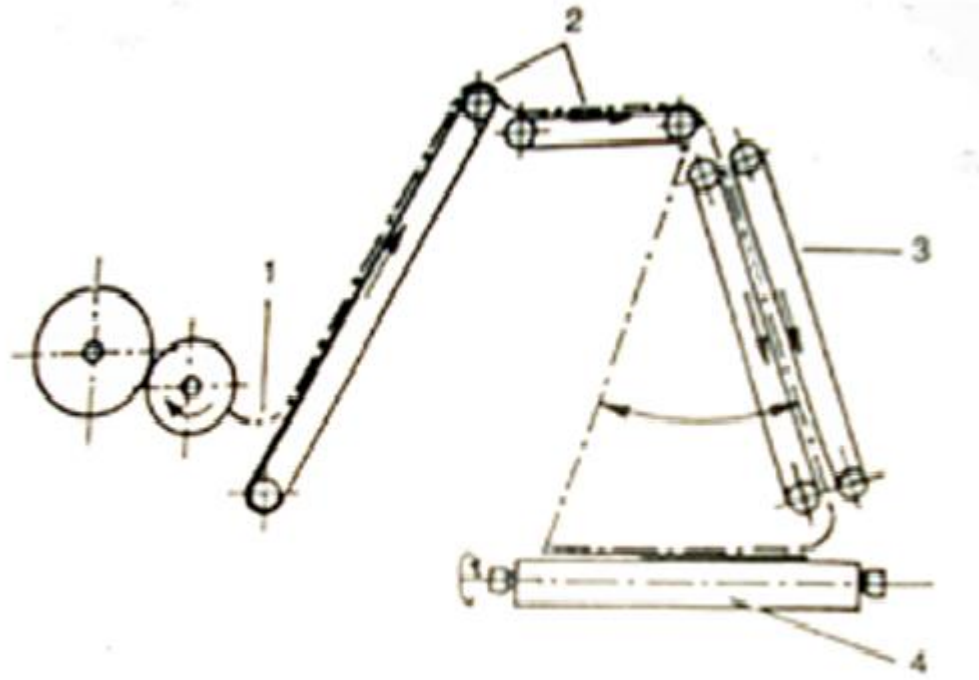
Şekil 2.6’da taraklama bölgesi görülmektedir. Taraklama işlemi, tambur ile çalışıcı silindirin teğet noktasında gerçekleşir. İki silindirin tellerinin birbirine göre ters durumda olması taraklamayı sağlar. Elyaf öbekleri daha sonra çalışıcıdan yolucuya aktarılır. Tellerin birbirine göre konumu ters olmadığı için bu bir aktarma işlemidir ve çalışıcının çevresel hızı daha düşüktür. Yolucu, elyaf öbeğini tekrar tambura aktarır, böylece işlem lifler tamamen açılıncaya kadar devam eder. Tarağa 450 – 850 g/m² arasında beslenen elyaf, 5-30 g/m²’lik tülbent haline getirilmiş olur [3].

Şekil 2.7’de gösterilen paralel serme işleminde, bir grup tarak makinesinden çıkan tarak tülbentleri bir taşıyıcı kayışın üzerine serilir ve tülbent sabitleştirme makinesine doğru sevk edilir. Düşük ağırlıktaki nonwoven tekstil malzemeleri uzunluk boyunca serme yöntemiyle imal edilirler. Lifler tek yönde oriyente olduğu için anizotropik özellikler gösterir [2].



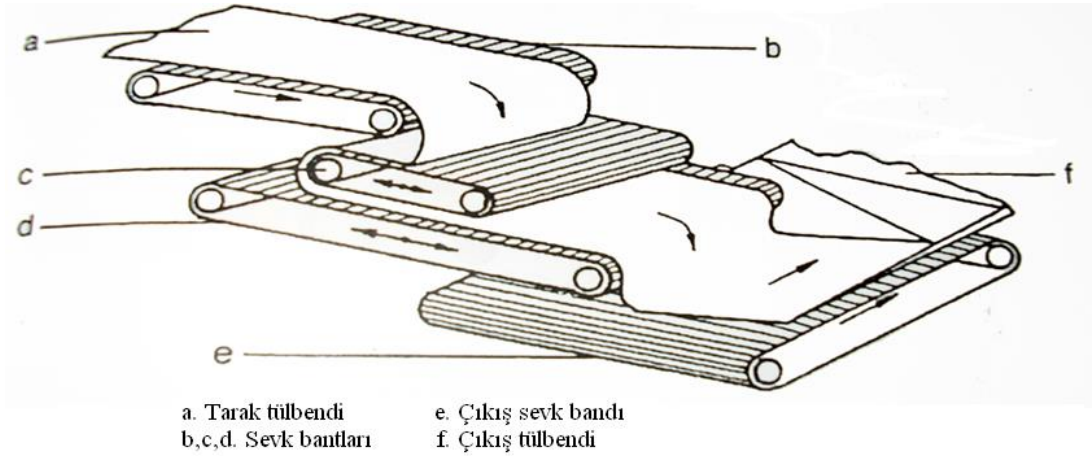
Şekil 2.7 : Paralel Serme İşlemi

Çapraz serme, tülbent katmanları hazırlamada en yaygın kullanılan yöntemdir. Özellikle iğneleme işlemi yapılacak kumaşlara uygulanmaktadır. Tülbent kat miktarı kolaylıkla artırılabilir, böylelikle yüksek gramajlı ürünlerin elde edilmesi sağlanır. Dikey ve deve sırtı tipinde sericiler mevcuttur. Dikey sericide salınım hareketi yapan besleme kayışları, tarak tülbendini çıkış kayışının üzerine katlar halinde serer (Şekil 2.8). Deve sırtı tipi sericide ise tarak tülbendi, ileri geri hareket eden sevk bantları ile üst üste çapraz şekilde, bu sevk bantlarına dik konumda hareket eden sevk bandı üzerine serilir (Şekil 2.9). Paralel sermeye göre daha az anizotropik özellikler gösterir [2 , 3].



- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1. Tarak tülbendi | 3. Salınım yapan kayışlar |
| 2. Besleme kayışları | 4. Çıkış kayışı |

Şekil 2.8 : Dikey Tip Çapraz Serici

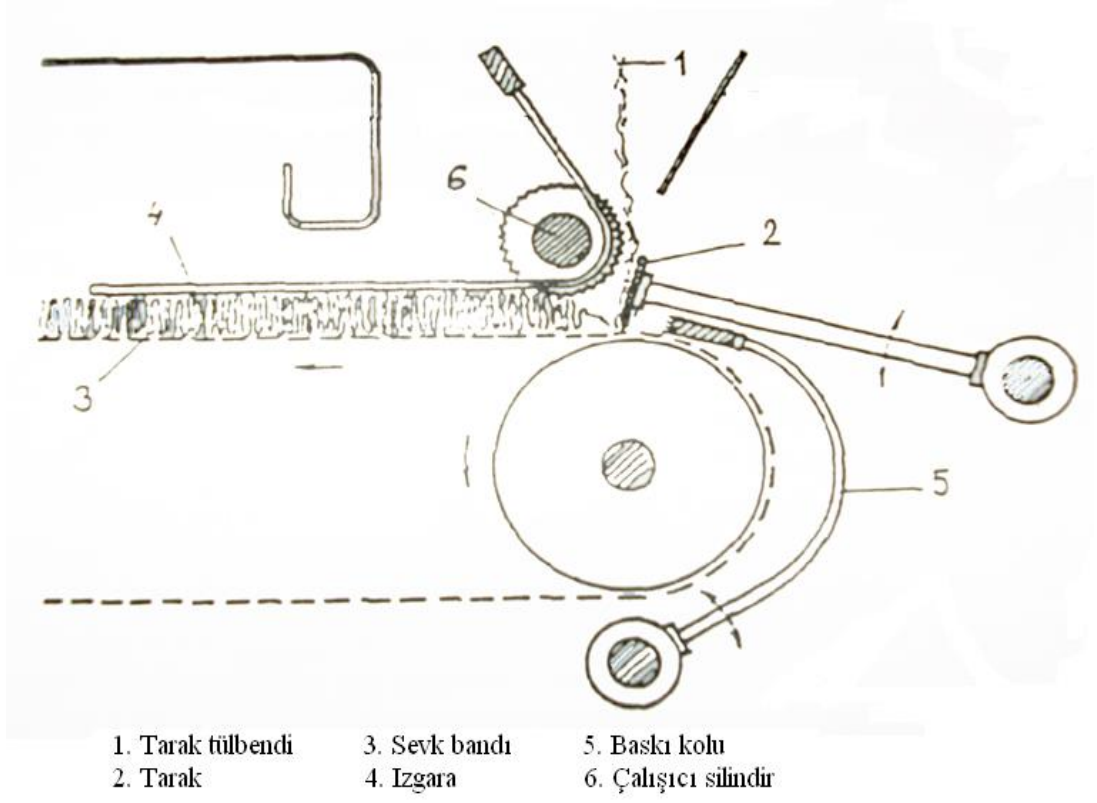


- | | |
|----------------------|---------------------|
| a. Tarak tülbendi | e. Çıkış sevk bandı |
| b,c,d. Sevk bantları | f. Çıkış tülbendi |

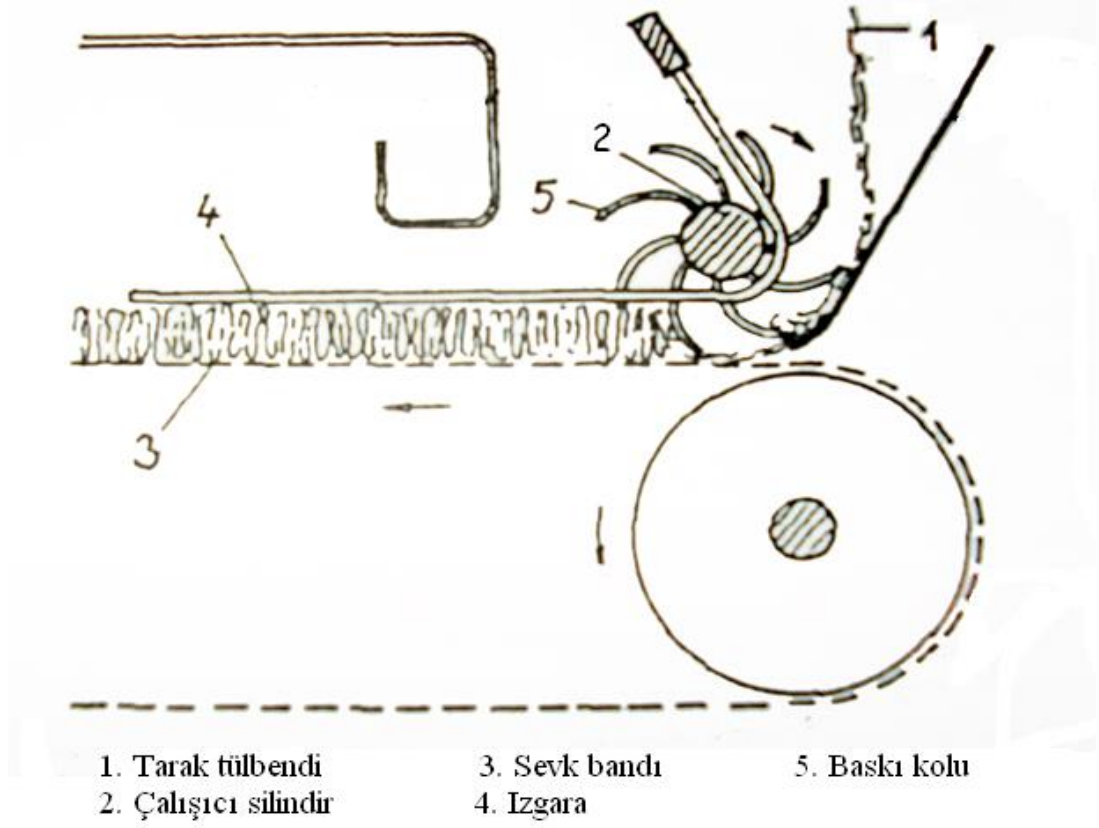
Şekil 2.9 : Deve Sırtı Tipi Çapraz Serici

Ondüle serme yöntemi ile üretilmiş tülbentler, büyük kısmı malzeme alanına dik yönde oriyente edilmiş liflerin konumu nedeniyle sıkışmaya karşı yüksek mukavemet ve elastik toparlanma özellikleri göstermektedir. Titreşimli ve rotasyon olmak üzere iki çeşit ondüle serme makinesi bulunmaktadır. Titreşimli ondüle serme makinesinde aşağıya ve yukarıya hareket eden bir tarak, tarak tülbendini sevk bandına doğru çeker. İleri-geri hareket eden bir baskı çubuğu üzerine yerleştirilmiş iğne sistemi yardımıyla tülbentten bir kıvrım oluşturulur ve bu kıvrım ileriye itilir

(Şekil 2.10). Rotasyon ondüle serme makinesinde ise, çalışıcı bir silindir tarak tülbendini kıvrımlı hale getirir ve hareket eden tülbende doğru iter (Şekil 2.11) [2].



Şekil 2.10 : Titreşimli Ondüle Vatka Makinesi

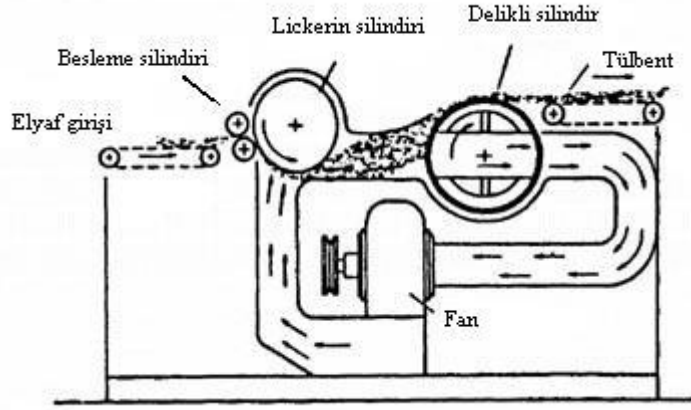


Şekil 2.11 : Rotasyon Ondüle Votka Makinesi

Poliüretan köpük bir çok alanda kullanılmasına rağmen, çevreye zararlı etkileri yüzünden yerine alternatifler aranmaktadır. Poliüretan köpüğün işlenmesi zordur, hava geçirgenliği düşüktür, yandığı zaman hidrosiyamik asit ve zehirli gazlar açığa çıkarır. Geri dönüşüme de uygun olmaması da göz önüne alındığı zaman, ondüle serilmiş nonwoven malzemelerin poliüretan köpüğün yerine kullanımı giderek artmaktadır [4].

2.3.1.2 Aerodinamik yöntemler

Aerodinamik tülbent oluşturma makinesinde elyaf, kondenser şablon üzerinden geçerek lickerin silindirine sevk edilir. Bu silindir üzerinde bulunan tarak telleri yardımıyla elyaf dağıtılır ve tek lifler, fan tarafından oluşturulan hava akımı yardımıyla hareket ettirilir (Şekil 2.12). Mekanik yöntemlerin aksine, tülbent içindeki lifler gelişigüzel oriyente olmuş durumdadır. Böylece  r n farklı yönlerde az çok homojen özellikler gösterir.



Şekil 2.12 : Aerodinamik Yöntem

Bu yöntemin avantajları olarak tülbentin izotropik bir yapıya sahip olması, hacimli tülbentler üretilebilmesi ve çok çeşitli liflerin kullanılabilmesi gösterilebilir. Buna karşılık, malzemenin açılmasının düşük derecede kalması ve kanalın duvarlarına yakın düzensiz hava akımı nedeniyle tülbent genişliği boyunca tülbent yapılarının çeşitlilik göstermesi ve hava akımı içindeki liflerin karışma olasılığı önemli dezavantajlarıdır.

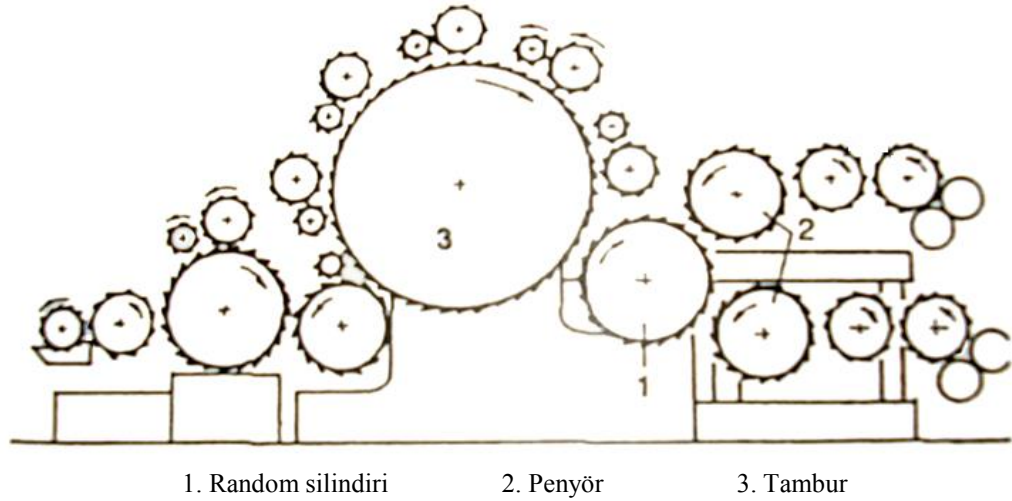
Aerodinamik yöntemlerle serilmiş tülbentler çeşitli yöntemlerle sabitleştirildikten sonra ıslak ve kuru temizlik bezleri, tıbbi tekstil, bebek bezi, hijyenik ped yapımında kullanılırlar [2].

2.3.1.3 Mekanik – aerodinamik kombinasyonu

Mekanik ve aerodinamik yöntemlerin kombinasyonunun random tarak, üç silindir prensibi ve Fehrer K-21 olmak üzere üç temel çeşidi vardır.

Random tarakta tambur ile penyör arasına bir random silindiri yerleştirilmiştir (Şekil 2.13). Random silindiri tarağın ters yönünde ve taraktan çok daha hızlı hareket etmektedir. Bu durum, iki silindir arasında merkezkaç ve aerodinamik kuvvetler oluşmasına neden olur. Lifler tamburdan alınıp random silindir yüzeyine gelişigüzel bir şekilde yerleştirilir. Gelişigüzel halde oriyente olmuş lifler daha sonra penyöre sevk edilirler. Yığma silindirleri yardımıyla da tülbent gramajı ayarlanır. Tek random silindirli taraklar olduğu gibi, daha homojen bir tülbent yapısı elde edebilmek amacıyla, tülbentin tamburdan sonra iki ayrı random silindire beslenip tarak çıkışında tekrar bir araya getirildiği random taraklar da mevcuttur [2].

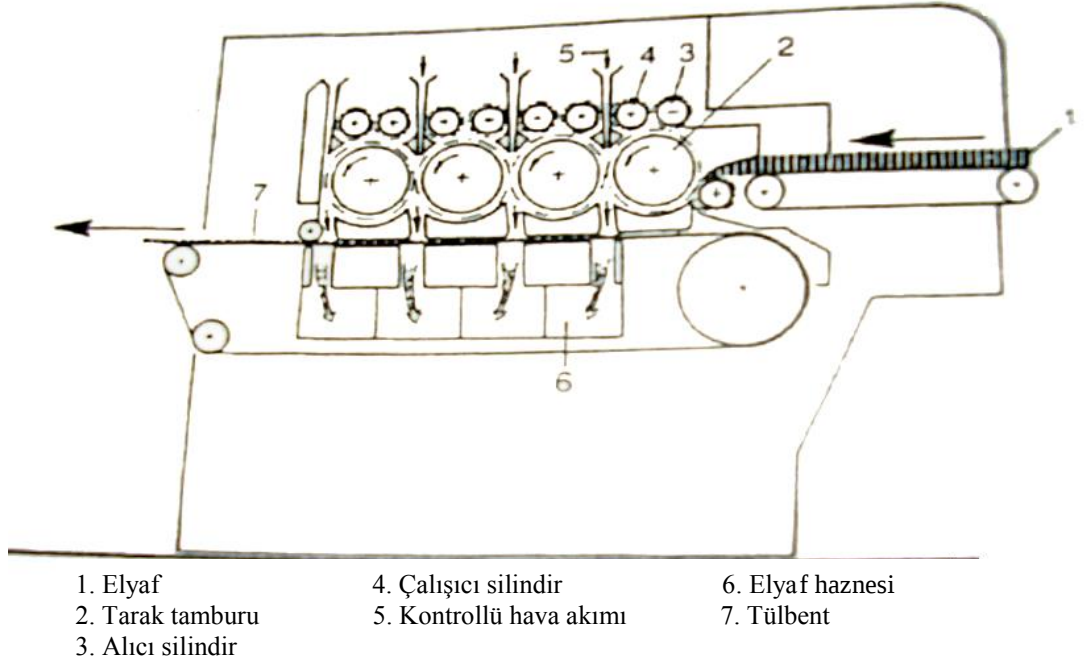
Random tarak günümüzde oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tülbent izotropik bir yapıdadır. Üretim miktarı mekanik ve aerodinamik yöntemlere göre %30–50 daha yüksektir. Taraktan çıkan tülbent doğrudan sabitleştirme işlemine tabi tutulabileceği gibi serme işlemi de gerçekleştirilebilir [2 , 3].



şekil 2.13 : Random Tarak

 silindir prensibinde bir grup alışıcı silindir, elyafı mekanik olarak açar ve silindirler arası mesafeler nedeniyle oluşan merkezkaç ve aerodinamik kuvvetler yardımıyla lifler bir silindirden ötekine taşınır.

Fehrer firması tarafından geliştirilen K-21 makinesinde dört adet tarak tamburu mevcuttur (şekil 2.14). Her biri bir çift alıcı-alışıcı silindir çifti ile beraber çalışmaktadır. Kontrollü bir hava akımı liflerin bir kısmını delikli taşıyıcı banda doğru iter. Diğer lifler bir sonraki tarak tamburuna sevk edilir. Böylece en son katman dört basamakta elde edilir. Bu da çok düzgün bir gramajın elde edilmesini sağlar. İzotropikliği oldukça iyi, hafif gramajlı tülbentler elde edilebilir [2].



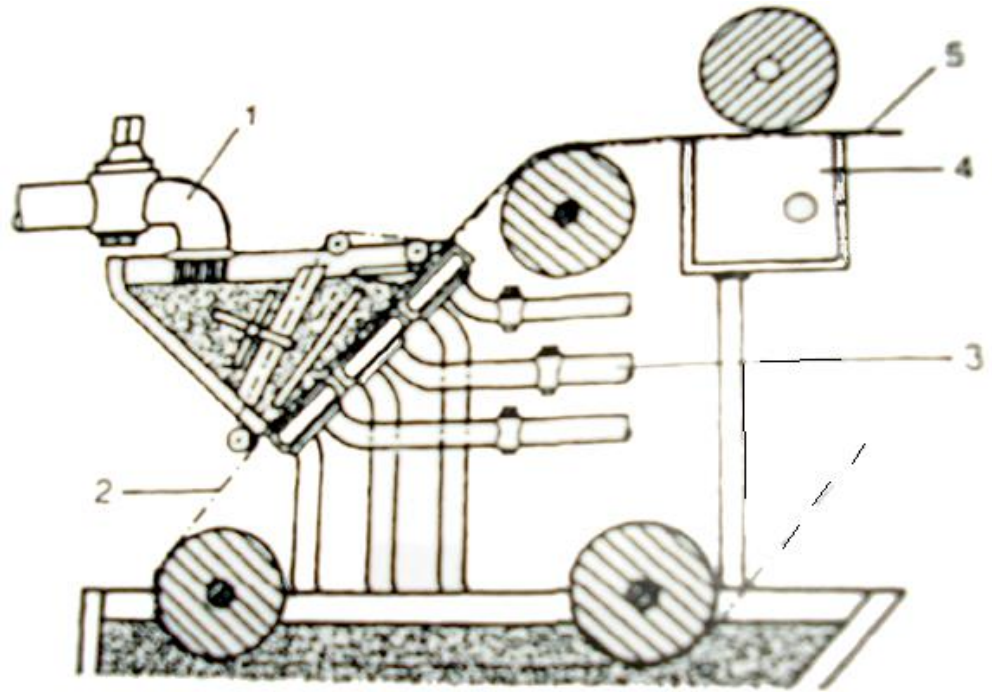
Şekil 2.14 : Fehrer K-21

2.3.2 Sulu yöntemler

Sulu yöntemlerin esası, kağıt üretimi işleminin modifikasyonu olarak geliştirilmiştir. Kullanılan lifler 2-30 mm arasındadır. Kısa liflerin tercih edilme sebebi, uzun liflere göre daha kolay dispers olabilmeleridir.

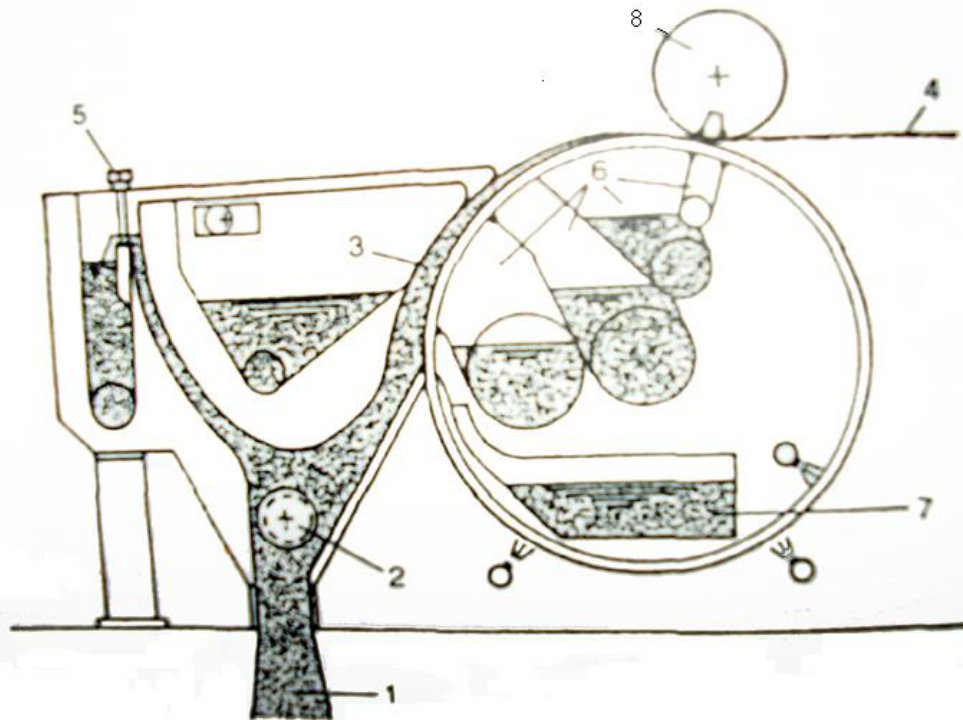
Bu yöntemde kuru yöntemlere göre büyük, pahalı ve yüksek performanslı makineler kullanılır. Makine çıkış hızları 1000 m/dak.' ya kadar ulaşabilmektedir. Ancak suyun buharlaştırılması için yüksek miktarda enerji gerekmektedir.

Sulu yöntemde önce elyaf, çeşitli kimyasallar kullanılarak suyun içinde ıslanır ve dispers hale getirilir. Elde edilen lif dispersiyonu tülbent oluşturma makinesine doğru sevk edilir. Lif tülbendi, kullanılan makineye bağlı olarak hareketli tel sevk hasırı veya delikli tambur üzerinde oluşturulur. Tülbentteki su, emme, basınç ve kurutma ile uzaklaştırılır (Şekil 2.15-2.16).



- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1. Dispersiyon girişı | 4. Su emme ünitesi |
| 2. Tel sevk hasır | 5. Tülbent |
| 3. Su geri dönüşü | |

Şekil 2.15 : Tel Sevk Hasırlı Sulu Yöntem



- | | | | |
|-----------------------|---------------------|------------------------|--------------------|
| 1. Dispersiyon girişı | 3. Delikli silindir | 5. Ayarlanabilir kapak | 7. Fazla su |
| 2. Karıştırıcı | 4. Tülbent | 6. Su geri dönüşü | 8. Su emme ünitesi |

Şekil 2.16 : Delikli Silindirli Sulu Yöntem

Tülbendin sabitleştirilmesi; kendiliğinden bağlanan selülozik lifler veya ağaç hamuru kullanılarak hidrojen bağlarıyla; kurutma işlemi öncesi uygulanan bağlayıcı dispersiyonlarla; elyaf malzemesine termoplastik bağlayıcı liflerin ilave edilmesiyle veya işlemin ardından uygulanan kalandırlama ile gerçekleştirilir.

Elde edilen lif tülbendinin yapısı az çok izotropiktir. Liflerin oryantasyonu makine yönüne doğru eğilim göstermektedir.

Temizlik ürünleri, tıp alanındaki bir defalık kullanılıp atılan ürünler, filtreler, çay poşetleri temel kullanım alanlarıdır [2].

2.3.3 Filament serme yöntemleri

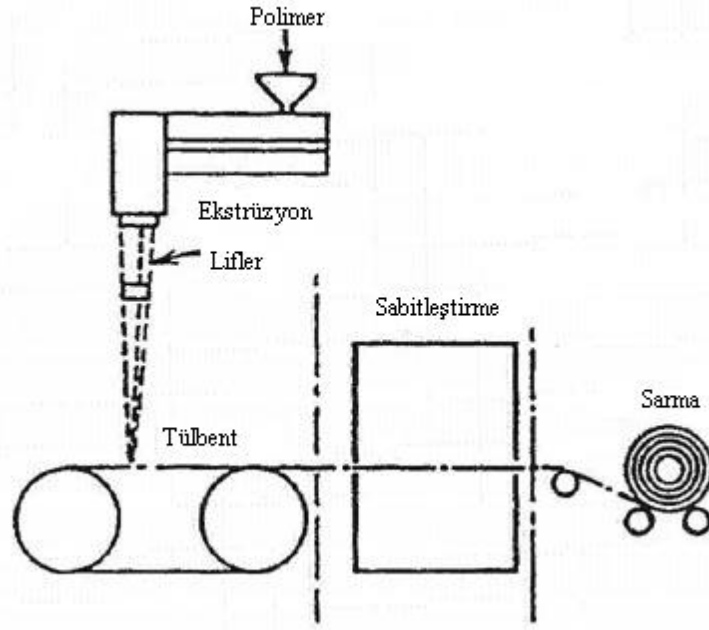
Bu tip yöntemlerin temel prensibi, polimer eriyiğinin doğrudan tülbende dönüştürülmesidir. Spunbonding, eriyik püskürtme ve elektrostatik yöntem üzere üç tipi vardır.

2.3.3.1 Spunbonding

1950’li yılların sonunda geliştirilen bir yöntemdir ve günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Temel olarak şu aşamalardan oluşmaktadır:

- 1) Polimerin eritilmesi, polimer eriyiğinin sevki ve filtrasyonu
- 2) Eriyiğin ekstrüzyonu
- 3) Filament çekilmesi
- 4) Filamentin tülbent şeklinde serilmesi
- 5) Tülbendin sabitleştirilmesi

Şekil 2.17’de görüldüğü üzere, granül haldeki polimer ekstrüderin besleme bölmesine beslenir. Polimer, ekstrüder boyunca ilerlerken ısı ve sürtünme yardımıyla erir. Eriyik düşelerden çekilerek filamentler elde edilir. Filamentler soğuk hava üflenerek soğutulur ve daha sonra çekilirler. Çekimin ardından tel şablonlu taşıma kayışı üzerine serilirler. Serilen tülbentler sabitleştirilir.



Şekil 2.17 : Spunbond Üretim Sistemi

Spunbond tülbent gramajı $5-800 \text{ g/m}^2$ arasında değişir. Tülbentler hacimsizdir. Sabitleştirme işlemine bağlı olarak tülbentler serttir, dökümlülük kötüdür. Kopma ve yırtılma mukavemeti yüksek tülbentler üretilebilmektedir.

Spunbond tülbentler halı tabanı, mobilya, yatak, jeotekstil alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca otomotiv, inşaat, temizlik, tıp ve ambalaj alanlarında da kullanılabilir [2].

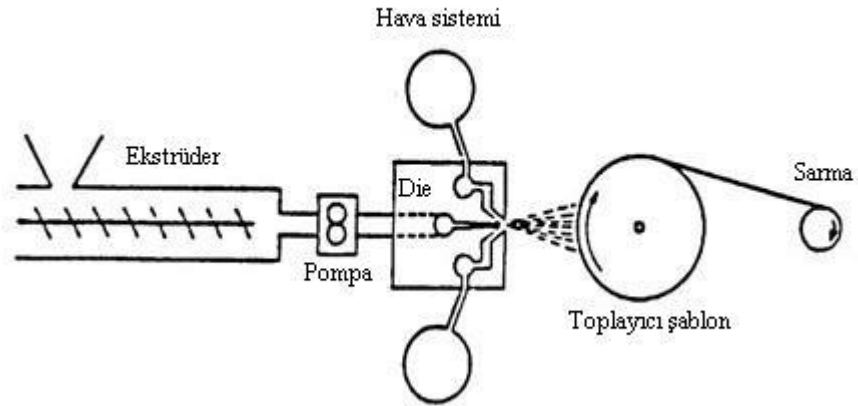
2.3.3.2 Eriyik püskürtme yöntemi

Eriyik püskürtme işlemi şu adımlardan oluşmaktadır:

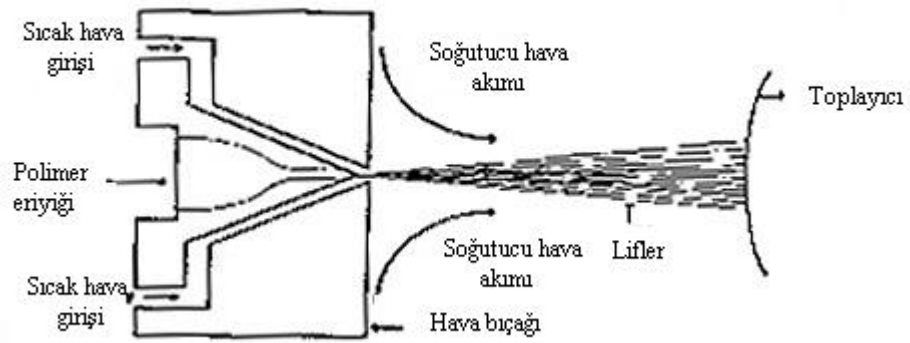
- 1) Polimerin eritilmesi, polimer eriyiğinin sevki ve filtrasyonu
- 2) Sıcak hava kullanılarak polimer ekstrüzyonu ve filamentlerin oluşturulması
- 3) Tel şablonlu toplayıcı tambur veya kayış yüzeyinde tülbendin oluşturulması
- 4) Tülbendin sabitleştirilmesi

Polimerin eritilmesi, sevki ve filtrelenmesi spunbond sistemi ile aynıdır. Eriyik püskürtme yönteminde “die” adı verilen özel bir filament oluşturma bölmesi kullanılmaktadır. Eriyik, filament oluşturma bölmesi deliklerinden çekilir. Yüksek hızdaki hava akımları polimer eriyiğini mikrolif haline getirmek üzere inceltir. Mikrolifleri bünyesinde taşıyan sıcak hava akımı toplayıcı şablona doğru hareket

ederken etrafındaki havayı da büyük miktarlarda çeker. Bu olay liflerin soğuyup katılaşmasına neden olur. Aynı anda lifler kısmen çekilir ve karışırlar. Toplayıcı şablonun üzerinde tülbent oluşturan lifler, karışma ve kohezif yapışma sayesinde bir arada tutulurlar. Bu işlem bir çok uygulama için yeterli olmaktadır bazı durumlarda ilave bir kalandır ile ısı sabitleştirme işlemi uygulanabilir (Şekil 2.18-2.19).



Şekil 2.18 : Eriyik Püskürtme Sistemi



Şekil 2.19 : Die Ünitesi

Isı yalıtımı özellikleri iyi ve filtrasyon verimliliği yüksek malzemelerin üretiminde kullanılırlar. Lifler gelişigüzel oriyente edilir. Gramaj $8-350 \text{ g/m}^2$ arasında değişir.

Eriyik püskürtme yöntemiyle hazırlanmış tülbentler filtrasyon, ısı yalıtımı, yağ absorpsiyonu, temizlik bezi, endüstriyel temizlik bezi, adhesif, pil separatörü gibi alanlarda kullanılmaktadır [2].

2.3.3.3 Elektrostatik yöntem

1970’li yılların sonunda geliştirilen teknolojiye polimer eriyiği, yaklaşık 30 kV’lık bir elektrostatik alan içindeki kuvvetler yardımıyla lif haline getirilmektedir.

Bu yöntemle üretilen malzemeler zayıf mekanik özelliklere sahiptir ve sürtünmeye karşı dayanıksızdır. Bu nedenle başka tekstil malzemeleri ile takviye edilirler. Genel kullanım alanı filtrasyon ürünleridir [2].

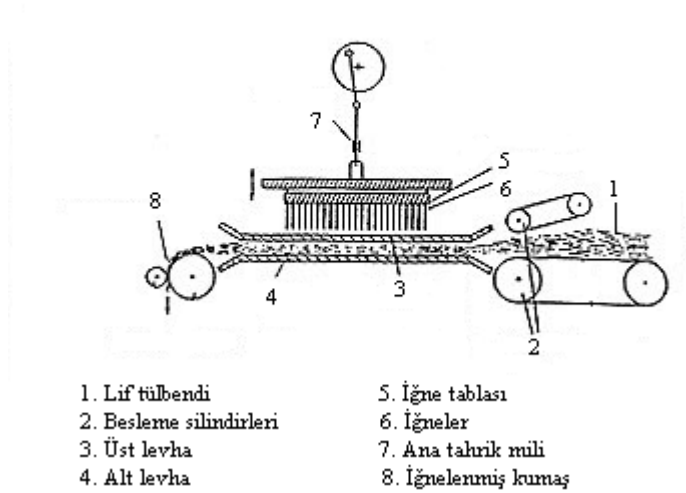
2.4 Tülbent Sabitleştirme Yöntemleri

2.4.1 Mekanik sabitleştirme yöntemleri

2.4.1.1 İğneleme

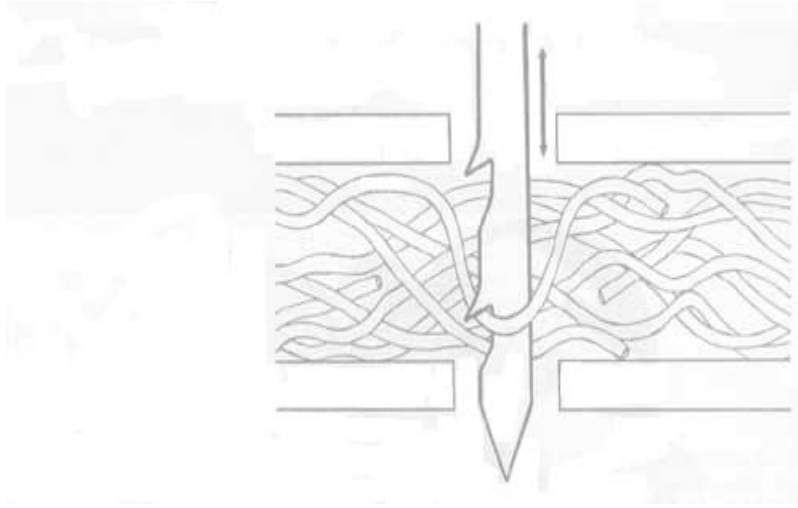
İğneleme yöntemiyle sabitleştirilmiş bir nonwoven tekstil malzemesi, bazı liflerin çentikli iğneler yardımıyla yukarıya veya aşağıya doğru çekildiği tülbentlerden oluşur. Bu iğneleme hareketi lifleri karıştırır ve dokuyu bir arada tutarak üç boyutlu yapı oluşmasını sağlar.

İğneleme yönteminde doğal ve sentetik lifler olduğu kadar cam, seramik, paslanmaz çelik, aramid v.b. özel lifler de kullanılabilir. Şekil 2.20’de tipik bir iğneleme makinesi görülmektedir.



Şekil 2.20 : İğneleme Makinesi

Tülbentler st ve alt delikli levhalar arasına beslenir. Kancalı iğneler şekil 2.21’de görüldüğü gibi levhalardaki deliklerin arasından geçip tülbentin içine periyodik olarak batıp çıkarlar. Her dalışta iğnelerin kancaları belirli sayıda lifi yakalayarak tülbentin içinden çeker ve bir lif tutamı oluşturur. İğneler geri çekildiğinde lif tülbendi serbest kalır ve çıkış silindirlerine doğru kısa bir mesafe ilerler. Sabitleştirilmiş tülbent çıkışta silindirlere sarılır.



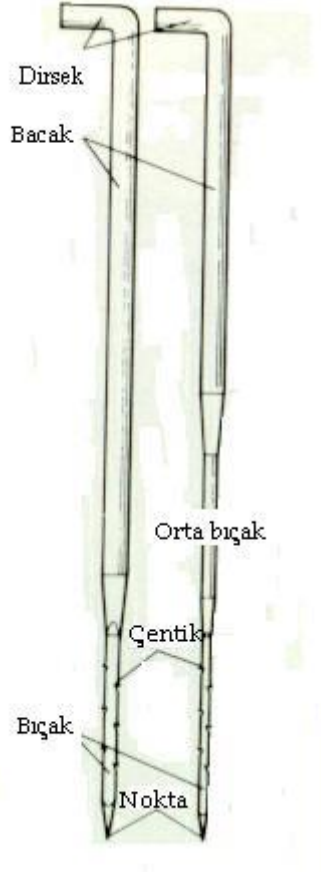
Şekil 2.21 : İğneleme İşleminin Yakından Görünüşü

İğne tablasındaki iğnelerin sayısı ve iğne tablasının frekansı makinenin performansını belirler. Ağır ve hareketli mekanizmalar olduğu için imal edilmeleri kolay değildir. Çalışma eni 2 - 6 m arasında değişir. Özel durumlarda 16 m’ye kadar çıktığı görülür. Beslenen tülbent kalınlığı 100 - 300 mm arasındadır. Kalın tülbentler n iğneleme makinesinden geçirilir ve kalınlıkları azaltılır. n iğneleme makinelerinde daha az sayıda iğne bulunur ve bu iğneler daha uzundur [2].

İğne, iğneleme işleminin en önemli elemanıdır. Farklı lifler ve kumaş kaliteleri için çok çeşitli iğneler mevcuttur. Şekil 2.22’de de görüldüğü gibi iğne, temel olarak şu kısımlardan oluşur:

- Dirsek: İğnenin gövdeyle 90° açı yapan üst kısmıdır. İğne tablasına tutunan kısımdır.
- Bacak: İğnenin en kalın yeridir. İğne tablasındaki boşluğa yerleşir.
- Orta bıçak: İnce iğnelerde bulunan ve onları daha esnek yapan kısımdır. 32 incelikte ve daha ince iğnelerde bulunur.

- Çentikler: İğnenin en önemli kısmıdır. Elyafı tutup birbirine karıştırır. Şekli ve yapısı, iğnelenmiş kumaş yapısını etkiler.
- Nokta: İğnenin en uç noktasıdır. Minimum iğne hasarı ve uygun yüzey görünümü için önemli rol oynar [5].

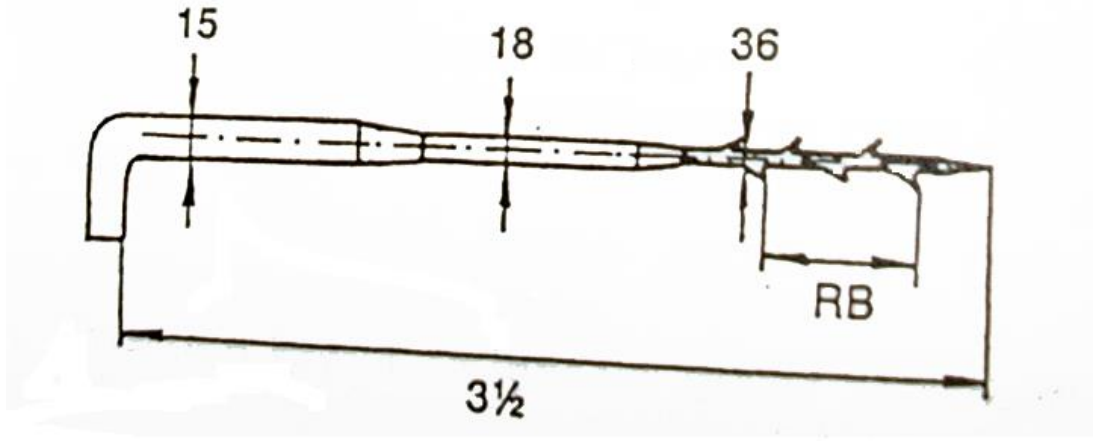


Şekil 2.22 : İğnenin Elemanları

İğnenin bıçak adı verilen bölümü, genelde üçgen bir kesite sahiptir ve bir, iki veya üç kenarında çentikler bulunmaktadır. Şekil 2.23'te iğne üzerindeki değişkenler görülmektedir. 15, 18 ve 36 iğnenin sapı, ara gövdesi ve çalışan bölümünün çaplarını temsil etmektedir. RB bir kenardaki çentikler arasındaki mesafedir. 3,5 sayısı ise iğnenin inç olarak uzunluğudur. Çentikler arasındaki mesafenin kısalması iğnenin performansını arttırır. Buna bağlı olarak iğne üzerindeki gerilim de artar. Örnek bir iğne spesifikasyonu şu şekildedir:

15 x 18 x 30 x 3,5 RB

(2.1)



Şekil 2.23 : İğne Üzerindeki Değişkenler

İğneleme işleminde en önemli makine değişkenleri, iğnenin giriş derinliği ile vuruş yoğunluğudur. Lifin tülbent içindeki hareketi iğnenin giriş derinliğine bağlıdır. Maksimum derinlik; iğne bacağının uzunluğuna, levhalar arasındaki mesafeye, vuruş yüksekliğine ve giriş açısına bağlıdır. Giriş derinliği arttıkça lifleri alan çentik sayısı artar, bu da liflerin daha iyi karışmasını sağlar [5].

Vuruş sayısı aşağıdaki denklem yardımıyla bulunabilir:

$$N_p = a \times f \times p / v \quad (2.2)$$

Burada;

N_p , metrekaresindeki vuruş sayısı (m^{-2}),

a , 1 metrelik çalışma enindeki iğne sayısı (m^{-1}),

f , iğne tablasının frekansı (s^{-1}),

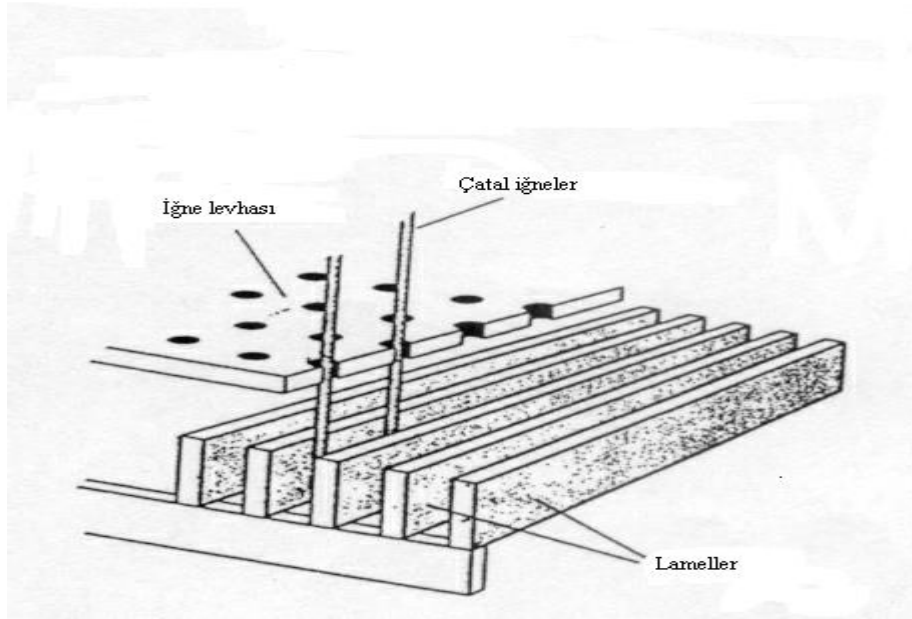
p , makinedeki iğneleyen bölüm sayısı,

v , tülbent hızıdır. ($m.s^{-1}$) [1]

Nonwoven iğneleme endüstrisinde üç temel tipte makine kullanılmaktadır. Bunlar; keçe makinesi, çatal iğneli makine ve random velur makinesidir. Keçe makinesi daha önce anlatılan makinelerdir. Bu makinelerde bir – dört arası iğne tablası bulunabilir. İğneler sadece üstte, hem üstte hem altta veya sadece altta olabilir. Makinenin temel görevi, lifleri birbirine karıştırarak düz bir kumaş elde edilmesini sağlamaktır.

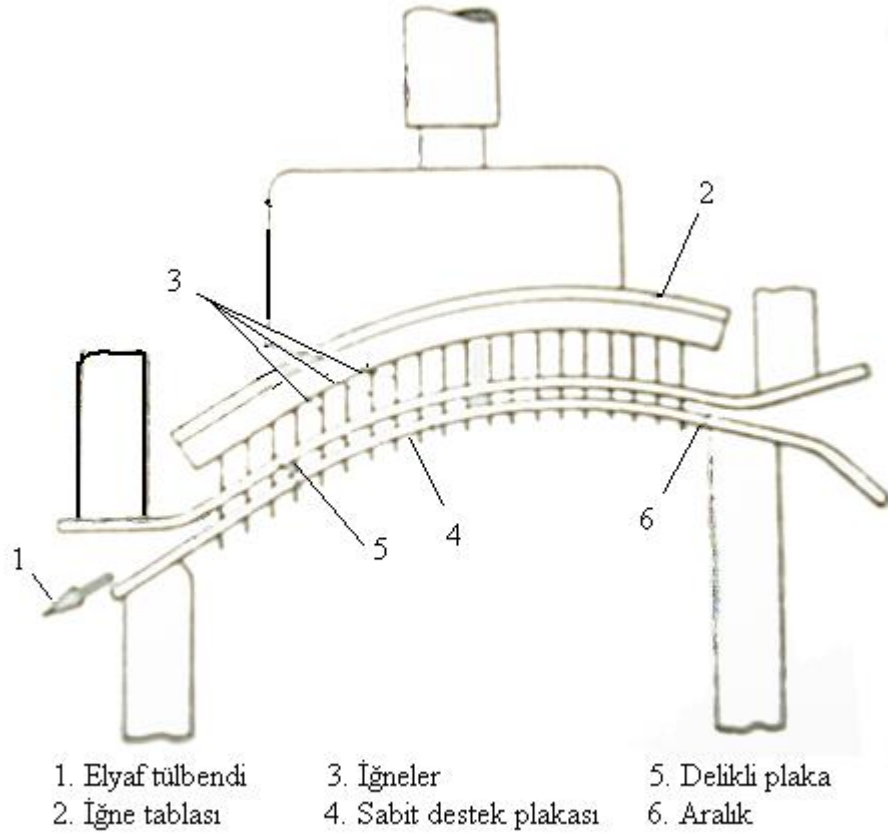
Çatal iğneli makinelerde iğneler çatal şeklindedir. Makine boyunca uzanan lameller vardır ve iğneler, elyaf yumaklarını bu lamellerin içine taşır (Şekil 2.24). Lameller de elyaf yumaklarını makine boyunca taşır. Böylece velur veya benzer yapıdaki kumaşlar elde edilir.

Random velur makinesi ise en yeni makinedir. Velur kumaşların üretilmesini sağlar. Çatal iğneli makinelerden farkı, kumaş yapısının tamamen izotropik olmasıdır [5].



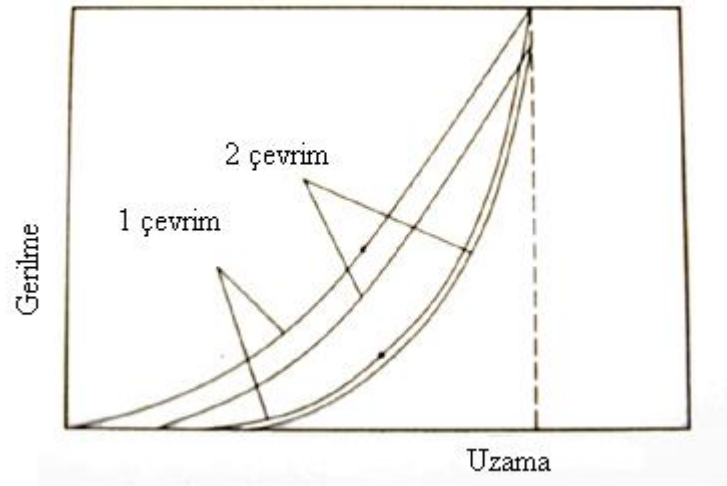
Şekil 2.24 : Çatal İğneli Makine

Bunların yanı sıra, Fehrer firması H-1 adını verdiği yeni bir tip makine üretmiştir. İğne yatağı ve iğneleme bölgesi, diğer tiplerden farklı olarak eğimli bir yapıdadır (Şekil 2.25). Tülbent, iğneleme işleminden önce eğimli bir konum alır, böylece iğnelerin altından geçerken açı sürekli değişir. Bunun sonucu olarak liflerin birbirine karışma miktarı artar ve daha sağlam bir yapı elde edilir [6].

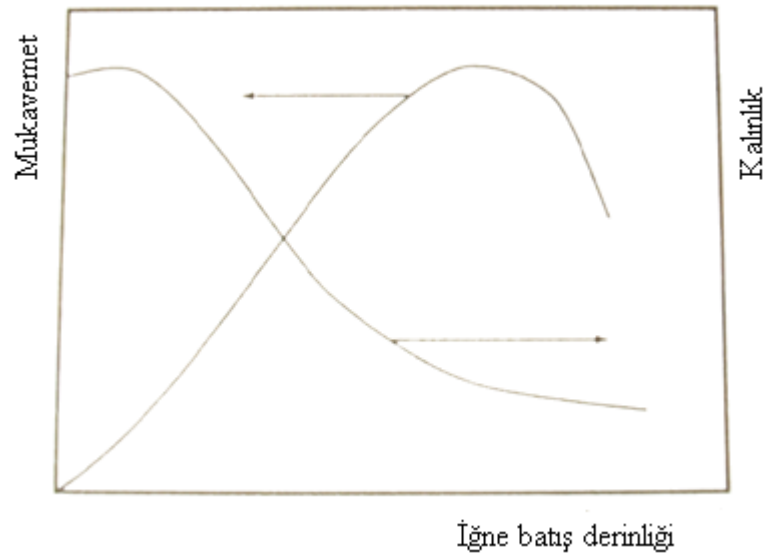


Şekil 2.25 : H-1 İğneleme Makinesi

İğnelenmiş kumaşların dayanıklılığı lifler arası sürtünmeye bağlıdır. Deformasyon esnasında liflerin konumları değişir, birbirlerine paralel duruma gelirler, toplam sürtünme kuvveti artar. Şekil 2.26’da gösterilen gerilme-uzama eğrileri incelendiği zaman, elastisite modülünün düşük bir değere sahip olduğu görülür. Tekrarlanan yükleme altında ise plastik şekil değiştirme değeri, elastisite modülünden biraz fazladır. Şekil 2.27’de ise mukavemet ve kalınlık özelliklerine birim alandaki iğne batış sayısının etkisi görülmektedir. İğne batış miktarı ve derinliği yüksek değerlere ulaştıkça liflerin parçalanmasına ve kısalmasına bağlı olarak mukavemette düşmelere neden olur [1].



