



**İSKENDERUN TEKNİK**

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**GÖZENEKLİ VE SÜZEN (FİLTRE)  
KAĞITLARININ BİRLEŞTİRİLME  
YÖNTEMLERİNE GÖRE YAPIŞMA  
PERFORMANSLARI**

**Hasan ÖZDEMİR DEN**

METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2019



**GÖZENEKLİ VE SÜZEN (FİLTRE) KAĞITLARIN BİRLEŞTİRİLME  
YÖNTEMLERİNE GÖRE YAPIŞMA PERFORMANSLARI**

**Hasan ÖZDEMİRDEN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2019**

Hasan ÖZDEMİRDEN tarafından hazırlanan “GÖZENEKLİ VE SÜZEN (FİLTRE) KAĞITLARIN BİRLEŞTİRİLME YÖNTEMLERİNE GÖRE YAPIŞMA PERFORMANSLARI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Ersin BAHÇECİ

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum.~~

**Başkan:** Prof. Dr. Hakan ATEŞ

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum.~~

**Üye:** Prof. Dr. Selçuk MISTIKOĞLU

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum.~~

Tez Savunma Tarihi: 10/06/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Tolga DEPCI  
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

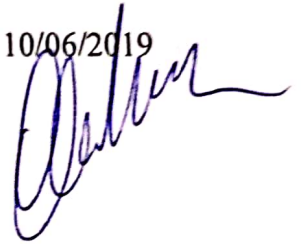
- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Hasan ÖZDEMİR DEN

10/06/2019



# GÖZENEKLİ VE SÜZEN (FİLTRE) KAĞITLARIN BİRLEŞTİRİLME YÖNTEMLERİNE GÖRE YAPIŞMA PERFORMANSLARI

(Yüksek Lisans Tezi)

Hasan ÖZDEMİR DEN

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2019

## ÖZET

Bu çalışmada yağ, yakıt ve hava filtresi olarak kullanılan süzen kağıtlarının farklı yöntemlerle birleştirilmeler uygulanarak, kaliteli birleştirmelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Birleştirme ile sektördeki kullanım şartlarındaki gereksinimleri sağlayıp sağlamadığı belirlenmiştir. Yağ, hava ve yakıt filtre kağıtları, medyaların oluşturulması için pilelendikten (kat kat) sonra kağıt uçları, ultrasonik, metal klips, polyamid bazlı sıcak tutkal, poliefil bazlı hotmelt, poliüretan bazlı yapıştırıcı, siyanoakrilat yapıştırıcı ve ısı kullanılarak birleştirilme gerçekleştirilmiştir. Birleştirme sonrası makro incelemeler gerçekleştirilmiştir. Medyalar nihai filtre ürün haline getirilerek, baloncuk testi, hava geçirgenliği ve gözenek büyüklüğü testi uygulanmıştır. Birleşme kalitesine bakıldığında sırasıyla, metal klips, polyamid bazlı sıcak tutkal, poliüretan bazlı yapıştırıcı, poliefil bazlı hotmelt, ultrasonik kaynak, siyanoakrilat yapıştırıcı ve ısı ile birleştirme olduğu, fakat hem kaliteli birleşme hemde ekonomiklik göz önünde bulundurulduğunda sırasıyla, metal klips, poliüretan bazlı yapıştırıcı, polyamid bazlı sıcak tutkal, ultrasonik kaynak, poliefil bazlı hotmelt, ısı ile birleştirme ve siyanoakrilat yapıştırıcı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Siyanoakrilat, filtre, ultrasonik kaynak, metal klips, poliefil, sıcak tutkal  
Sayfa Adedi : 66  
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ersin BAHÇECİ

INVESTIGATION OF ADHESION PERFORMANCE OF POROUS AND FILTER  
PAPERS ACCORDING TO JOINING METHODS

(M. Sc. Thesis)

Hasan ÖZDEMİRDEN

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

June 2019

ABSTRACT

In this study, it is aimed to determine the high quality joins of filter papers used as oil, fuel and air filters by using different combining methods. It has been determined whether it meets the requirements of the using conditions in the sector or not. The oil, air and fuel filter papers were piled (folded) to form media, then paper ends, ultrasonic, metal clips, polyamide based hot melt, poliefil based hot melt, polyurethane based adhesive, cyanoacrylate adhesive and heat were used to perform merging. Macro investigations were performed after consolidation. The media were turned into final filter products, bubble test, air permeability and pore size test were applied. When the quality of the bonding is considered, it is seen that it is a metal clips, polyamide based hot melt, polyurethane based adhesive, poliefil based hot melt, ultrasonic welding, cyanoacrylate adhesive and heat bonding, but when both quality bonding and economics are considered, metal clips, polyurethane based adhesive, polyamide based hot melt, ultrasonic welding, poliefil based hot melt, heat bonding and cyanoacrylate adhesive.

Keywords : Cyanoacrylate, Filter, Ultrasonic welding, metal clips, poliefil, hot glue  
Page Number : 66  
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ersin BAHÇECİ

## TEŞEKKÜR

Gözenekli ve süzen (filtre) kağıtlarının birleştirme yöntemleri ve performansları çalışmalarında bana desteğini esirgemeyen, moral ve motivasyon sağlayan, yüksek lisans eğitimim boyunca tecrübelerinden yararlandığım, bana yol gösteren, bu çalışmayı yapmam için büyük bir sabır ve özveri gösteren değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Ersin BAHÇECİ'ye teşekkür ederim.

Bu tez çalışması kapsamında, teknik bilgi ve donanım olarak kendimi geliştirdiğim, çalışma hayatım boyunca öğrendiğim ve uyguladığım bilgilerimi harmanlayıp tez haline getirmemde destek ve sabır gösteren, hayatımda hep yanımda olan eşim Pelin ÖZDEMİRDEN'e, çocuklarım Demir ve Kuzey'e teşekkürlerimi sunarım. Tez ve yayın çalışmalarında destek olan Gülnur DİBEK'e de yardımları için çok teşekkür ederim.

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	V
TEŞEKKÜR .....	VI
İÇİNDEKİLER .....	VII
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	IX
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	X
RESİMLERİN LİSTESİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
2. YAĞ – YAKIT – HAVA FİLTRELERİ .....	4
2.1.Yağ filtresi.....	5
2.2.Yakıt filtresi.....	6
2.3.Hava (Karter) filtresi .....	7
3. KAĞITLARI BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİ.....	8
3.1. Ultrasonik yöntemle birleştirme .....	8
3.2. Metal klips yöntemi ile birleştirme.....	11
3.3. Polyamid bazlı sıcak tutkal ile birleştirme .....	12
3.4. Isı ile birleştirme yöntemi .....	13
3.5. Sentetik reçine bazlı yöntemi ile birleştirme uygulamaları .....	14
3.6. İki komponentli poliüretan yapıştırıcı yöntemi.....	15
3.7. Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı.....	15



	<b>Sayfa</b>
4. MALZEME VE YÖNTEMLER.....	17
4.1. Malzeme.....	17
4.2. Yöntem.....	18
4.2.1. Ultrasonik yöntemle birleştirme .....	19
4.2.2. Metal klips yöntemi ile birleştirme .....	20
4.2.3. Polyamid bazlı sıcak tutkal ile birleştirme .....	22
4.2.4. Isı ile birleştirme .....	23
4.2.5. Sentetik reçine bazlı yöntemi ile birleştirme .....	25
4.2.6. İki komponentli poliüretan yapıştırıcı yöntemi ile birleştirme.....	26
4.2.7. Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı ile birleştirme.....	28
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	30
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	42
KAYNAKLAR .....	44
ÖZGEÇMİŞ .....	48
DİZİN .....	50

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.1. Polyamid bazlı hotmelt (PAS 5030) özellikleri .....	12
Çizelge 4.2. Sentetik Reçine bazlı ürün spesifikasyon değerleri .....	14
Çizelge 4.3. İki komponentli poliüretan yapıştırıcı Teknik özellikleri .....	15
Çizelge 4.4. Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcılar genel özellikleri .....	16
Çizelge 4.5. Filtre kağıtları türü ve uygulanan birleştirme yöntemleri .....	17
Çizelge 4.6. Filtre kağıtları türü ve birleştirme öncesi özellikleri .....	18
Çizelge 4.7. Filtre kağıtları birleştirme türü ve uygulanan testler .....	19
Çizelge 4.8. Ultrasonik kaynak işleminde kullanılan parametreler .....	20
Çizelge 5.1. Standartlarda istenen test sonuçları ile yapılan birleştirmeler sonrası yağ filtre kağıtları (FK1) test sonuçları .....	31
Çizelge 5.2. Standartlarda istenen test sonuçları ile yapılan birleştirmeler sonrası hava filtre kağıtları (FK2) test sonuçları .....	34
Çizelge 5.3. Standartlarda istenen test sonuçları ile yapılan birleştirmeler sonrası yakıt filtre kağıtları (FK3) test sonuçları .....	38

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Titreşimli silindir şeklindeki takım .....	8
Şekil 3.2. Ultrasonik birleştirme yönteminin uygulanmasının şematik .....	9
Şekil 3.3. Ultrasonik Kaynağın İşlevsel Prensipleri ve Çeşitleri .....	10
Şekil 3.4. Ultrasonik kaynak makinesi ile birleştirme yöntemini şematik ve uygulama gösterimi.....	11
Şekil 3.5. Metal klips makinesinde kağıt birleştirme şematik .....	12
Şekil 3.6. Filtre kağıdının ısı ile birleştirilmesi şematik .....	13

## RESİMLERİN LİSTESİ

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 4.1. Kağıtların ultrasonik makinede birleştirilmesi .....	20
Resim 4.2. FK1 Kağıdının Metal klips makinede birleştirilmesi ve sonrası .....	21
Resim 4.3. FK3 Kağıdının Metal klips makinede birleştirilmesi ve sonrası .....	21
Resim 4.4. FK2 Kağıdının Metal klips makinede birleştirilmesi ve sonrası.....	22
Resim 4.5. FK3 Polyamid bazlı tutkal makine uygulaması ve sonrası .....	22
Resim 4.6. FK1 Polyamid bazlı tutkal makine uygulaması ve sonrası .....	23
Resim 4.7. FK2 Polyamid bazlı tutkal makine uygulaması ve sonrası .....	23
Resim 4.8. FK2 kağıdının Isı birleştirme makinesinde uygulaması ve sonrası .....	24
Resim 4.9. FK3 kağıdının Isı birleştirme makinesinde uygulaması ve sonrası .....	24
Resim 4.10. FK1 kağıdının Isı birleştirme makinesinde uygulaması ve sonrası .....	25
Resim 4.11. FK1 kağıdına sentetik reçine bazlı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası .....	25
Resim 4.12. FK3 kağıdına sentetik reçine bazlı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası .....	26
Resim 4.13. FK2 kağıdına sentetik reçine bazlı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası .....	26
Resim 4.14. FK3 kağıdına iki komponentli poliüretan yapıştırıcı uygulaması ve sonrası	27
Resim 4.15. FK2 kağıdına iki komponentli poliüretan yapıştırıcı uygulaması ve sonrası	27
Resim 4.16. FK1 kağıdına iki komponentli poliüretan yapıştırıcı uygulaması ve sonrası	28
Resim 4.17. FK2 kağıdına siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası .....	28
Resim 4.18. FK2 kağıdına siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası .....	29
Resim 4.19. FK3 kağıdına siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası .....	29
Resim 5.1. FK1 kağıdına Ultrasonik birleştirme uygulanmış filtre ve testi .....	31
Resim 5.2. FK1 kağıdına Metal klips birleştirme uygulanmış filtre ve testi .....	32
Resim 5.3. FK1 kağıdına Poliefil bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi	32

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 5.4. FK1 kağıdına Polyamid bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanma filtre ve test	32
Resim 5.5. FK1 kağıdına Poliüretan bazlı yapıştırıcı ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi.....	33
Resim 5.6. FK1 kağıdına Isı ve Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı ile birleştirilme.....	33
Resim 5.7. FK2 kağıdına Ultrasonik birleştirme uygulanmış filtre ve testi .....	35
Resim 5.8. FK2 kağıdına Metal klips birleştirme uygulanmış filtre ve testi .....	35
Resim 5.9. FK2 kağıdına Poliefil bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi	35
Resim 5.10. FK2 kağıdına Polyamid bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi.....	36
Resim 5.11. FK2 kağıdına Poliüretan bazlı yapıştırıcı ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi.....	36
Resim 5.12. FK2 kağıdı Isı ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi .....	36
Resim 5.13. FK2 kağıdı Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi.....	37
Resim 5.14. FK3 kağıdına Metal klips birleştirme uygulanmış filtre ve testi.....	38
Resim 5.15. FK3 kağıdına Metal klips birleştirme uygulanmış filtre ve testi.....	39
Resim 5.16. FK3 kağıdına Poliefil bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi	39
Resim 5.17. FK3 kağıdına Polyamid bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi.....	39
Resim 5.18. FK2 kağıdına Poliüretan bazlı yapıştırıcı ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi.....	40
Resim 5.19. FK3 kağıdının Isı ve Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı uygulaması .....	40

## SİMGELER VE KISALTMALAR

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

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>ml</b>	<b>Mililitre</b>
<b>µm</b>	<b>Mikron</b>
<b>mm</b>	<b>Milimetre</b>
<b>%</b>	<b>Yüzde</b>
<b>g</b>	<b>Gram</b>
<b>cm<sup>3</sup></b>	<b>Santimetreküp</b>
<b>°C</b>	<b>Santigrat Derece</b>
<b>mPa.s</b>	<b>Milipaskal saniye</b>
<b>N</b>	<b>Newton</b>
<b>mm<sup>2</sup></b>	<b>Milimetre kare</b>
<b>cc</b>	<b>Santimetreküp</b>
<b>s</b>	<b>Saniye</b>
<b>m</b>	<b>Metre</b>
<b>dak</b>	<b>Dakika</b>
<b>Khz</b>	<b>Kilohertz</b>
<b>gr</b>	<b>Gram</b>
<b>dk</b>	<b>Dakika</b>
<b>cP</b>	<b>Sentipoze</b>
<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Metrekare</b>
<b>mbar</b>	<b>Milibar</b>
<b>l</b>	<b>Litre</b>
<b>C</b>	<b>Karbon</b>
<b>Si</b>	<b>Silisyum</b>
<b>Mn</b>	<b>Mangan</b>
<b>P</b>	<b>Fosfor</b>

**Simgeler****Açıklamalar****S****Kükürt****Ti****Titanyum****kPa****Kilo Pascal****kN****Kilonewton**

**Kısaltmalar****Açıklamalar****ark****Arkadaş****ASTM****Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu****CCV****Karter havalandırma filtreleri****FK1****Filtre kağıdı 1****FK2****Filtre kağıdı 2****FK3****Filtre kağıdı 3****ISO****Uluslararası Standart organizasyonu****min.****En az****max.****En çok****TDS****Teknik veri sayfası****TSE****Türk standartları Enstitüsü**



## 1. GİRİŞ

Kağıt, filtre üreticileri için ana bileşenlerden bir tanesidir. Filtre kağıtları ilk kez 150 yıl önce bez parçaları ile üretilmiştir. Günümüzde her filtre türü için kağıt üretimi yapılabilmektedir. Süzen elemanlar polyester, selüloz, pamuk, yapay liflerden yapılabilmektedir (Filtorq Filter, 2016). Süzen bu elemanlar, havadan ve farklı sıvılardan belirli büyüklükteki partikülleri temizleme kabiliyetlerine göre derecelendirilir (Johnson 2017; Zhongqi ve ark., 2018). Bu derecelendirme, ne kadar küçük veya büyük partikül tutacağına göre yapılır (Johnson 2017). Gözenek boyutlarının tespiti kağıdın geçireceği en yüksek partikül çapına göre belirlenir. Gözenek boyutları ile ilgili partikül yakalama/tutma verileri amprik formüllerde çalışılmıştır (Seungkoo ve ark., 2019).

Filtreleme yapılan ortamın ana görevini süzücü eleman kağıt (media) yapmaktadır. Selülozik ve homojen olmayan liflerden oluşan kağıdın kaynaklanması için, kağıdın, bileşenlerinden biri olarak, bir plastik gibi bir malzemenin, selülozik kısmın selülozik kısmının ergime sıcaklığından daha düşük bir sıcaklıkta kağıt dokuları arası birleşmesi ile açıklanabilir.

Filtre kağıdında istenilen ve uygun birleştirilme gerekmektedir ki süzücü görevini istenilen verimlilikte sağlansın. Kağıt birleştirmede kullanılan yapıştırıcılar ve yöntemler filtrenin görevine ve kullanım yerine uygun özelliklerde olmalıdır. Filtrelerin çalışma ortamları sıvı filtrasyon, hava ve gaz filtrasyon olarak değerlendirdiğinde filtre montajı yapıldığında hem malzemelerin birbirine yapışması hem de sızdırmazlık özelliklerinin olması gerekmektedir (Evans, 2012). Süzme elemanının iyi bir filtrasyon yapması için kağıdın eleme, çarpma, partikülleri ayırma, difüzyon ve çökeltme mekanizmalarının bulunması gerekmektedir (Filtorq Filter, 2016).

Filtrasyon sisteminde iki ana özellik önemlidir. Bunlar yüzey filtrasyonu ve derinlik filtrasyonu olarak sınıflandırılabilir (Filtorq Filter, 2016). Kağıt (media) filtrenin kullanım yerlerine göre sıvı, buhar, sıcaklık ve hava gibi etmenlere maruz kalacağından;

- Yağ ve Yakıt filtrelerinde sürekli sıvı ile temas halinde olacağından bu ortama uygun yapıştırıcı / yöntem seçimi önemlidir. Sıvı ortam veya kuru ortamda çalışan

filtrelerin performansları değişiktir. Yağ buharı gibi malzemelerin süzülmesinde süzme eylemini kabiliyetini azaltacağı bilinmektedir (Penner 2019).

- Hava filtresi de sıcak buhar, hava ve nemli ortama maruz kalacağından yapıştırıcı ve uygulanan yöntemde bu hususlara dikkat edilmelidir.
- Kağıt birleştirmede operasyonun verimli olması için hem zaman hem de maliyet şartları göz önüne alınmalıdır.
- Birleştirmede kullanılan kimyasal veya yöntemlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve atıkların dönüşümünün sağlanması gerekmektedir.
- Kağıt birleştirmede en önemli değerlendirme istenilen teknik şartların/testlerin filtrenin çalışmasına uygunluğunun ispatı olacaktır.

Filtre medyalarının sızdırmazlık sağlaması için birbirine yapıştırılması veya birleştirilmesi gerekmektedir. Medyaların özelliklerine ve araçta kullanım yerine göre farklı içerikleri ve yapıları vardır. Yağ, yakıt ve hava medyalarının kimyasal özellik, yapı içerikleri ve teknik verileri birbirinden farklılıklar göstermektedir (Evans 2012). Bu farklılıklar nedeni ile medyaların birleştirilmesi işleminde kullanılacak birleştirme türünün önemi vardır.