Şekil 2.26 : İğnelenmiş Kumaş İçin Gerilme-Uzama Eğrileri

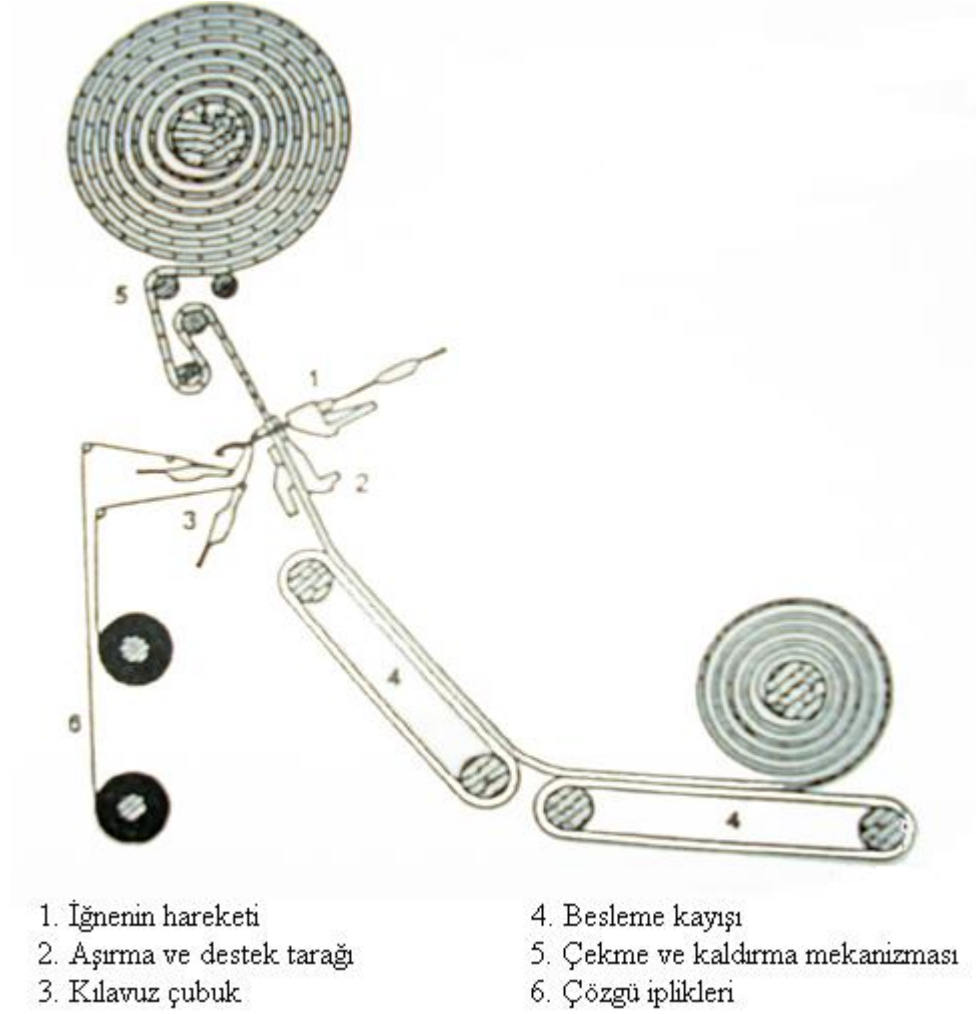


Şekil 2.27 : Batış Derinliğinin Kalınlık ve Mukavemete Etkisi

İğnelenmiş nonwoven tekstil malzemeleri, düşük üretim maliyetleri ve özelliklerdeki değişkenlik sebebiyle çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Bunlar arasında ev tekstili, jeotekstiller, filtreler, kağıt üretiminde kullanılan keçeler, otomotiv tekstil malzemeleri, yalıtım ürünleri ve endüstriyel keçeler bulunmaktadır. Bunların yanında, iğnelenmiş kumaşlar, suni deri ve kimyasal ve ısı olarak sabitleştirilmiş tekstil malzemelerinin üretiminde temel oluştururlar [2].

2.4.1.2 Dikme

Dikme işlemi, iplik kullanılan ve kullanılmayan olmak üzere iki yolla gerçekleştirilebilir. Bu yöntemle sabitleştirilmiş nonwoven tekstil malzemelerinin özellikleri, iğneleme yöntemiyle sabitleştirilmiş tekstil malzemelerine benzemektedir (Şekil 2.28) [2].



Şekil 2.28 : İplik Kullanılan Dikme Yöntemi

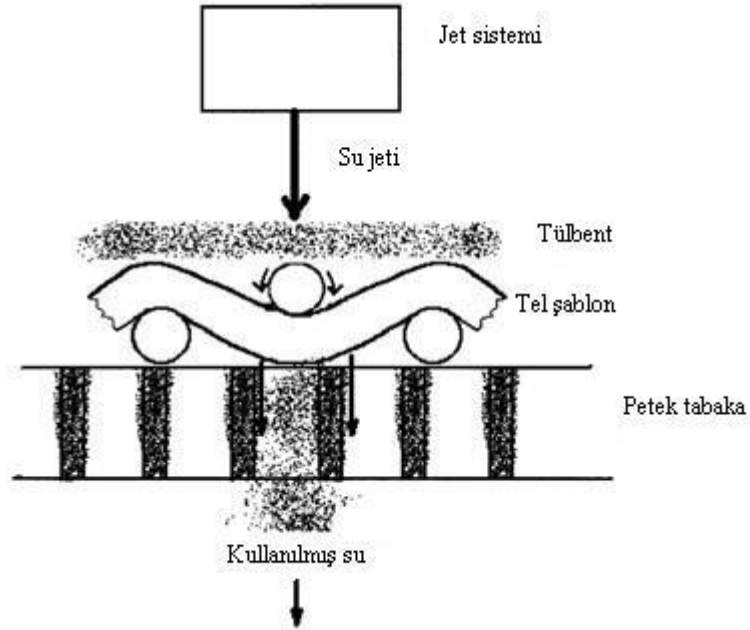
Bu yöntem kullanılarak sabitleştirilmiş nonwoven tekstil malzemeleri döşemelik, vakum torbaları, jeotekstil, filtre ve astar üretiminde kullanılmaktadır. Dikilmiş nonwoven kumaşlar, bir çok uygulamada dokuma kumaşların yerini almaya başlamıştır. Bunda da en önemli neden, dokuma kumaşlara nazaran daha hızlı bir şekilde üretilibilmeleridir [3].

2.4.1.3 Su jetiyle sabitleştirme

Su jetiyle sabitleştirme yönteminde liflerin karıştırılması için su jetleri kullanılmaktadır. Genelde yaklaşık 1,5 dtex inceliğinde ve 18 – 24 mm uzunluğunda pamuk, rayon ve polyester lifleri kullanılır. Düşük eğilme modülüne sahip ince liflerin karışma eğilimi daha yüksektir. Sabitleştirilecek tülbent; kuru, sulu veya filament serme yöntemlerinden herhangi biriyle hazırlanmış olabilir.

Bir su jetiyle sabitleştirme hattı; tülbent oluşturma makinesi, su jeti enjektörleri, su boşaltma veya emme elemanları, filtrasyon ya da suyu geri kazanma sistemi, kurutma fırını ve sarma ünitesinden oluşur.

0,08 – 0,3 mm çapındaki deliklerden 3 – 35 MPa arasında yüksek basınçla geçen su ile oluşturulan su jetleri, tülbendi delip geçer ve liflerin karışmasını sağlarlar (Şekil 2.29). Tülbent genelde dokuma tel bir şablon üzerinde hareket eder ve tel şablonun desenine göre desenlenir. Kumaş genelde hava akımlı kurutma yöntemleriyle kurutulur [2].



Şekil 2.29 : Su Jetiyle Sabitleştirme İşlemi

Su jetiyle sabitleştirilmiş nonwoven tekstil malzemeleri, diğer nonwoven malzemelere kıyasla yumuşaklık, dökümlülük, tuşe, düzgünlük ve mukavemet açılarından daha iyi özelliklere sahiptir. Desenlendirme olanakları oldukça fazladır. Kumaşların boya ve bitim işlemlerine uyumu yüksektir. Buna karşılık; yüksek

yatırım maliyeti, yüksek enerji tüketimi, kumaşların örgü ve dokuma kumaşlar kadar geri dönüşebilirliğinin olmaması, suyun filtrasyon ihtiyacı, hassas ve kontrollü işlem zorunluluğu üretimi kısıtlamaktadır [2,7].

Tıbbi malzemeler, tek kullanımlık giysiler, tela, kolonyalı mendil, masa örtüsü, suni deri astarı ve döşemelik amacıyla kullanılırlar.

Son yıllarda geliştirilen bir yöntemle bi-komponent liflerden üretilmiş spunbond tülbentler, su jeti ile işleme sokulduğunda bi-komponent lifler patlamakta ve mikrolif haline dönüşmektedir. Elde edilen ürünler tuşe açısından dokuma ve örgü kumaşlara oldukça yakındır. Yakın bir gelecekte su jetiyle üretilmiş giysilerin kullanım alanı bulacağı öngörülmektedir [2].

2.4.2 Kimyasal sabitleştirme yöntemleri

Eskiden nonwoven sabitleştirme işlemleri arasında önemli bir yer almaktayken günümüzde çevre bilincinin artmasıyla bir çok ülkede kullanımı oldukça azalmıştır. Bu yöntemde bağlayıcılar, polimer dispersiyonu veya polimer çözeltisi şeklinde olabilir. En yaygın kullanılanı dispersiyonlardır. Çözeltiler ancak çok özel durumlarda kullanılmaktadır.

Kimyasal sabitleştirme yöntemi; tülbendin oluşturulması, bağlayıcının uygulanması, bağlayıcının pıhtılaştırılması, kurutma ve fiksasyon basamaklarından oluşmaktadır.

Bağlayıcının uygulanması; emdirme, spreyleme, baskı ve köpük olmak üzere dört şekilde olmaktadır [2].

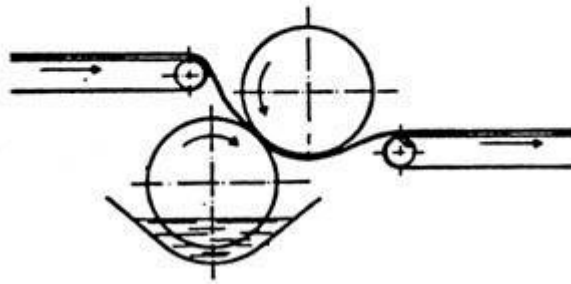
2.4.2.1 Emdirme

Emdirme işlemi, genelde ürüne ilave bir mukavemet ve stabilite kazandırmak için yapılmaktadır. Sabitleştirilmiş bir tülbende lateks emdirilirken tülbent, içinde lateks bulunan bir fular içinden geçirilir ve her iki yüzeyi de bağlayıcı ile kaplanır. Fular içinden geçen tülbent yüksek miktarda bağlayıcı almaktadır. İstenilen oranda bağlayıcının tülbent üzerinde kalması için tülbent, fulardan çıktıktan sonra sıkma silindirleri arasından geçirilir (Şekil 2.30).



Şekil 2.30 : Sabitleştirilmiş Tülbentler İçin Emdirme

Sabitleştirilmemiş tülbentlerde ise bağlayıcının uygulanışı daha farklıdır (Şekil 2.31). Bu sistemde, bir fular içinde dönen metal silindir ile buna temas eden kauçuk silindir bulunmaktadır. Metal silindir fular içinde dönerken bağlayıcıyı üzerine alır ve bunu, iki silindir arasından geçen tülbendin alt yüzeyine sevk eder. Üstteki silindirin uyguladığı basınçla bağlayıcı, tülbent yüzeyine düzgün biçimde yayılırken bağlayıcı fazlası da tülbentten uzaklaştırılmış olur.



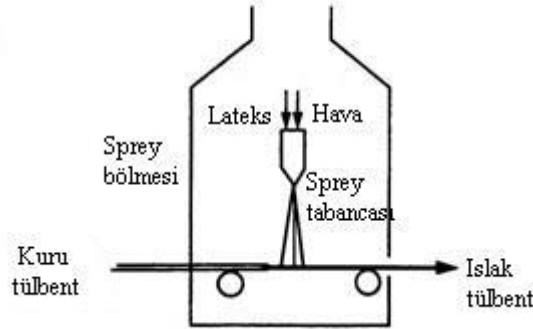
Şekil 2.31 : Sabitleştirilmemiş Tülbentler İçin Emdirme

Bu yöntemin kullanıldığı nonwoven tekstil malzemeleri havaleli olmamaktadır. Ancak mukavemeti yüksek ürünler elde edilebilir. Bunlar genellikle ayakkabı, otomotiv, jeotekstil, halı tabanı v.b. alanlarda kullanılmaktadır [2].

2.4.2.2 Spreyleme

Havaleli ürünler elde etmek için bu yöntem kullanılmaktadır. Bağlayıcı, tek veya her iki yüzeye de uygulanabilir. Bağlayıcı parçacıklarının tülbent içindeki lif katmanlarına penetrasyonu için bir vakum sistemi kullanılır.

Tülbende uygulanacak bağlayıcılar, yüksek basınçlı sprej tabancalar veya hidrolik basınçlı sprej jetleri ile atomize edilmektedir. Sistemde lateks ile hava karıştırılır ve bağlayıcı, küçük parçacıklar halinde tülbende aktarılır (Şekil 2.32). Bunun yanı sıra, fırçalı veya metal bir silindirin kullanıldığı sistemler de vardır. Bunlarda damlacık boyutu nispeten daha büyüktür.



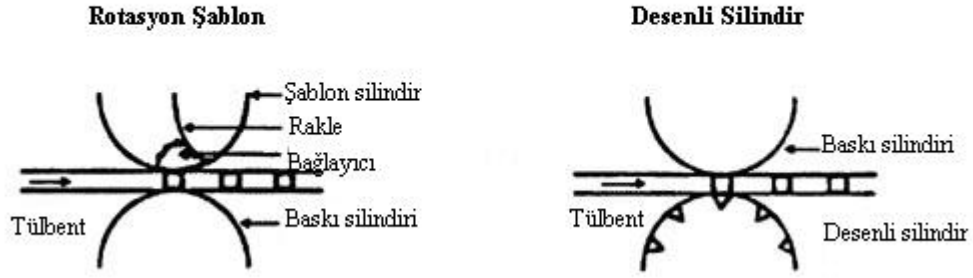
Şekil 2.32 : Tabancalı Spreyleme Sistemi

Spreylemede, kumaşın alması gereken miktarda bağlayıcı, sıkma silindirlerine gerek kalmadan uygulanmaktadır. Bağlayıcı dağılımı kumaş yüzeyi boyunca düzgün olmaktadır. Sıcak hava akımlı kurutma yapılırsa havaleli ürünler elde edilir.

Spreyleme yönteminde, bağlayıcı damlacıklarının bir kısmı liflerin kesiştiği yere düşmediği için bağlama işlemine katkıda bulunamazlar, bu yüzden bağlayıcı verimliliği daha düşüktür. Ayrıca, bağlayıcı konsantrasyonu da daha yüksektir [2].

2.4.2.3 Baskı

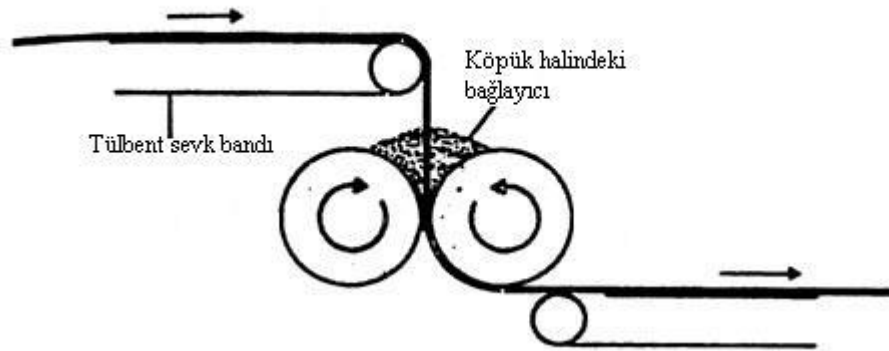
Tekstil baskıcılığında esinlenen bu yöntemde bağlayıcı, desenli silindirler veya rotasyon şablonlar yardımıyla uygulanmaktadır (Şekil 2.33). Bağlayıcı, noktasal olarak veya tüm kumaş yüzeyine yayılmış şekilde uygulanabilir. Ürüne mukavemet kazandırmak veya görünüş zenginliğini arttırmak için kullanılabilir. Ürünler daha dökümlü ve yumuşak olmaktadır. Bebek bezi, hijyenik pedlerdeki coverstock malzemesi ve ıslak mendiller bu yöntemle üretilirler [2].



Şekil 2.33 : Baskı Sistemleri

2.4.2.4 Köpük

Köpük haline getirilmiş bağlayıcılar, emdirme veya baskı yöntemiyle uygulanabilmektedir (Şekil 2.34). Yüksek konsantrasyonda bağlayıcı gereken durumlarda tercih edilir. Emdirme yöntemine göre daha yumuşak, esnek ve havaleli ürünler elde edilir. Bağlayıcı dispersiyonunda kullanılan su miktarı daha az olduğundan daha kısa sürede kurutulurlar [2].



Şekil 2.34 : Köpüklü Sabitleştirme Ünitesi

2.4.2.5 Bağlayıcının pıhtılaştırılması

Bağlayıcının pıhtılaştırılması, suyun buharlaştırılması veya termosensibilizörler ile gerçekleştirilir.

Buharla ısıtılmış kabinler veya havayla kurutma yapan kurutuculardan tülbendin geçirilmesiyle su buharlaştırılır. Suyun buharlaşması esasen lif yüzeyinde

gerçekleştirdiği için pıhtılaşma, tülbendin yüzeyinde meydana gelmektedir. Bunun sonucunda, sabitleştirilmiş tülbentte bağlayıcının çoğu yüzeye yakın birikmekte ve iç kısımda daha az bağlayıcı yer almaktadır. Bu da bağlayıcının tam anlamıyla kullanılamamasına neden olur. Bu tip ürünler daha kırılıgandır ve tuşeleri serttir. Bu olaya bağlayıcı göçü denilmektedir ve özellikle emdirme yönteminde sık görölmektedir.

Termosensibilizörler, tiplerine ve yapılarına bağılı olarak 40 – 95 °C sıcaklıklarda konsantrasyonu arttırmadan pıhtılaşmayı sağılayan maddelerdir. Bağlayıcı göçü engellendiğı için tuşe, mukavemet ve dökümlölük özellikleri artar [2].

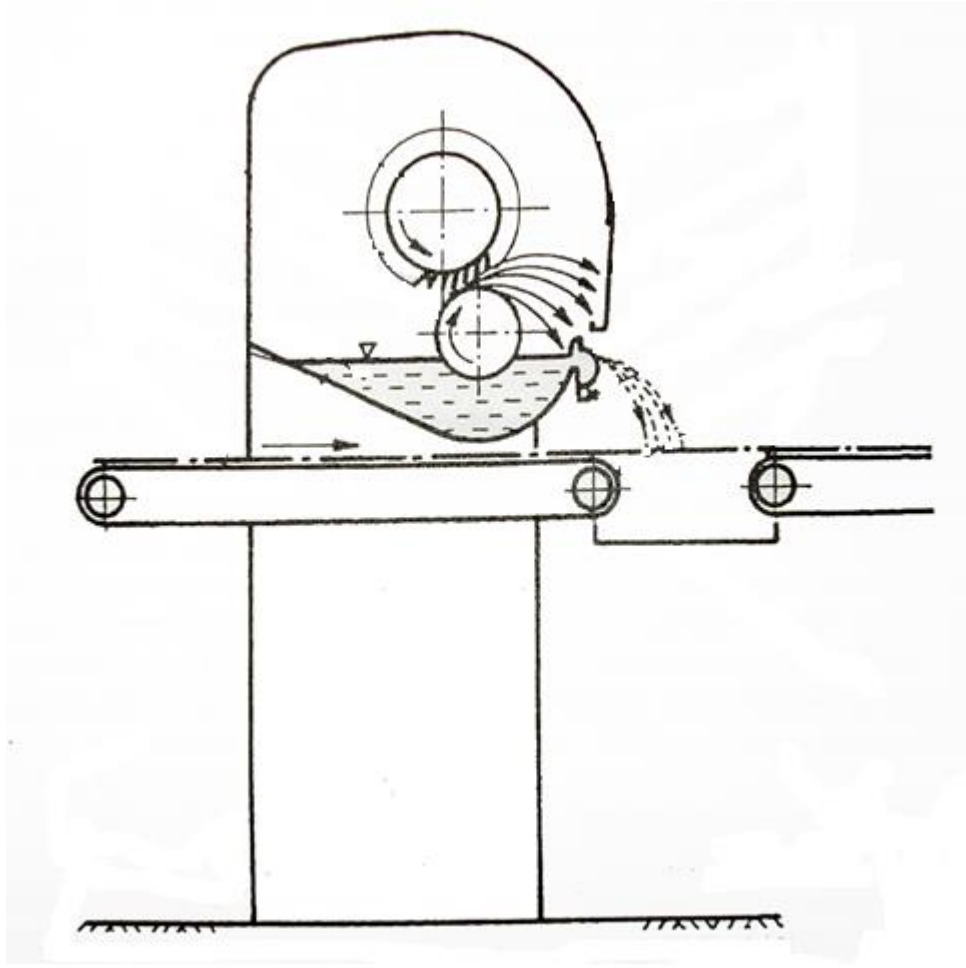
2.4.3 Isıl sabitleştirme yöntemleri

Katı polimer veya ko-polimer şeklinde bağlayıcılar kullanılarak gerçekleştirilen sabitleştirme işleminin basamakları; lif tülbendinin oluşturulması, bağlayıcının uygulanması, sıcaklığın arttırılarak bağlayıcının eritilmesi, bağlanmanın gerçekleştirilmesi ve soğıutma ile bağlayıcının katılaştırılması işlemlerinden oluşmaktadır.

Bağlayıcı lifler en sık kullanılan bağlayıcılardır. Bu lifler, uygun erime sıcaklığı, erime sıcaklığında indirgenme ve yükseltgenmeye dayanıklılık, düşük ısııl çekme, düşük eriyik viskozitesi, temel liflere iyi yapışma, uygun tipte ve düşük miktarda lif terbiyesi özelliklerine sahip olmalıdır.

Bağlayıcı lifler ve temel lifler, tarak ve harman makinesi yardımıyla karıştırılırlar. Isıl sabitleştirme işlemi için ileri derecede elyaf açma ve harmanlama yapmak gerekmektedir. Eğer elyaf düzgün olarak açılmazsa bağlayıcı lifler tutam halinde kalır. Bunun sonucu olarak bağlayıcı kullanım verimi ve mukavemet düşer, tuşe sertleşir.

Başka bir bağlayıcı türü olan toz halindeki bağlayıcılar çeşitli yöntemlerle malzemeye uygulanabilir. Bunlardan bir tanesinde tertibat, bir besleme haznesi ve yivli tamburdan oluşmaktadır. Fırçalı silindir yardımıyla bağlayıcı parçacıklar tamburun yüzeyinden alınır ve tülbent üzerine gelişigüzel olarak düşerler (Şekil 2.35).



Şekil 2.35 : Toz Halindeki Bağlayıcıların Uygulanması

Isıl sabitleştirme; kumaşın iyi hijyenik özelliklere sahip olması, çevre dostu bir yöntem olması, basit cihazlar kullanımı, yüksek verimlilik ve düşük enerji tüketimi bakımından kimyasal sabitleştirmeye göre daha avantajlıdır. Ancak; bağlayıcıların daha pahalı olması, detaylı harmanlama işlemi, yıkama ve kuru temizlemede düşük stabilite önemli dezavantajlarıdır [2].

2.4.3.1 Kalender ile sabitleştirme

Kalender ile sabitleştirmede, lif tülbendi iki silindir arasından geçer. Silindirlerden biri veya her ikisi de ısıtılmıştır. Silindirler tülbende basınç uygular ve bağlanma gerçekleşir.

Bu yöntemin sınırlayıcı özelliği, kısa ısıtma süreleridir. Silindirler tülbende yüksek basınç uyguladığı için hacimli ürünler elde edilemez. Silindirler düz, kabartmalı

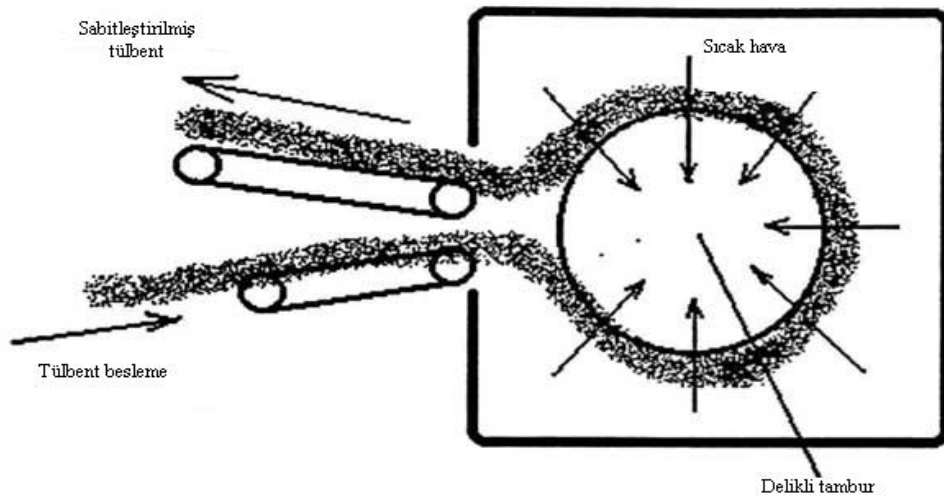
veya yivli olabilir. Kumaşlar, silindirlerin yüzey şekillerine göre desenlendirilmiş olarak sabitleştirilirler.

Bu yöntemle üretilen nonwoven tekstil malzemeleri, filtre, tek kullanımlık ürünler, kolonyalı mendil ve ambalaj malzemesi olarak kullanılırlar [2].

2.4.3.2 Sıcak hava akımı ile sabitleştirme

Bu yöntem, hem sabitleştirme hem de laminasyon teknikleri için uygundur. Tülbent, bir ısı sabitleştirme bölmesinden geçer. Bölmenin içinde, kontrollü bir sıcaklığa ve hıza sahip sıcak hava dolaşır ve tülbentin içinden bir fan yardımıyla emilir. Böylece havanın ısısı lifler arasında etkili bir şekilde dolaşmış olur (Şekil 2.36).

Tülbent, yatay bir elekli kayış veya perfore bir tambur üzerinde taşınır. Bölmenin çıkışına yakın bir yere baskı silindirleri yerleştirilebilir. Bunlar, bağlayıcının bağlanma alanları oluşturmasını ve kumaş kalınlığının azaltılmasını sağlarlar. Sabitleştirme işlemi tamamlandığında tülbent soğutulur ve bağlanma alanları katılaşır [2].



Şekil 2.36 : Sıcak Hava Akımı ile Sabitleştirme Ünitesi

2.4.3.3 Ultrasonik sabitleştirme

Alet, bir dizi ultrasonik boynuz ve desenli bir silindirden oluşmaktadır. Metal boynuz, 20000 Hz' de titreşen mekanik bir jeneratöre bağlıdır. Titreşim, boynuzdan

lif t lbendine, boynuz ve desenli silindirin kabartma noktalarının bulunduğu yerde iletilir. Mekanik enerji liflerin içinde ısı enerjisine dönüşür. Kabartma noktalarının üzerindeki bölgelerde sıcaklık artışı olur ve buralarda termoplastik maddelerin erimesi sonucunda bağlanma bölgeleri meydana gelir [2].

2.4.3.4 Infrared sabitleştirme

Nonwoven  retiminde infrared ısıtmadan, toz halindeki termoplastik maddeler ve termoplastik lifler ile bölgesel sabitleştirme işlemlerinde ve tela benzeri malzemelerin yüzeylerine yapışkan tozların sinterlenmesinde faydalanılmaktadır. Ana işlem parametreleri; ısıtıcıların boyutu ve sıcaklığı, ısıtıcı ve malzeme arasındaki mesafe ve malzeme geçiş hızıdır. Hat durduğunda ısıtıcılar otomatik olarak devreden çıkmalıdır [2].