Filtre ve filtreyi oluşturan malzemelerin testlerinin uygunluğu için dünyada kullanılan standartlar mevcuttur. Filtrelerin uluslararası kabul görmüş standartlarına göre kağıt ve malzemelerinin testleri yapılmaktadır. Uluslararası standartlardan ISO 4406 yakıt filtrelerinde kullanılan sıvıların içindeki katı parçacıkların kirlilik seviyelerini ve miktarlarını belirlemede kullanılmaktadır.(ISO 4406, 2017). Ayrıca dizel araçların yakıt filtreleri standardını belirleyen ISO 4020 mevcuttur. ISO 4020 standardında filtrenin anlık filtrasyon verimliliği, kirlenici maddelerin yoğunluk farkları, filtrenin çalışma ömrü, basınç farkı, filtre elemanın patlama basıncı ve su içeriği gibi verilerin ortaya çıkması sağlanmaktadır. (ISO 4020, 2001).

Yağ filtreleri için ISO 4548-12 standardı ile içten yanmalı motorların yağlama yağı filtrelerinin test yöntemidir. Bu standarda göre testlerde yağ filtresinin performansının değerlendirilmesi, filtrenin kirlenici tutma kapasitesinin belirlenmesi, partikül geçirme özellikleri ve basınç farklarının durumu ortaya çıkarılmaktadır. (ISO 4548-12, 2017). Yağ filtreleri için ISO 7747 standardında ise tam akışlı yağ filtre elemanları için temel boyutsal

özelliklerin belirlenmesi ve tasarımsal olarak gelecekteki ekipmanların boyutlarının belirlenmesini amaçlamaktadır (ISO 7747, 1983).

Hava filtre sistemleri için ISO 5011 temel performans özelliklerini belirleyici bir test standardıdır. Filtrede basınç kaybı, toz toplama verimliliği, toz tutma kapasitesi ve yağ taşıma kapasitesi ortaya çıkmaktadır. (ISO 5011, 2014). Bu standart gibi hava filtrelerinde EN 779 ve ISO 16890 standartları vardır. EN 779 standardında G-M-F filtre sınıfı kağıtların belirlenmesi, toz partiküllerinin ortalama ağırlıksal verimi, 0.4 mikron partikül çapı ortalama verimliliği, minimum verimlilik ve sentetik tozlar için toz tutma kapasitesi gibi özellikler ortaya çıkarılmaktadır. EN standardı Avrupa standardıdır. (EN 779, 2012). ISO 16890 standardında ise başlangıç ve minimum verimleri, sentetik toz tutma kapasitesi, 0.3-10 mikron arasındaki partikül boyutunun belirlenmesi, partikül aralığına göre verim ve filtre performansı değerlendirilmektedir. ISO 16890 standardı uluslararası geçerliliğe sahip olduğundan tüm dünyada kullanılmaktadır (ISO 16890, 2016).

Bu nedenle süzen kağıtların birleştirilmesinde; filtrenin kullanıldığı ortama uygun yapıştırıcı veya yöntem filtrenin çalışma sıcaklığına uygun, seri üretim akışına uygun (kağıt birleştirmenin üretim montaj bandına aralıksız verilmesi) , makinelerde kullanım kolaylığı, insan ve çevreye duyarlı ve ekonomiklik sağlayacağı (birleştirmede malzeme ve eleman maliyeti) düşünülmüştür.

Bu çalışmada, yağ, yakıt ve hava olarak sınıfladığımız filtrelerin (süzücülerin) kağıtlarının yedi farklı yöntemle birleştirilmesinin değerlendirilmesi ve birleştirme sonrası gereksinimleri sağlayıp sağlamadığının incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. YAĞ – YAKIT – HAVA FİLTRELERİ

Filtreler, özellikle günümüzde insanların ihtiyaçları için vazgeçilmez hale gelen taşıtlarda, fabrikalarda ve genel kullanımlarda büyük görevler üstlenmişlerdir. Taşıtlarda motor sistemine giren kirli havayı ve parçacıkları temizleyen hava filtreleri, aynı zamanda motora hareket veren enerji olarak kullandığımız yakıt sisteminin süzülmesinde kullanılan yakıt filtreleri, motor sisteminde aşınma etkisini ve yüzeyin sıcaklığını azaltmak için kullandığımız motor yağlarını arıtan yağ filtreleri, bu filtreler görev ve işlevleri sayesinde motor verimine, motor performansına katkı sağlayan ve çalışma sistemini düzenleyen önemli parçalar olarak değerlendirilmektedir (Kaya, 2008).

Filtreler motordaki birçok akışkanı süzmektedir. Motorda kullanılan havayı temizleyen hava filtresi, aracın yakıtını temizleyen yakıt filtresi ve motordaki kirlenen yağı temizleyen yağ filtresi şeklinde motorda 3 temel filtre kullanılmaktadır. Tüm filtrelerin ortak görevi kirlenmiş akışkanı temizleyip olası hasarları önlemektir (Kaya, 2008).

Filtre kağıtlarında önemli görülen özelliklerin en temel olanları kağıdın gözenek yapısı, hava geçirgenliği, verimlilik ve birim ağırlık olarak 4 farklı parametre olarak değerlendirilmesi filtrasyon özelliği açısından sonuçlar verecektir (Feng, Jianchun, 2014). Filtre kağıdının yapısı incelendiğinde, selülozik ve sentetik malzemelerden veya lifli yapılarıdaki malzemelerden tasarlanarak yapılabilir (SynLube Incorporated, 2014).

Yakıt filtresi kağıt üreticileri daha iyi performans sağlaması için selüloz ve ince elyaf tabakasını birleştirmeler üzerinde çalışarak yakıt filtrasyonunda standartları yükseltmeyi amaçlamaktadırlar. Kağıtların tek, çift ve çoklu katmanlar olarak üretimi sağlanmaktadır. Bu üretimlerle daha yüksek toz tutma kapasitesi, çok yoğunluklu yapı, gözenek boyutunun artırılması, daha düşük basınç düşümü, daha yüksek verimlilik, uygun maliyetli yakıt su ayrımı ve yüksek mikron verimliliği gibi olumlu özellikler iyileştirilmektedir (Ahlstrom-Munksjö Fuel, 2018).

Yağ filtresi kağıtlarında üreticiler selülozik ürünler, yüksek yoğunluklu sentetik ve tam sentetik ürünlerle yeni nesil uygulamalar üzerinde çalışmaktadırlar. Araçlarda yüksek sıcaklıklarda kağıtların performanslı olması, servis aralıklarının ve bakım maliyetlerinin

azaltılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi, kir tutma kapasitesinin artırılması ve filtre tasarım esnekliği önemli parametrelerdir (Ahlstrom-Munksjö Oil, 2018).

Hava filtresi kağıtlarında sentetik ve selülozik içerikli yapılar kullanılmaktadır. Bu yapılar nano elyaflar, ince elyaflar ve sentetik laminantlar eklenerek kağıt performanslarında iyileştirmeler sağlanmaktadır. Hava filtre kalitesini kağıt (süzücü) kalitesi doğrudan belirlemektedir. Kağıt kalitesi filtrede toz tutma kapasitesini, verimliliğini, alev geciktiriciliği, suya dayanıklılığı, filtrasyon performansını direk olarak etkilemektedir (Ahlstrom-Munksjö Air, 2018).

## 2.1. Yağ filtresi

Modern sistemli araçlarda içten yanmalı motorların, sorunsuz çalışması için yağlamanın çok büyük önemi vardır. Motor performansının ve veriminin artması ve servis bakım aralıklarının uzun olması için, aracın ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan sadece motor yağı değildir. Öncelikle, araçta kullanılan yağ filtresinin kaliteli olması, kir parçacıklarını, is ve yağdaki yanmamış yakıt sebebiyle oluşan hasarların olmasında önemli bir rolü vardır.

Yağ filtresi motorun çalışması sırasında motor yağına karışmış olan karbon zerrecikleri, yağ içindeki tozlar, metal parçacıkları ve kalıntıları, yağ karbonları, kurum şeklindeki yanma artıkları gibi aşındırıcıları süzme işlemi yaparak motor sistemine girmesini engelleyen yardımcı elemanlardır (Megep, 2005).

Yağ filtreleri verimli bir motor performansı için yağı temiz bir şekilde sisteme sağlamalıdır. Bu durumda istenilen süzme işlemi yapılmadığında yakıt tüketimi artışı ve çabuk aşınma meydana gelir. En olumsuz sonuç motorda hasar olması riskidir. Bu sebeple, yağ filtresi kullanımı boyunca performanslı ve uygun şekilde motor yağının süzülerek temizlenmesi için kullanılmaktadır.

Dünyadaki Gelişme eğilimleri zamanımızda motora entegre ve filtrasyonun yanında farklı istenen görevleri de yerine getiren kompakt sistemli yağ filtrelerinin kullanılması üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu tip filtreler, uzun ömürlü değişim aralıklarında bile, sürekli

maksimum motor performansı değerlerini elde etmek için, sisteme uygun yağ filtre elemanlarına sahip olması gerekmektedir (Partvendo, 2016 ).

## **2.2.Yakıt filtresi**

Yakıt filtreleri motorların temiz, kaliteli yakıtla beslenebilmesi ve verimli çalışabilmesi için çok önemli bir eleman parçasıdır. Yakıt deposu içerisinde gelen yakıttaki kir parçacıklarını, suyu, istenmeyen madde ve parçacıkları süzerek yakıtın istenilen özelliklerde motora iletilmesini sağlamaktadır. Yakıt sistemindeki kir parçacıkları, toz partikülleri, yabancı madde ve su akaryakıt depolarından alınan kirlenmiş yakıttan veya belirli zamanda depoda biriken, kendiliğinden oluşan parçacıklardan kaynaklanabilir. Yeni nesil araçlarda dizel ve benzinli sistemler doğrudan enjeksiyonlu yakıt sistemiyle yüksek basınçlı pompalar ve yakıt enjeksiyon sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerin yakıt filtrelerinin yüksek verimlilikte yakıt temizliği sağlaması gerekmektedir (Partvendo, 2016 ). Kullanılan yakıtların test şartnamesine uygunluğu ISO 4406 (18/16/13) yakıtların içerik standartlarını karşılaması gerekmektedir ( ISO 4406:1999 ). Bundan dolayı yakıtın kirli olması durumunda yakıt sisteminde arızalar meydana gelebilir.

Enjeksiyonlu araçlardaki filtreler 1 mikron hassasiyetinden başlayarak 50 mikron ve üzerindeki büyük parçaları süzebilmektedir. En çok kullanımı olan yakıt filtresi tipleri kağıt elemanı olanlardır. Kağıt elemanlı haricinde yakıt süzmedeki diğer elemanlar keçe, pamuk elyaf, metal ve bez türündeki filtre elemanlı çeşitleri vardır.

Kâğıt elemanlı filtreler: Gözenek yapısından kaynaklı olarak süzme görevi ve parça tutma verimliliği çok yüksektir. 0,003 - 0,008 mm arasındaki parçacıkları süzebilme özelliğine sahiptir. Filtre elemanı, yakıtı kaliteli temizleyen ve sudan zarar görmeyen özel kâğıttan (sentetik veya reçine emprenyeli) üretilmektedir. Keçe elemanlı filtreler genel olarak 0,010 - 0,025 mm arasındaki parçacıkları süzebilme özelliğine sahiptir. Bez elemanlı filtreler ise sıkı dokunmuş bezlerden üretilmiş olup, süzme hassasiyeti gözenek yapılarına göre kullanılan malzeme türünün özelliğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yakıt süzme özelliği diğer filtre elemanlarına kıyasla daha verimsizdir (Aras, 2008).

### 2.3. Hava (Karter) filtresi

Karter havalandırma sistemi, motor içerisinde üretilen kimyasal buharların ve gazların, motorun karterinden istenilen bir şekilde çıkması için tek yönlü bir kanaldır. Karter havalandırma filtresi, sistemdeki tüm partikül emisyonlarının ortadan kaldırılarak motorun korunmasını sağlar. Karter havalandırma filtresi, yağ ve aerosol buharları ve motor sistemi içerisindeki yağ damlamalarını engelleyerek yağ tüketim miktarını azaltır. Karter Havalandırma Sistemi, yeni nesil bazı motorlarda maksimum motor verimliliği sağlamak için elektronik olarak bir sistemde kullanılmaktadır. Karter Havalandırma Sistemi motora herhangi bir performans kaybı, yük yada düzensizlik yaratmaz. (KLM Filters, 2019). Karterin içinde bulunan basınçlı gaz ve parçacıkların sistemde kontrol edilmesi için, CCV filtresine gönderilmesi gerekir. CCV filtresi yağ buharı ve aerosol içeren havadaki gazları tutma özelliğine sahiptir. Bir karter havalandırma filtresinde sıcaklığın etkisi ve yağın birleşmesi sonucu sistemde buğulanma, gaz oluşmaktadır. Bu gazlar ve yağ buharları filtrede süzülerek yanma gazları sistemden uzaklaştırılmış olur (Johnson, 2003).

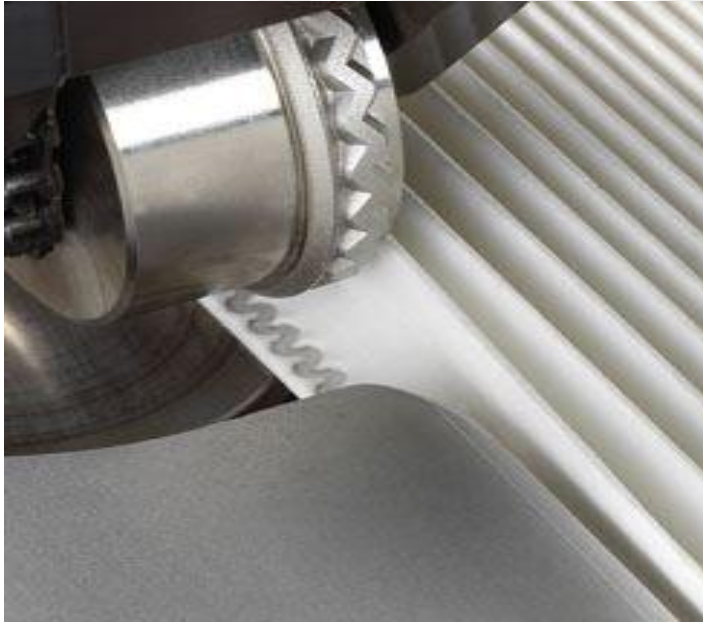
Dünyamızı çevresel etkilerden korumanın önemi nedeniyle, CCV filtreleme sistemleri daha kullanılabilir bir hale gelmiştir. Birçok ülkede kirliliğin önlenmesi için mevcut emisyon düzenlemeleri geliştirilerek yeni yasalarla koruma, egzoz borusunu ve karter sistemini de içine alan toplam motor emisyonlarını kapsamaktadır. Karter emisyonları önlenmesi dünyadaki toplam emisyon seviyesinin % 25 oranında katkıda bulunacağından, hava kirliliğinin kaynağında kontrolünün sağlanması dünyadaki çevrenin korunmasında çok önemli bir yere sahiptir (Cummins Filtration Inc., 2018).

### 3. KAĞITLARI BİRLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

#### 3.1. Ultrasonik yöntemle birleştirme

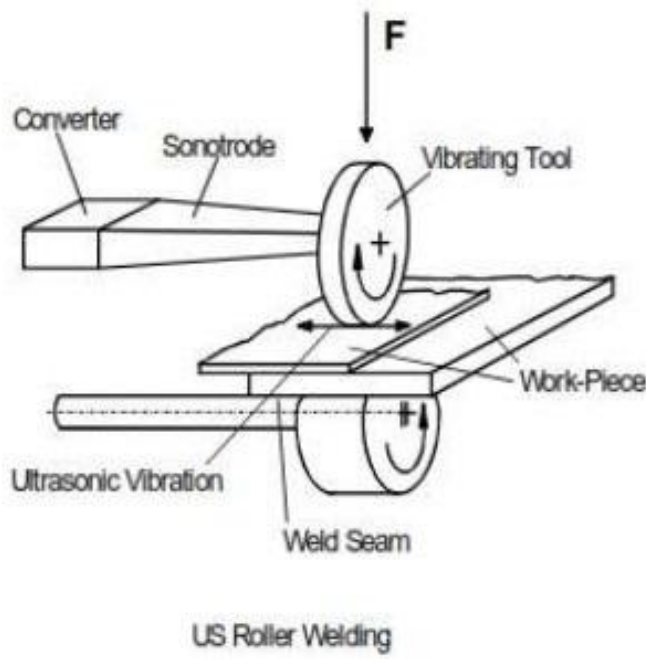
Ultrasonik kaynak sistemi geleneksel dikişe göre daha modern, yenilikçi ve ekonomik bir alternatif yaratarak tamamlayıcı bir teknolojik sistemdir. Çok katlı plakalar, polimerler ve dokunmamış kumaşlar için ultrasonik kaynağın kullanılması çok verimli ve ilk tercihtir.

Ultrasonik kaynak makinasında birleştirme, hızlı ve değişken basınç titreşimleri etkisi altında gerçekleşen bir metottur. Şekil 3.1’de görülen, sertleştirilmiş çelikten yapılmış yuvarlak tekerleklerin motorlardan tahrik alarak dönmesi ile kağıt yüzeyinde moleküler titreşim yaratarak birbirine birleşme işlemi gerçekleştirilerek yapılmaktadır (PFAFF, 2017). Ultrasonik birleştirmede kullanılan makine parçaları Şekil 3.2’de ayrıntılı şematik resmi verilmiştir.



Şekil 3.1. Titreşimli silindir şeklindeki takım (Lakshmikantha, 2011).

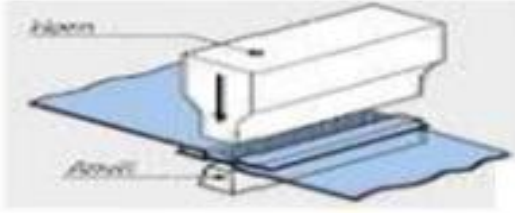




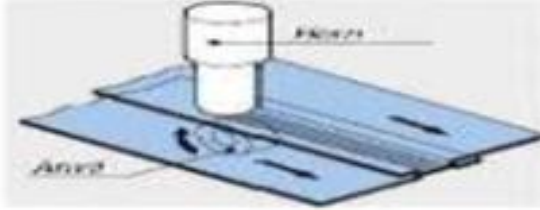
Şekil 3.2. Ultrasonik birleştirme yönteminin uygulanmasının şematik yöntemi (Alleman, 2009).

2010 yılında yapılan bir çalışmada tekstil malzemesi spunbond/mellblown ile spunbond türlerinin ultrasonik birleştirme yöntemlerinde farklı teknikler kullanılarak sonuçları incelenmiştir. Ultrasonik birleştirmede kullanılan roller modellerinin yüzey alanına göre farklı uygulamalar yapılarak kopma mukavemet değerleri karşılaştırılmıştır. Ultrasonik birleştirme alanlarının artması ile mukavemetin arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Boz, 2010).

Ultrasonik kaynağın çalışması düşük frekanslı voltajın yüksek frekanslı elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile gerçekleşmektedir. Sistem elektrik akımını mekanik titreşimlere dönüştürür. Bu sayede dönüştürücü ile % 95'in üzerindeki verimlilik elde edilmektedir. Optimum seviyede dört farklı tipte ultrasonik kaynak yapımı vardır. Bu uygulama prosesleri, Döngü kontrollü kaynak, Sabit Horn / Dönen Örs, Dönen Horn / Dönen Örs ve Sabit Horn / Sabit Örs. (Şekil 3.3), bu prensibi ve ultrasonik tipleri göstermektedir (Manal, Mona, 2016).



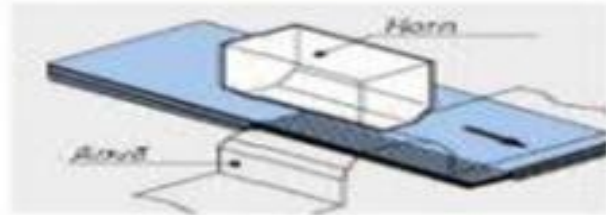
Döngü kontrollü kaynak



Sabit Horn / Döneren Örs



Döneren Horn / Döneren Örs



Sabit Horn / Sabit Örs

Şekil 3.3. Ultrasonik Kaynağın İşlevsel Prensibi ve Çeşitleri (Manal, Mona, 2016).

Ultrasonik kaynağın benzer birleştirme yöntemleri ile parametrelerinin karşılaştırılması (Şekil 3.4) ve farklı dikiş tekniği ile hızlı ve ekonomik bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Ultrasonik kaynaklı birleştirmenin diğer yöntemlere kıyasla daha yüksek bir birleştirme etkisine sahip olduğu bilinmektedir.

## Kaynak yöntemleri



Şekil 3.4. Ultrasonik kaynak makinası ile birleştirme yöntemini şematik ve uygulama gösterim ( Manal, Mona, 2016).

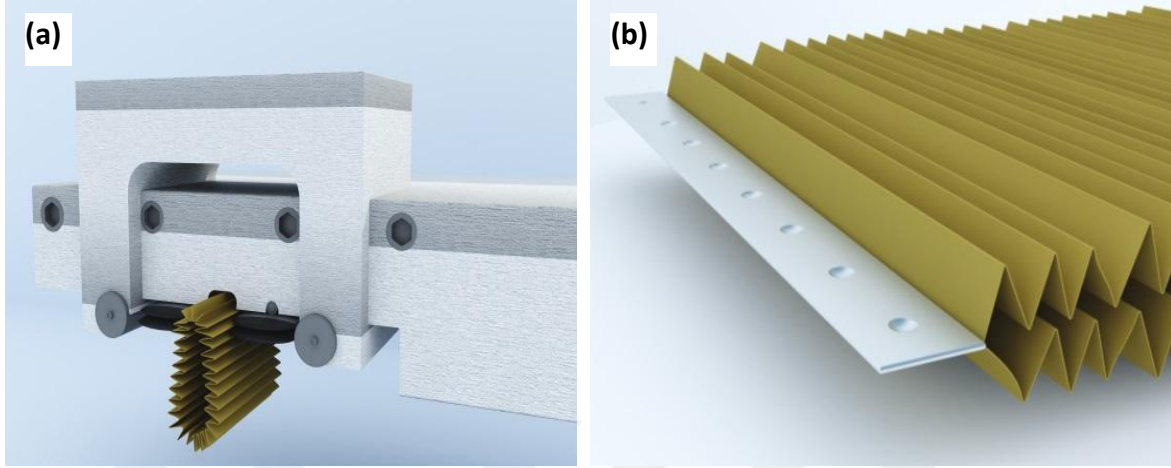
### 3.2. Metal klips yöntemi ile birleştirme

Metal klips yöntemi ile birleştirme mekanik birleştirme işlemidir. Birbirine benzemeyen malzemelerin birleştirilmesi genellikle zordur. Farklı malzemelerin birbirlerine göstermiş olduğu davranışların anlaşılması en önemli veridir. En çok birbirine benzemeyen ve yapıları farklı olan malzemeler için kullanılan birleştirme yöntemleri mekanik bağlama ve yapıştırımadır. Ancak bu yöntemler belirli bir süreç, stres konsantrasyonu, geniş yüzey hazırlığı ve uygulanan yük ve sınırlamalar gerektirmektedir (Anjal, Chirag, 2016).

Metal klips yönteminde kullanılan sac sıcak daldırma yöntemi ile kaplanmış çelik yassı mamüldür. Kaplaması çinko ile yapılmıştır. Kimyasal bileşiminde C max. % 0,12, Si max. % 0,50, Mn max. % 0,60, P max. % 0,10, S max. % 0,045 ve Ti max. 0,30'dur. Kullanılan sacın mekanik özellikleri Akma mukavemeti 120-220 kg/mm<sup>2</sup>, Çekme mukavemeti 260-350 kg/mm<sup>2</sup> ve Uzama % 34 olarak verilmiştir. (Erdemir Ürün Kataloğu, 2017)

Filtre medyaları (Kağıt) 16 mm ebadında 0,25 mm kalınlığında metal şerit ile yeterli sıkıştırmayı sağlayacak basınçta sıkıştırılarak birleştirme işlemi yapılmaktadır. Kağıtlar

filtrelerin boylarına göre, Yağ, hava ve yakıt filtrelerinde metal klips ile sıkıştırılarak birleştirilmeleri sağlanmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Metal klips ile birleştirme yöntemini şematik gösterimi. a) Klips makinesi, b) Metal klips ile birleştirilmiş kağıt

### 3.3. Polyamid bazlı sıcak tutkal ile birleştirme

Polyamid bazlı sıcak tutkal özellikle kağıt, tahta ve deri gibi delikli malzemeler için uygun olan hotmelt yapıştırıcıdır. Polyamid bazlı yapıştırıcı yüksek erime sıcaklığına sahip olduğundan kağıt elemanlarda yapışma sonrası mekanik ve kimyasal olarak uygun özelliktedir. Hava filtrasyon yanında Sıvı filtrasyonda da kullanılması uygun ve ortamdaki etkilenmeden gerekli işlevi yerine getirmektedir. Polyamid yapıştırma uygulaması ısıtıcı kazanda katı granüllerin eritilerek sıvı hale getirilmesi ile yapılmalıdır.

Firmadan alınan polyamid bazlı yapıştırıcının (PAS 5030) özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Standartlarda belirtilen ve hizmet alanında olması istenen değerlere uygun özelliklere sahip yapıştırıcı özelliklerine sahiptir.

Çizelge 4.1. Polyamid bazlı hotmelt (PAS 5030) özellikleri (Henkel, 2004; ASTM D1963 – 85, 1996; ASTM D638-14, 2014; ASTM D3236-15, 2015; ASTM E2818, 2018).

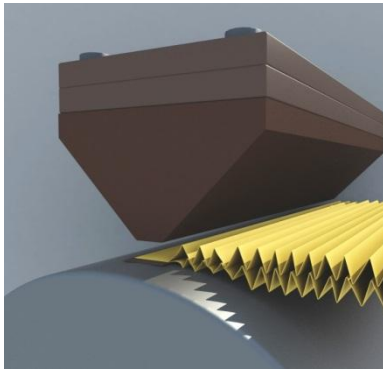
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Katı madde (%)	Yumuşama sıcaklığı (°C)	Viskozite (mPa.s) (at 220°C)	Uygulama sıcaklığı (°C)	Uzmama (%)	Akma dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Kopma dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Elastikiyet modülü (N/mm <sup>2</sup> )
0,97	100	160-175	2,000 3,000	200 – 230	500	8	10	130

Literatürde filtre kağıtlarının farklı birleştirme yöntemleri kullanılarak karşılaştırması ve sonuçlarının değerlendirilmesi ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Ofis kağıtları üretici 4 firmanın kağıtları ile filtre kağıdında dahil 5 farklı kağıdın Polivinil Asetat yapıştırıcı ile birleştirilmesi ve yapışma parametreleri üzerine bir çalışma yapılmıştır. Zagreb üniversitesi Grafik sanatlar fakültesinde yapılan çalışma 2017’de tamamlanmıştır. Kağıtların birleştirilmesi sonucu çekme ve gerilme testleri ile sonuçlar değerlendirilmiştir. Filtre kağıdının ara yüzey enerjisi ve dağılım indeksi değerleri dikkate alındığında en yüksek yapışma performansına sahip olduğu görülmüştür. Bu sebeple çekme ve gerilme testleri en iyi sonuçları vermiştir (Petkovic ve diğerleri, 2017).

### 3.4. Isı ile birleştirme yöntemi

Termal bağlanma, belli bir alanda veya noktada olabilir. Alanda termal bağlanma esas olarak bağlayıcı elyaf içeren malzemeler için ve esas olarak sıcaklığa dayanır. Noktalı termal bağlanma, elyaf birleşmesini sağlamak için sıcaklık ve basınca dayanır. Nokta bağlama, önceden ısıtılmış bir malzemenin ısıtılmış kıştırma merdanelerinden geçirilmesi ile gerçekleştirilir. Rulolar yüzeylerinde kabarık bir desene sahiptir (Ajmeri, 2016).

Aynı zamanda ısıyla bağlama veya eriyikle yapıştırma olarak da bilinen termal bağlanma, gerçekte elyaf çaprazlama noktalarında ağı birlikte eriten bir işlemdir. Bu işlemde, ağ, elyafli geçiş noktalarında füzyona neden olan basınçlı ve sıcak hava gibi bir ısı kaynağından geçirilir. Termal yapıştırma işlemi için homofil (PP, PA, PE) veya heterofil, sürekli filamentler veya kesikli elyaf kullanılabilir. Çapraz bağlantı noktalarında güçlü, esnek bağlar oluşabilir (Ajmeri, 2016) .



Şekil 3.6. Filtre kağıdının ısı ile birleştirilmesi şematik.

Yukarıdaki Şekil 3.6’da gösterildiği gibi medyaların pilelerini üst üste tutarak makinedeki ısı kaynaklı rezistansın ve silindir tamburun altında belli süre ile bekleterek birleştirme işlemi gerçekleştirilmektedir. Rezistans kağıt yüzeyinde son pilenin üzerine presleme yaparak, alttaki metal tambur ile kağıdı sıkıştırmaktadır. Rezistans içerisinde ısıtıcı çubuk metallere vardır. Rezistans sıcaklığı ekrandaki göstergelerden istenilen değerlere ve rezistans baskı süresi saniye olarak ayarlanabilmektedir.

### 3.5. Sentetik reçine bazlı yapıştırıcı yöntemi ile birleştirme

Bir ve iki parçalı reçine bazlı yapıştırıcılar çeşitli uygulamalarda filtre üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoğu, sertleşmiş halde çok katıdır ve metale iyi yapışır. Yüksek sıcaklık ve kimyasal direnç göstermelerine rağmen, reçine bazlı yapıştırıcılar maliyetli olabilir ve sıklıkla yavaşça kürlenebilir (Evans, 2012).

Sentetik reçine bazlı ısı ile eritilen poliefilin esaslı hotmelt yapıştırıcıdır. Erimiş haldeki yapıştırıcı, yüzeye aplike edildiğinde katılaşmaya başlayacağından yüzeyden ayırma süreleri oldukça azdır. İşlem yapılması ısı genellekle 140 °C - 180 °C aralığında ısıtıcı kazanlarda yapıştırıcının eritilmesi ile akışkanlık kazandırılması sonrası uygulama yapılmaktadır, el hotmelt tabancası ile de uygulanabilir. Çizelge 4.2’de Sentetik reçine bazlı ürünün spesifikasyon değerleri ve özellikleri verilmiştir. Yapıştırıcının genel şekilleri, granül, yuvarlak, silindir çubuk, külçedir. Beyaz, Şeffaf ve koyu kahverengiye değişkenlik gösteren renkleri mevcuttur. Koli, kutu, karton kapamada, kağıt işlerinde, torba birleştirmede ve kapamada, ürün etiketlemede, basınçlı ambalaj kaplamada, kağıt şerit yapıştırmada ve laminasyonlarda kullanım alanları vardır (Akkapılı, 2013).

Çizelge 4.2 Sentetik Reçine bazlı ürün spesifikasyon değerleri (Henkel Tecnomelt, 2013).

Ürün spesifikasyon değerleri	
Görünüş- Renk	Beyaz Granül
Yoğunluk g / cc	0,9
Yumuşama Noktası	105 °C - 108 °C (ASTM E28)
Shore A değeri	65 - 70
Viskozite (190 °C Brookfield Thermosel RVT DV-II) mPas	8000 - 12000

### 3.6. İki komponentli poliüretan yapıştırıcı yöntemi

Doğal ve saf poliollerin karışımından oluşan dolgulandırılmış hızlı kürlen, kimyasallara ve ısıya karşı direnci çok yüksek, anti statik atmosfer şartlardan etkilenmeyen, iki komponentli, poliüretan yapıştırıcısıdır (Polymex, 2015). Çizelge 4.3'de yapıştırıcının teknik özellikleri gösterilmiştir.

Filtre sanayinde her türlü hava filtreleri, yakıt filtreleri, gaz Tribün filtreleri, hidrolik ve yağ filtre imalatında kullanılmaktadır. Ayrıca metal, plastik içerikli parçaların ve sentetik materyallerin yapıştırılması, onarılması, dolgusu ve/veya dış etkilerden korunması amaçlı kaplanması işlemlerinde kullanılmaktadır. Yapıştırıcının katı ve sıvı kimyasallarına karşı direnci ve dayanımı yüksektir.

Çizelge 4.3. İki komponentli poliüretan yapıştırıcı Teknik özellikleri (Polymex, 2015).

Özellikler	A Bileşeni	B Bileşeni
Görünüş- Renk	Krem, gri, siyah	Siyah sıvı
Yoğunluk (25 °C) gr/ml	1,30 – 1,65	1,21 -1,23
Koku	Hafif	Hafif
Karışma Oranı (Ağırlıkça)	5	1
Viskozite (25 °C) mPas	2900-3800	170 - 300

### 3.7. Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı

Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcılar, çok hızlı sertleşen, metal, metal olmayan, plastik türleri, kauçuk içerikli ve ahşap türündeki parçalarda istenilen yüksek birleştirme ve yapışma sağlayan kimyasal sıvılardır. Ayrıca, malzemeler arasında sızdırmazlık, birleşme ve yapıştırma işlemleri için uygun formülasyonu vardır. Siyanoakrilat yapıştırıcılar normal sıcaklıklarda baskı ve herhangi bir etki uygulamaksızın çok verimli yapışma kapasiteleri vardır. Nemli ortamda hemen kürlenir ve yapışacağı iki yüzeyde boşlukları doldurmazlar. Yapıştırıcı motor yağlarında yüksek dirence ve suya karşı orta derecede direnç

sağlamaktadır (Metsan, 2017). Yapıştırıcının genel ve fiziksel özellikleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcılar genel özellikleri

<b>Genel Özellikler</b>	
Ana madde	Etil Siyanoakrilat
Görünüm (Kürleşme öncesi)	Sıvı
Renk	Renksiz/ Saydam
Mukavemet	Yüksek
Viskozite (25 °C) mPas	Çok düşük
<b>Kürleşme öncesi Fiziksel özellikler</b>	
Özgül ağırlık	1,05 ( 22 °C )
Korozyon Özelliği	Korosif değil
Boşluk doldurma	0,05 mm
Parlama noktası	83 °C
Çözücü oranı	% 0
Viskozite (22 °C) cPs	4 – 5 cPs



## 4. MALZEME VE YÖNTEMLER

### 4.1. Malzeme

Filtre kağıtları yağ (FK1), hava (FK2) ve yakıt (FK3) olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.5). Yağ filtresi kağıdı ve Yakıt filtre kağıdı Ahlstrom firmasından temin edilmiştir. Hava filtre kağıdı, Neenah Filtration firmasının temin edilmiştir. Yağ filtre kâğıdı, kamara tipi fırında 5 dk 160 °C sıcaklıkta pişirilerek istenilen süzücü özelliğe gelmektedir. Gözenek büyüklüğü 70 µm'dur. Yakıt filtre kağıdı iki katmandan oluşmaktadır. Yakıt filtre kağıdı, kapalı sistem fırında 5 dk 160 °C sıcaklıkta pişirilerek istenilen özelliğine kavuşmaktadır (Ahlstrom TDS, 2018). Hava filtre kağıdı, yağ buharı tutucu özelliği vardır. Hava geçirgenliği 696 l/m<sup>2</sup> s'dir (Neenah filtration TDS, 2018).

Çizelge 4.5. Filtre kağıtları türü ve uygulanan birleştirme yöntemleri

Kağıt	Kağıt türü	Filtre türü	Malzeme (İçeriği) - Özellikleri	Birleştirme yöntemi
FK1	Yağ kağıdı	Yağ filtresi	Selülozik/sentetik, Fenolik reçine % 16, Uçucu içerik % 4, Kağıt gramajı 134 g/m <sup>2</sup> , Kalınlık 0,5 mm, Kağıt oluğu 0,30 mm, Patlama mukavemeti 250 kPa, Gerilme mukavemeti 5,45kN/m Renk Açık Sarı	Ultrasonik yapıştırma Metal klips Poliefil bazlı hotmelt
FK2	Karter hava kağıdı	Karter hava filtresi	Sentetik media, Kalınlık 0,60 mm, Fenolik reçine yok, Uçucu içerik % 0, Kağıt gramajı 140 g/m <sup>2</sup> , Renk Beyaz	Polyamid bazlı yapıştırıcı Poliüretan bazlı yapıştırıcı
FK3	Yakıt kağıdı	Yakıt filtresi	Selülozik/Sentetik, Kalınlık 0,68 mm, Kağıt oluğu 0,30 mm, Kağıt gramajı 280 g/m <sup>2</sup> , Patlama mukavemeti 655 kPa, Reçine içeriği % 5, Kağıt tabakası 2 katman, Renk Krem	Isı ile birleştirme Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı

Çizelge 4.6. Filtre kağıtları türü ve birleştirme öncesi özellikleri (Ahlstrom TDS, 2018; Neenah filtration TDS, 2018).

<b>Kağıt</b>	<b>Baloncuk test (mbar)</b>	<b>Hava geçirgenliği - (l/m<sup>2</sup> s)</b>	<b>Gözenek büyüklüğü – (Mikron)</b>
FK1	min. 8	619	65
FK2	min. 8	494	89,9
FK3	min. 22	25	20

Yağ, hava ve yakıt filtre kağıtlarının birleştirme öncesi baloncuk test, hava geçirgenliği ve gözenek büyüklüğü özellikleri Çizelge 4.6’de verilmiştir. Baloncuk test değerlerine bakıldığında, yağ ve hava filtre kağıtlarının aynı iken yakıt filtre kağıtlarınınki hemen hemen üç katı olarak filtre üreten fabrikalarda kullanılmaktadır. Bu özellikleri ile doğru orantılı olarak gözenek boyutları da değişmektedir. Gözenek büyüklüğü içerisinde geçirgenlik ve/veya süzme sağlayacak malzemeye göre değişmektedir. Bütün kullanılacak birleştirme yöntemlerinde gözenek boyutları birleştirmenin önemli parametresini oluşturmaktadır.

#### 4.2. Yöntemler

Filtre kağıtlarına farklı birleştirme yöntemleri kullanılarak testler yapılmıştır. Testlerde istenilen şartları sağlayan yöntemler, şartları sağlamayan yöntemler ve yöntemlerde olumsuz sonuç alınan veriler ortaya çıkmıştır.