3. KOMPOZİT MALZEMELER

3.1 Kompozitlerin Genel Özellikleri

3.1.1 Kompozitlerin tanımı

Literatürde kompozitler hakkında kesin olarak kabul edilmiş bir tanım yoktur. Sözlüklerde ve günlük hayatta kompozit kelimesinin karşılığı, çeşitli kısımlar veya elementlerden oluşmuş malzemelerdir. Bu fikirden yola çıkılacak olursa kompozitlerle ilgili olarak bir çok tanım yapılabileceği görülmektedir. Tanımı doğru yapabilmek için malzemenin yapısal basamaklarını incelemek gerekir. Bu basamaklar; temel basamak, mikroyapısal basamak ve makroyapısal basamak olarak üçe ayrılabilir.

Temel basamağı moleküller ve kristal hücre yapıları oluşturur. Bunlar göz önüne alındığı zaman, iki veya daha çok sayıda farklı atomdan oluşan maddelerin kompozit olarak nitelenmesi gerekir. Saf halde bulunan elementler hariç bütün maddeler bu gruba girer.

Mikroyapısal basamağa baktığımız zaman iki veya daha çok sayıda farklı kristal, moleküler yapı veya fazdan oluşan malzemeler kompozit tanımının içine girer. Bütün metalik malzemeler içinde sadece, tek fazlı olan pirinç ve bronz gibi alaşımlar bu tanımın dışında tutulurken karbon ve demirin çok fazlı bir alaşımı olan çelik, kompozit tanımına girer.

Bu tezin konusunu oluşturan kompozit malzemeler ise makroyapısal basamaktaki tanımın içine girer. Farklı yapılardaki makro bileşenlerden oluşan malzemeler sistemi ele alınınca şu tanım yapılabilir: “Kompozit malzeme; birbiri içinde çözünmeyen, farklı yapı ve/veya malzeme içeriği açısından farklılıklar gösteren iki veya daha fazla sayıda makro bileşenin oluşturduğu karışım veya bileşimdir.”

Bu tanım bile bazı açılardan yetersiz kalmaktadır. Bazı mühendislere göre çok geniş bir tanımlamadır, çünkü kaplanmış malzeme ve beton gibi kompozit olarak kabul edilmeyen malzemeleri de içermektedir. Aslında bütün bu malzemeler kompozit

kavramı içinde yer bulmaktadır ve kompozit olarak da kabul görebilir. Öte yandan, günümüzde kompozit olarak kabul edilen bir çok malzeme de bu tanımın dışında kalmaktadır. Örneğin dispersiyonla kuvvetlendirilmiş alaşımlar, makroskobik yapıdan ziyade mikroskobik yapıda kompozitlerdir. Ayrıca bu tanım, kompozit malzeme ile kompozit yapı arasındaki sınırı da tam olarak çizememektedir. Bu konuda fikir ayrılıkları bulunmaktadır.

Kompozit malzeme ile kompozit yapı arasında bir fark belirlemektense fabrika kompozitleri ve özel amaçlı kompozitler olarak bir ayırım yapmak daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Metalik olmayan laminasyonlar, metal kaplamalar gibi standart bir üretim yöntemi izlenen ve pek çok alanda kullanılabilen malzemeler fabrika kompoziti olarak adlandırılabilirler. Otomobil lastikleri, cam katkılı plastik botlar gibi malzemeler ise özel bir uygulama için tasarlanmış ve üretilmiş oldukları için özel amaçlı kompozit sınıfına girerler [8].

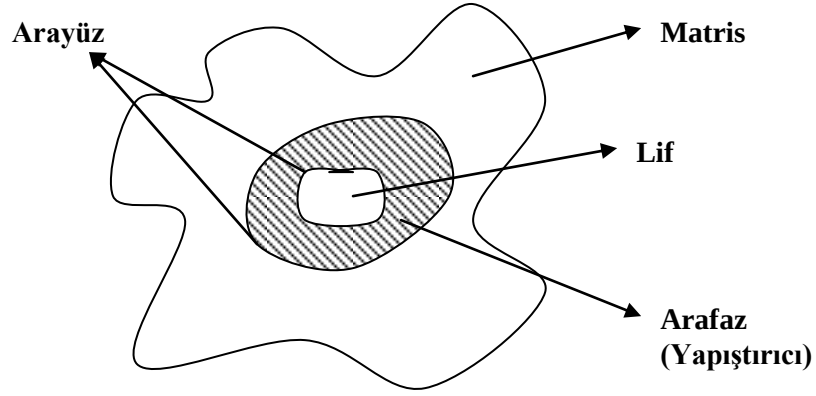
3.1.2 Kompozitlerin bileşenleri

Kompozit malzemeler metalik, organik veya inorganik iki veya daha fazla sayıda malzemenin birleşimiyle oluşurlar. Kullanılan temel bileşenler; lifler, partiküller, tabakalar, pullar, dolgular veya matrislerdir. Matris, temel bileşendir ve kompozitin esas biçimini belirler. Lifler, partiküller, tabakalar, pullar ve dolgular ise yapısal bileşenlerdir ve kompozitin iç yapısını oluştururlar. Genellikle sonradan eklenen kısımlardır.

Buna karşılık, matris yapıda olmayan bir çok kompozit türü vardır. Sandviç yapılar ve laminasyonlar, farklı tabakaların bir araya getirilmesiyle oluşan kompozitlerdir. Bir çok keçe ve kumaş türü de matris içermez [8].

3.1.2.1 Arayüzler ve arafazlar

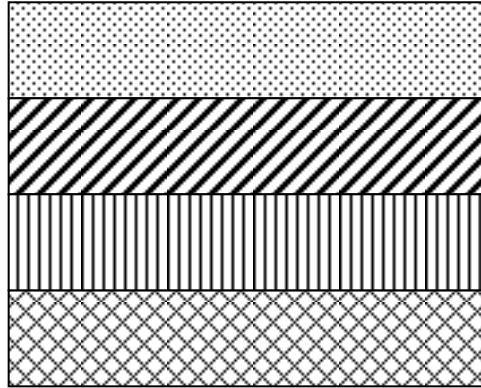
Farklı bileşenler karışarak veya birleşerek kompozitleri meydana getirdiği için bitişik bir bölge bulunmaktadır. Bu bölge bileşenler arasındaki ortak sınırı oluşturuyorsa bir arayüzdür. Buna karşılık, bu bölge farklı eklenmiş bir faz ise arafaz denir. Buna örnek olarak laminasyon katlarını bir arada tutan yapışkan madde verilebilir. Eğer böyle bir arafaz mevcutsa iki tane arayüz var demektir. Bunlar, iki tabakanın arafazla yaptığı sınırlardır (Şekil 3.1) [8].



Şekil 3.1 : Lifle Matris Arasındaki Arafaz ve Arayüzler

3.1.2.2 Bileşenlerin dağılımı

Kompoziti oluşturan bileşenler iki şekilde dağılım gösterebilir. Bunlardan ilki, bileşenlerin, malzemenin her yerinde düzenli ve homojen bir dağılım gösterdiği biçimdir. Matris-partikül ve bazı matris-lif kompozitleri bu homojen türe girer. İkinci tür ise, bileşenlerin, malzemenin her yerinde aynı dağılımı ve yapıyı göstermediği kompozitlerdir. Bunlara basamaklı kompozitler denir. Bir çok farklı tabakadan oluşan laminasyonlar bu gruba girer (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 : Basamaklı Kompozit

Hem homojen, hem de basamaklı kompozitlerde, yapısal bileşenler oriyente olmuş veya gelişigüzel dağılmış olabilirler [8].

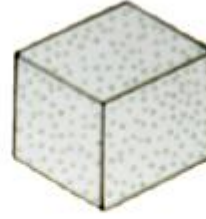
3.1.3 Sınıflandırma

Kompozitler için bir çok sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. Bunlar; temel malzeme birleşimlerine (metal-organik veya metal-inorganik), biçim karakteristiklerine (matrisler veya laminasyonlar), bileşenlerin dağılımına (sürekli veya süreksiz) ve fonksiyona (elektriksel veya yapısal) göre sınıflandırmalardır. Buradaki sınıflandırma yapısal bileşenlerine göre yapılacaktır. Buna göre kompozitler beşe ayrılır [8]:

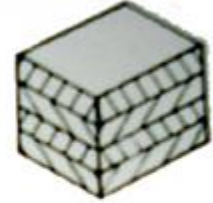
1. Lif kompozitleri, matrisli veya matrissiz liflerin oluşturduğu
2. Pullu kompozitler, matrisli veya matrissiz pulların oluşturduğu
3. Partiküllü kompozitler, matrisli veya matrissiz partiküllerin oluşturduğu
4. Dolgulu (iskelet) kompozitler, ikinci bir malzeme ile doldurulmuş sürekli bir matrisin oluşturduğu
5. Basamaklı kompozitler, katman halindeki bileşenlerin oluşturduğu (Şekil 3.3)



Lif kompoziti



Partiküllü kompozit



Basamaklı kompozit



Pullu kompozit



Dolgu kompozit

Şekil 3.3 : Yapısal Bileşenlerine Göre Kompozit Türleri

3.1.4 Performans

Kompozitlerin özelliklerini; bileşenleri oluşturan malzemeler, bileşenlerin yapısal düzeni ve biçimi ile bileşenler arasındaki etkileşimler belirler.

Bu faktörler göz önüne alındığında en önemli etkiyi, bileşenleri oluşturan malzemelerin özellikleri gösterir. Kompozitin genel özelliklerini belirleyen temel unsur budur.

Bileşenlerin geometrik ve yapısal karakteristiklerinin de kompozitin özellikleri üzerinde önemli etkisi vardır. Bileşenlerin her birinin şekli ve büyüklüğü, yapısal düzenleri ve dağılımları ve bileşenlerin birbirlerine göre oranları, kompozitin genel performansını etkiler.

Diğerlerine göre daha az etkili olan unsur, bileşenler arasındaki etkileşimlerdir. Kompozitler, yapısal veya biçim olarak birbirinden farklı bileşenlerden oluştuğu için bileşimlerinin özellikleri her zaman farklı olmalıdır [8].

3.1.4.1 Birleşim etkileri

Kompozitler ile kendisini oluşturan bileşenlerin farkı, üç değişik yolla ortaya konulabilir. Bunlar; toplama, tümleme ve etkileşimdir.

Toplama, temel karışım kuralını izler. Buna göre, malzemenin özellikleri, kendisini oluşturan bileşenlerin özelliklerinin toplamına eşittir. Bu durum, her bileşenin katılımının bağımsız olduğu zaman görülür. Örneğin; bir kompozitin yoğunluğu, bileşenlerin her birinin yoğunluğu ile hacimsel oranlarının çarpımının toplamına eşittir. Basamak şeklindeki kompozitlerde elektriksel iletim ve ısı iletimi de toplama kuralına uyar.

Tümleme, her bileşenin diğerinin eksik olan özelliklerini tamamladığı durumları belirtir. Bir çok kaplanmış metal ve laminasyon çeşidinde katlardan biri çürümeye dayanım, düzgün görünüm gibi özellikleri gösterirken daha sağlam bir malzemenin oluşturduğu diğer kat da yapısal mukavemeti artırır.

Etkileşim ise iki bileşenin özelliklerinin birbirinden bağımsız olmadığı durumlarda görülür. Kompozitin gösterdiği özellikler, iki bileşenin arasında olabileceği gibi ikisinden yüksek de olabilir [8].

3.2 Nonwoven Kompozit Malzemeler

3.2.1 Nonwoven malzemeleri birleştirme yöntemleri

Dünya genelinde nonwoven tekstil malzemelerinin kullanımı her geçen yıl büyüyerek artmaktadır. Bu büyümede en önemli etkenler; nonwoven çeşidinin fazlalığı, kullanım alanlarının genişliği ve diğer malzemelerle kolayca birleştirilerek kompozit malzeme elde edilebilmesidir. Tablo 3.1’de nonwoven birleştirme yöntemleri gösterilmiştir [9].

Tablo 3.1 : Nonwoven Birleştirme Yöntemleri

Isıl	Mekanik	Kimyasal
Kalenderleme	Delme	Çözücü
Sıcak Hava	İğneleme	Yapışkan
İnfrared	Su Jeti	
Ultrasonik	Baskı	
Dielektrik	Dikme	
Alev		
Ekstrüzyon		

Bu üretim teknikleri kullanılarak şu şekilde birleştirmeler yapılabilir:

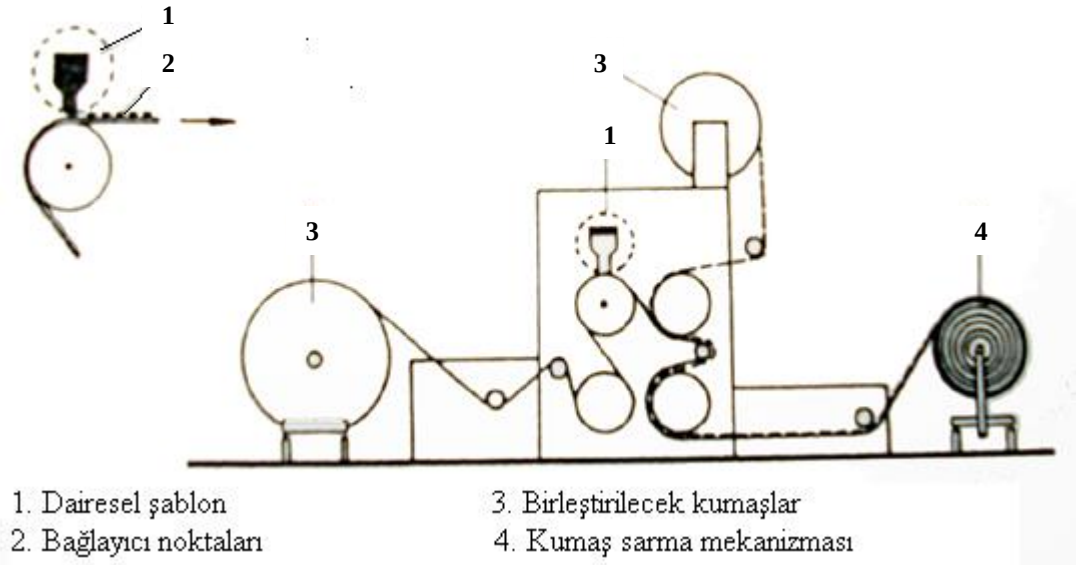
1. Nonwoven malzemelerle nonwoven malzemelerin birleştirilmesi
2. Nonwoven malzemelerle film tabakasının birleştirilmesi
3. Nonwoven malzemelerle liflerin birleştirilmesi
4. Nonwoven malzemelerle köpük halindeki malzemelerin birleştirilmesi
5. Nonwoven malzemelerle ekstrüzyon kaplama yapılmış malzemelerin birleştirilmesi

3.2.2 Laminasyon

Temel olarak laminasyon yapımında kullanılan üç yöntem bulunmaktadır.

3.2.2.1 Kaplanmış malzemeler ile yapılan laminasyon

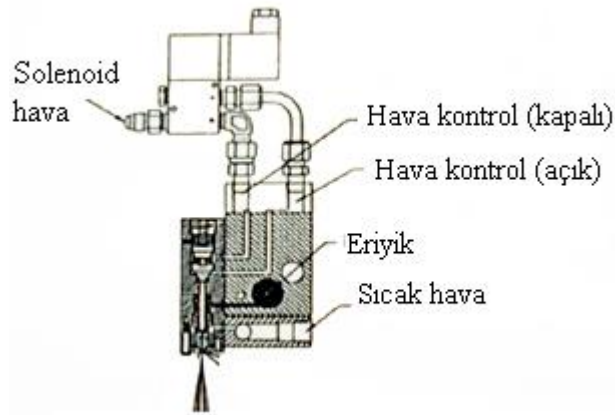
Kaplama işlemi ile laminasyon, sıcaklık ve basıncın yardımıyla aynı anda yapılmaktadır. Şekil 3.4’te örnek bir sistem görülmektedir [1].



Şekil 3.4 : Kaplanmış Malzemelerle Yapılan Laminasyon

3.2.2.2 Sıcak eriyik tekniği

Tekstil malzemelerini bağlayabilmek için günümüzde çok sayıda yapışkan özellikte ko-polimer ve polimer bileşimleri bulunmaktadır. Bunların başlıcaları poliamid, polyester, elastomerik üretan ve poliolefin polimerleridir. Bu yöntemde, polimer eriyiği doğrudan uygulanabildiği gibi ince tabaka, spunbond veya eriyik püskürtme yöntemiyle üretilmiş bir malzeme de olabilir ve sıcaklık ve basıncın yardımıyla iki yüzeyi birbirine yapıştırır. Şekil 3.5'te örnek bir sistem görülmektedir [1,9].

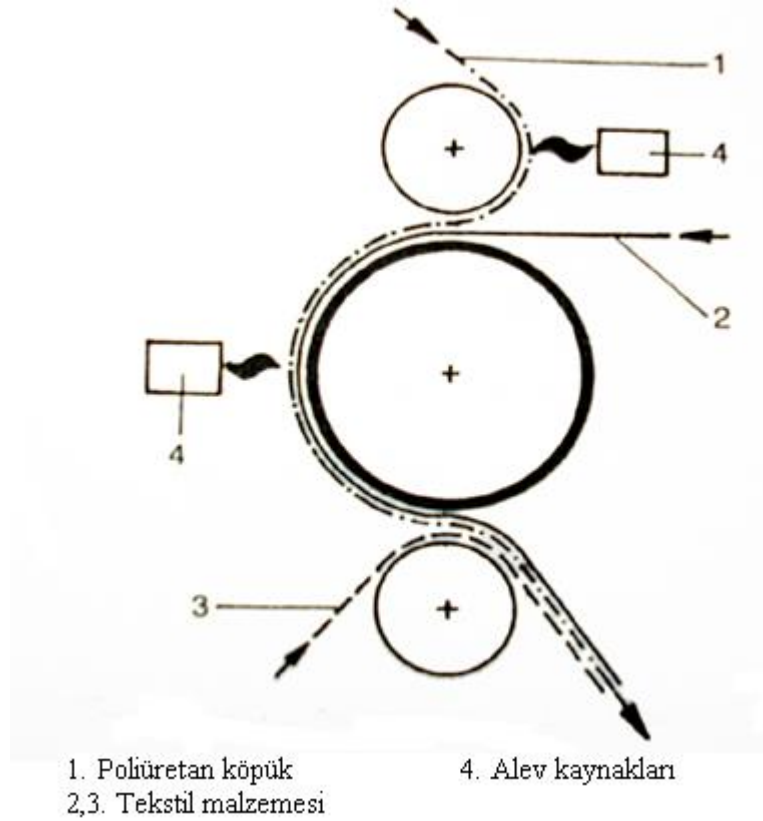


Şekil 3.5 : Sıcak Eriyik Tekniği

Sıcak veya soğuk silindirler, basıncılar, infrared ısıtıcılar veya sıcak hava akımı uygulayan kurutucular yardımıyla sıcak eriyik yöntemi uygulanabilir [1].

3.2.2.3 Alevli laminasyon

Poliüretan köpüğün yapışkan olarak kullanıldığı tekstil laminasyonları doğrudan alev uygulanarak üretilmektedir. Şekil 3.6’da örnek bir sistem görülmektedir. Alev, poliüretanın yüzey yapısını bozar. Bunun sonucunda da poliüretanın yüzeyi yapışkan bir hale gelir. Poliüretan önce malzemelerden biri ile birleşir. Daha sonra ikinci malzeme de poliüretanın diğer yüzüne yapışır ve laminasyon elde edilmiş olur. Güvenlik ve çevresel etkenler göz önüne alındığı zaman uygun bir üretim sistemi olmadığı görülmektedir [1].



Şekil 3.6 : Alevli Laminasyon Tekniği

Arada oluşan bağın kuvveti; kullanılan kumaş ve köpüğün cinsine ve işlem şartlarına bağlıdır. Kullanılan gazın cinsi, alev yüksekliği ve yayılması, köpüğün yanması ve birleşme sonunda uygulanan baskı önemli işlem parametreleridir. Poliüretan yerine çapraz bağlı polietilenin kullanıldığı uygulamalar da vardır [9].

Kullanılacak laminasyon tekniğinin ve makinesinin seçimi, uygulama yapılacak kumaşın fiziksel özelliklerine ve istenen performans değerlerine bağlıdır. Bağ kuvveti ve laminasyonun mukavemeti bu değerlere örnek olarak verilebilir.

Kullanılan makine ve teknik, malzemenin fiziksel özelliklerine zarar vermeden işlem yapmalıdır. Makine seçimi, üretim verimliliği ve maliyet açısından da önem teşkil eder [10].

4. TEKSTİL DÖKÜNTÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1 Tekstil Döküntülerinin Değerlendirilmesinin Tarihçesi ve Felsefesi

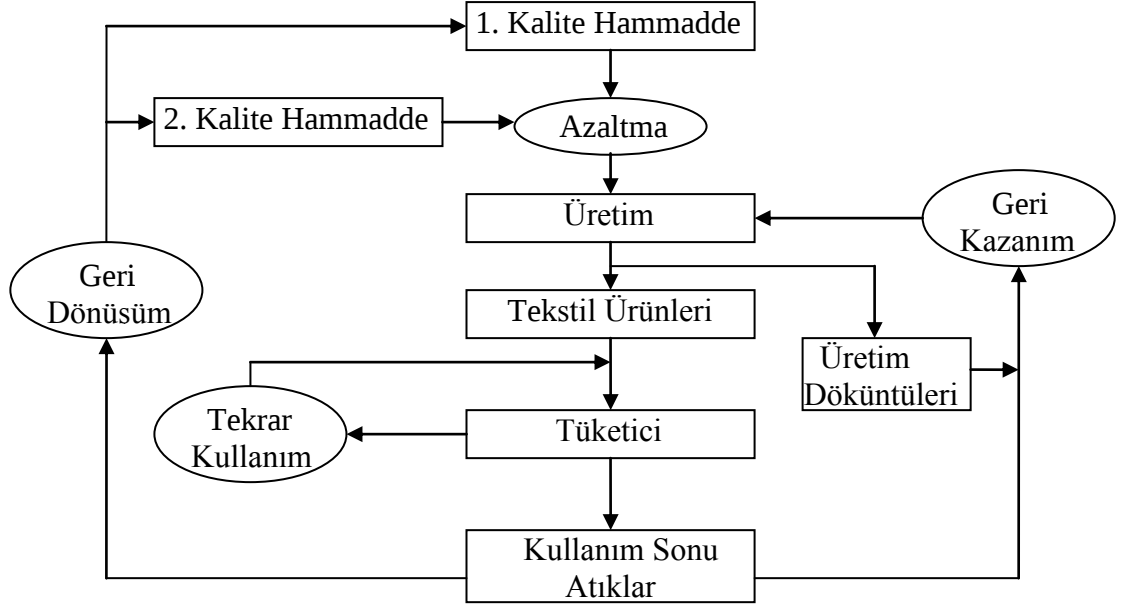
4.1.1 Tarihçe

Tekstil döküntülerini değerlendirme endüstrisi, tekstil endüstrisinin kendisi kadar eskidir ve 13. yüzyıla kadar uzandığı görülür. İlk olarak 1813 yılında, İngiltere’de, iplik eğirme döküntüleri yeni ürünlere dönüştürülmüştür. 1850 yılına kadar aynı yöntem bütün Avrupa’da uygulanmıştır. 1852 yılında karbonlaştırma yönteminin bulunmasıyla beraber yün elyafının karışım içeren kumaşlardan ayrılması sağlanmıştır. Tekstil döküntülerinin değerlendirilmesi sonucu oluşan ilk endüstri kolları, pamuk elyaftan kağıt yapımı ve yün elyaftan giysi üretimidir [11,12].

Çeşitli şartlar ve nedenler göz önüne alındığı zaman tekstil döküntülerinin değerlendirilmesinin günlük hayatta önemli bir rol oynadığı görülmektedir. İkinci Dünya Savaşı boyunca tekstil ürünlerinin kıtlığı, Alman vatandaşlarını tutumlu olmaya itmiş ve onları, tekstil ürünlerini tekrar kullanma ve geri kazanım sağlama yollarına yöneltmiştir. Savaştan sonra ise döküntülerin değerlendirilmesi tekrar geri plana itilmiştir. Günümüzde bir çok ülkede tekstil döküntülerinin değerlendirilmesi yeniden önem kazanmıştır. Bunda en büyük faktör çevresel kaygılardır [12].

4.1.2 Temel felsefe

Daha verimli ve çevreyle dost üretim için en etkili yol “dört R” yöntemidir. Bu yöntem, İngilizce reducing, reusing, reclaiming ve recycling sözcüklerinin karşılığına denk gelen azaltma, tekrar kullanım, geri kazanım ve geri dönüşüm metotlarını içermektedir. Şekil 4.1’de “dört R” yöntemi gösterilmektedir [12].



Şekil 4.1 : Dört R Yöntemi

4.1.2.1 Azaltma

Döküntü miktarının azaltılmasını ifade eder. Üretime geçmeden önce hammadde kullanımını azaltıcı yönde ürün tasarımı yapılmalıdır. Örnek olarak giyim endüstrisindeki kesim bölümünde kullanılan CAD sistemleri verilebilir. Kesim makinesine bağlanan sistem ile döküntü miktarı azaltılmıştır [12].

4.1.2.2 Tekrar kullanım

Bir malzemenin, herhangi bir işleme tabi tutulmadan orijinal şekil ve yapısıyla tekrar tekrar kullanılmasıdır. Malzeme, kullanım süresince yıkama veya temizleme haricinde herhangi bir işlem görmez. Kullanılmış veya ikinci el giysi satan mağazalar bu gruba örnek verilebilir. Uzun süre kullanılan üründe yıpranma ve eskimeler görülebilir. Bu yüzden, tekrar kullanım için ürünün minimum kalite standartlarını göstermesi gerekmektedir [12].

4.1.2.3 Geri kazanım

Parçalama veya temizleme yoluyla liflerin tekstil döküntüsünden ayrılması işlemidir. İplik, dokuma, örme, konfeksiyon ve diğer tekstil işlemlerinden elde edilen döküntüler, geri kazanım yoluyla yeni ürünlere dönüştürülürler [12].

Literatürde geri kazanım konusunda farklı tanımlar vardır. Liflerin geri kazanımı, tekrar kullanım ile geri dönüşüm arasında yer almaktadır. Üretim döküntüleri ile tüketim sonu döküntülerinin geri kazanımı arasında bir ayırım yapılabilir. Üretim döküntüleri, üretim esnasında oluşur ve tekrar üretime kazandırılabilir. Yılda 750,000 ton üretim döküntüsü geri kazanım sonucunda otomotiv, mobilya, şilte, kalın iplik, ev döşemesi, kağıt ve diğer endüstri alanlarına hammadde olmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar sonucu, üretim döküntülerinin değerlendirilme oranı %75'e çıkmıştır [12,13].

Tüketim sonu geri kazanım ise başlı başına bir endüstri durumundadır. Sadece bu iş için kurulan fabrikalar, kullanılmış tekstil ürünlerini parçalar ve çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılmasına olanak verir.

Geri kazanım işlemi, parçalama esnasında elyaf boyunun kısılmasına bağlı olarak elyaf kalitesini düşürür [12].

4.1.2.4 Geri dönüşüm

Orijinal malzemenin elde edilmesi amacıyla malzemenin çok çeşitli işlemlerden geçirilmesidir. Geri dönüşüm sonucu elde edilen temel malzeme, aynı ürünün üretimi veya tamamen farklı bir amaç için kullanılabilir. Örneğin, termoplastik polimerik malzemelerin kimyasal olarak geri dönüşümüyle monomerler elde edilir. Geri dönüşüm sonucunda hammadde kalitesinde azalmalar görülür [12].

4.2 Geri Dönüşümün Ekonomik ve Sosyal Boyutları

Geri dönüşüm ihtiyacının temel nedeni mali boyutlardır. Bu konudaki kitapların büyük çoğunluğu da sosyal boyutlardan ziyade ekonomik yöndeki fikirleri içermektedir. Ancak günümüzde, geri dönüşüm endüstrisinin büyümesindeki en önemli etken, insanların doğaya karşı saygısından kaynaklanmaktadır [12].