Filtre mediaları (kağıtları) yağ, yakıt ve hava olarak sınıflandırılarak 7 farklı birleştirme yöntemi uygulanmıştır. Filtre kağıtları ultrasonik birleştirme, metal birleştirme (klips), sıcak tutkal, kağıdın ısı ile birleştirilmesi, Sentetik reçine bazlı yapıştırıcı, Poliefilin bazlı yapıştırıcı ve Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı işlemleri ile birleştirilebilirliği incelenmiştir. Birleştirme sonucunda filtrelerin çalışma ortamlardaki performansı ve kullanılabilirliği analiz edilmiştir (Çizelge 4.7).

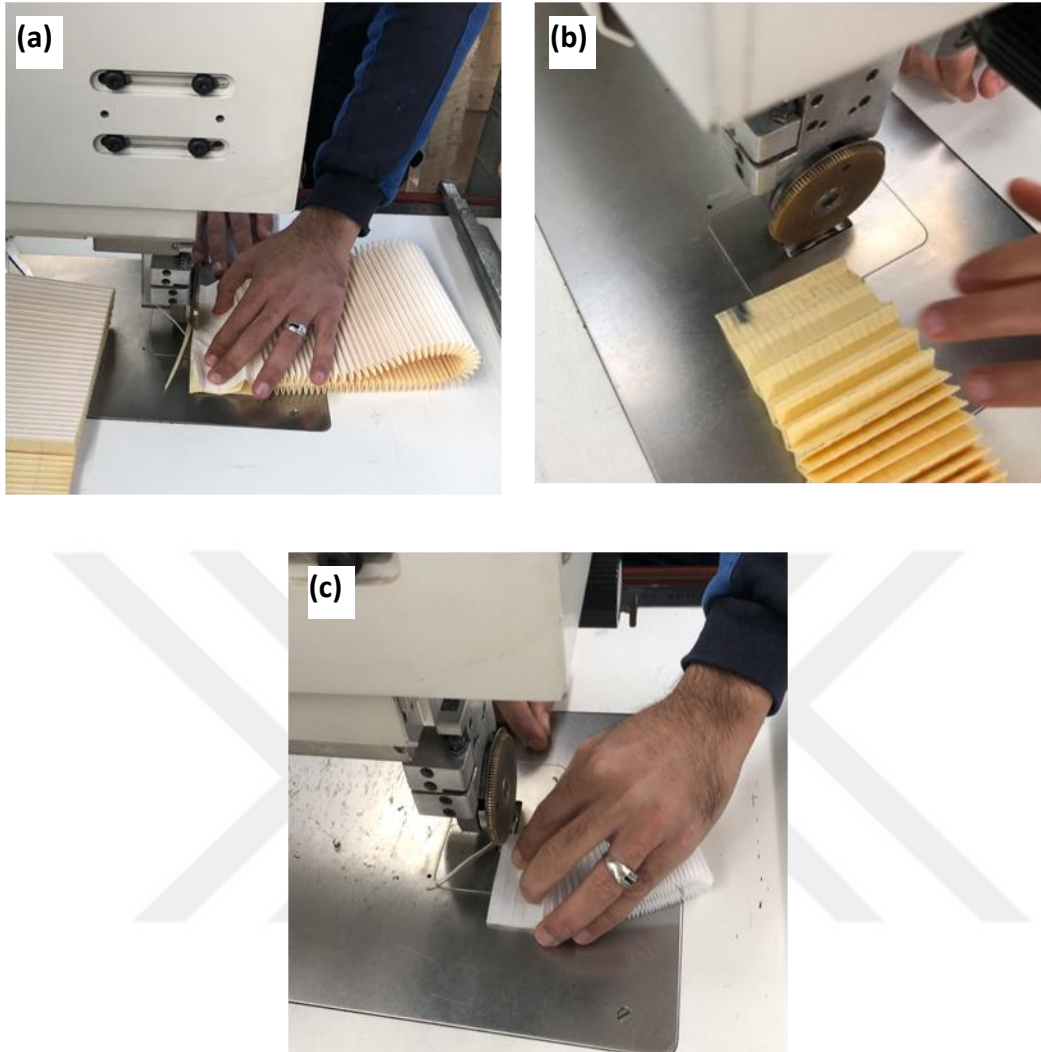
Çizelge 4.7. Filtre kağıtları birleştirme türü ve uygulanan testler

Kağıt Kodu	Birleştirme yöntemi	Testler		
FK1, FK2, FK3	Ultrasonik yapıştırma	Baloncuk testi	Hava geçirgenliği	Gözenek büyüklüğü
FK1, FK2, FK3	Metal klips			
FK1, FK2, FK3	Poliefil bazlı hotmelt			
FK1, FK2, FK3	Polyamid bazlı hotmelt			
FK1, FK2, FK3	Poliüretan bazlı yapıştırıcı			
FK1, FK2, FK3	Isı ile birleştirme			
FK1, FK2, FK3	Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı			

#### 4.2.1. Ultrasonik yöntemle birleştirme

Kağıt filtrelerine uygulanan ultrasonik kaynak parametreleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Birleştirme tasarımında, kağıt malzemenin tipi, geometrisi ve birleşme yerinden beklentiler göz önünde bulundurulmuştur. Sentetik özellikli malzemelerin yapısı higroskopiktir; ortamdaki nemi absorbe ederler bu durumda birleşme sağlanacak yüzeyde yapışmanın olumsuz olarak etkileri görülebilir. Bunun sebebi porozite sorunudur ( Taş, 2008 ). Filtre kağıtları gözenekli olduklarından higroskopik özelliği ile yapışma kabiliyetini olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle, kaynak sırasında, difüz eden havanın nemi kaynak kabiliyetini azaltmaması için kaynak sırasında kuru hava ortamı seçilmiştir. Ultrasonik kaynak birleştirme işlemleri kağıt türlerine Resim 4.1 ‘de görülmektedir.

Ultrasonik kaynak makinasında silindir basıncı, silindir dönme hızı, ultrasonik genlik ve ultrasonik frekans parametreleri kağıt türlerine uygun olarak ekrana girilir. Pliseli kağıtların son pileli kısımları üst üste getirilerek ultrasonik dönen tekerin arasına yerleştirilerek makinaya başlama komutu verilir. Bu sayede kağıtların son kısımlarının birbirine birleştirilmesi işlemi yapılmış olmaktadır.



Resim 4.1. Kağıdın ultrasonik makinede birleştirilmesi. a) FK3 kağıt, b) FK1 kağıt, c) FK2 kağıt.

Çizelge 4.8. Ultrasonik kaynak işleminde kullanılan parametreler.

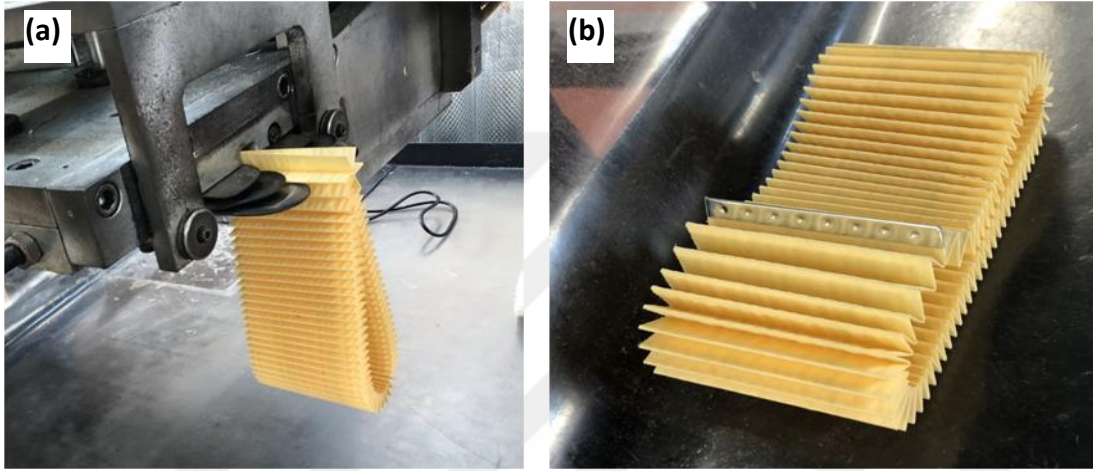
Kağıt kodu	Silindir basıncı (N)	Silindir dönme hızı (m/dak)	Ultrasonik Genlik (ses şiddeti) (%)	Ultrasonik frekans (Khz)
FK1	500	0,6	100	35
FK2	400	1	100	35
FK3	400	1	100	35

#### 4.2.2. Metal klips yöntemi ile birleştirme

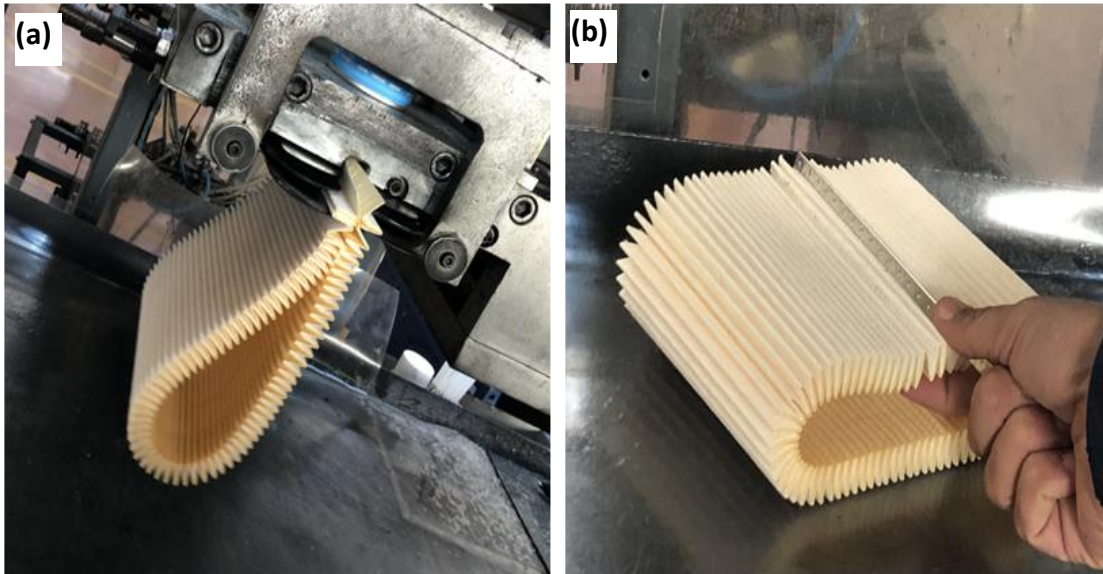
Filtre mediaları 16 mm ebatında 0,25 mm kalınlığında metal şerit ile yeterli sıkıştırmayı sağlayacak basınçta sıkıştırılarak birleştirme işlemi yapılmıştır (Resim 4.2 – Resim 4.3 –

Resim 4.4). Kağıt filtrelerin boylarına göre, yağ, hava ve yakıt filtrelerinde sırasıyla 75, 65, 150 mm kağıt boylarında kesme işlemi uygulanmıştır.

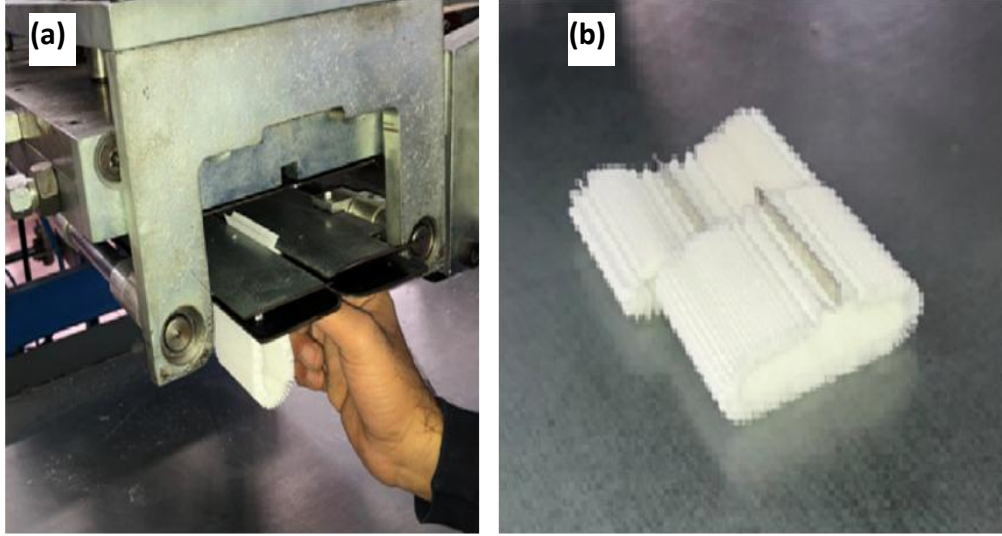
Kağıtların son pileli kısımları metal klips makinasının klipsleme bölgesine takılmaktadır. Makinadaki kağıdın boyuna uygun olarak metal klips boyu ayarlanır. Kağıdın son pilelerinin metal ile birleştirilmesi için makinarya başlangıç düğmesine basılır. Metal şerit kağıdı sıkıştırarak mekanik birleştirme işlemini sağlar.



Resim 4.2. FK1 Kağıdının Metal klips makinede birleştirilmesi ve sonrası. a) FK1 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK1 kağıdının metal klipslenmiş görüntüsü



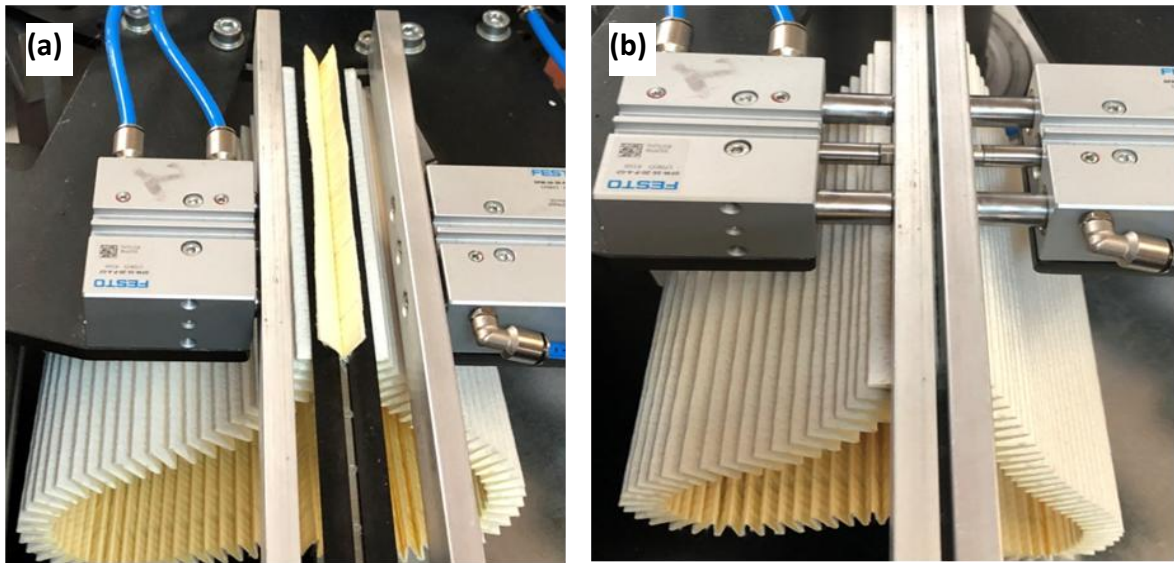
Resim 4.3. FK3 Kağıdının Metal klips makinede birleştirilmesi ve sonrası, a)FK3 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK3 kağıdının metal klipslenmiş görüntüsü.



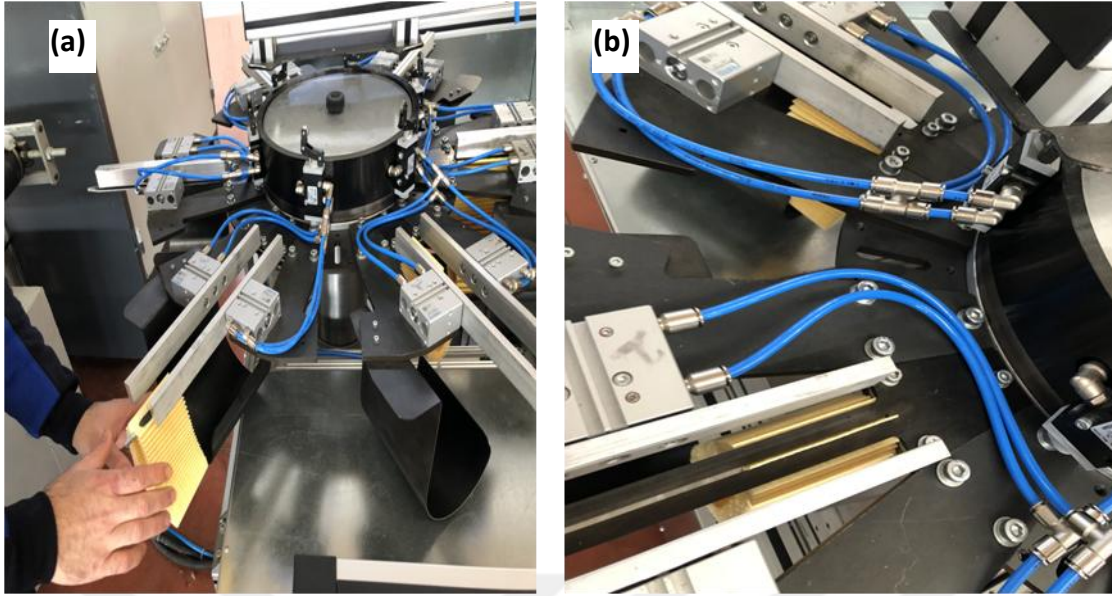
Resim 4.4. FK2 Kağıdının Metal klips makinede birleştirilmesi ve sonrası a) FK2 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK2 kağıdının metal klipsli hali

#### 4.2.3. Polyamid bazlı sıcak tutkal ile birleştirme

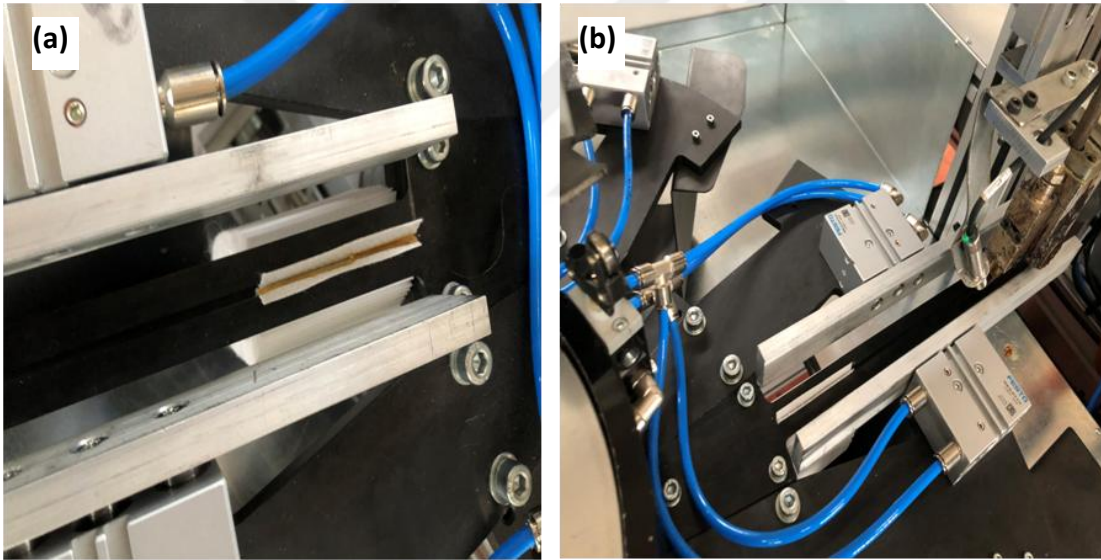
Poliyamid bazlı tutkal yapıştırıcı granül halde makine kazanına yerleştirilerek tutkalın oluşum sıcaklığı olan 200 °C'ye kadar ısıtılır. Makinanın presleme istasyonuna kağıdın son pileleri takılır. Makinaya kağıt ölçülerine göre yapıştırıcı sürme ölçüsü girilir. Makinaya başlama komutu ile birlikte yapıştırma işleminin gerçekleşmesi sağlanır. Medyalar Resim 4.5, Resim 4.6 ve Resim 4.7'de gösterildiği gibi yerleştirilerek birleştirme işlemleri tamamlanmıştır.



Resim 4.5. FK3 Polyamid bazlı tutkal makine uygulaması ve sonrası, a) FK3 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK3 kağıdının birleştirilmesi



Resim 4.6. FK1 Polyamid bazlı tutkal makine uygulaması ve sonrası, a) FK1 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK1 kağıdının birleştirilmesi.

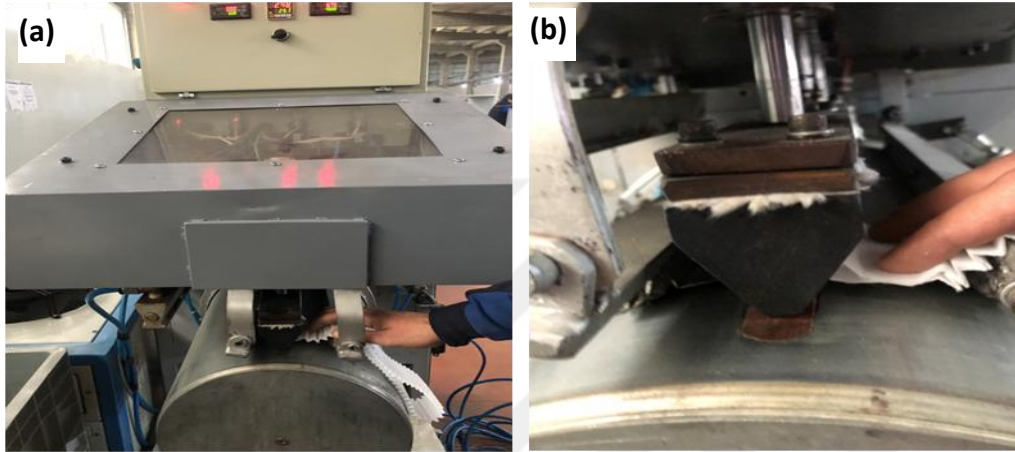


Resim 4.7. FK2 Polyamid bazlı tutkal makine uygulaması ve sonrası a) FK2 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK2 kağıdının birleştirilmesi

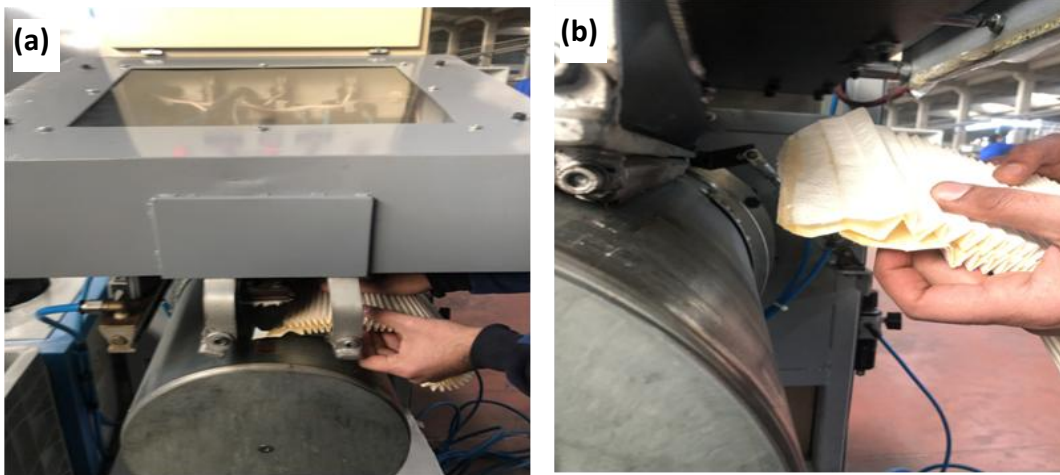
#### 4.2.4. Isı ile birleştirme

Isı ile birleştirme işlemi makinede bulunan rezistanslı ısıtıcıların filtre kağıtlarına bir baskı uygulaması ile pilelerin birleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Makinedeki hareketli kolların aşağı inerek kağıt yüzeyinde sıcak baskılama sonrası kağıdın birleştirilmesi işlemidir. Kağıtların son pileli kısımları üst üste getirilerek ısıtıcı rezistansın altına yerleştirilir. Makinada ısı parametreleri, baskı süresi ve soğuma süresi parametreleri ekrana

girilir. Makinaya kağıdın yerleştirilmesinden sonra başlama komutu verilir. 240 °C ısı verilerek, filtre kağıtlarının birbirine birleşmesi için 50 sn baskı uygulanmıştır. Aşağıdaki resimlerde (Resim 4.8, Resim 4.9, Resim 4.10) gösterildiği gibi medyaların pilelerini üst üste tutarak makinedeki ısı kaynaklı rezistansın altına belli süre ile bekleterek birleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir.

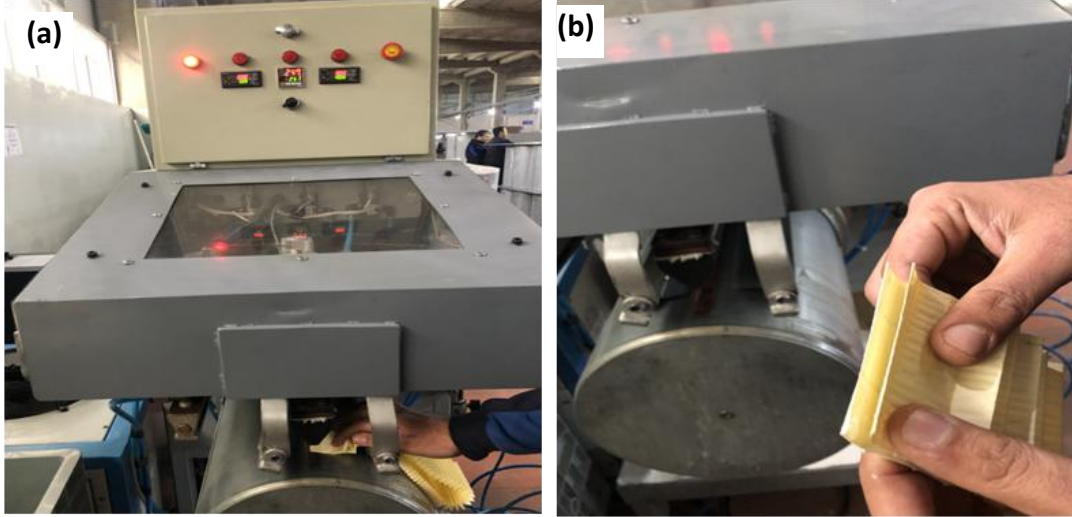


Resim 4.8. FK2 kağıdının ısı birleştirme makinesinde uygulaması ve sonrası, a) FK2 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK2 kağıdının birleştirilmesi



Resim 4.9. FK3 kağıdının ısı birleştirme makinesinde uygulaması ve sonrası a) FK3 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK3 kağıdının birleştirilmesi

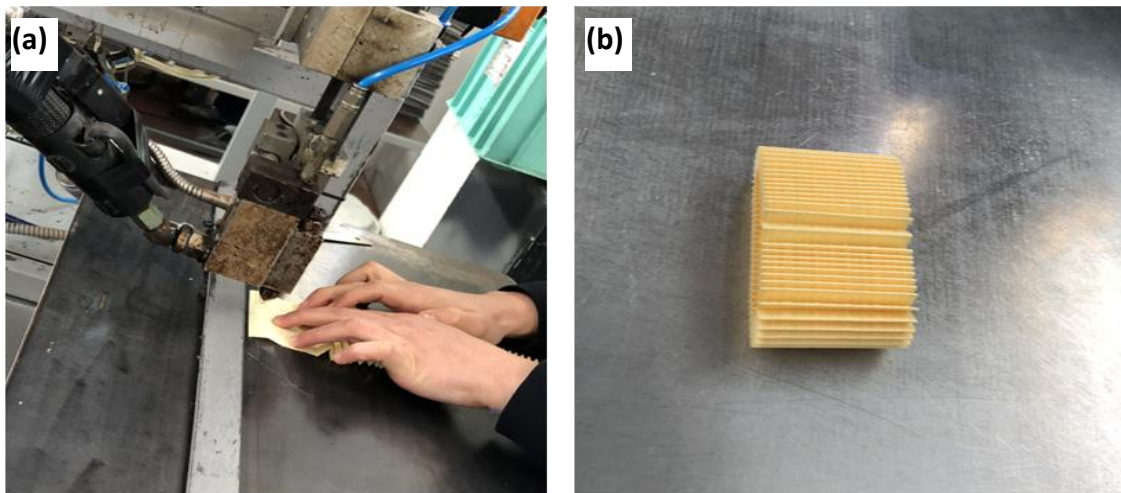




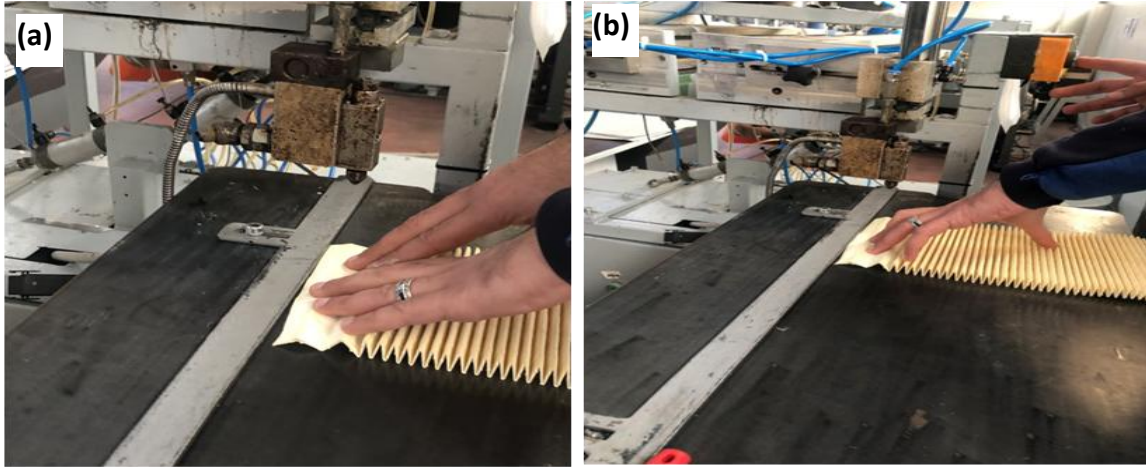
Resim 4.10. FK1 kağıdının ısı birleştirme makinesinde uygulaması ve sonrası a) FK1 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK1 kağıdının birleştirilmesi

#### 4.2.5. Sentetik reçine bazlı yapıştırıcı ile birleştirme

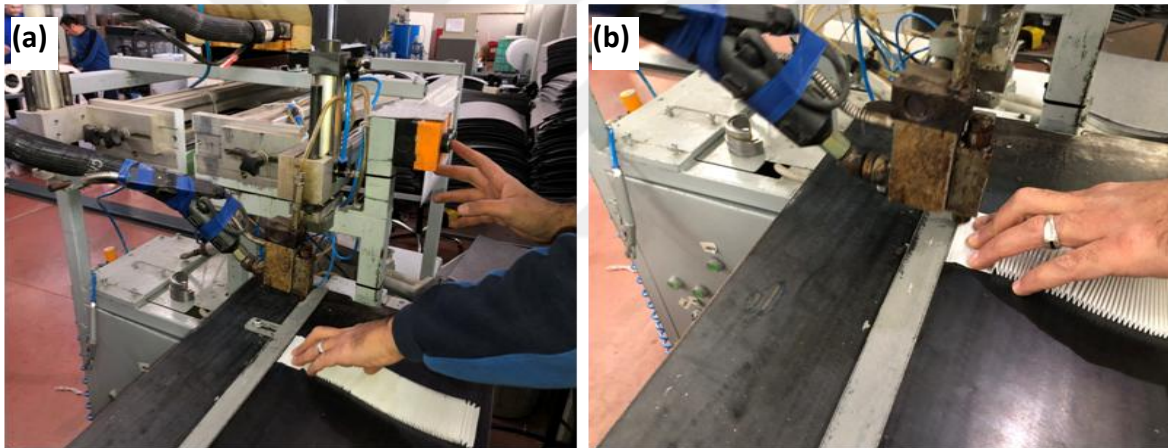
Sentetik reçine bazlı yapıştırıcı uygulama yapılması amacıyla kazana koyulmuştur. Granül halde olan yapıştırıcı 180 °C’de eritilmiştir. Kazanda eritilen malzeme hortum ve aplikatör sistemi ile medyanın yüzeyine sürülerek uygulanmıştır. Medyanın iki ucu bu yapıştırıcı ile birleştirilmiştir. Kağıt türlerine göre yapıştırma şekli ve uygulaması resimlerle (Resim 4.11, Resim 4.12, Resim 4.13) gösterilmiştir.



Resim 4.11. FK1 kağıdına sentetik reçine bazlı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası, a) FK1 kağıdına yapıştırıcı uygulama, b) FK1 kağıdının birleştirilmesi



Resim 4.12. FK3 kağıdına sentetik reçine bazlı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası, a) FK3 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK3 kağıdına uygulama

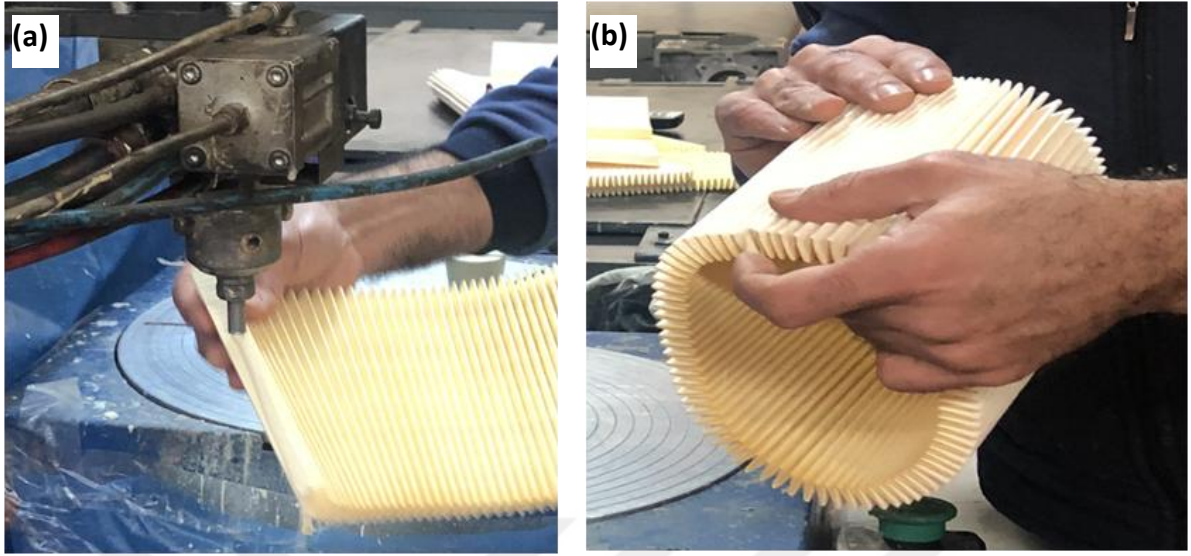


Resim 4.13. FK2 kağıdına sentetik reçine bazlı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası a) FK2 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK2 kağıdına uygulama

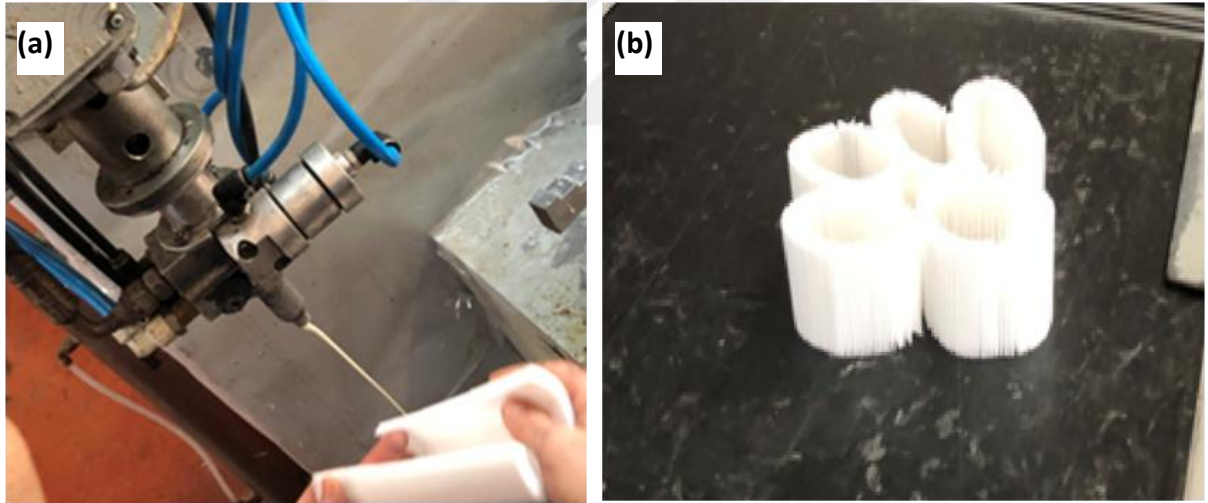
#### 4.2.6. İki komponentli poliüretan yapıştırıcı yöntemi ile birleştirme

İki komponentli poliüretan yapıştırıcının A ve B komponentleri düşük basınçlı PU (poliüretan) makineleri ile karıştırma yapılmıştır. Karışım düşük basınçlı PU makineleri 1/4 karışım oranlarında yapılmıştır.