4.2.1 Tekstil döküntüsü endüstrisiyle ilgili sosyal ve ahlaki konular

Çevre bilinci, günümüzde çok önemli bir rol oynamaktadır. 80'li yılların sonunda ve 90'ların başında çevrenin korunması ve bununla ilgili sosyal konular büyük rağbet görmeye başladı. Ayrıca petrol fiyatlarındaki yükselme, hammadde geri

dönüşümündeki gelişmeyi tetikledi. Olası petrol kıtlığına karşı plastik malzemelerden polimer elde edilmesi yönündeki çalışmalar arttırıldı.

Günümüzde bu konuyla ilgili çeşitli görüşler ileri sürülmektedir. Bu görüşlerden biri, üreticiler için çevresel kaygıların sadece ekonomik konular değil, aynı zamanda sosyal sorumluluklar anlamına geldiğini ifade etmektedir. Bu sorumluluklara göre firmalar, sosyal problemlerin çözümünde halka yardım etmelidir.

Başka bir görüş, tüketicilerin tutumu ile tekstil üreticilerinin becerileri arasındaki çatışmaya dikkat çekmektedir. Tüketicinin tutumu, tasarımcının belirlediği stil ve malzemeyi kabul ederek modayı takip etmektir. Bu yüzden bir bakıma, moda tasarımcısı, üreticinin kullandığı malzemeyi tüketiciye kabul ettirmektedir [12].

Bu konudaki benzer iki görüşten biri, üretici bir firmanın kâr-zarar dengesini sağladığı sürece daha kârlı proses arayışlarına yöneldiğini ileri sürmektedir. Diğer görüşe göre ise, toplum, çevresel konularda daha fazla sorumluluk üstlenmelidir. Her iki görüş de, endüstriyel ve bireysel davranışların sağlanabilmesi için kişisel taahhütlerin bulunması gerektiğini öne sürmektedir. Endüstride atıkların değerlendirilmesiyle ilgili çeşitli yöntemler bulunmasına rağmen bir çoğu kullanılmamaktadır. Bunun da en büyük nedeni ekonomik açıdan faydaların az olmasıdır. Örneğin; reçine içeren elyaf döküntüleri mekanik olarak ayrılabilir. Ancak, ekonomik açıdan bir kazanç yoktur çünkü makine hızı oldukça düşmektedir. Öte yandan, çevresel yönden bilinçli bir üretici, ekonomik koşulları göz önüne almadan 4R kuralını uyguladığı zaman piyasadaki ününü arttırır ve müşterilerini etkileyebilir. Ayrıca firmalar, geri dönüşüm programının maliyeti olup olmadığıyla değil, geri dönüşüm maliyetlerinin katı atıkların atılması maliyetlerini düşürüp düşürmediğiyle ilgilendikleri zaman daha doğru karar verebileceklerdir [11,12].

Günümüzde insanlar çevre konusunda daha duyarlı yaklaşımlar göstermektedir. Çevreye dost üretim yapan ve geri dönüşüm uygulayan firmalar popüler hale gelirken çevreye zarar veren veya ilgi göstermeyen firmaların halkın gözündeki değeri düşmektedir. İnsanların çevre konusundaki ilgilerinin artması, firmaları da, içinde bulundukları durumu gözden geçirmeye ve çevreye dost üretim yapmaya zorlamaktadır. Geri dönüşümlü ürünlere rağbet arttıkça, tekstil endüstrisi de şartlara uyum sağlamaya çalışmaktadır. Bunun sonucunda da, geri dönüşümle elde edilmiş ürünlerin pazar payı gittikçe artmaktadır [12].

Yapılan alışmalar sonucu şu hipotezler ortaya sürülmüştür:

1. Büyük yerleşim merkezlerinde kurulan firmalar tekstil döküntülerinin geri dönüşümüne daha fazla önem vermektedirler.
2. Malzemelerin verimli kullanımı konusunda hassasiyet gösteren firmalar geri dönüşüme daha fazla önem vermektedirler.
3. Atıklar için yüksek vergi ödeyen firmalar tekstil dönüşümü konusunda daha hassastırlar.
4. Büyük firmalar geri dönüşüm konusuna daha büyük destek vermektedirler.
5. Ekonomik yönden daha güçlü olan firmalar geri dönüşüme daha fazla önem vermektedirler [11].

Tekstil ekolojisini; üretim, insan ve atıklar ekolojisi olarak üç bölümde incelemek mümkündür. Üretim ekolojisi, tekstil üretimi esnasında ortaya çıkan zararlı emisyonların önlenmesiyle ilgilidir. İnsan ekolojisinin konusu, tekstil ürünlerinin insan bedenine etkileridir. Atıklar ekolojisi ise, yakma, gömme, geri dönüşüm gibi tekstil döküntülerine uygulanabilecek bütün yöntemleri içerir [12].

4.2.2 Tekstil döküntüsü endüstrisiyle ilgili ekonomik ve ticari konular

Tekstil döküntüsü ticareti, tekstil endüstrisi kadar eski bir konudur. Bir çok ülke için, kullanılmış giysi ve işlem görmemiş tekstil döküntüsü almanın temel nedeni hammadde sıkıntısıdır. Yüksek fiyatlarla rağmen tekstil döküntüleri öncelikle üçüncü dünya ülkelerine gitmektedir. Ancak, bu ülkelerin büyük çoğunluğu, kendi üreticilerini korumak amacıyla çeşitli ticari kısıtlamalar getirmektedir.

Öte yandan, gelişmiş ülkeler de üçüncü dünya ülkelerinden tekstil ürünleri ihraç etmektedirler. Sonuç olarak bu durum, ihraç eden ülkelerin atık problemini arttırmaktadır. Yüksek miktarda ihracat, ucuz ürünlerin piyasaya girmesinin yanı sıra, gelişmiş ülkeleri atıklarla mücadele yönünde zorlamaktadır. Bu yüzden, tekstil atıkları ile mücadele ulusal bir konu değildir.

Uluslararası ticarete karşılaşılan çeşitli evre koruma zorunluluklarından ötürü özel etiketler kullanılmaya başlanmıştır. A.B.'de kullanılan eko-etiket, üreticinin daha az kaynak tükettiğini göstermektedir. A.B.D.'de kullanılan yeşil etiketler ise geri dönüşümle elde edilmiş ürünün göstergesidir [12].

4.3 Tekstil Döküntülerinin Değerlendirilmesinin Günümüzdeki Durumu

Tekstil döküntüsü, üretim döküntüsü ve tüketim sonu döküntüsü olmak üzere ikiye ayrılabilir. Üretim döküntüsü, bir tekstil ürünü elde edilene kadar bütün aşamalarda ortaya çıkan döküntüdür. Örneğin; iplik üretiminde şerit oluşumu esnasında dökülen elyaf gösterilebilir. Tüketim sonu döküntü ise, atıl hale gelmiş kullanılmış tekstil ürünüdür. Bu döküntülerin değerlendirilmesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu yüzden, eldeki malzeme için doğru yöntemi seçmek önemli bir konudur [12].

4.3.1 Operasyon ve kalite

Döküntüyü asgari miktara indirme konusunda firmaların engelleri devam etmektedir. Bu engeller; döküntü işleme maliyetleri, döküntülerden üretilmiş ürün piyasasının eksikliği ve modern makinelerin azlığı olarak gösterilebilir. Bir başka önemli etken, tekstil döküntü fiyatlarının düşüklüğüdür. Bu yüzden, özellikle A.B.D.'deki firmalar, döküntülerini satmak yerine arazi doldurma alanlarına göndermeyi tercih etmektedir, çünkü nakil bedeli, satıştan elde ettikleri kazancı geçmektedir.

Kaliteyi belirlemek de kolay bir iş değildir. Araştırma ve kullanılan mallardan elde edilen sonuçlar, performans ve kontrol açısından önemli verilerdir. Ayrıca, tekstil döküntüsü işleyen makine sayısı da gün geçtikçe artmaktadır.

Çok sayıdaki sentetik ve doğal elyaf ve bunların çeşitli oranlardaki karışımları göz önüne alındığı zaman döküntüleri ayırma işleminin önemi daha iyi anlaşılabilir. %100 pamuk gibi homojen hammaddeler için bile problemler doğabilir. Eğer döküntülerin depolandığı bölümde, işletmenin farklı bölümlerinden gelen döküntüler karışırsa döküntünün değeri kalmaz. Ayrıca, merkezi vakum sistemi de döküntülerin birbirine karışmasına neden olmaktadır.

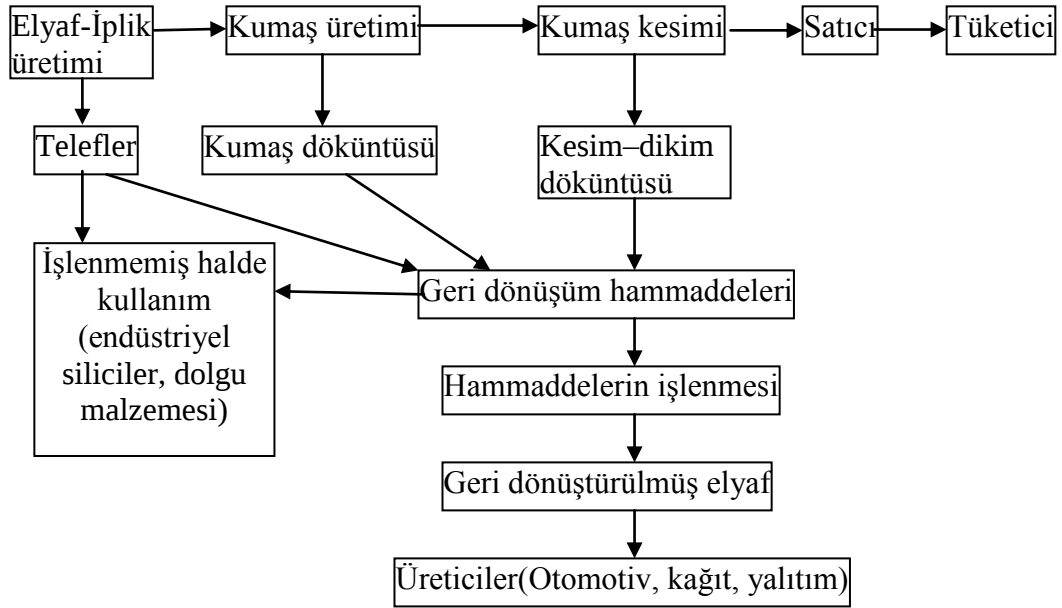
Tekstil döküntüsünün olağan kirler dışında yabancı maddeler içermesi de önemli bir sorundur. Eğer döküntünün içinde metal parçaları varsa, geri dönüşüm işlemi sırasında ufak bir kıvılcım büyük bir yangına sebep olabilir. Ek olarak, bıçakların kırılması ve metalik aksamın hasar görmesi de önemli sorunlara neden olur.

Tekstil döküntüsü, iplik üretimine hazır elyaf gibi dikkatlice balyalanmalı, taşınmalı ve depolanmalıdır. Böylelikle en verimli şekilde kullanılabilir [12].

4.3.2 Üretim döküntülerinin değerlendirilmesi

4.3.2.1 Geri dönüşüm

Şekil 4.2’de görüldüğü üzere tekstil döküntüsü, elyaf üretiminden kumaş konfeksiyonuna kadar bütün aşamalarda ortaya çıkar ve geri dönüşüm endüstrisi için hammadde oluşturur.



Şekil 4.2 : Geri Dönüşümün Temel Akışı

Sentetik liflerin oluşturduğu döküntülerin geri dönüşümü ağırlıklı olarak polimerlerin kimyasal yapısına bağlıdır. Sentetik polimerlerin geri dönüşümü ile geri kazanımı arasındaki farkı belirlemek bazen pek kolay değildir, çünkü plastik malzemeyi tekrar elde etmek için kullanılan yöntemler çok çeşitlidir. Örnek olarak, poliolefin şerit üretim tesisindeki sistem verilebilir. Bu sistemde, şerit kesme makinesinde oluşan döküntüler vakum yolu ile bir bölmeye aktarılır. Döküntüler daha sonra işlem görmemiş hammadde ile ekstrüderin içinde homojen bir şekilde karışır ve eriyik haline getirilir. Polimerin yapısı değişmediği için bu işleme geri dönüşüm yerine geri kazanım demek daha uygun bir tabirdir. Bu işlem, poliolefin dışındaki sentetik elyaf için uygun değildir, çünkü diğer polimerlerde bir miktar bozulma görülür.

Sentetik polimerlerin temel bileşenlerine ayrılması yüksek maliyet getirmektedir. Ancak, saf plastik veya bir polimerden oluşan elyaf döküntüsünün geri dönüşümü, gelişen teknoloji ve çevre yasalarındaki kısıtlamalar nedeniyle gün geçtikçe artmaktadır [12].

4.3.2.2 Geri kazanım

Geri kazanım işlemi açma, parçalama ve çeşitli temizleme aşamalarından oluşur. Her adım, bu işlem için özel olarak üretilmiş makineler yardımı ile yapılmaktadır. Parçalama makinesi, bir açma ünitesi ile çok sayıda parçalayıcı tamburdan oluşur. Temizleme için pamuk çırçır işletmelerinde kullanılanlara benzer makineler kullanılır.

Tipik bir geri kazanım işlemi şu aşamalardan oluşur:

1. Döküntünün cinsine ve değerine göre tasnif edilmesi
2. Karışımın sevk bandına besleme için hazırlanması
3. Sevk hasırına beslenirken malzemenin harmanlanması
4. Besleme esnasında çöplerin ayıklanması
5. Malzemenin yeterli uzunlukta kesilmesi
6. Parçalama makinesi ile malzemenin açılmış lifler haline getirilmesi
7. Elde edilen ürünün balyalanması

Parçalama işlemi boyunca tamburların üzerindeki teller, kumaş yapısını parçalayarak liflerin açığa çıkmasını sağlar. Elde edilen liflerin uzunluğu orijinal uzunluktan yaklaşık olarak 1/3 oranında kısadır. 10 mm'den kısa liflerin iplik üretiminde kullanılması mümkün değildir, ancak sulu tülbent yöntemi ile oluşturulmuş nonwoven kumaşlarda kullanılabilir [12].

Geri kazanımla elde edilmiş elyafın tekstil dışı alanlarda kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bunlara örnek olarak panel, hasır, prefabrike yapılar ve pervazlarda dolgu ve destek amaçlı kullanılan lifler verilebilir. Son kullanım alanına bağlı olarak malzemeye uygulanacak ön işlem (temizleme, tasnif, yabancı maddelerin uzaklaştırılması vb.), açma ve son işlemlerin (toz giderme, karıştırma, ayırma vb.) dikkatle yapılması gerekmektedir [14].

Kumaşa uygulanan terbiye işlemleri parçalamayı etkileyebilir. Eğer kumaşa buruşmazlık apresi uygulanmışsa parçalama makinesinin verimi, kumaş üzerinde bulunan sert ve kaba maddeler yüzünden önemli ölçüde düşer [12].

4.3.3 Tüketim sonu döküntülerinin değerlendirilmesi

Tüketim sonu döküntülerinin işlem görmesi için daha fazla enerjiye ihtiyaç vardır. Çeşitli tekstil türleri için çok değişik yöntemler bulunmaktadır [12].

Tüketim sonu tekstil döküntülerinin %48'i ikinci el olarak kullanılmaya devam ederler. Döküntülerin %20'si temizlik bezi haline dönüştürülürken %26'sı da tekrar elyaf haline getirilir ve üretim döküntüleri ile benzer alanlarda kullanılır [13].

4.3.3.1 Halılar

Kullanılmış halılar en yüksek oranda bulunabilen tekstil döküntüsü kaynaklarından. Batı Avrupa'da her yıl 1,5 – 1,7 milyon ton kullanılmış halı atıl duruma gelmektedir. Tekstil endüstrisi bu oranı azaltmak için çeşitli yöntemler denemektedir. Avrupalı elyaf ve halı üreticileri, poliamid halı döküntülerinin geri dönüşüm yöntemlerini geliştirmek için Aralık 1995'te RECAM (Recycling of Carpet Materials) adlı kuruluşu kurmuşlardır. Avrupa Birliği de bu kuruluşun çalışmalarına maddi destek vermektedir. Ayrıca A.B.D. firmaları ile de ortak çalışmalar yürütülmektedir. RECAM araştırmalarının odaklandığı temel görevler; toplama, sınıflandırma ve tasnif, küçük parçalara ayırma, tekstil kullanımı, bileşenlerine ayırma, depolimerizasyon ve ısıl işlemedir.

Halıların toplanma işlemi yol kenarlarına atılmış halıları alma veya toplama merkezleri yoluyla sağlanmaktadır. Halılar toplandıktan sonra sınıflandırma ve tasnif işlemi yapılır. Bu işlem çok önemlidir çünkü halılar poliamid 6, poliamid 6.6, yün, polyester ve polipropilen liflerinin farklı kombinasyonlarından oluşur. Bu liflerin doğru şekilde ayrılması gerekmektedir. Endüstri ve akademik kurumların ortak çalışmasıyla bir barkod sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemle tasnif işleminin daha kolay bir şekilde yapılması amaçlanmaktadır.

Uygulanacak olan geri kazanım veya geri dönüşüm işlemine göre döküntü halı farklı büyüklüklerde parçalanır. Depolimerizasyon veya bileşenlerine ayırma işlemi için çok küçük parçalara ayırmak gerekirken yünlü veya pamuklu halıların geri kazanımı için el büyüklüğündeki parçalar yeterlidir. Bu parçalar, parçalama makinesi ile

liflerine ayrılabilir. Ancak sentetik elyaf içeren parçaların parçalama makinesinde işlem görmesi imkansızdır çünkü tamburların üzerine yapışan polimerler makinenin işleyişini engeller.

Genelde halılar %50 oranında geri dönüşümsüz malzeme içerir. Bu yüzden, kullanılabilecek bileşenlerin ayrılması gerekir. Bu iş için genellikle sulu ve kuru ayırma tekniklerinin bir kombinasyonu kullanılır. Kuru işlem boyunca tebeşir, kirler ve stirolbütadienlateks kaplama malzemesinin büyük kısmı ayrılır. Takip eden sulu işlemden de poliamid ve polipropilen ayrılır ve kalan safsızlıklar uzaklaştırılır.

Bu işlem sonucu geri kazanılan yüksek değerli hammaddelerden biri kaprolaktamdır. Kaprolaktam, poliamid 6 üretiminde kullanılan hammaddelerden biridir. Geri kazanılan polimer temizlenir ve çip haline getirilir. Halıyı oluşturan bileşen ayrılamazsa veya farklı malzemelerin karışımı çok karışıksa, döküntüler topaklar haline getirilir. Topaklar parçalanmış halılardan oluşur ve farklı yöntemlerle elde edilirler. Yöntemlerden birinde malzeme ezilir ve sürtünmeye bağlı olarak malzeme ısınır. Döküntüler yumuşar ve birbirine yapışır. Daha sonra da iplik haline getirilir. Bu yöntemin maliyeti ton başına 17\$ - 28\$ arasındadır. Geri kazanılmış naylon elyaf, daha önce kullanılmamış naylon reçineler ile birleştirilerek motor fanı örtülerinde ve hava temizleyicilerinde kullanılmaktadır. Ayrıca, betonun içine katılan düşük miktardaki elyaf, kırılğan betonu sünek hale getirir ve çatlamaları azaltır.

Geri dönüşüm ve geri kazanıma uygun olmayan döküntüler termal enerji elde etmek için yakılırlar. Önemli etkenler, malzemenin yanma indeksi (MJ/kg) ve döküntüde bulunan kireç miktarıdır. Ortalama karışımda bir halı döküntüsü yaklaşık 18-20 MJ/kg yanma indeksine sahiptir. Halı döküntülerinin termal amaçlı kullanımının en fazla görüldüğü alanlardan biri çimento endüstrisidir. Döküntülerdeki organik bileşenler (lateks, polipropilen vs.) fosil yakıtı görevi görürler. Yanma enerjisinin bir kısmı, kirecin tuttuğu karbondioksiti uzaklaştırma için harcanırken yanmayan kireç ise çimento için hammadde olur. Ayrıca kireç, yanma sonucu oluşan kül miktarını da artırır. Halı döküntülerinin yanma özelliklerini arttırmak için çeşitli araştırmalar yürütülmektedir.

Halı yüzeyinin, arkasının ve arka kaplamasının geri dönüşüme uygun bir şekilde %100 polyester elyaftan yapılması yönünde çalışmalar sürmektedir. Ancak, düşük maliyetle üretim henüz sağlanamamıştır [12].

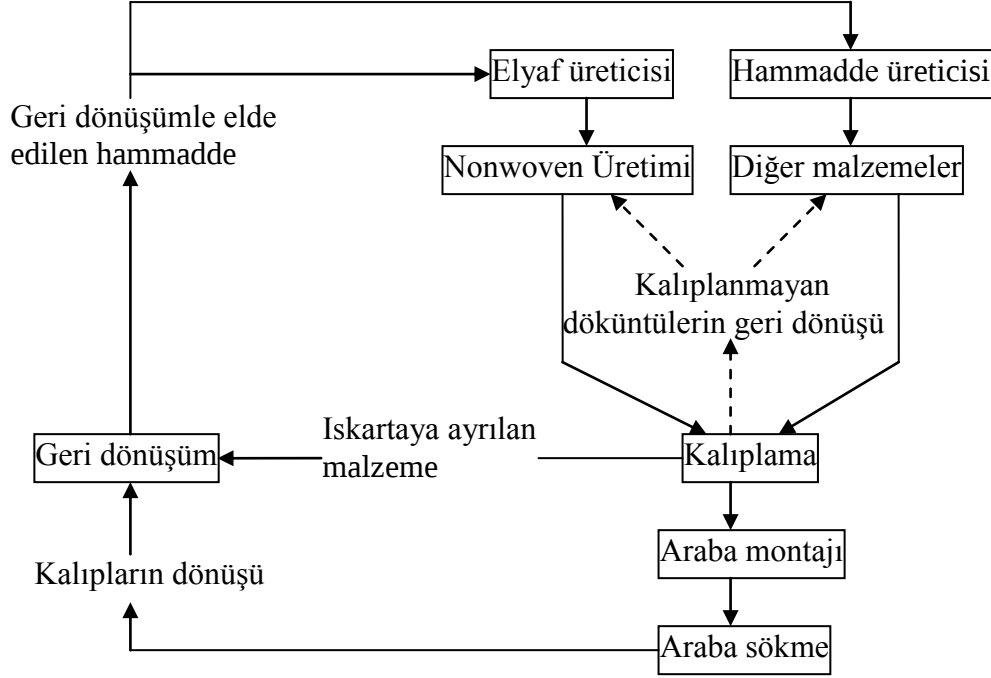
4.3.3.2 Otomotivde kullanılan tekstiller

Otomotiv endüstrisinde kullanılan tekstiller kompleks yapıdadırlar. Buna rağmen, geri dönüşümü sağlayabilmek amacıyla çeşitli teknikler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Otomotiv sektöründe kullanılan tipik bir döşemelik kumaş; üst yüzeyinde polyester kumaş, ortada poliüretan köpük ve alt yüzeyinde de tekstil kaplama maddesinin bulunduğu sandviç yapıdadır. Son araştırmalar, üç boyutlu çözgülü örme kumaşların uygun bir alternatif olduğunu göstermiştir. Üç boyutlu yapı, Raschel makinelerinde elde edilebilir. Bu teknikle %100 polyesterden üretilmiş koltuk kaplaması üretilir. Böylece, koltuk kaplaması ayırma işlemine tabi tutulmadan kolaylıkla geri dönüştürülebilir. Ayrıca, yapılan araştırmalara göre, yapıştırıcı veya kimyasal bağlayıcıların kullanılmadığı tekstil malzemelerinin kullanımı sonucu araç pencerelerinde oluşan buğulanmanın oldukça düştüğü görülmüştür. Buğulanma, uçucu sıvı parçacıkların araç pencerelerinde yoğunlaşması ile oluşur. Bu parçacıkların kaynakları arasında yumuşatıcı maddeler ve poliüretan köpükteki güç tutuşur malzemeler de vardır.

Polyesterden yapılan otomotiv döşemelik kumaşlar tamamen geri dönüşebilir olmasına rağmen otomobil üreticileri yeni malzemelerin geliştirilmesini beklemektedirler. Yüksek kalite standardı otomobil üreticileri için çok önemlidir. En az bir çevrime dayanacak ve kalitesi düşmeyecek hammaddelerin geliştirilmesi yönünde çalışmalar artmaktadır. Geri dönüşümle elde edilen malzemenin kullanım ömrü bittiğinde ikinci kalite malzeme olarak tekrar elde edilmesi ve jeotekstillerde, yapı sektöründe veya başka alanlarda kullanılması öngörülmektedir.

Günümüzde otomotiv sektörü için nonwovenların önemi oldukça artmıştır. Bu tür nonwovenların geri dönüşüm akışı Şekil 4.3'teki gibidir.



Şekil 4.3 : Polyester Nonwoven Geri Dönüşüm Akışı

Nonwoven kumaşlar doğal veya bütün polimer türlerinden yapılabilir. Araç içinde kullanılan nonwovenlardan birçoğu, geri kazanımla elde edilmiş tekstil malzemelerinden yapılmaktadır. Çeşitli kombinasyonların yapılması, geri kazanım ve geri dönüşüm işlemlerini oldukça zorlaştırmaktadır. Ayrıca, nonwoven tekstil malzemelerinin dayanıklılığını artırmak için kullanılan reçineler de geri dönüşümü oldukça zorlaştırmaktadır. Otomotiv sektöründe kullanılan nonwovenların geri dönüşümü ve geri kazanımı henüz oldukça yenidir ve araştırmalar devam etmektedir [12].

4.3.3.3 Tek kullanımlık nonwovenlar

Tek kullanımlık ürünlere örnek olarak çocuk bezleri, ıslak mendiller, yetişkin bezleri ve tıbbi ürünler gösterilebilir. Bu ürünler ya çöpe atılmakta ya da yakılmaktadır. Bu nedenle bu ürünlerin çevreye dost olup olmadığı tartışılmaktadır. Esas sorun, diğer kullanılmış tekstil ürünleri ile karşılaştırıldıklarında miktar olarak daha az olmaları nedeniyle geri dönüşüm konusunda önemli adımlar atılmamasıdır. Buna karşılık, bu tür ürünler virüs ve bakterilerin üremesi için uygun ortama yol açarlar. Bu yüzden, yakma işlemi gömme işleminden daha uygundur.

Eğer atıkların gömülmesi yoluna gidilirse ürünlerin çevre dostu olarak tasarlanması ve biyolojik parçalanmayı göstermesi gerekmektedir. Bakteri ve küflerin ürettiği enzimlere duyarlı polimerlerin kullanılması uygulanabilecek yöntemlerden biridir. Diğer yöntem ise, polimerin içine nişasta gibi bozunabilir maddelerin katılmasıdır. İkinci yöntemin geçerliliği sınırlıdır, çünkü eklenen madde bozunur ama polimer kaybolmaz. Bunun yanı sıra, bozunmanın gerçekleşmesi için yeterli rutubet ve oksijenin bulunması gerekmektedir [12].

4.3.3.4 Kullanılmış giysiler

Tüketim sonu tekstil atıklarının önemli bir kısmını da gündelik giysiler oluşturur. Kullanılmış giysiler çöpe atılabilir, kurumlara bağışlanabilir, geri kazanılabilir veya ikinci el mağazalara satılabilir.

Günümüzde firmalar müşterilerini etkilemek için özel geri alma teklifleri sunmaktadırlar. Örnek olarak, geri dönüşüme uygun yağmurluk ve spor giysi üretmek için birleşen iki firma verilebilir. Söz konusu giysiler, kolaylıkla ayrılan iki bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler politetrafloretlen (PTFE) ve polyester tekstil malzemesidir. Giysi kullanıldıktan sonra müşteri giysiyi üreticiye geri gönderebilir. Üretici bileşenleri ayırır ve geri dönüştürür. Düğmeler, fermuarlar ve diğer aksesuarlar da kumaş ile aynı polyester malzemeden yapılmıştır. Böylece geri dönüşüm işlemi onları da kapsar.

A.B.D.'deki yıllık 8 milyon ton tekstil atığı ile karşılaştırıldığı zaman bu yöntemle geri dönüşüme sokulan atık miktarı oldukça azdır. Bu da, kullanılmış giysilerin geri dönüşümünün sınırlı olduğunu göstermektedir [12].

4.3.3.5 PET şişeler: Tekstil dışı kullanım sonu atıklar

Tekstil ürünü elde etmek için geri kazanım uygulanan tekstil dışı ürünlere en iyi örnek pet şişelerdir. Günümüzde bir çok modern polyester elyaf üreticisi pet şişeleri geri kazanım yoluyla polyester elyafa dönüştürmektedir. Gıdalara uygun olabilmesi amacıyla pet şişe yapımında yüksek değerlerde polyester kullanılmaktadır. Bu da, pet şişe atıklarının tekstil elyafına dönüştürülmesi için neden tercih edildiğini göstermektedir. Toplanan şişeler temizlenir, safsızlıklar uzaklaştırılır, küçük parçalara ayrılır, eritilir ve elyaf çekimi için ekstrüde edilir [12].

4.4 Tekstil Kompozitlerini Ayırma Yöntemleri

Kompozitlerin geri kazanımında uygulanan basamaklardan birini kompozitlerin ayrılması oluşturur. Ayrılma işlemini bileşenlerine ayırma işlemi takip eder. Bu işlem için çeşitli teknikler bulunmaktadır.

Ayırma tekniği, geri dönüşen malzeme miktarını önemli ölçüde etkiler. Daha önce de belirtildiği gibi, 10 mm'den daha kısa lifler iplik üretimi için oldukça kısa olmasına rağmen başka endüstrilerde uzun olarak kabul edilebilir. Bu yüzden, tekstil endüstrisi dışındaki kullanıcılar göz önüne alındığında önemli gelişmeler elde edilmiştir.

Tekstil kompozitlerini ayırmak için kullanılan bir çok teknik vardır. Bu teknikleri sınıflandırma, ayırma mekanizması dikkate alınarak yapılabileceği gibi ayrılacak malzemenin boyutlarına göre de yapılabilir. Genelde, elyafa en az zararı verecek teknikler tercih edilmektedir [15].

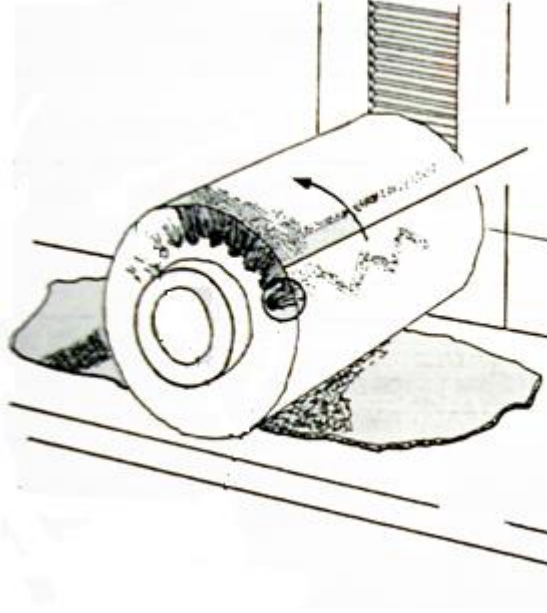
4.4.1 Mekanik yöntemler

Bu yöntemlerde kompozitin arayüzünde hasar oluşumu mekanik kuvvetler yardımıyla olur. Sonuçlar bir çok etkene bağlıdır. Kompoziti oluşturan iki bileşenin yumuşaklık farkı en önemli etkenlerden biridir. Farkın yüksek olması ayırma işlemini kolaylaştırır.

Ayırma işlemini kolaylaştırmak için malzemeye çeşitli ön işlemler uygulanabilir. Ön işlem olarak düşük sıcaklık uygulanması geçici gevreklik sağlar. Yüksek sıcaklık uygulanması ise yapışma kuvvetini azaltır. Ayrıca bileşenlerden biri su veya organik çözücüler yardımıyla şişirilebileceği gibi malzemeye buhar da uygulanabilir.

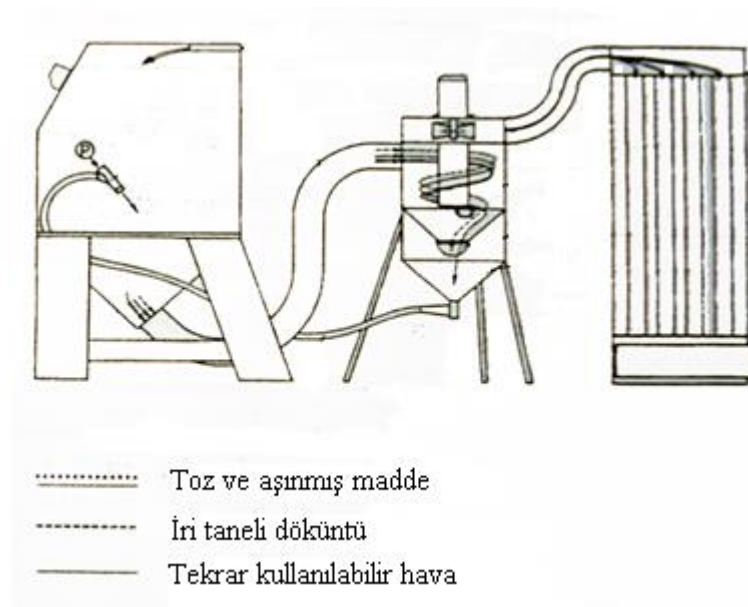
0.3 m²'den büyük malzemeler için en yaygın kullanılan yöntemlerden biri kalenderlemedir. Malzeme iki silindirin arasından sıkıştırılarak geçer ve kesme kuvvetlerinin yardımıyla ayrılır. Sadece düzlemsel kumaşlar için uygundur.

Şekil 4.4'te fırçalama tekniği görülmektedir. Bir fırçanın yardımıyla malzemeye aşınma, kesme ve kopma kuvvetleri uygulanır. Oldukça esnek bir yöntemdir ve üç boyutlu kumaşlar için uygun değildir.



Şekil 4.4 : Fırçalama Tekniği

Şekil 4.5’te görülen şiddetli hava akımı tekniğinde malzeme, aşınma ve kesme kuvvetlerine maruz kalır ve ayrılır. Esnek bir yöntemdir, ancak hacimli tekstiller için uygun değildir. Ayrıca oldukça dikkat gerektirir.



Şekil 4.5 : Şiddetli Hava Akımı Tekniği

Hidrolik jet tekniğinde ise yüksek basınçtaki su jetlerinin oluşturduğu hidromekanik kuvvetlerden yararlanır. Oldukça esnek bir yöntemdir, ancak suyun uzun bir yol kat etmesi problemlere neden olabilir.

Küçük boyuttaki malzemeler için farklı ayırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlardan en fazla kullanılan yırtma yöntemidir. Orta büyüklükteki malzemeler için de başvurulmuş bir tekniktir. Elastomer içeren tekstiller için uygun değildir.

Değirmen yönteminde malzemeye kesme ve ezme kuvvetleri uygulanmaktadır. Uygulanan kuvvet, kullanılan makineye bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Ancak termoplastik malzemelerde çeşitli problemler ortaya çıkabilir.

Sulu değirmen yönteminde malzeme su ile şişirilir ve kesme kuvvetlerine maruz kalır. İşlem sonrasında malzemeyi kurutmak gereklidir.

Bir başka teknik de aşındırma yöntemidir. Gıda endüstrisinde kullanılan aşındırma makineleri kullanılır. Ürüne bağlı olarak seçici ufalama yapılabilir [15].

4.4.2 Fizikokimyasal ve kimyasal yöntemler

Bu yöntemlerde, kompozitin arayüzlerinin gerilmesi ve hasar görmesi, bileşenler arasında ortak etkileşim sağlanmasıyla gerçekleştirilir. Çeşitli fizikokimyasal işlemler bulunmaktadır. Pratikte iki çeşit ayırma yöntemi kullanılmaktadır. Bunlardan ilkinde kompozitin arayüzü uygun bir ortam sayesinde parçalanırken diğer yöntemde ise, bileşenlerin birinin birleşme durumunda geçici değişiklikler oluşturulur [15].

4.4.2.1 Arayüzün parçalanması

Arayüzü parçalamak için en sık kullanılan yöntemlerden biri çeşitli kimyasallar yardımıyla bileşenler arasındaki bağları koparmaktır. Kimyasal madde emdirme tekniğiyle uygulanır ve malzeme mekanik ayırmaya tabi tutulur.

Bir diğer yöntem ise poliüretan yapıştırıcıların kimyasal reaksiyonlar sonucu uzaklaştırılmasına dayanır [15].

4.4.2.2 Bileşenlerin birinin yapısında geçici değişiklik oluşumu

Eriyik filtrasyonu en sık kullanılan tekniklerden biridir. Kompoziti oluşturan termoplastik bileşenler yüksek ısı yardımıyla eritilir. Özellikle plastik ve elyaf üretim sektörlerinde kullanılır. Erimeyen kısmı ayırmak için özel filtreler kullanılır. Malzemenin ısıya karşı dayanımı sınırlayıcı etkindir.

Asitler yardımıyla poliamid bileşenlerin ayrılması yönteminde ekstraktör tekniği kullanılır. Asit uygulandıktan sonra malzeme iyice durulanmalıdır. Ekonomik açıdan fayda sağlayabilmesi için poliamid oranı %30'un üzerindeki malzemelere uygulanmalıdır.

Otoklav tekniğinde, yüksek basınçta uygulanan metanol yardımıyla poliamid kısım çözünür. Sıcaklık ve basınç çok önemlidir. Bu yöntemle solüsyon ve sıvı karışımların uygulanması gereksiz kılınır, ancak yangın ve patlama riskine karşı çok iyi kontrol edilmelidir.

ITV yöntemi, elastomerik filament ipliklerin örme kumaşlardan sikloheksanon türevleri yardımıyla ayrılmasıdır. Modifiye edilmiş oyuk tamburlu makine kullanılır. Elastomerik liflerin ayrılmasıyla örme kumaşın açılması kolaylaşır. Ancak çözücünün yanıcı özelliğine dikkat edilmeli ve kuru temizleme işlemindekine benzer bir kontrol sistemi uygulanmalıdır.

Yapıştırıcı olarak kullanılmış stiren/maleik asit anhidrit kopolimerlerin çözünmesi için ekstraktör tekniği kullanılmaktadır. Çözücünün ayrılması için ilave sistemler gerekmektedir. Ayrıca zehirli atıklar ortaya çıkmaktadır.

Bir başka yöntem de tekstil karışımlarından polietilentereftalatın ayrılması için uygulanmaktadır. Basınçlı ekstraktör tekniği kullanılır. İşlem sonucunda saf polyester tereftalat tozu ve tekstil döküntüsü elde edilir. Çözücü olarak klorlanmış hidrokarbon kullanılır. Çöktürücü kullanılmaz. Çözücüyü hazırlamak kolaydır, ancak işlem sonunda zehirli atıklar oluşur. Polietilentereftalat oranının en az %30 olduğu kompozitler için uygun bir yöntemdir [15].

4.4.2.3 Bileşenlerin birinin yapısında kalıcı değişiklik oluşumu

Selülozik bileşenlerin ayrılması karbonizasyon yöntemi ile olur. Bu işlem için karbonizasyon makinesi kullanılır. Bütün karışımlar için uygun bir yöntem değildir. Yüksek miktarda selüloz yakıldığı için atık madde problemi doğabilir.

Lif karışımları içindeki pamuğun hidroliz ile ayrılması kimyasal reaksiyonlar sonucu olur. Sadece selüloz içeren kompozitlere uygulanan bir yöntemdir.

Kimyasal reaksiyonlar yardımıyla selüloz bileşenlerin esterleşmesi veya poliamidin dönüşümü sağlanır. İşlem sadece özel döküntülere uygulanır. Dönüşmeyen bileşenler için temizleme maliyetleri yüksektir.

Fizikokimyasal yöntemlerin mekanik yöntemlere karşı çeşitli avantajları vardır. Kompozit bileşenlerinin düzgün bir şekilde ayrılması mümkündür. Böylece son ürün kalitesi artar ve döküntülerin değerlendirilmesi daha kolay hale gelir.

Dezavantajlar olarak ayırıcı ortam hazırlamanın zorluğu ve ortaya çıkan emisyonlar (gazlar, artık kimyasallar, damıtık maddeler) belirtilebilir [15].

4.5 Geri Dönüşümlü Malzemelerin Nonwovenlarda Kullanımı

Geri dönüşümle elde edilmiş elyafın nonwovenlarda kullanımını etkileyen temel parametreler açılma derecesi ve lif uzunluğudur. Açılma derecesi, lif oranlarına ve malzeme üzerindeki lif dışındaki maddelerin miktarına bağlıdır. Lif uzunluğunu ise ortalama lif uzunluğu ve kısa elyaf oranı belirler. Kısa elyaf olarak 5 mm'nin altındaki elyaf belirtilmektedir.

5 mm'den kısa elyafın küçük bir kısmı tülbende hacim katarken kalanı ise tülbent oluşumu ve sonrası işlemler esnasında düşer. Kısa elyaf miktarının artması makinelerde yüksek miktarda toz birikmesine neden olur ve çalışanlar için de kirliliğe yol açar. Bu nedenden dolayı yeterli toz emme sistemi kullanılmalı ve temizleme aralıkları azaltılmalıdır. Eğer elyaf iyi olarak açılmazsa, tarakta biriken bitler ve döküntüler tülbentte hata oluşumuna veya tarak tellerinde hasara neden olurlar. Bu yüzden, geri dönüşümlü malzemeler için daha kalın tel kullanımı daha iyi bir açma sağlar.

Geri dönüşümle elde edilen elyafın tülbentlerde kullanımı sonucunda çeşitli problemler ortaya çıkabilir. Bunlar şu şekilde özetlenebilir:

- Büyük iplik ve kumaş parçaları ile bitler, makine tellerinin kırılmasına neden olabilir.
- Sulu işlemler sırasında kısa elyaf ve toz parçacıkları işlem suyuna veya bağlayıcı kimyasal banyosuna geçer ve kumaşta düzgünsüzlüklere neden olur.
- Kimyasal bağlamada, kullanılan kimyasalların elyaf karışımındaki polimer bileşenlerle uyumlu olmasına dikkat edilmelidir [16].

Geri dönüşümle elde edilen malzemelerin en fazla kullanıldığı alan iğnelenmiş nonwovenlardır.

4.5.1 Geri dönüşümlü malzemelerin iğnelenmiş nonwovenlarda kullanımı

İğneleme endüstrisinin doğuşuyla beraber tekstil döküntülerinin işlenmesi ve yeni bir ürün elde edilmesi yaygınlaşmıştır. Geri dönüşüm yoluyla elde edilen elyafın kalitesini belirlemek çok kolay değildir, ancak hammadde olarak yeterli ölçüde ürün almak için uygun üretim yöntemi belirlenebilir.

Diğer nonwoven tülbent sabitleştirme sistemleriyle karşılaştırıldığı zaman, geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanıldığı iğnelenmiş tülbentler çevreye dost özelliktedir. Ayrıca üretim verimliliği göz önüne alındığı zaman, diğer sistemlerle birleştirilebilir olması da önemli bir avantajdır. Nonwoven teknolojileri içinde sadece mekanik yolla sabitleştirilmiş kumaşlar tamamen açılıp geri dönüşüme kazandırılabilir.

Önceleri sadece yeni elyaf kullanılarak yapılabilen bir çok ürün günümüzde geri dönüşümle elde edilmiş elyafın iğneleme teknolojisinde kullanımıyla elde edilebilmektedir. İğneleme teknolojisinin diğer teknolojilerle koordinasyonu sonucu verimlilik en üst düzeye çıkmıştır.

İğneleme teknolojisi için elyafın tek lif halinde açılması zorunlu değildir. Elyafın açılma derecesinin ürün kalitesi üzerinde önemli etkisi vardır. Elde edilen ürünlerin gramajı 100-2000 g/m² arasındadır. Tablo 4.1’de döküntülerden elde edilmiş nonwoven kumaşlara örnekler verilmektedir.

Tablo 4.1 : Döküntülerden Elde Edilen İğnelenmiş Kumaşlardan Örnekler

Ürün	Döküntü Kaynağı
Halı altı malzemeler	Lateks kaplanmış tafting döküntüleri
Aramid elyaflı nonwovenlar	Aramid kumaş döküntüleri
Cam elyaflı kaplanmış nonwovenlar	Cam elyaf döküntüleri
Tohum taşıyıcı hasırlar	Jüt çuval döküntüleri
Araç güvenlik kayışları	İşlenmiş denim kumaş ve polipropilen film döküntülerinin karışımı
Yatak şilteleri	Alt kısım - işlenmiş jüt döküntüleri, üst kısım - işlenmiş polyester filament döküntüleri
Şilte ve döşeme dolgu malzemesi	Pamuk ve akrilik kumaşların karışımı

İğneleme işlemi, makinenin altına liflerin dökülmesine ve dolayısıyla kirlenmeye yol açar. Bu yüzden, ilk makinede iğnelerin hareket yönü yukarıdan aşağıya doğru

olmalıdır. İğne yatağındaki deliklerin kapanmasını önlemek amacıyla iğnelerin balıksırtı deseninde yerleştirilmesi ve iğne yatağındaki deliklerin yukarıdan aşağıya doğru konik bir biçimde incelmesi olumlu sonuçlar vermiştir [17].

5. DUVAR KAPLAMALARI

5.1 Duvar Kaplaması Çeşitleri

5.1.1 Vinil duvar kaplamaları

5.1.1.1 Kağıt arkalı vinil duvar kağıdı

En yaygın kullanılan duvar kağıdıdır. Kaliteli kağıt üzerine çeşitli yöntemlerle desen basılır ve PVC ile yekpare kaplanır. Dayanıklısıdır, buhardan ve sudan etkilenmez, üzerine hortum bile tutulabilir. Çok geniş desen ve renk seçeneğı ile her türlü mekanlarda kullanılabilir. En yaygın kullanım alanı ise banyolar ve mutfaklardır. Önceden yapıştırıcı sürölmüş çeşitleri olabilir [18,19].

5.1.1.2 Kumaş arkalı vinil duvar kağıdı

Daha çok yoğun trafik olan yerlerde tercih edilir. Çok uzun seneler uygun bakım ile yeni kalabilir. Islak sünger ve sabunla temizlenir, darbe ve güneş ışığına karşı dayanıklısıdır. Yatırım maliyeti diğere vinil kağıtlara göre yüksektir, ancak uzun süreli kullanım imkanı vardır. Uzun yıllar sonra aynı desen ve renk tekrar üretilebilir. Genel kullanım yerleri; oteller, kafeterya-restoranlar, işyerleri ve hastanelerdir. Güç tutuşur ve anti-bakteriyel özelliklerde üretilebilir [18].

5.1.2 Doğal duvar kaplamaları

Doğal liflerin örgü, sepme veya pres şeklinde genellikle kağıt taban üzerine yapıştırılması ile üretilir. Malzemenin doğası gereğı üretimlerde ton ve kalınlık farkları görölebilir ve ek yerleri belli olur. Temizliğı ve uygulanması özen gerektirir.

En yaygın kullanılan biçimi hasırlardır. Ayrıca; mantar, kağıt lifleri ve çeşitli sert yongalardan (mika, porselen, taş vb.) ve metal liflerden üretilenler de bu gruba girer [18].

5.1.3 Tekstil duvar kaplamaları

Tek bir hammaddeden veya birkaçının birleşiminden meydana gelebilir. Genellikle kağıt tabanlı duvar kağıtlarıdır. Ancak son zamanlarda nonwoven duvar kağıtlarının kullanımı da giderek artmaktadır. Uygulaması ve bakımı özen gerektirir. Pamuk, keten ve ipek gibi doğal liflerden yapılanlar bulunduğu gibi polyester, akrilik, poliamid ve viskoz gibi sentetik liflerden yapılanlar da vardır [18].

Duvar tekstilleri nefes alan ve akustik özellikleri iyi olan malzemelerdir. Kullanıldıkları ortamda ses çınlamasını ortadan kaldırır, insanların daha sakin bir ses tonuyla konuşmasını ve dolayısıyla daha huzurlu bir atmosferin oluşmasını sağlar.

Nonwoven duvar kağıtları son yıllarda özellikle otellerde vinillerin yerini almaya başlamıştır. Vinil kaplamalar yandığında zehirli gazlar yaymaktadır ve yangında ölen insanların yüzde altmışı gazlardan zehirlendiği için ölmektedir. Nonwoven malzemeler doğal olduğu için zehirli gazlar yaymazlar [19].

5.1.4 Kağıt esaslı duvar kağıdı

Üzerine vinil kaplanmamış geleneksel duvar kağıdı çeşididir. Üretim ve kullanım alanları oldukça daralmıştır. Uygulaması kolaydır, ancak suya ve güneş ışığına dayanımı iyi değildir. Bebek ve çocuk odaları için genellikle düz tipleri kullanılırken genel amaçlı kullanım için dokulu türleri tercih edilmektedir [18].

5.1.5 Boyanabilir duvar kağıdı

Genel olarak cam elyaftan üretilen beyaz dokulu duvar kaplamasıdır. Uygun boya ile boyandığında dokulu olmasının da yardımıyla farklı görünümeler elde edilebilir. En az 3-5 kez boyanabilir [18].

5.2 Duvar Kaplaması Seçimi

Günümüzde dekorasyonla ilgili televizyon programlarının artması ile duvar kaplaması alanında da stil, teknik ve malzeme açısından yenilikler artmıştır. Örneğin, henüz on yıl öncesine kadar uygulanmayan renk karışımları günümüzde sıkça kullanılmaktadır.

Duvar kaplaması seçiminde temel nokta, kullanılacak alan ve malzemenin yapısıdır. Banyo ve mutfak gibi alanlara suya dayanıklı, kolay temizlenebilen duvar kaplamaları uygunken oturma odası, salon gibi alanlarda ise dekoratif görünüm ve uzun süreli kullanım ön plana çıkmaktadır.

Duvar kaplamaları için dayanıklılık önemli bir özelliktir. Dayanıklılık ile ifade edilen, kaplamanın temizlemeye karşı dayanımıdır. Duvar kaplamalarının bir kısmı hortumla yıkamaya bile dayanırken bir kısmı ise hafif bir silmeye karşı bile dayanım göstermez. Eğer kullanım kılavuzunda yıkanabilir olarak belirtiliyorsa bunun anlamı, sabun ve ılık suyla hafifçe silinebileceğidir. Bunun dışında fırçalanabilir ve soyulabilir kaplamalar da mevcuttur. Özellikle soyulabilir duvar kağıtları tek parça halinde duvardan sökülebildiği için evini sık dekore edenler tarafından tercih edilmektedir [20].

5.3 Nonwoven Duvar Kağıtları

Nonwoven üreticilerinin son yıllardaki en büyük araştırma kollarından birini de duvar kaplamaları oluşturmaktadır. Nonwoven bazlı malzemeler duvar kağıdı piyasasının %3'ünü oluştursa da her yıl için %20'lik büyüme tahmin edilmektedir.

Nonwoven duvar kağıtlarının duvara uygulanması ve duvardan çıkarılması, diğer ürünlere göre daha kolaydır. Duvara monte ederken ıslatmaya gerek yoktur, arkasına yapışkan uygulamak yeterlidir. Dayanıklılığı iyidir, duvara bir bütün halinde uygulanabilir. Ayrıca, nefes alabilirlik özelliği de küf ve mantar oluşumunu engeller.

Nonwoven duvar kağıtlarının üreticiler açısından önemli bir özelliği de kaplama ve PVC uygulanmasına gerek kalmayıdır. Desenlendirme özelliğinin yüksek oluşu da duyulan ilgiyi arttırmaktadır.

Nonwoven bazlı duvar kağıtları, piyasadaki diğer ürünlere göre %20 daha pahalıdır, ancak uygulama kolaylığı maliyet yüksekliğini dengelemektedir [21].

6. ANAOKULLARI VE KREŞLER

6.1 Genel Bilgi

Anaokulu ve kreşler, çocukların ilk öğretim öncesinde eğitimi ve bakımı açısından önemli kuruluşlardır. 0-3 yaş grubu çocukların bakıldığı yerlere kreş denilirken 3-6 yaş grubu çocukların eğitimi ve bakımı anaokulu veya çocuk yuvası adı verilen yerlerde yapılmaktadır.

Kuruluş ruhsatları Milli Eğitim Bakanlığı veya Sağlık Bakanlığı tarafından verilmektedir. Sonraki denetimler de ilgili bakanlık tarafından yürütülmektedir.

Projenin temel amacı, anaokulu ve kreşlerdeki çocuklarda duvara çarpma sonucu meydana gelebilecek yaralanmalara karşı koruma sağlayacak bir duvar kaplaması tasarlamak ve uygulanabilirliğini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda üç ayrı çocuk yuvasına gidilmiş (İTÜ Sedat Üründül Anaokulu, İTÜ Maçka Anaokulu ve Kreşi, Altınçağ Çocukevi), müdürleriyle görüşülmüş ve görüşleri alınmıştır. Üzerinde durulan konular; çocukların sağlığı için ne tür önlemler alındığı, en fazla görülen yaralanma türleri, yapılan denetimlerde nelere dikkat edildiği, projenin ne gibi faydalar sağlayabileceği ve ilgi görüp görmeyeceğidir.

6.2 Anaokullarında Görülen Yaralanma Nedenleri ve Alınan Önlemler

Alınan bilgilere göre anaokulu ve kreşlerde en fazla şu yaralanmalar görülmektedir:

- Yere düşme
- Çarpışma
- Oyuncakla birbirine vurma
- Masaya, dolaba veya duvara çarpma
- Burna kalem sokma

Yere düşme en sık görülen yaralanma biçimidir. Bu yüzden anaokulu idarecilerinin en fazla üzerinde durduğu nokta, yerin yumuşak ve kaygan olmayan bir malzeme ile kaplanmasıdır. Bu durum ilgili yönetmelikte de belirtilmektedir. Üzerinde alerjik

mikroorganizmalar barındırdığı için halı kullanımı tamamen ortadan kalkmıştır. Özellikle küçük bebeklerin etrafı minderlerle desteklenmektedir. Şekil 6.1’de anaokulundan genel bir görüntü görülmektedir.



Şekil 6.1 : Anaokulundan Genel Görüntü

Düşme sonucu yaralanmaları önlemek için alınan tedbirlerden biri de köşeli eşya kullanımının ortadan kaldırılmasıdır. Masalar ve dolapların kenarları yuvarlatılmıştır. Çocukların oyuncukları birbirine vurması da göz önüne alınarak oyuncakların da köşeli olmayanları tercih edilmektedir. Ayrıca merdivenler korkuluklarla korunmakta ve yatakların yerden yüksek olmamasına dikkat edilmektedir.

Isıtma sistemi yönetmelikte kalorifer olarak belirtilmektedir. Ancak bölgesel farklılıklar göz önüne alındığı zaman diğer ısıtma araçları da kullanılabilir. Önemli olan nokta, ısıtma araçlarının çocuklara zarar vermesinin önlenmesidir. Mümkünse yerden ısıtma en iyi çözümdür. Kalorifer petekleri ve diğer ısıtma araçları iyi bir şekilde korunmalıdır.

Elektrik çarpmalarının önlenmesi için prizler çocukların ulaşamayacağı yükseklikte olmalıdır. Ayrıca, ocukların yutabileceği küçüklükte maddelerin kaynağı olabilecek düğmeli minderler ve aksesuarlar tercih edilmemektedir. Lego dışında plastik oyuncakların kullanımı da azalmıştır.