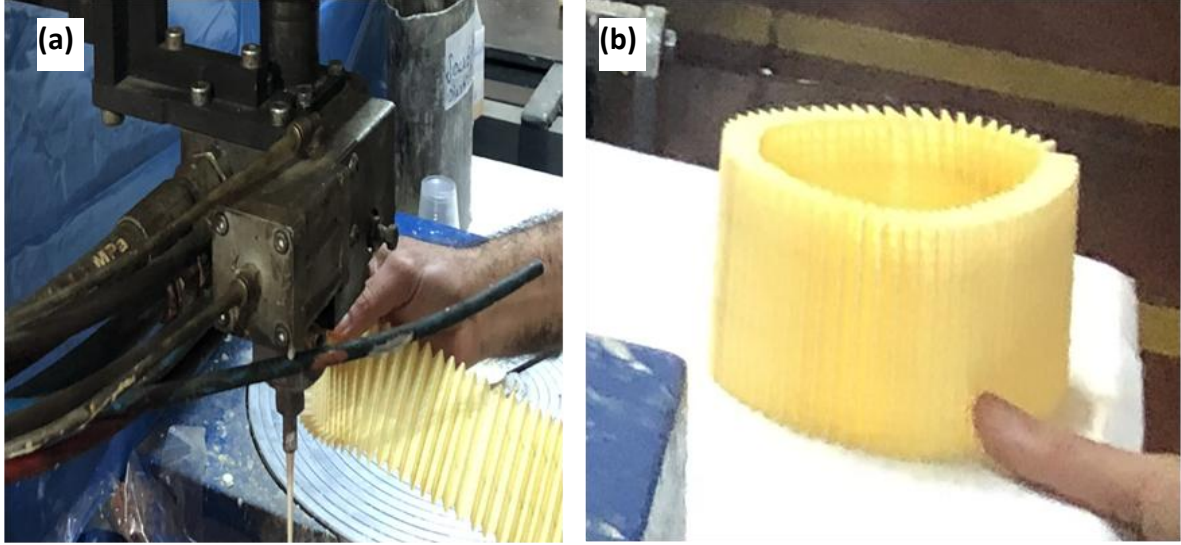
Doğal ve sentetik poliollerin karışımından oluşan dolgulu bir yapıştırıcı olan tutkal ile medyanın pile kısmına dökümü yapılarak medya birleştirilmiştir. Aşağıdaki resimlerde FK1, FK2 ve FK3 kağıtlarının birleştirme uygulamaları görülmektedir (Resim 4.14, Resim 4.15, Resim 4.16). Kağıtların yapıştırılma sistematığı her tür için aynıdır.



Resim 4.14. FK3 kağıdına iki komponentli poliüretan yapıştırıcı uygulaması ve sonrası, a) FK3 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK3 kağıdına uygulama



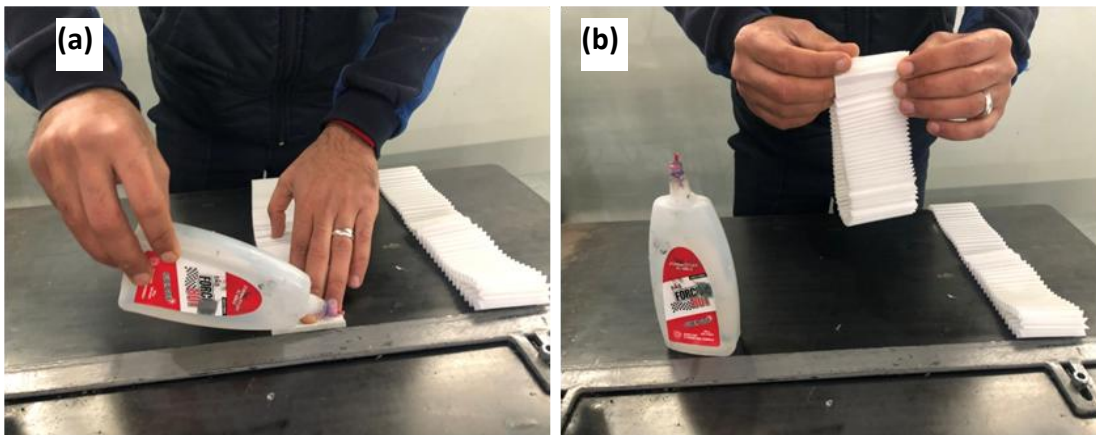
Resim 4.15. FK2 kağıdına iki komponentli poliüretan yapıştırıcı uygulaması ve sonrası a) FK2 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK2 kağıdına uygulama



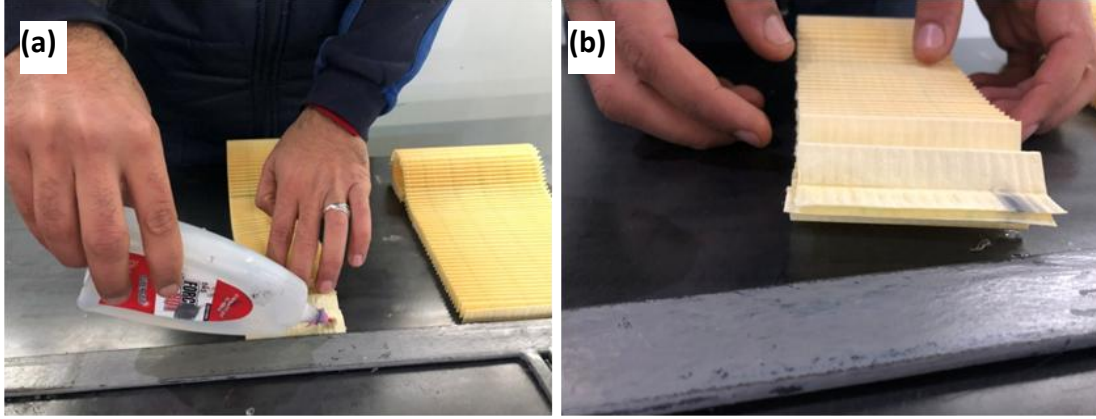
Resim 4.16. FK1 kağıdına iki komponentli poliüretan yapıştırıcı uygulaması ve sonrası a) FK1 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK1 kağıdına uygulama

#### 4.2.7. Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı ile birleştirme

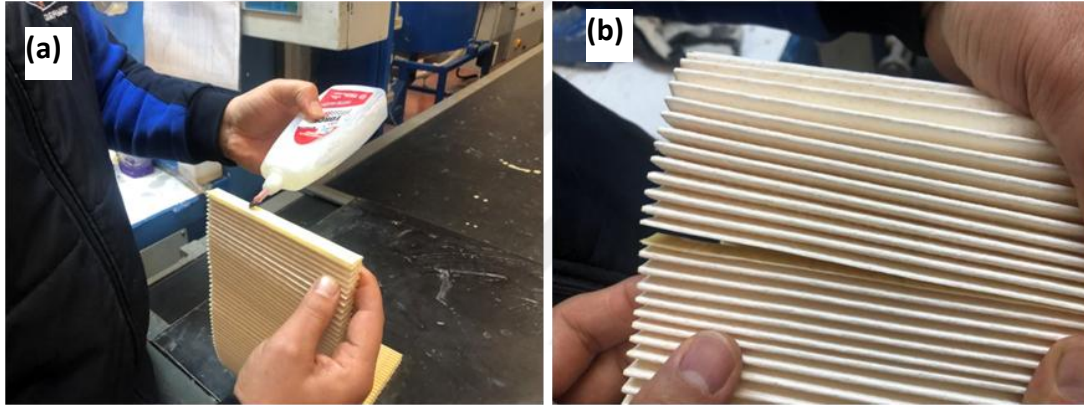
Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı düşük viskozitede, çok hızlı, yüzeye absorbe eden etil siyanoakrilat bileşenli yapıştırıcı türündedir. Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı medyanın pile yüzeyine uygulama yapılarak birbirine yapıştırılması sağlanmıştır. Çok düşük viskoziteli olduğundan yüzeyde rahatça akmaktadır. Uygulama sırasında kağıt pileli kısmın belli bir sürede birbirine temas ettirilerek birleşmesi sağlanmıştır.



Resim 4.17. FK2 kağıdına siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası, a) FK2 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK2 kağıdına uygulama



Resim 4.18. FK2 kağıdına siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası, a) FK2 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK2 kağıdına uygulama



Resim 4.19. FK3 kağıdına siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı uygulaması ve sonrası, a) FK3 kağıdını makineye yerleştirme, b) FK3 kağıdına uygulama

## 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

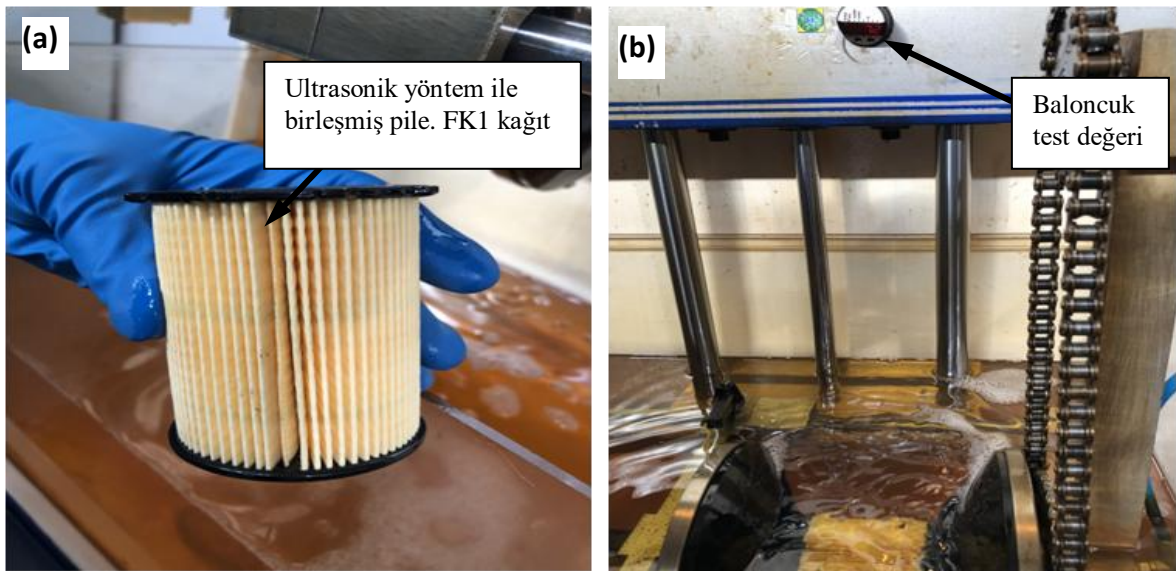
Filtre kağıtlarına yapılan test sonuçları, teknik verilere uygun kabul görmüş test sonuçları ile kıyaslanmıştır (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3). Birleştirme sırasında malzeme sıcaklıkları, baskı süreleri, uygulanan malzeme miktarı, makine hızları ve uygulama sıcaklığı gibi birçok parametre bulunmaktadır. Bu nedenle her kağıt türüne aynı parametrik işlemler uygulanmıştır. Birleştirme yapılma şartları ve koşulları, kağıt türü ve birleştiren kişiye göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada bu çok küçük değişiklikler (tolerans aralığında) göz ardı edilmiştir.

FK1 kağıtlarının birleştirme yöntem uygulamaları sonrası gerekli testlerin yapılabilmesi için filtre haline dönüştürülmesi sağlanmıştır. FK1 kağıtlarına uygulanan 5 yöntemde arayüzey bağı sağlanarak birleşme oluşmuştur ancak 2 yöntemde ara yüzey bağı oluşması gerçekleşmemiştir. Kağıtların filtre olmuş ve olmamış halleri Resim 5.1, Resim 5.2, Resim 5.3, Resim 5.4, Resim 5.5 ve Resim 5.6'da gösterilmiştir. Isı ile birleştirme ve siyanoakrilat bazlı birleştirmede FK1 birleşme sağlayamadığından baloncuk test aşamasına geçilememiştir. FK1 kağıtlarına uygulanan yapıştırma yöntemlerinin baloncuk testleri sonucunda değerlendirilmesi ve karşılaştırılması yapılmıştır. Yağ filtre kağıdında (FK1) baloncuk testinde standardın üzerinde baloncuk oluşma basıncının elde edildiği gözlenmiştir (Çizelge 5.1). Metal klips, polyamid bazlı sıcak tutkalda ve Poliüretan bazlı yapıştırıcıda 8 mbar'ın çok üzerinde sonuç elde edilirken, ısı ile birleştirme ve siyanoakrilat bazlı birleştirmede bu sağlanamamıştır. Ultrasonik yöntemle yapıştırmada ve Poliefil bazlı yapıştırıcıda nominal değerlere yakın sonuçlar elde edilmiştir. Yapıştırma yöntemlerinde parametreler üzerinde değişiklikler yapılarak birleştirme sonuçlarının istenilen düzeye çıkması gelişmeye açık alandır.

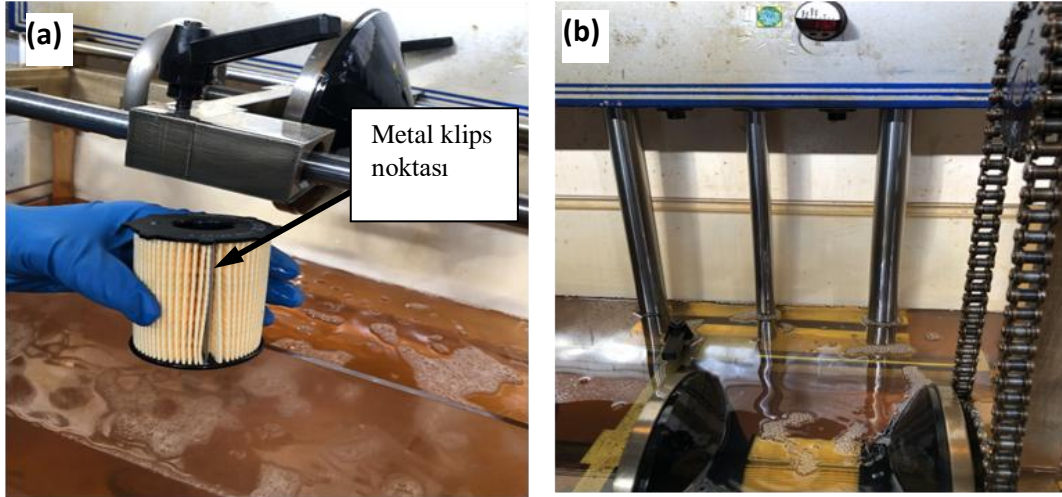
Hava geçirgenliği ve gözenek büyüklüğü test sonuçlarında standardın kabul edilebilir sınırları içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bu iki test sonucunda standardın  $\pm 10\%$ 'luk kısmında kabul edilir sınırlarıdır. (ISO 5636 – 5 : 2013, 2013). Birleştirme türünün değişmesi, hava geçirgenliği ve gözenek büyüklüğü test sonuçlarına bir etki etmemektedir. Bu nedenle yağ filtrelerinde (FK1), birleştirme yönteminin başarılı olup olmaması, baloncuk oluşturma basıncı ve ekonomiklik en önemli parametreler olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 5.1. Standartlarda istenen test sonuçları ile yapılan birleştirmeler sonrası yağ filtre kağıtları (FK1) test sonuçları (Ahlstrom TDS,2018).

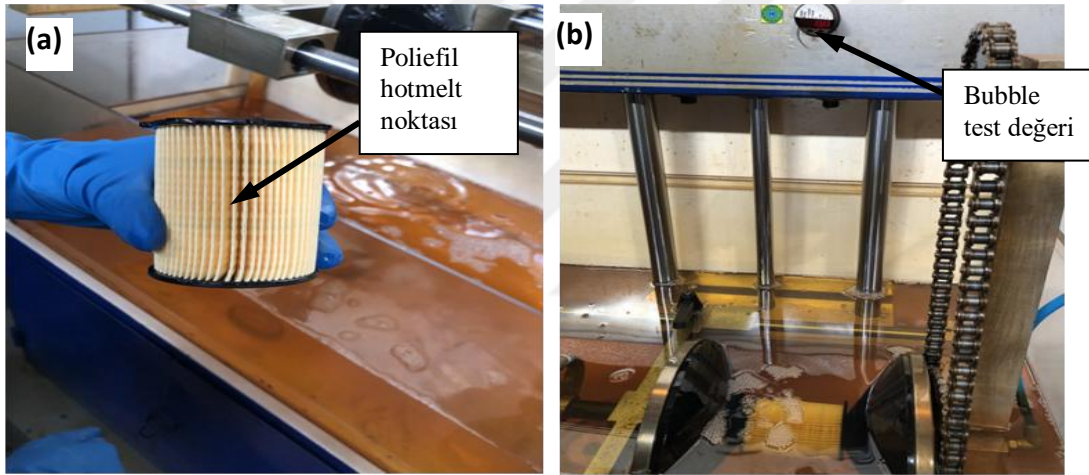
Kağıt	Birleştirme yöntemi	Baloncuk testi		Hava geçirgenliği		Gözenek büyüklüğü	
		Baloncuk test standartı (mbar)	Baloncuk test sonucu (mbar)	Hava geçirgenliği standardı- I /m <sup>2</sup> s	Hava geçirgenliği test sonucu- I /m <sup>2</sup> s	Gözenek büyüklüğü standardı- Mikron	Gözenek büyüklüğü test sonucu- Mikron
FK1	Ultrasonik yapıştırma	min. 8	7,4	619	642	65	62,2
	Metal klips	min. 8	13,2	619	642	65	62,2
	Poliefil bazlı hotmelt	min. 8	8,8	619	642	65	62,2
	Polyamid bazlı hotmelt	min. 8	15,2	619	642	65	62,2
	Poliüretan bazlı yapıştırıcı	min. 8	15,2	619	642	65	62,2
	Isı ile birleştirme	min. 8	Kağıt ısı ile birleşmedi	619	642	65	62,2
	Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı	min. 8	Kağıt yapıştırıcı ile birleşmedi	619	642	65	62,2



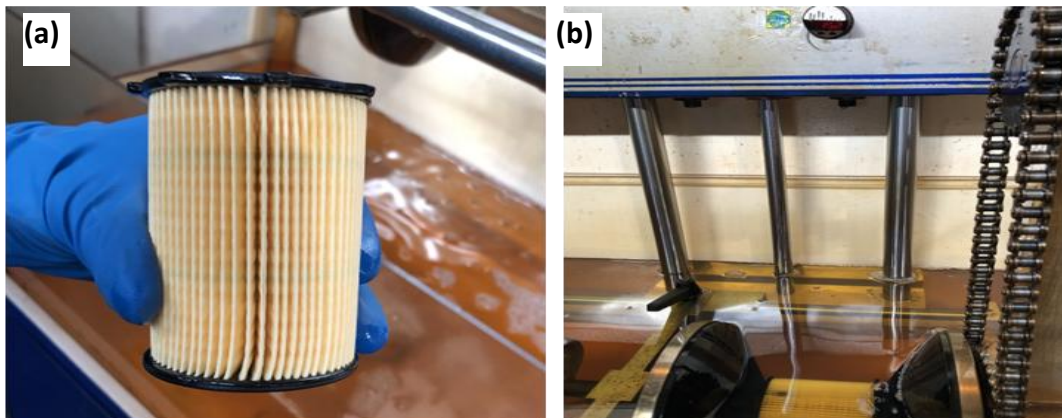
Resim 5.1. FK1 kağıdına Ultrasonik birleştirme uygulanmış filtre ve testi a) FK1 kağıtlı filtre, b) FK1 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



Resim 5.2. FK1 kağıdına Metal klips birleştirme uygulanmış filtre ve testi a) FK1 kağıtlı filtre, b) FK1 kağıtlı filtrenin baloncuk testi

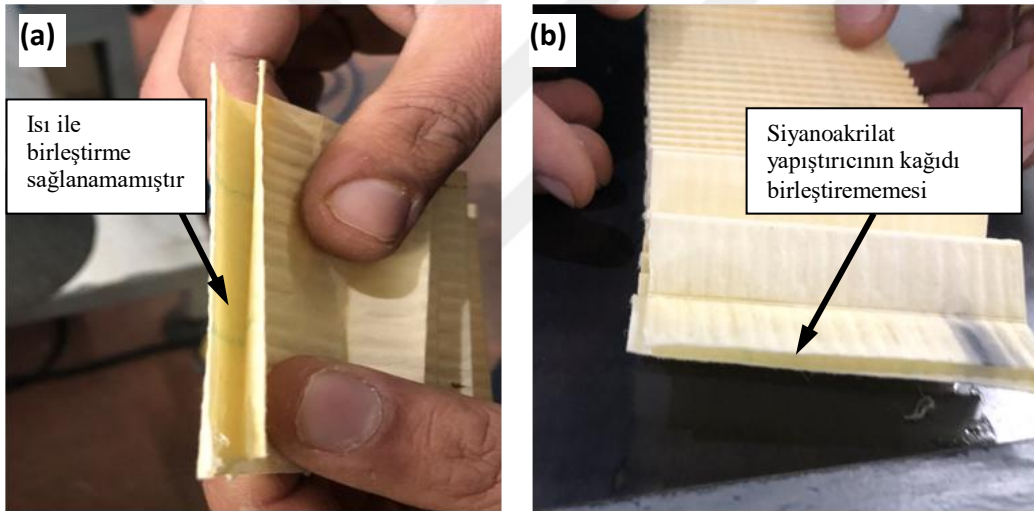
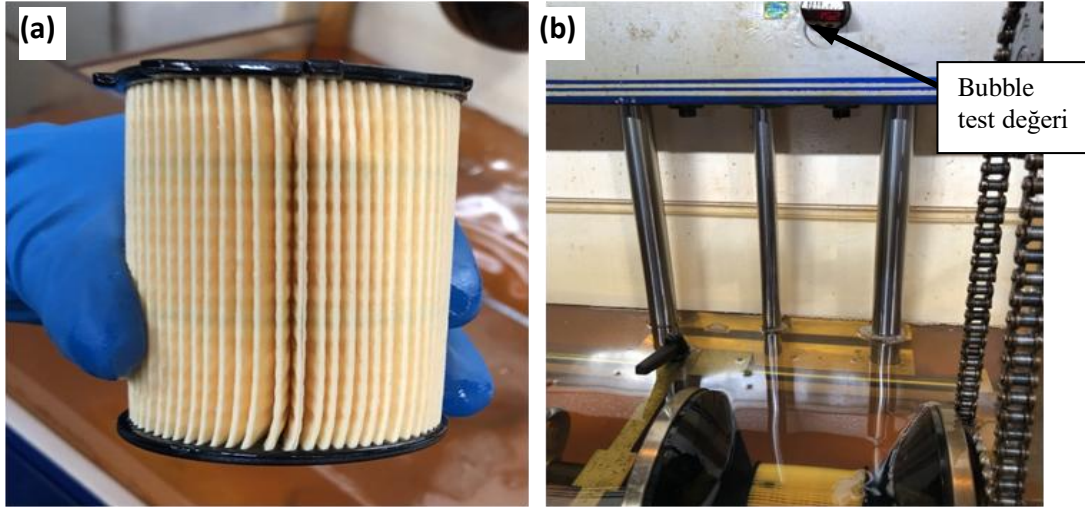


Resim 5.3. FK1 kağıdına Poliefil bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi a) FK1 kağıtlı filtre, b) FK1 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



Resim 5.4. FK1 kağıdına Polyamid bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi a) FK1 kağıtlı filtre, b) FK1 kağıtlı filtrenin baloncuk testi





Resim 5.6. FK1 kağıdına Isı ve Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı ile birleştirilme a) FK1 kağıdı ısı ile birleştirme sonrası, b) FK1 kağıdının siyanokrilat yapıştırıcısı ile birleştirme sonrası

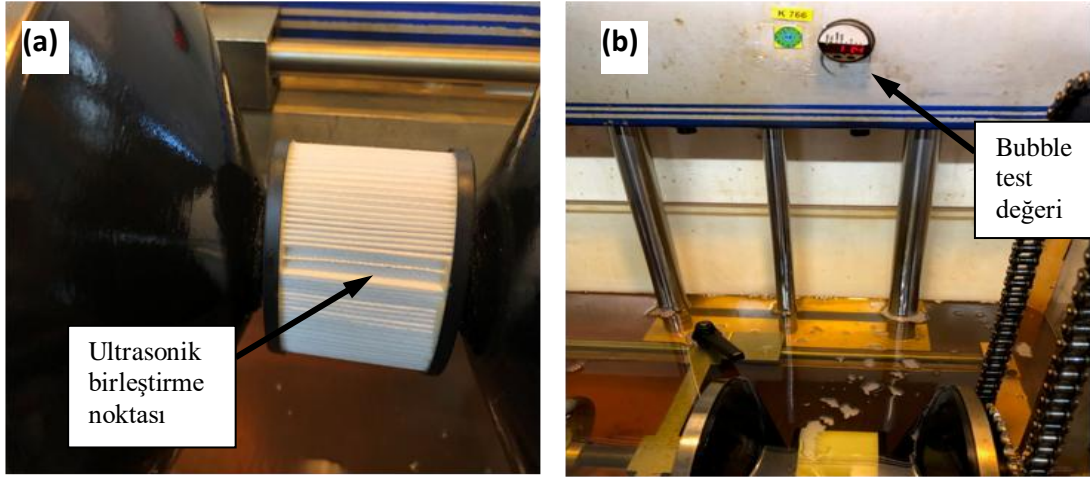
FK2 kağıtlarına uygulanan yapıştırma yöntemleri sonrasında gerekli testleri yapmak için kağıtların filtre elemanına dönüştürülmesi sağlanmıştır. FK2 kağıtlarının birleşmiş medyalarının alt ve üst kapak elemanları ile birleştirme sonrası testlere hazır numune haline getirilmiştir (Resim 5.7, Resim 5.8, Resim 5.9, Resim 5.10, Resim 5.11, Resim 5.12 ve Resim 5.13’de gösterilmiştir. Hava filtre kağıdında (FK2) baloncuk testinde ultrasonik yapıştırma, metal klips, Poliefil bazlı hotmelt, polyamid bazlı sıcak tutkal, poliüretan bazlı yapıştırıcı standardın üzerinde baloncuk oluşma basıncının elde edilirken ısı ile birleştirme ve Siyanoakrilat yapıştırımda ihmal edilecek kadar düşük olduğu gözlenmiştir (Çizelge 5.2). FK2 (Karter hava) kağıtlarında uygulanan tüm birleştirme yöntemlerinde

yapıştırıcılar ara yüzey oluşturarak olumlu sonuçlar alınmıştır. Birleştirme parametreleri tüm yöntemlerde aynıdır. Parametreler üzerinde değişiklikler yapılarak geliştirmeler sağlanabilir. Ultrasonik birleştirmede daha öncede belirtildiği gibi kağıdın pileleme sırasında oluşan mekanik etkiler performansı düşürdüğü laboratuvar deneyimiyle belirlenmiştir. Hava geçirgenliği ve gözenek büyüklüğü test sonuçlarında standardın kabul edilebilir sınırları içerisinde olduğu belirlenmiştir.

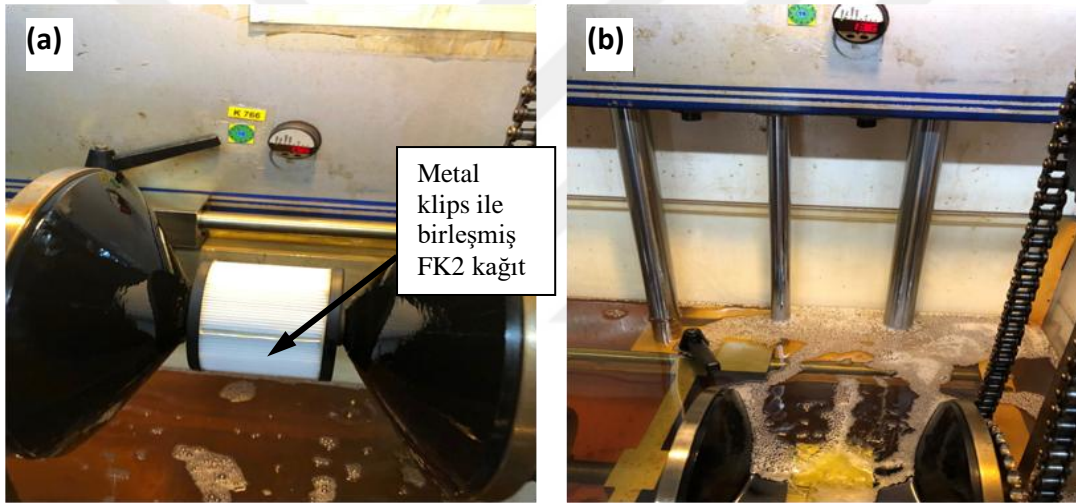
Hava Karter kağıdının (FK2) içeriğinde polyester madde olduğundan yapıştırıcılara ve uygulamalara gösterdiği ara yüzey oluşturma kapasitesi diğer kağıtlardan daha yüksektir. Bu nedenle tüm birleştirme yöntemlerinde olumlu sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Parametrelerin birleştirme çalışmalarında çok önemli bir etken olduğu göz önüne alındığında çalışmaların parametre değişiklikleri üzerine yoğunlaştırarak geliştirilmesi uygun olacaktır.

Çizelge 5.2. Standartlarda istenen test sonuçları ile yapılan birleştirmeler sonrası hava filtre kağıtları (FK2) test sonuçları (Neeah filtration TDS, 2018).

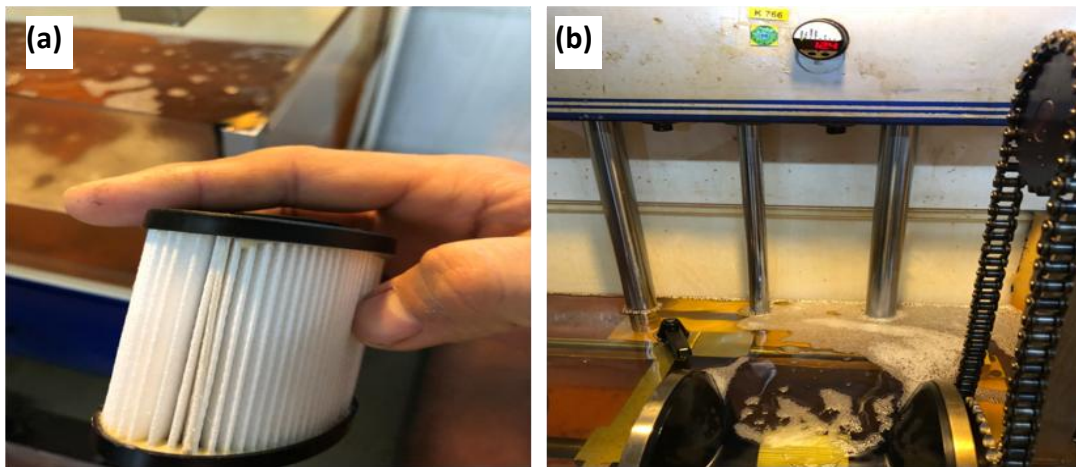
Kağıt	Birleştirme yöntemi	Baloncuk testi		Hava geçirgenliği		Gözenek büyüklüğü	
		Baloncuk test standartı- (mbar)	Baloncuk test sonucu- (mbar)	Hava geçirgenliği standardı- I /m <sup>2</sup> s	Hava geçirgenliği test sonucu- I /m <sup>2</sup> s	Gözenek büyüklüğü standardı- Mikron	Gözenek büyüklüğü test sonucu- Mikron
FK2	Ultrasonik yapıştırma	min. 8	11,2	494	478	89,9	86,5
	Metal klips	min. 8	13,4	494	478	89,9	86,5
	Poliefil bazlı hotmelt	min. 8	12,4	494	478	89,9	86,5
	Polyamid bazlı hotmelt	min. 8	12,4	494	478	89,9	86,5
	Poliüretan bazlı yapıştırıcı	min. 8	12,2	494	478	89,9	86,5
	Isı ile birleştirme	min. 8	7,1	494	478	89,9	86,5
	Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı	min. 8	7,2	494	478	89,9	86,5



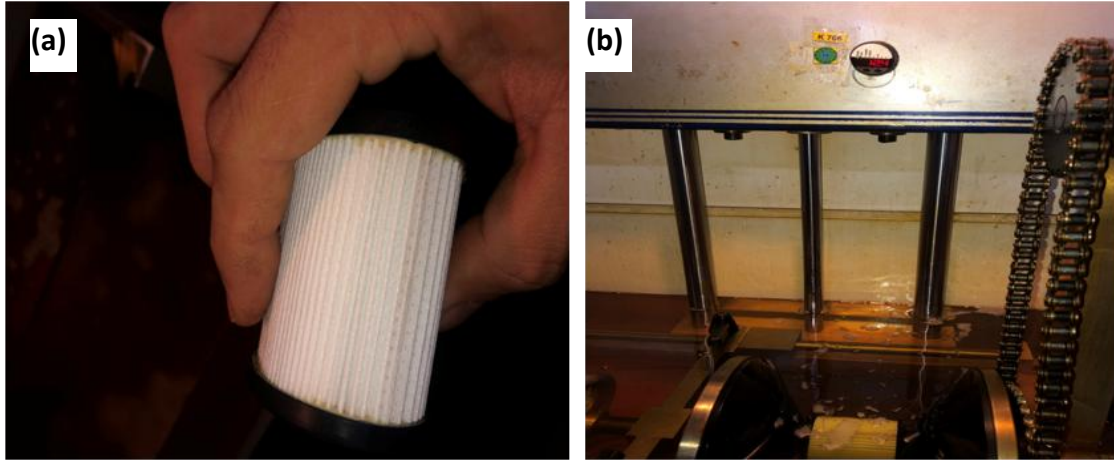
Resim 5.7. FK2 kağıdına Ultrasonik birleştirme uygulanmış filtre ve testi, a) FK2 kağıtlı filtre, b) FK2 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



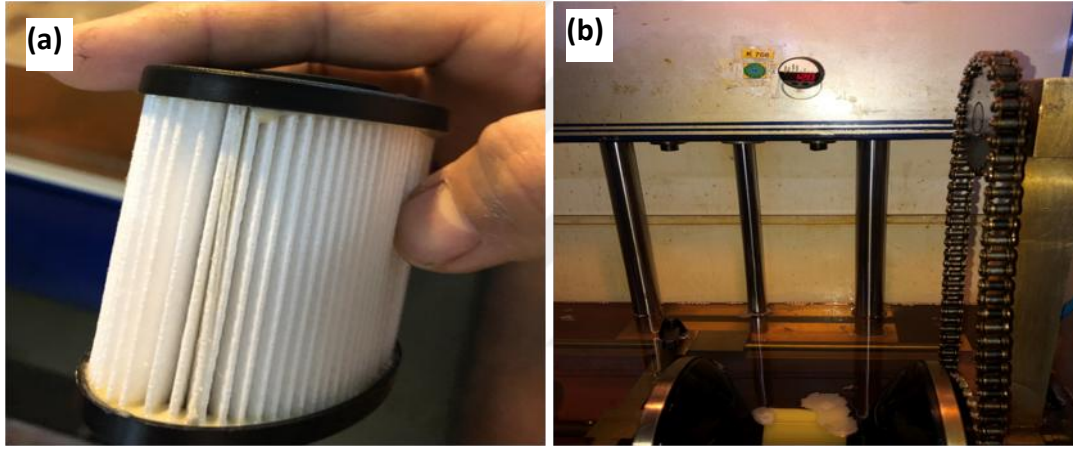
Resim 5.8. FK2 kağıdına Metal klips birleştirme uygulanmış filtre ve testi, a) FK2 kağıtlı filtre, b) FK2 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



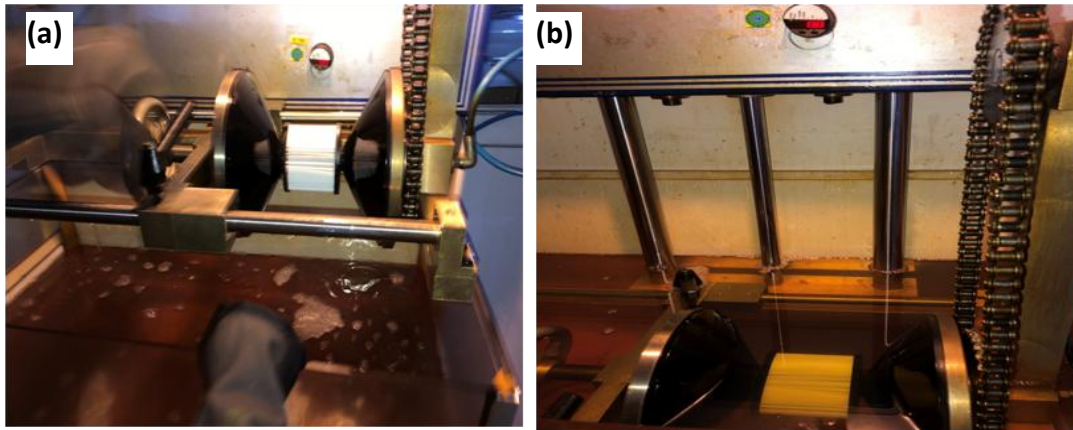
Resim 5.9. FK2 kağıdına Poliefil bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi a) FK2 kağıtlı filtre, b) FK2 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



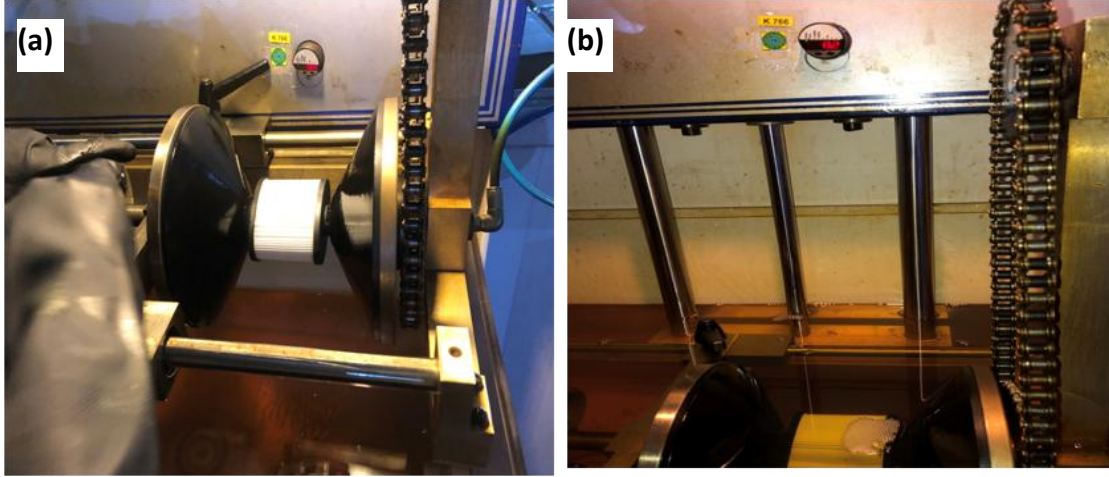
Resim 5.10. FK2 kağıdına Polyamid bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi  
a) FK2 kağıtlı filtre, b) FK2 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



Resim 5.11. FK2 kağıdına Poliüretan bazlı yapıştırıcı ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi  
a) FK2 kağıtlı filtre, b) FK1 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



Resim 5.12. FK2 kağıdı Isı ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi  
a) FK2 kağıtlı filtre, b) FK2 kağıt kodlu filtrenin baloncuk testi



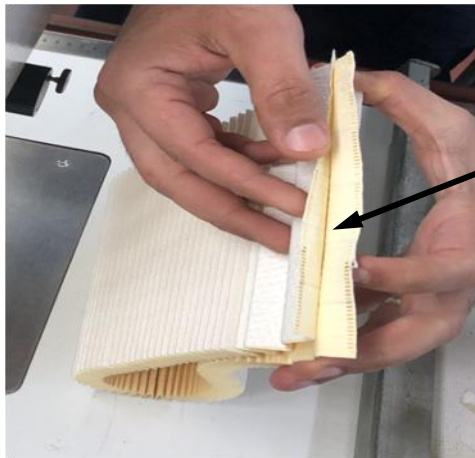
Resim 5.13. FK2 kağıdı Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi a) FK2 kağıtlı filtre, b) FK2 kağıt kodlu filtrenin baloncuk testi

Yakıt filtre kağıdında (FK3) Ultrasonik birleştirme ve ısı ile birleştirme yapılamamıştır. Ultrasonik birleştirmenin uygun parametrelerin kullanımı sonrası birleştirme yaptığı belirlenmiştir. Fakat bu tez çalışmasında, yöntemlerin kıyaslanması yapıldığı için mevcut parametrelerde yapışma gerçekleşmemiştir. Metal klips ve polyamid bazlı sıcak tutkalda yaklaşık standardın iki katı kadar baloncuk oluşma basıncının elde edildiği gözlenmiştir (Çizelge 5.3). Diğer filtre kağıtlarına kıyasla yakıt filtre kağıdı birleştirmesinde, hava geçirgenliği ve gözenek büyüklüğü test sonuçları sırasıyla yüksek ve eşit olduğu belirlenmiştir. Yakıt filtrelerinde birleştirme yönteminin karakteristik olarak diğer filtre kağıtlarına göre daha farklıdır. Burada yakıtı dayanıklı olabilmesi için hali hazırda sentetik/selülozik kimyasal içerikli maddelerden üretildiği için ısıl yöntemlerle birleştirilebilirlikleri düşük olduğu belirlenmiştir. Ultrasonik yöntemle birleştirilmesi için özel yöntemler geliştirilmeye devam edilmektedir.