Alınan bilgilere yapılan denetimlerde en çok üzerinde durulan nokta hijyendir. Genel hijyen kurallarına uyulmasının ötesinde yönetmelikte bildirilen şartların da yerine getirilmesi gerekmektedir. Tuvaletler ve mutfağın temizliğine zen gösterilmelidir. Yapılan yemek türlerinin her birinden bir parça numune 24 saat cam kavanozlarda bekletilmektedir. Mutfakta kullanılacak tencere, tabak, bardak gibi gereçlerin elik, porselen veya cam türü malzemelerden olması şarttır.

Yangınla ilgili kurallara dikkatle uyulmalıdır. Yangın söndürme cihazları ve malzemeleri kolayca ulaşılabilecek bir yerde bulunmalı ve periyodik bakımları yapılmalıdır.

Duvarların kolayca silinebilecek bir boya ile boyanması veya bir malzeme ile kaplanması gerekmektedir. Tercih edilen renkler açık ve canlı renklerdir [22-25].

6.3 Proje Hakkındaki Düşünceler

Anaokullarında yapılan incelemeler sonucunda duvar kaplamalarının sadece spor odalarında kullanıldığı görülmüştür. Bunun dışında, 0-1 yaş kreş grubunun duvarlarında ince minder türü bir malzemenin kullanıldığı gözlenmiştir. Özellikle yürümeyi yeni öğrenen çocukların düşme sonucu yaralanmaları bu şekilde önlenmektedir.

Çocuklar masa başı faaliyetleri sırasında kendi boylarına uygun sandalyelerde oturmaktadırlar. Bunun dışındaki oturma yerleri ise küçük koltuklar veya etrafı minderlerle çevrilmiş köşelerdir.

Anaokulu müdürleri genel olarak projeye olumlu bakmış ve uygulanabilir olabileceğini belirtmişlerdir. İlk ele aldıkları nokta, tekstil kullanımının çocuklardaki alerjik reaksiyonlar üzerindeki etkisidir. İkinci olarak da maliyet üzerinde durulmuştur. Sadece arpma sonucu yaralanmaları önleyecek bir çözüm olması bazı soru işaretleri doğursa da, güç tutuşurluk özelliğinin belirtilmesi fikirleri değiştirmiş ve bu durumda maliyetin bile arka plana itileceği ne sürülmüştür [22-25].

7. MALZEME VE METOT

7.1 Malzemenin Tasarlanması

Malzeme tasarlanırken öncelikle kullanım alanı düşünülmüştür. Anaokulu ve kreş duvarlarında, yerden en fazla 1,2 m yüksekliğe kadar uygulanacak bir duvar kaplaması tasarlamak amaçtır. Kaplama belirli bir yumuşaklıkta olmalı, böylelikle çocukların duvara çarpmaları sonucu yaralanmalarını önlemelidir. Kullanılan malzemeler tamamen nonwoven tekstil malzemeleri olmalı ve tekstil döküntüsü içeren nonwovenlara da yer verilmelidir.

Tasarım esnasında öncelikle döküntülerden oluşan nonwoven kumaş göz önüne alınmıştır. Numune olarak elde edilen kumaşlar koyu renklidir. Bu yüzden bu malzemenin üzerinde duvar kağıdı görevi görecek ikinci bir nonwoven tabakasının olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, döküntülerden oluşan nonwoven tekstil malzemesi çok homojen bir yapıya sahip değildir ve duvara tutunması sorun yaratabilir. Bunun için, malzemenin duvara tutunmasını sağlayacak üçüncü bir nonwoven tabakasının olması düşünülmüştür. Malzeme, bu nedenlerden ötürü üç katlı olarak planlanmıştır.

Tasarım işinden sonra malzemelerin sağlanması ve ilgili testlerin yapılması işlemine geçilmiştir. Her bir kata üstleneceği göreve uygun testler yapılmıştır. Gramaj ve mukavemet testlerinin yanı sıra anaokulu idarecilerince büyük önem verilen tutuşma testleri de uygulanmıştır. Bu testler sonucunda en uygun kombinasyonun seçilmesi işlemine geçilmiştir.

7.1.1 Alt kat

Malzemenin duvara yapışacak katıdır. Yeterli mukavemetin sağlanabilmesi için içgelenmiş sert keçe (ayakkabı keçesi) türü bir malzemenin kullanılması planlanmış ve Hassan firmasından akrilik binder ve güç tutuşurluk apresi ile işlem görmüş %100 polyester bir numune temin edilmiştir.

Bu malzemenin esas görevi kaplamanın duvara tutunmasını sağlamaktır. Numunenin gramajı, kopma mukavemeti ve tutuşma davranışı ölçülmüştür.

7.1.2 Orta kat

Malzemenin ortasında yer alacak kumaşın geri dönüşümle elde edilen iğnelenmiş tekstil malzemesi olması uygun görülmüş ve bu doğrultuda Hassan firmasından beş ayrı numune elde edilmiştir. Malzemelerin özellikleri Tablo 7.1’de belirtilmiştir.

Tablo 7.1 : Orta Kat Numunelerinin Özellikleri

Malzemenin Adı	Gramajı (g/m ²)	İçeriği
O1	1000	Akrilik, yün, pamuk ve polipropilenin belirli oranda karışımı
O2	500	" "
O3	500	" "
O4	800	Akrilik, yün, pamuk, polipropilen ve güç tutuşur reçinenin belirli oranda karışımı
O5	1500	Akrilik, yün, pamuk, polipropilen ve normal reçinenin belirli oranda karışımı

Malzemenin temel görevi, bir darbe anında yeterli basma dayanımı ve hasar önleyici özelliği göstermektir. Bunun için öncelikle basma dayanımı özellikleri incelenmiştir. Malzemelerin gramajları ve kalınlıkları ölçülmüş, kopma mukavemeti değerleri belirlenmiş ve tutuşma davranışları incelenmiştir.

7.1.3 Üst kat

En üstte tabaka duvar kağıdı işlevi görecektir ve temel bir duvar kağıdının göstereceği özellikleri göstermesi beklenmektedir. Bu kat için, dikişle sabitleştirilmiş veya spunbond ürünler düşünülmüştür. Hassan firmasından dikişle sabitleştirilmiş ve güç tutuşurluk apresi uygulanmış %100 polyester kumaş numunesi temin edilmiştir. Spunbond numuneler ise Mogul Tekstil’den sağlanmıştır. Malzemelerin özellikleri Tablo 7.2’de belirtilmiştir.

Tablo 7.2 : Üst Kat Numunelerinin Özellikleri

Malzemenin Adı	Gramajı (g/m ²)	İçeriği
Ü1	40	Polyester spunbond
Ü2	50	" "
Ü3	60	" "
Ü4	40	Polipropilen spunbond
Ü5	50	" "
Ü6	60	" "
Ü7	200	Polyester dikişle sabitleştirilmiş

Ürünlerin baskıya uygun karakterde olanları tercih edilmiştir.

7.2 Deneyler

7.2.1 Gramaj

Numunelerin gramajının ölçülmesi EDANA ERT 40.3-90 standardı göz önüne alınarak yapılmıştır. Her kumaştan 100 cm²'lik beşer numune alınmış ve ağırlıkları ölçülmüştür. Elde edilen değerlerin ortalaması ve C.V. değerleri hesaplanmıştır [26].

7.2.2 Kalınlık

Kalınlık ölçümü orta katı oluşturan malzemelere yapılmıştır, çünkü bütün malzemenin kalınlığını etkileyecek olan kısım burasıdır. Döküntülerden elde edilen içnelenmiş kumaşlar diğerlerine göre çok daha kalındır.

Her bir kumaştan onar adet numune alınmış, James H.Heal Cloth Thickness Tester Model 320 ile, BS 2544: 1967 standardına uygun olarak, 10 g/cm² sabit basınç altında kalınlıklar ölçülmüştür [27].

7.2.3 Basma dayanımı

Basma dayanımı testi sadece orta tabakaya yapılmıştır. Bir darbe esnasında yeterli dayanımı gösterecek yer burasıdır.

Kumaşlardan beşer adet numune alınmış, bunlar işaretlenip kalınlıkları ölçülmüş, Shimadzu AG-15 Autograph ile 43 mm/dak. hızla maksimum 40 N'a kadar bir yükü sıkıştırılmıştır. Her numuneye beşer defa sıkıştırma uygulanmıştır. Daha sonra işaretlenen yerlerin kalınlıkları ölçülmüş ve kalınlık değişim grafiği elde edilmiştir [4].

7.2.4 Kopma mukavemeti

Kopma mukavemeti, malzemelerin genel mukavemet değerlerini göstereceği için oldukça önemlidir. Bu test her üç tabakaya da uygulanmıştır.

Kopma mukavemeti ölçülürken EDANA ERT 20.2-89 standardı dikkate alınmıştır. Her numuneden makine yönü ve karşı yönden beşer adet 20 x 5 cm boyutunda numune alınmış ve mukavemetleri ölçülmüştür. lm Zwick Z010 test cihazı ile yapılmıştır [28].

7.2.5 Yırtılma mukavemeti

Yırtılma mukavemeti sadece en st kata uygulanmıştır. En st kat, bir duvar kağıdı görevi göreceği için yeterli derecede yırtılma mukavemetine sahip olmalıdır.

Bu test için yine kopma mukavemetinin ölçüldüğü cihaz kullanılmıştır. EDANA ERT 70.2-89 standardına göre ölçümler yapılmıştır. Kopma mukavemeti testinde olduğu gibi, her kumaştan MD ve CD yönünde beşer adet 20 x 5 cm boyutunda numuneler kesilmiş ve numunelerin orta yerine 1,5 cm uzunluğunda kesik atılmıştır. Bunun sonucunda da yırtılma mukavemeti değerleri ölçülmüştür [29].

7.2.6 Tutuşma ve yanma zellikleri

Numunelerin dik konumdaki tutuşma ve alev yayılma özellikleri test edilmiştir. Bunun için TS 5775 standardı baz alınmıştır. Her kumaştan üçer adet 15 x 70 cm boyutunda numune kesilmiş ve dik bir konumda test aletine yerleştirilmiştir. Numunelere 4 cm boyunda alev uygulanmıştır. Bunun dışında, alevin uygulandığı yerden 30 cm ve 60 cm yukarıya ip bağlanmış, böylece tutuşma zamanı ve alevin kumaş üzerindeki yayılma hızı tespit edilmiştir [30].

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

8.1 Sonuçların Değerlendirilmesi

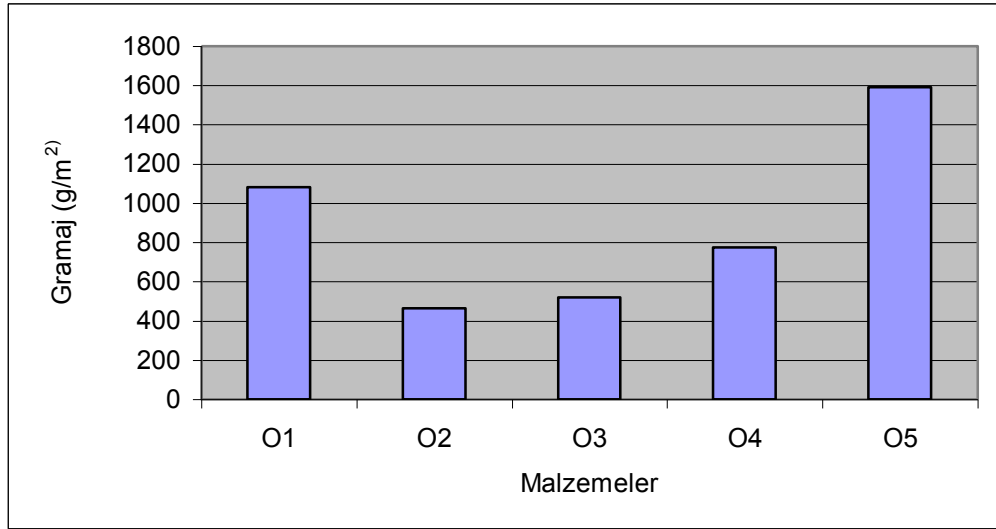
8.1.1 Gramaj

Gramaj ölçümleri yapıldıktan sonra elde edilen değerler ve C.V. hesaplamaları Tablo 8.1’de gösterilmektedir.

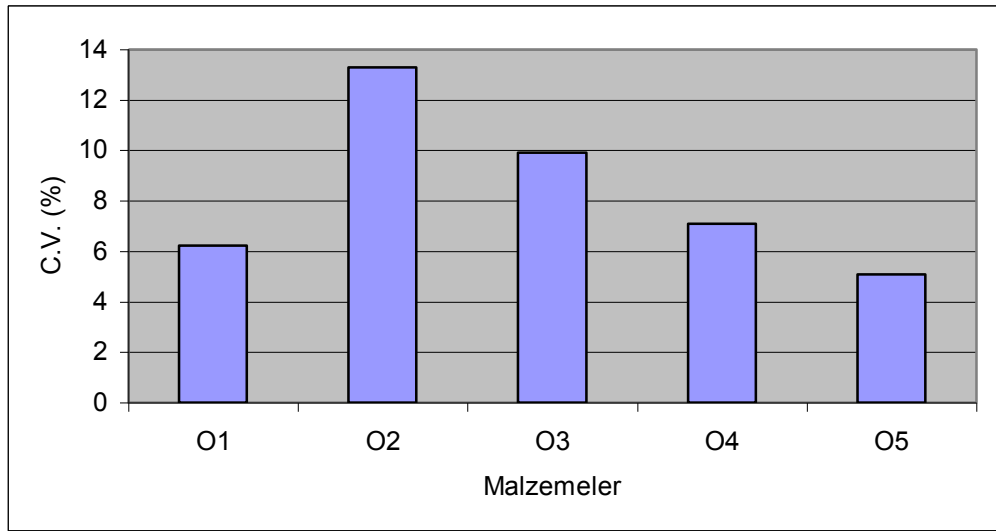
Tablo 8.1 : Ortalama Gramaj ve C.V. Değerleri

Malzeme	Kullanım Yeri	Ort. Gramaj (g/m ²)	C.V. (%)
A1	Alt tabaka	435,94	3,09
O1	Orta tabaka	1081,05	6,23
O2	" "	463,94	13,29
O3	" "	518,56	9,91
O4	" "	774,44	7,08
O5	" "	1590,67	5,09
Ü1	Üst tabaka	41,2	7,79
Ü2	" "	49,02	6,22
Ü3	" "	64,64	6,31
Ü4	" "	40,84	4,48
Ü5	" "	49,9	4,63
Ü6	" "	62,94	4,67
Ü7	" "	200,2	2,05

Gramaj değerlerinin ölçümünün yanında C.V. değerleri de önem taşımaktadır. Özellikle döküntülerin iğnelenmesiyle elde edilen kumaşlarda homojen bir gramaj dağılımı mümkün değildir. Şekillerde orta katı oluşturan malzemelerin gramaj değerleri ve bunlara bağlı C.V. değerleri grafiklerle gösterilmiştir. Şekil 8.1 ve 8.2’den de anlaşıldığı üzere orta katı oluşturan iğnelenmiş nonwoven tekstil malzemelerinin gramaj C.V. değerleri oldukça yüksektir.

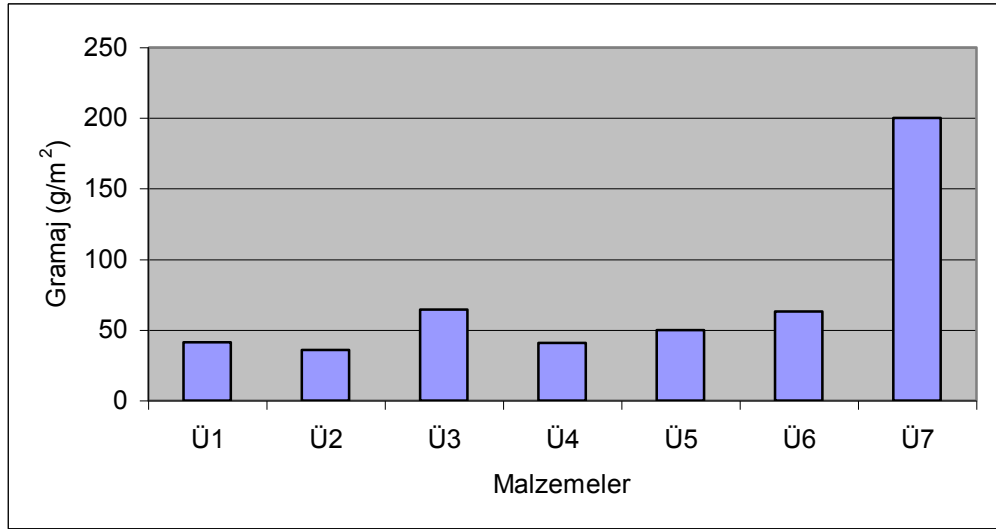


Şekil 8.1 : Orta Kat Malzemelerinin Gramaj Değerleri

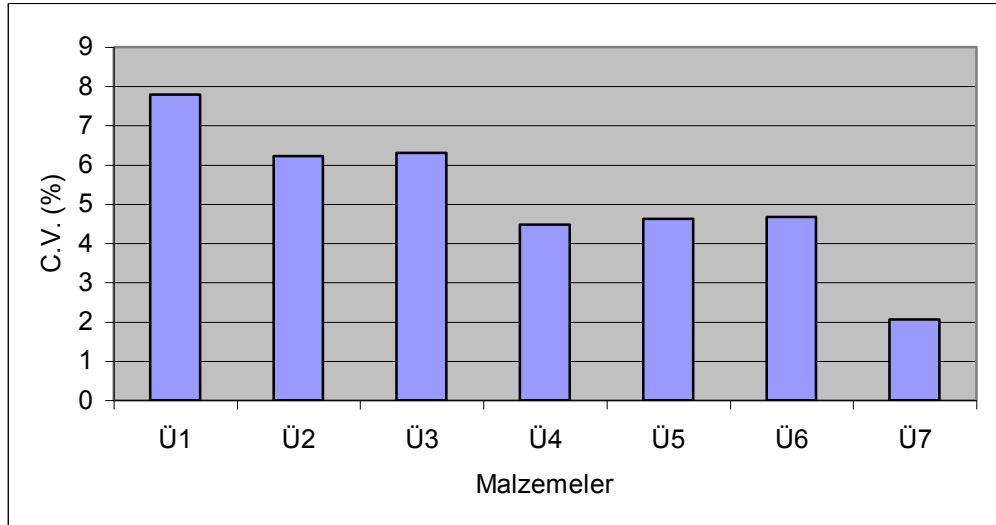


Şekil 8.2 : Orta Kat Malzemelerinin Gramaj C.V. Değerleri

Şekil 8.3 ve 8.4'te ise üst katı oluşturan spunbond ve dikmeyle sabitleştirilmiş malzemelerin gramaj ve C.V. değerleri grafiklerle gösterilmiştir. Bu malzemeler daha homojen bir yapı göstermektedirler.



Şekil 8.3 : Üst Kat Malzemelerinin Gramaj Değerleri



Şekil 8.4 : Üst Kat Malzemelerinin Gramaj C.V. Değerleri

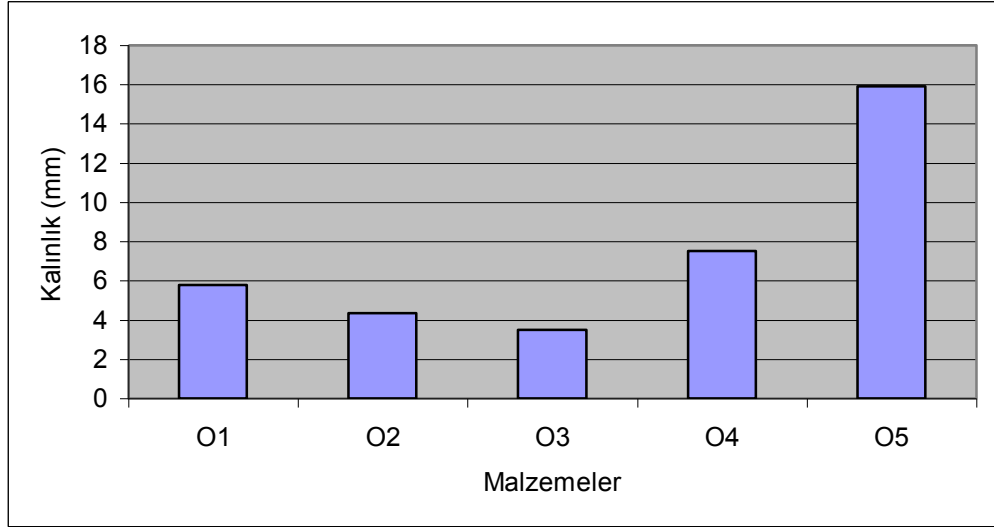
8.1.2 Kalınlık

Tablo 8.2’de, elde edilen ortalama kalınlık ve C.V. değerleri gösterilmektedir.

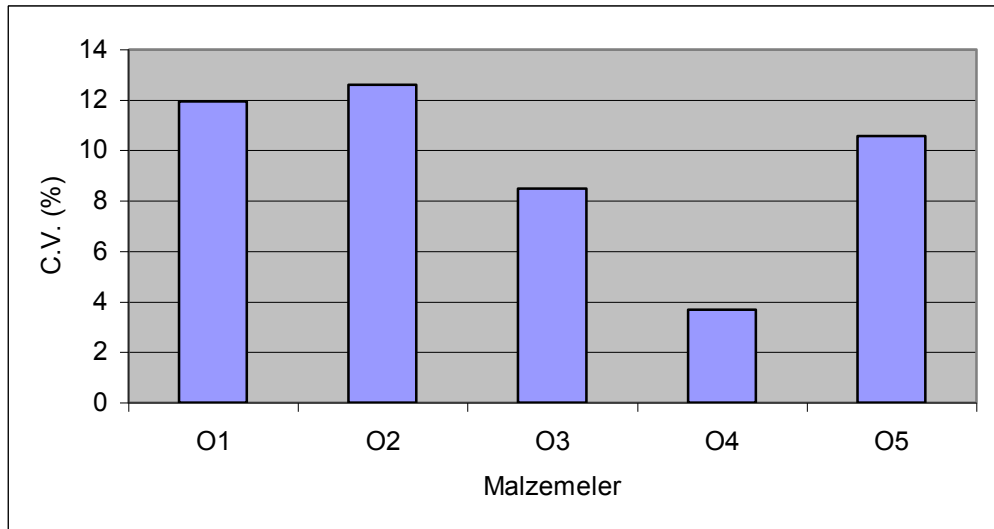
Tablo 8.2 : Ortalama Kalınlık ve C.V. Değerleri

Malzeme	Kullanım Yeri	Ort. Kalınlık (mm)	C.V. (%)
O1	Orta tabaka	5,79	11,94
O2	" "	4,34	12,61
O3	" "	3,49	8,48
O4	" "	7,5	3,68
O5	" "	15,9	10,56

Tabloda da görüldüğü üzere malzemelerden biri hariç kalınlığa bağlı C.V. değerleri yüksektir. Şekil 8.5 ve 8.6’da bu durum daha net görülmektedir. Bunun nedeni, gramaj konusunda da belirtildiği gibi malzemenin geri dönüşümlü elyaftan elde edilmiş olmasıdır.



Şekil 8.5 : Orta Kat Malzemelerinin Kalınlık Değerleri



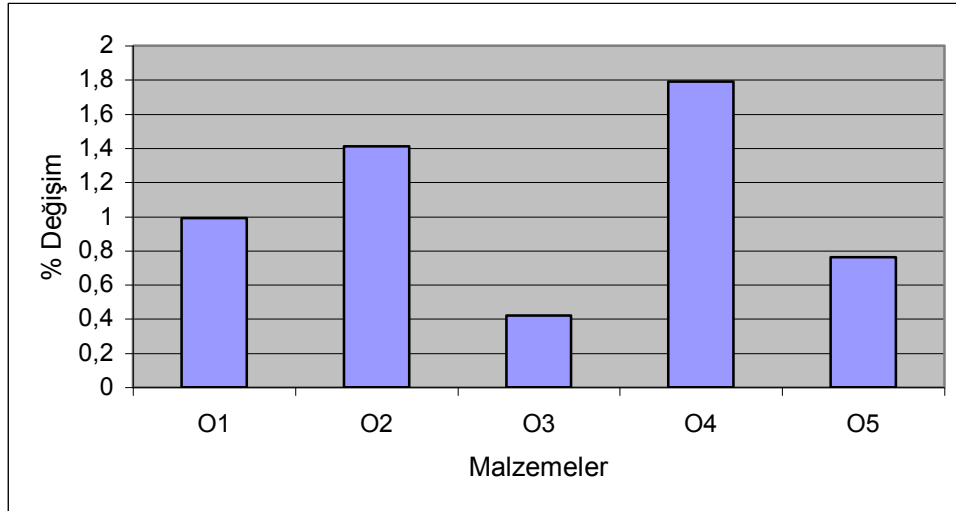
Şekil 8.6 : Orta Kat Malzemelerinin Kalınlığa Göre C.V. Değerleri

8.1.3 Basma dayanımı

Basma deneyi sonucu elde edilen değerler Tablo 8.3 ve Şekil 8.7’de gösterilmektedir.

Tablo 8.3 : Basma Deneyi Sonucu Kalınlık Değişim Yüzdeleri

Malzeme	Kullanım Yeri	Kalınlık Değişimi (%)
O1	Orta tabaka	0,99
O2	" "	1,41
O3	" "	0,42
O4	" "	1,79
O5	" "	0,76



Şekil 8.7 : Basma Testi Sonrası Kalınlık Değişim Grafiği

Basma işlemi sonucunda malzemelerin kalınlıklarında önemli değişiklikler olmamıştır.

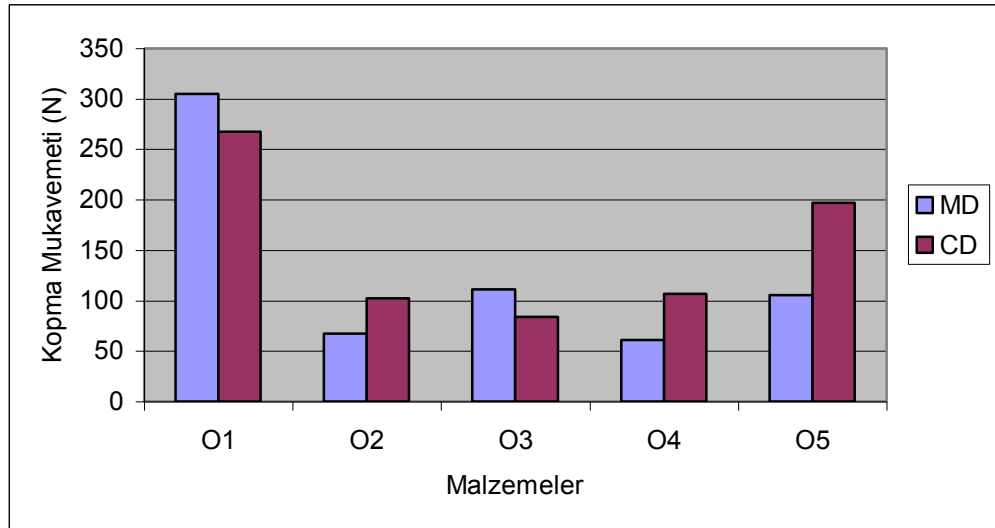
8.1.4 Kopma mukavemeti

Elde edilen sonuçlar ve C.V. değerleri Tablo 8.4'te gösterilmektedir. MD ile belirtilenler makine yönündeki mukavemet olup CD ile belirtilenler ise kumaş eni yönündeki mukavemet değerleridir.

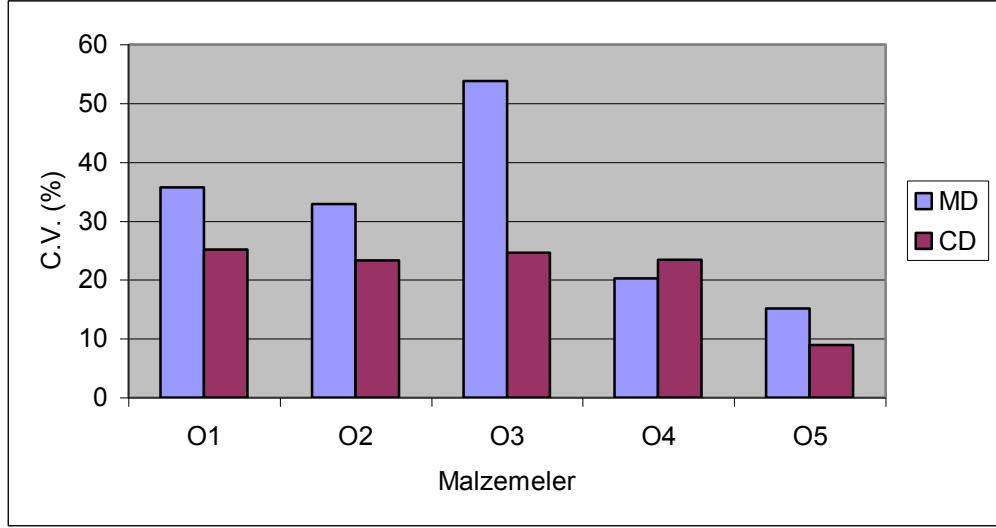
Tablo 8.4 : Kopma Mukavemeti Değerleri ve C.V. Oranları

Malzeme	Kullanım Yeri	Mukavemet MD (N/5 cm)	C.V. (%)	Mukavemet CD (N/5 cm)	C.V. (%)
A1	Alt tabaka	586,48	3,32	624,21	2,4
O1	Orta tabaka	304,63	35,7	267,67	25,12
O2	" "	67,05	32,9	102,09	23,27
O3	" "	110,86	53,74	83,85	24,63
O4	" "	61,03	20,24	106,92	23,37
O5	" "	105,61	15,1	197,23	8,92
Ü1	Üst tabaka	95,52	1,27	54,31	11,63
Ü2	" "	136,73	3,69	75,69	10,17
Ü3	" "	161,74	10,09	88,55	15,42
Ü4	" "	86,6	9,28	76,17	5,98
Ü5	" "	109,89	4,54	104,05	1,72
Ü6	" "	119,1	4,61	104,14	3,79
Ü7	" "	560,55	7,71	449,7	9,32

Alt tabakanın mukavemet değeri oldukça iyidir. Orta tabakayı oluşturacak kumaşlar göz önüne alındığı zaman, Şekil 8.8’den de anlaşılacağı gibi mukavemeti en yüksek çıkan malzemenin en sert kumaş olduğu, ikinci sıradaki kumaşın da en kalın kumaş olduğu göze çarpmaktadır. Sertlik ve kalınlık, mukavemet açısından önemli rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra, mukavemet değerlerinin C.V. değerleri Şekil 8.9’da verilmiştir.



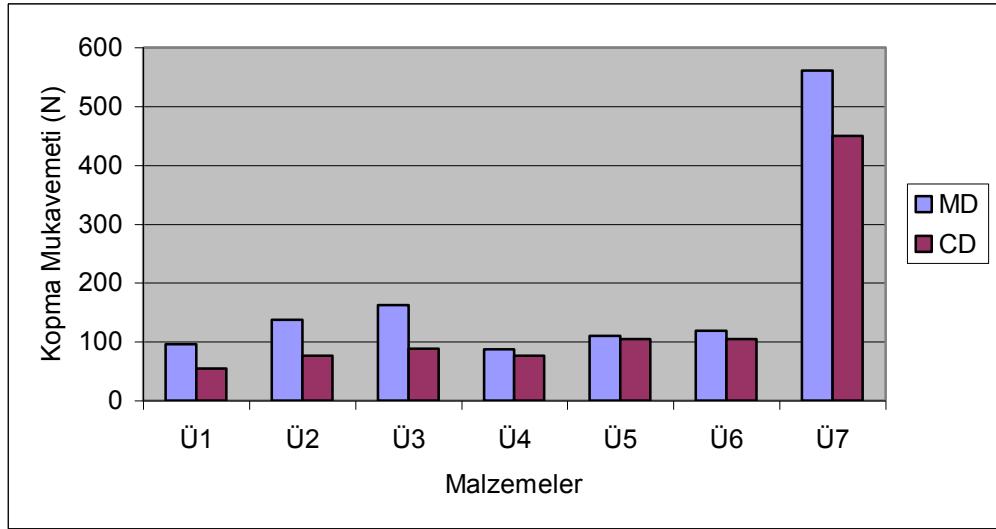
Şekil 8.8 : Orta Kat Malzemelerinin Kopma Mukavemeti Değerleri



Şekil 8.9 : Orta Kat Malzemelerinin Kopma Mukavemeti C.V. Değerleri

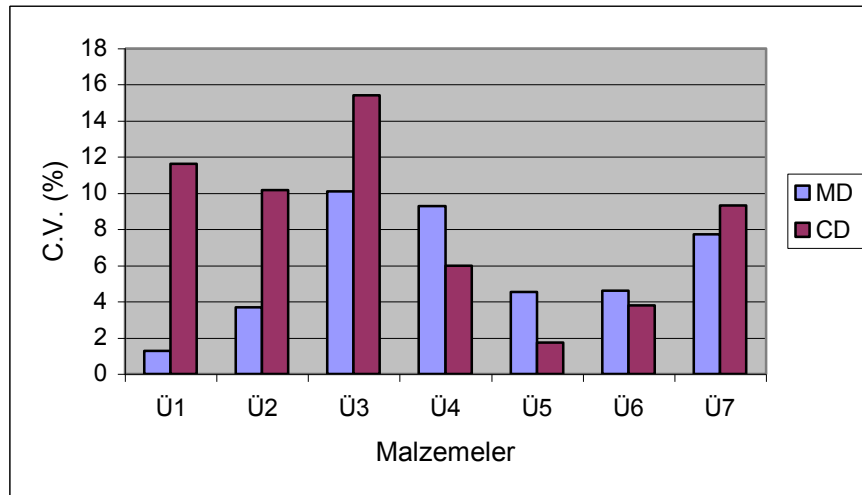
Şekilden de anlaşılacağı gibi C.V. değerleri oldukça yüksektir. Bunun nedeni, gramaj ve kalınlık ölçümünde de belirtildiği gibi malzemenin döküntü elyaftan elde edilmesi ve buna bağlı olarak homojen bir yapıda olmamasıdır. Malzeme seçimi esnasında bu değerler göz önüne alınmalıdır.

Şekil 8.10’da üst kat malzemelerinin kopma mukavemeti değerleri verilmiştir. Göze çarpan nokta, aynı malzemedan oluşan ve aynı yöntemle üretilen ürünlerde gramaj arttıkça kopma mukavemetlerinin her iki yönde de artmasıdır. Ayrıca makine yönündeki mukavemet değerleri daha yüksektir. Polyester ürünler polipropilenlere göre daha mukavimdir. Bunun yanı sıra, dikişle sabitleştirilmiş nonwoven kumaşın spunbond kumaşlara göre çok daha yüksek mukavemet değerlerine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 8.10 : Üst Kat Malzemelerinin Kopma Mukavemeti Değerleri

Şekil 8.11’de aynı malzemelerin kopma mukavemeti için C.V. değerleri gösterilmektedir.



Şekil 8.11 : Üst Kat Malzemelerinin Kopma Mukavemeti C.V. Değerleri

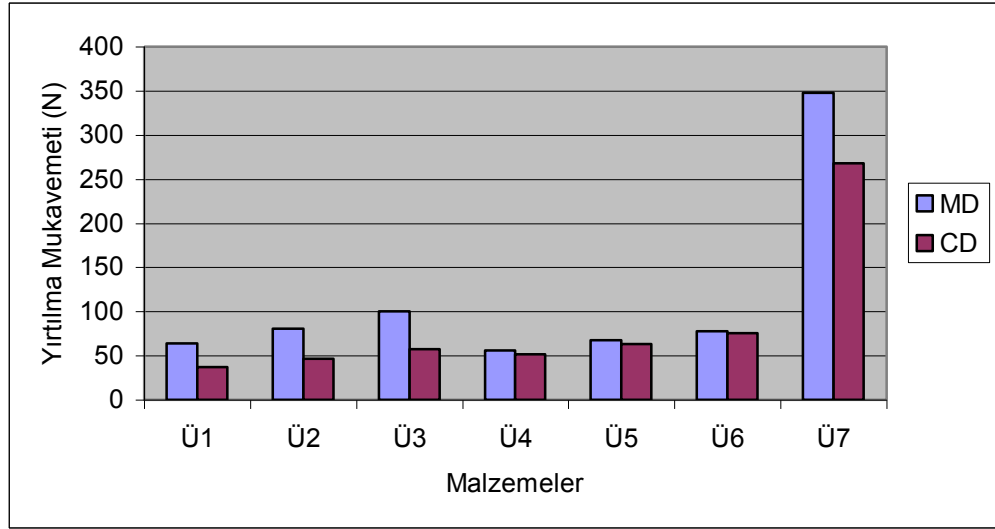
Grafik incelendiği zaman ilginç sonuçlar gözlenmektedir. Polyester içerikli kumaşlarda MD yönündeki C.V. dağılımı CD yönündekine göre oldukça düşüktür. Gramaj arttıkça C.V. de yükselmektedir. Polipropilen içerikli kumaşlarda ise CD yönündeki C.V. değerleri daha düşüktür. Ayrıca gramaj arttıkça bu değerlerde düşme gözlenmektedir. Dikişli kumaşta ise CD yönündeki C.V. değerinin MD yönüne göre biraz daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

8.1.5 Yırılma mukavemeti

Tablo 8.5’te ve Şekil 8.12’de elde edilen değerler gösterilmektedir.

Tablo 8.5 : Yırılma Mukavemeti Değerleri ve C.V. Oranları

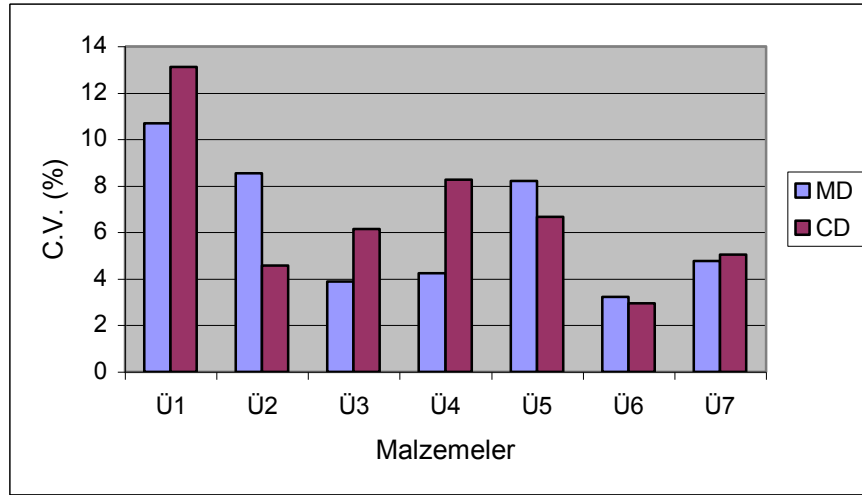
Malzeme	Kullanım Yeri	Mukavemet MD (N/5 cm)	C.V. (%)	Mukavemet CD (N/5 cm)	C.V. (%)
Ü1	Üst tabaka	63,95	10,70	36,91	13,13
Ü2	" "	80,41	8,54	46,69	4,58
Ü3	" "	100,14	3,88	57,44	6,15
Ü4	" "	55,82	4,24	51,69	8,28
Ü5	" "	67,52	8,22	62,95	6,67
Ü6	" "	77,42	3,23	75,35	2,96
Ü7	" "	347,41	4,77	268,12	5,03



Şekil 8.12 : Üst Kat Malzemelerinin Yırılma Mukavemeti Değerleri

Elde edilen sonuçlar, kopma mukavemeti ile paralel yöndedir. Dikkati çeken sonuç, yırılma mukavemeti değerlerinin kopma mukavemeti değerlerinden yaklaşık %40 daha düşük olduğudur.

Şekil 8.13’te ise yırılma mukavemetine bağlı C.V. değerleri gösterilmektedir.



Şekil 8.13 : Üst Kat Malzemelerinin Yırtılma Mukavemeti C.V. Değerleri

Yırtılma mukavemeti CV değerleri düzgün bir dağılım göstermemektedir.

8.1.6 Tutuşma ve yanma özellikleri

Yapılan deneyler sonucu elde edilen verilerin ortalamaları Tablo 8.6'da gösterilmiştir.

Tablo 8.6 : Tutuşma ve Alev Yayılım Süreleri

Malzeme	Kullanım Yeri	Tutuşma Süresi (s)	30 cm'ye yayılma süresi (s)	60 cm'ye yayılma süresi (s)
A1	Alt tabaka	11,58	74,97	140,14
O1	Orta tabaka	6,66	49,51	118,25
O2	" "	11,04	16,32	31,43
O3	" "	10,58	64,01	122,08
O4	" "	4,42	25,17	44,8
O5	" "	10,83	42,79	76,19
Ü1	Üst tabaka	***	***	***
Ü2	" "	***	***	***
Ü3	" "	***	***	***
Ü4	" "	***	***	***
Ü5	" "	***	***	***
Ü6	" "	***	***	***
Ü7	" "	5,35	29,3	36,1

Not: *** işaretli tutuşmamıştır.

Tablodan da görüldüğü üzere en iyi performansı alt tabakayı oluşturan keçe göstermiştir. Orta tabakayı oluşturan kumaşlardan ise ikisi ön plana çıkmaktadır. Üst tabakayı oluşturan kumaşlardan ise, dikişli kumaş güç tutuşurluk apresi görmüş olmasına rağmen iyi bir performans göstermemiştir. Spunbond kumaşlardan ise hiç

biri tutuşma özelliği göstermemiş, aleve bağlı olarak erimişlerdir. Alevin kumaş üzerinde yayıldığı gözlenmemiştir.

8.2 Tartışma

Yapılan deneylerin sonuçları incelenmiş ve uygun kombinasyonun hangisi olacağı yönünde bir sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Değerlendirme yapılırken C.V. hesabı dışında istatistiksel çalışma yapılamamıştır. Bunun nedeni, malzemelerin özel olarak üretilmeyişi, elde bulunan malzemelerden numune teminine gidilmesidir. İstatistiksel çalışma yapmak için malzeme üretimi esnasında bir parametreyi sabit tutarak diğer parametreleri değiştirmek ve bunun sonuçlarını değerlendirmek gerekmektedir.

Değerlendirme yapılırken test sonuçları ile beraber malzemelerin gösterdiği C.V. değerleri de göz önüne alınmıştır. Bununla beraber, nonwoven tekstil malzemeleri üretim yöntemleri bakımından diğer ürünler kadar homojen bir yapıya sahip değildirler.

8.2.1 Alt tabakanın seçimi

Alt tabaka için tek bir nonwoven tekstil malzemesi test edilmiştir. Elde edilen mukavemet ve buna bağlı C.V. değerleri oldukça iyidir. Malzemenin tutuşma ve yanma performansı da iyi bulunmuştur. Bunda, malzemeye uygulanan güç tutuşurluk apresinin de önemli etkisi vardır. Bu süre, kullanılan apreya bağlı olarak daha da uzatılabilir.

8.2.2 Orta tabakanın seçimi

Orta tabaka için, geri dönüşümle elde edilmiş malzemenin kullanıldığı beş kumaş test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiği zaman en uygun numunenin O4 olduğu sonucuna varılmıştır. Gramaj ve kalınlık değerleri diğerlerinin ortasında yer almaktadır. Gramaj arttıkça malzemenin maliyeti de artmaktadır. Bunun yanı sıra homojen yapıya daha yakındır. Özellikle kalınlık C.V. değerleri diğerlerinin oldukça altındadır.

Kopma mukavemeti sonuçları incelendiği zaman mukavemetinin diğerlerinin ortasında olduğu, buna karşılık diğer malzemelerin yüksek C.V. değerlerine karşılık nispeten daha iyi değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Orta tabakada en çok aranan özellik olan basmaya karşı kalınlık değişimi diğerlerine göre daha yüksektir, ancak %2’lik değişim dikkate alınacak kadar yüksek değildir. Ayrıca malzemenin seçiminde yumuşaklığı da önemli rol oynamıştır. Örneğin; O1’in kopma mukavemeti diğerlerine göre daha yüksektir. Ancak O4’e göre daha ince ve daha sert bir malzemedir ve darbe esnasında yeterli tampon görevini görmeyebilir. O5’in mukavemeti de O4’ten daha yüksektir ve yumuşaklık açısından da iyidir. Ancak gramajı ve kalınlığı O4’ün iki katı kadardır, bu da maliyeti yükselten faktörlerden biridir.

O4’ün tutuşma ve yanma performansı diğerlerine göre daha kötüdür. Ancak, bu malzemelerin hepsine güç tutuşurluk işlemi uygulanabileceği için bu durum pek dikkate alınmamıştır. Güç tutuşurluk apresi ile yanma performansının yükseleceği açıktır.

8.2.3 Üst tabakanın seçimi

Üst tabaka için altı adet spunbond ve bir adet dikişle sabitleştirilmiş beyaz kumaş test edilmiştir. Bu tabakanın seçiminde göz önüne alınan nokta, malzemenin temel duvar kağıdı özelliklerini göstermesidir. Silinebilir ve kolay değiştirilebilir olmalıdır. Üstelik, bir darbe anında içeri doğru hareket edecek olan orta tabakayla uyumlu bir şekilde davranması ve yırtılmaması gerekmektedir. Ayrıca, malzemenin baskıya uygun olması da seçim için önemli bir etkidir.

Dikişle sabitleştirilmiş kumaş spunbond kumaşlarla karşılaştırıldığı zaman gramajı ve mukavemet değerleri oldukça yüksektir. Ancak bunun yanında maliyeti de yüksektir ve daha sert bir malzemedir. Ayrıca spunbondların yanma performansları da göz önüne alındığı zaman tercih onlardan yana kullanılmıştır.

Spunbond kumaşlara yapılan testler göz önüne alındığı zaman dikkati çeken nokta, gramaj arttıka mukavemet değerlerinin artması ve polyester kumaşların polipropilenlere göre daha yüksek mukavemet göstermesidir. Ayrıca polyester kumaşların baskıya daha uygun yapıda olmaları da dikkate alındığı zaman, polipropilenlerin C.V değerleri daha iyi olmasına rağmen tercih polyesterlerden yana kullanılmıştır. Polyester spunbond kumaşlar içinden de daha yüksek mukavemete sahip olması ve orta tabakanın daha iyi saklanması bakımından gramajı en yüksek olanı, yani Ü3 seçilmiştir.

Üst tabakayı oluşturan malzemeye isteğe bağlı olarak güç tutuşurluk özelliğinin yanı sıra anti-mayt özellik de eklenebilir. Bu durum, özellikle anaokulundaki çocukların alerjiye karşı korunmasına yardım eder.

Bunun yanı sıra, güç tutuşurluk özelliği ele alındığı zaman Hassan firmasının yataklar için ürettiği özel malzeme de bir seçenek olarak düşünülebilir. Amerikan TB 603 standardına göre yarım saat ateşe tutulup alev almayan bu malzeme ile yangın tehlikesinin önüne geçilmiş olur. Ancak bu malzemenin maliyeti oldukça yüksektir.

8.2.4 Katların birleştirilmesi

Malzemeler seçildikten sonra katların birleştirilmesi işlemine geçilmiştir. Alt katla orta kat, yapıştırıcı özellikte spreyle yapıştırılmıştır. Orta katla üst katın birleştirilmesi ise yine spreyle yapılmıştır. Ancak burada, üst katın kolay değiştirilebilir özellikte olması istendiği için, orta katla üst kat arasına bir naylon tabaka yerleştirilmiştir. Bunun amacı, üst kat değiştirilirken orta katın yapısına hasar vermemektir. Bu naylonun üretim esnasında orta tabakaya birleştirilmesi düşünülmektedir. Üst tabaka ise bir tarafı kendinden yapışır şekilde imal edilebilir. Böylelikle değiştirilmesi oldukça kolay hale gelir.

8.3 Öneriler

Bu çalışmanın temel amacı, anaokulları duvarları için çocukları yaralanmalardan koruyacak bir duvar kaplaması tasarlamak ve bunu yaparken de geri dönüşümle elde edilmiş nonwoven tekstil malzemelerinden yararlanmak, böylelikle yeni bir kullanım alanı yaratmaktır. Numunelerin elde edilmesi ve deneyler bu doğrultuda yapılmıştır.

Üretilen malzemenin yeterli destek sağlandığı zaman devlete bağlı yetiştirme yurtları ve çocuk yuvalarında denenebileceği düşünülmektedir. Ayrıca; hastanelerin çocuk bölümlerinde ve oyun odalarında, uygulamalı anaokulları ve ana sınıflarında, otellerin çocuk odalarında da benzeri bir uygulamaya gidilebilir.

Deney sonuçları değerlendirilirken daha önce de belirtildiği gibi istatistiksel yöntemlerden faydalanılamamıştır. İstatistiksel yöntemlerin uygulanabilmesi için malzemenin üretiminde belirli parametrelerin sabit tutulup sonuçların buna göre

değerlendirilmesi gerekir. Bu çalışma sırasında böyle bir imkan bulunamamış, firmaların elindeki kumaşlardan faydalanılmıştır.

İki numune hariç diğerlerine güç tutuşurluk işlemi uygulanmamıştır. Bu işlemin, malzeme üzerindeki etkileri bilinmemektedir. Bu durum araştırmaya açık bir konudur.

Malzeme seçimi için maliyet de önemli bir etkidir. Ancak özellikle güç tutuşurluk işleminin maliyet üzerindeki etkileri büyük olduğu için bu konuda net bir yanıt verilememektedir. Ayrıca, daha önce de belirtildiği gibi, anti-mayt ve anti-bakteriyel özelliklerin kazandırılması da anaokulları için önemli olabilir.

Anaokulu duvarları açık renklere boyanmakta veya çeşitli resimlerle süslenmektedir. Bu durum, üst tabaka tercihinde beyaz spunbond kumaşlardan baskıya uygun olanların seçilmesinde önemli rol oynamıştır. Bunun yanı sıra, açık renkli ürünler de duvarda kullanıma uygun olabilir.

ASTM standartlarına göre duvar kaplamalarına şu özellikler için testler uygulanmaktadır:

1. Sürtmeye karşı direnç
2. İki yüzün yapışmaya gösterdiği direnç
3. Kopma mukavemeti
4. Yüzey kaplaması ile arka yüz arasındaki bağ kuvveti
5. Çatlamaya karşı direnç
6. Renk haslığı
7. Sürtmeye karşı boyanın direnci
8. Isıya karşı direnç
9. Maksimum alev yayılımı
10. Maksimum çekme
11. Maksimum duman direnci
12. Fırçalamaya karşı direnç
13. Leke tutma
14. Yırtılma mukavemeti
15. Yıkabilirlik [31]

Bu konu doğrultusunda beş ayrı duvar kağıdı üreticisiyle görüşülmüş, ancak hiçbirinin test yapmadığı öğrenilmiştir. İmkanlar dahilinde testlerin ancak az bir

kısmı yapılabilmektedir. En iyi malzemenin belirlenebilmesi için bütün testlerin yapılması daha iyi bir sonuç doğuracaktır.

Sonuç olarak, yapılan değerlendirmeler eldeki numunelere göre yapılmıştır. Daha farklı malzemelerle veya test edilen malzemelerin çeşitli özellikleri değiştirilerek daha iyi sonuçlara ulaşılması mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] **Jirsak, O., Wadsworth, L.C.**, 1999. Nonwoven Textiles, Carolina Academic Press, Durham.
- [2] **Sadıkoğlu, T. G.**, 2003. Nonwoven Tekstil Malzemeleri Ders Notu, İTÜ Makina Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü.
- [3] **Crook, L.**, 1993. Dry-laid Systems, in *Nonwovens: Theory, Process, Performance and Testing*, pp.155-170, Turbak, A., TAPPI Pres, Atlanta.
- [4] **Sadıkoğlu, T.G.**, 1999. Nonwoven tekstil malzemelerinin ısı özelliklerinin incelenmesi, *Doktora Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] **Praveen, K.J., Huang, H.Y.**, 1995. Needlepunched nonwovens., Bulunabilir: www.apparesearch.com/education_research_nonwoven_needle_punched_nonwovens.htm
- [6] **Lennox-Kerr, P.**, 1997. H-1 shows a new level in felt needling, *Textile World*, **9**, 46-48.
- [7] **Mansfield, R.G.**, 2004. H₂O tricks, *Textile World*, **2**, 28-31.
- [8] **Schwartz, M.M.**, 1984. Composite Materials Handbook, Mc-Graw Hill, New York.
- [9] **Mansfield, R.G.**, 2003. Combining nonwovens by lamination and other methods., *Textile World*, **1**, 22-25.
- [10] **Fung, W.**, 2002. Coated and Laminated Textiles, CRC Press, Cambridge.
- [11] **Divita, L., Dillard, B.G.**, 1999. Recycling textile waste: An issue of interest to sewn products manufacturers, *Journal of the Textile Institute*, **90/2**, 14-26.
- [12] **Koch, M.C.**, 1998. Managing textile waste, *PhD Thesis*, Graduate Faculty of North Carolina State University, Raleigh, NC.
- [13] **Council for Textile Recycling**, 1997. Don't overlook textiles. Bulunabilir: www.textilerecycle.org/ctrinfo.html
- [14] **Böttcher, P.**, 1994. Textile recycling: current status and development trends, *ITB Nonwovens*, **4**, 4-7.
- [15] **Ehrler, P., Hottner, M., Schreiber, H.**, 1994. Study of separation methods for textile composites, *ITB Nonwovens*, **4**, 8-13.

- [16] **Böttcher, P., Schilde, W.**, 1994. Using reclaimed fibres in nonwovens, *ITB Nonwovens*, **1**, 26-27.
- [17] **Kunath, P.**, 1994. Technological progress in needled nonwovens using recycled materials, *ITB Nonwovens*, **4**, 34-38.
- [18] **Lot Duvar Kağıtları** , 2004. Duvar kağıdı çeşitleri. Bulunabilir: www.lot.com.tr/teknikyardim.asp
- [19] **Homteks duvar kaplamaları**, Bulunabilir: www.homteks.com
- [20] **Ponting, G.**, 2002. Decorating: Anything goes, well almost. Bulunabilir: www.nhic.org.uk/Pages/pp_04_2002_03.htm
- [21]. **Bitz, K.**, 2003. Nonwovens hit the wall, *Nonwovens Industry*, **10**, 28-32.
- [22] **Akyıldız, N.**, 2005. İTÜ Maçka Anaokulu ve Kreşi Müdürü, kişisel görüşme.
- [23] **Ünal, A.**, 2005. Altınçağ Çocukevi Müdürü, kişisel görüşme.
- [24] **Aköz, N.**, 2005. İTÜ Sedat Üründül Anaokulu Müdürü, kişisel görüşme.
- [25] **SHÇEK**, 1996. Özel Kreş ve Gündüz Bakımevleri ve Özel Çocuk Kulüpleri Kuruluş ve İşleyiş Esasları Hakkında Yönetmelik.
- [26] **EDANA ERT-40.3-90**, 1990. Nonwovens mass per unit area, *EDANA*, Brussels.
- [27] **BS 2544**, 1967. Determination of thickness of textiles and textile products, *British Standards*, London.
- [28] **EDANA ERT-20.2-89**, 1989. Nonwovens tensile strength, *EDANA*, Brussels.
- [29] **EDANA ERT-70.2-89**, 1989. Nonwovens tear resistance, *EDANA*, Brussels.
- [30] **TS 5775**, 1988. Dik konumdaki tekstil numunelerinin tutuşma ve yanma özellikleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [31] **ASTM F 793-93**, 2004. Standard classification of wallcovering by durability characteristics, *ASTM*, West Conshohocken, PA.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Konya’da doğdu. İlk öğrenimini Mehmet-Hasan Sert İlkokulu’nda, orta öğrenimini Meram Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2002 yılında İ.T.Ü. Makine Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu ve aynı yıl aynı bölümün Tekstil Mühendisliği Yüksek Lisans Programı’na başladı. Halen Çıvgın Tekstil İşletmesinde boyahane mühendisi olarak çalışmaktadır.