Ultrasonik yöntemlerde birleştirmenin sağlanması için tekerlek çapı, tekerleğin yüzey geometrisi ve malzeme üzerinde oluşturduğu ultrasonik kaynak alanlarının gelişmeye açık olduğu gözlemlenmiştir. Ultrasonik birleştirme yöntemlerinde uygulanan horn ve örs yapısının kağıt türleri üzerinde etkilerinin değerlendirilmesi de ayrıca önemlidir.

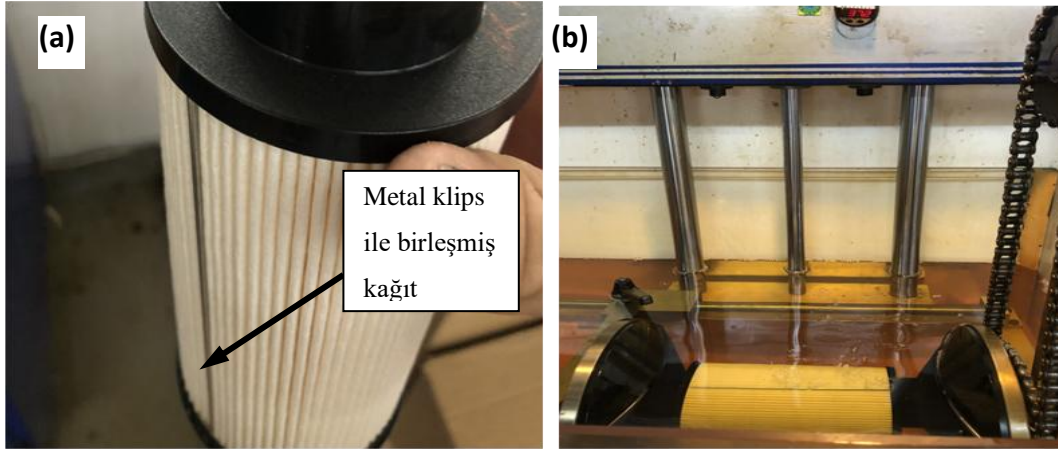
Çizelge 5.3. Standartlarda istenen test sonuçları ile yapılan birleştirmeler sonrası yakıt filtre kağıtları (FK3) test sonuçları (Ahlstrom TDS, 2018).

Kağıt	Birleştirme yöntemi	Baloncuk testi		Hava geçirgenliği		Gözenek büyüklüğü	
		Baloncuk test standardı- (mbar)	Baloncuk test sonucu- (mbar)	Hava geçirgenliği standardı- I /m <sup>2</sup> s	Hava geçirgenliği test sonucu- I /m <sup>2</sup> s	Gözenek büyüklüğü standardı- Mikron	Gözenek büyüklüğü test sonucu- Mikron
FK3	Ultrasonik yapıştırma	min. 22	Kağıt ultrasonik yapıştırma ile birleşmedi.	25	30,2	20	19,9
	Metal klips	min. 22	37,2	25	30,2	20	19,9
	Poliefil bazlı hotmelt	min. 22	32,4	25	30,2	20	19,9
	Polyamid bazlı hotmelt	min. 22	41,6	25	30,2	20	19,9
	Poliüretan bazlı yapıştırıcı	min. 22	37,6	25	30,2	20	19,9
	Isı ile birleştirme	min. 22	Kağıt ısı ile birleşmedi.	25	30,2	20	19,9
	Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı	min. 22	Kağıt yapıştırıcı ile birleşmedi.	25	30,2	20	19,9

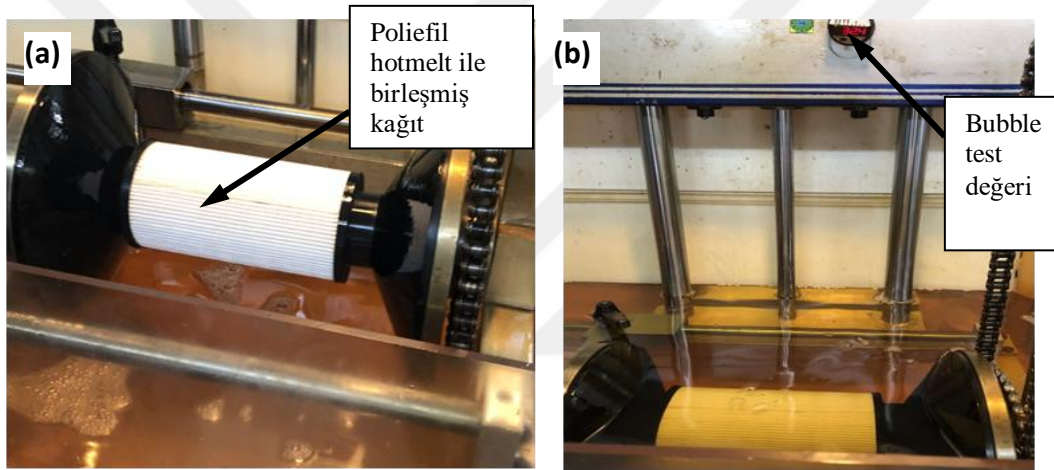


Ultrasonik birleştirme uygulanmış birleşmemiş kağıt ara yüzeyi

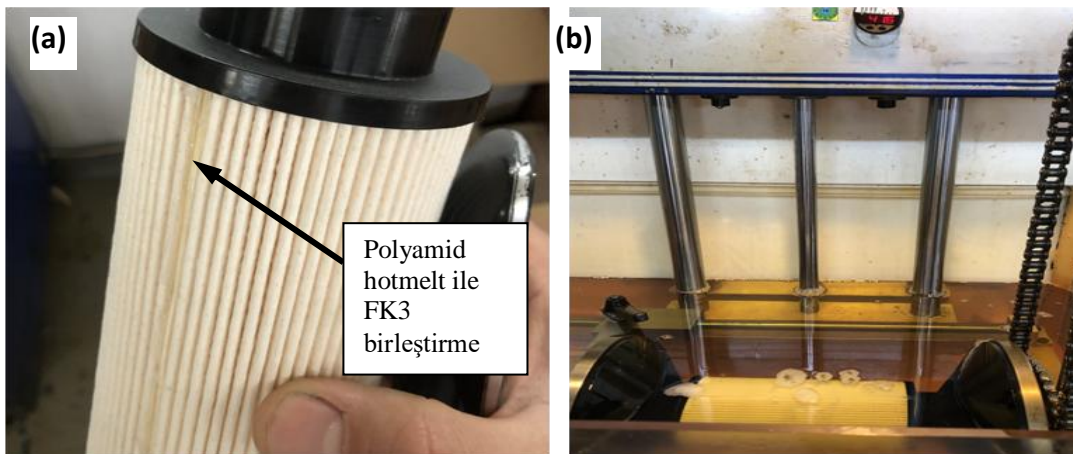
Resim 5.14. FK3 kağıdına ultrasonik birleştirme uygulaması



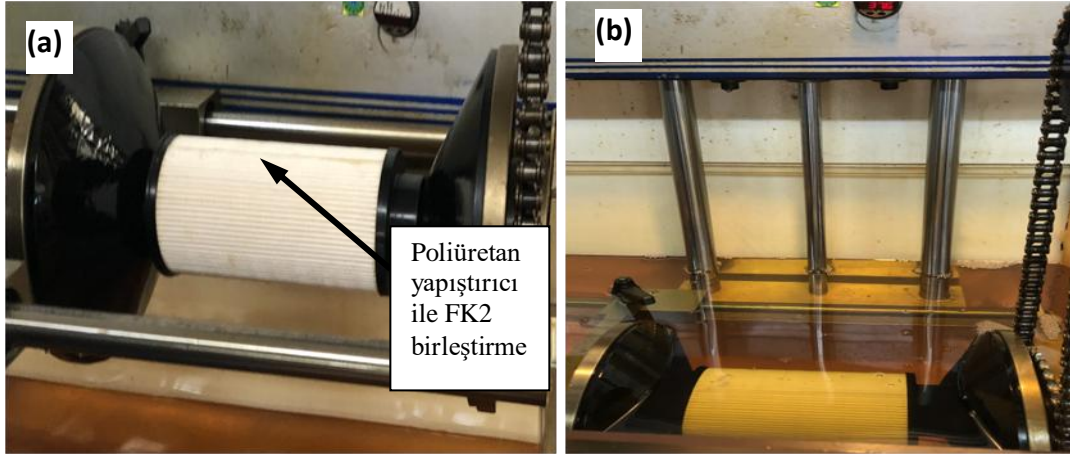
Resim 5.15. FK3 kağıdına Metal klips birleştirme uygulanmış filtre ve testi, a) FK3 kağıtlı filtre, b) FK3 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



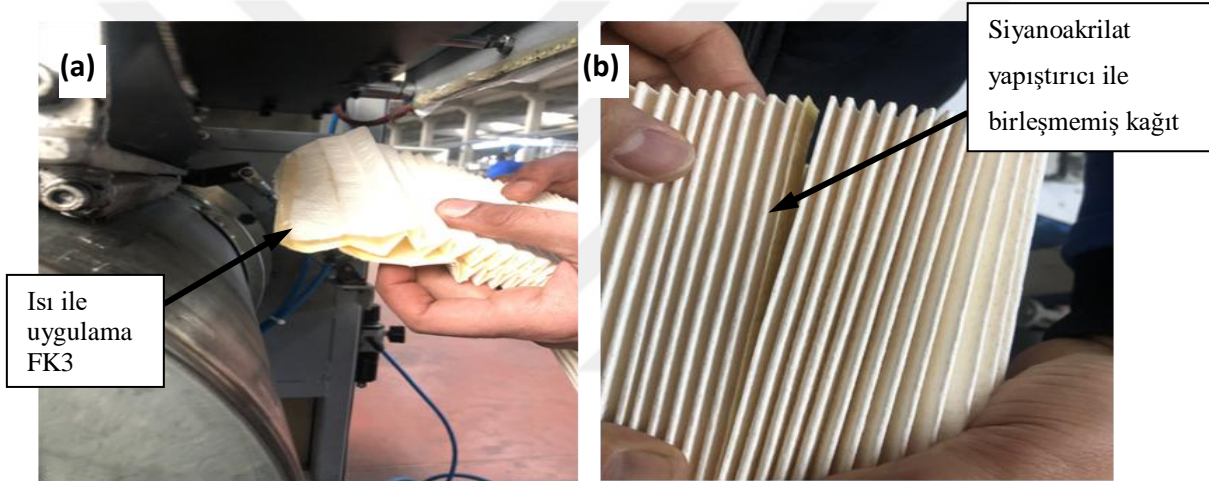
Resim 5.16. FK3 kağıdına Poliefil bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi a) FK3 kağıtlı filtre, b) FK3 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



Resim 5.17. FK3 kağıdına Polyamid bazlı hotmelt ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi a) FK3 kağıtlı filtre, b) FK3 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



Resim 5.18. FK3 kağıdına Poliüretan bazlı yapıştırıcı ile birleştirme uygulanmış filtre ve testi a) FK3 kağıtlı filtre, b) FK3 kağıtlı filtrenin baloncuk testi



Resim 5.19. FK3 kağıdının Isı ve Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı uygulaması a) FK3 kağıdı Isı ile birleştirme, b) FK3 kağıdı Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı ile birleştirme

İlave yapıştırıcı malzeme kullanılarak yapılan işlemlerin asıl amacı, yüzey serbest enerjisinin etkisi, yapışma çalışmaları ve fazlar arasında ara yüzey serbest enerjisinin oluşmasıdır. Yapıştırıcı bağlantıların kalitesi genellikle oldukça karmaşık bir konudur. Kağıtların yüzey serbest enerjisini belirlemek için açı yöntemleri tercih edilmektedir. Temas açısı ölçüleri ile yüzeyin serbest kağıt ve yapıştırıcı enerjisinin hesaplanmasından sonra yapışma sonucunu görmek mümkündür. Yapıştırma işlemi kağıtlar için önemli bir parametredir çünkü yapıştırıcının optimum yüzey serbest enerjisinin, yeterli miktarda bağlantı kuvvetine sahip dayanıklı ve kaliteli birleştirme oluşturduğu hesaplanabilmektedir (Petkovic ve diğerleri, 2017).



Kağıt türlerinin yüzey yapıları, gözenek büyüklükleri, kalınlıkları ve iç yapılarındaki kimyasal özellikleri birbirinden farklı olduğundan birleştirme yöntem ve uygulama sonuçları arasında değerlendirmelerde bu yüzden değişiklik göstermektedir. FK3 kağıdının hava geçirgenliği ve gözenek büyüklüğü FK1 ve FK2'den çok farklı olduğu görülmektedir. Bu durumdan kaynaklı olarak baloncuk test sonuçları değerleri FK3 kağıdında 2,5 - 3 kat yüksek olduğu gözlemlenmiştir. FK3 kağıdının aynı zamanda çift katmanlı yapıda olması sebebiyle sertliği diğer kağıtlardan fazladır. Birleştirme yöntemlerinde her kağıdın özelliklerine bağlı olarak uygulama sonrası sonuçlar ortaya çıkmıştır. FP1, FP2 ve FP3 kağıt türlerinde en kaliteli birleşmeler ve olumlu sonuçlar metal klips, Polyamid bazlı yapıştırıcı, Poliefil bazlı hotmelt ve Poliüretan bazlı yapıştırıcı uygulamalarında olmuştur.

Birleştirme yöntemlerinden polyamid bazlı yapıştırma ile elde edilen sonuçların kağıtlar içinde tutarlı olmadığı gözlenmiştir. FK3 filtre kağıtlarının polyamid bazlı yapıştırıcılarla birleştirilmesinde yüksek yapışma kalitesi elde edilirken FK1 ve FK2 üçte biri kadar daha düşük sonuç gözlenmiştir. Farklı bir diğer durum ise Poliüretan bazlı yapıştırıcı FK1 kağıdında çok kaliteli bir birleştirme sağlarken, FK2 ve FK3 kağıdında orta kalitede bir birleşme sağlamıştır. Ultrasonik kaynak teknolojisi ile yapılan birleştirmeler kıyaslandığında FK2 kağıdında olumlu sonuçlar gözlenirken, FK1 ve FK2 kağıtlarında birleşme görülmemiştir. Bu durum FK2 kağıdının içeriğinde polyester yapı özelliklerinin olması gösterilebilir. Isı ile birleştirme ve Siyanoakrilat bazlı yapıştırıcıda genel olarak FK1 ve FK3'de birleşme sağlanamadığı, FP2 kağıdında çok az kalitede bir ara yüzey bağı olduğu görülmektedir.

Kağıtların birleştirme yöntemlerinin fabrikalarda seri üretim koşullarına uygun olması ve maliyet karşılaştırılma yapılması en önemli parametrelerdir. Filtrelerin kullanım yerlerine göre değerlendirme yapılarak her kağıt türü için uygun, kaliteli, seri üretim yapılabilir ve maliyet verisi göz önüne alınarak yapıştırıcı seçimi, birleştirme yöntemi seçilmelidir. FK1, FK2 ve FK3 kağıtlarında tüm birleştirme yöntemlerinde aynı üretim parametrelerdeki sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle sonuçların kağıtların yapısal özelliklerine göre farklı çıkması normal bir durumdur. Parametrelerin farklı olması durumunda sonuçların değişeceği öngörüsünde bulunabiliriz. Araştırma ve gelişmeye açık alanlar bu bağlamda bulunmaktadır.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yağ, Hava ve Yakıt kağıtlarında 7 farklı metot ile birleştirilme işlemi ile aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkartılmıştır.

Yağ filtre kağıtlarını birleştirme işlemlerin de ısı ile birleştirmenin ve siyanoakrilat esaslı yapıştırıcının kağıtlarda herhangi bir yapışma sağlamadığı görülmüştür. Diğer 5 uygulamalarda yapışmanın sağlandığı ve nihai ürün testleri yapılabilmıştır. Ultrasonik yapıştırma uygulaması ve poliefilin bazlı yapıştırıcı sınır değerlerinde ve sınırın aşağısında kaldığı görülmüştür. Bu yöntemlerin uygulanması gerekli teknik şartları sağlamayacağından uygun olmadığı söylenebilir. Bu uygulamalar içinde testlerde en uygun şartların sağlandığı yöntemler polyamid bazlı hotmelt, metal birleştirme ve poliüretan bazlı yapıştırıcı olduğu görülmüştür. Bu üç yöntem ile teknik şartların sağlandığı ve 8 mbar istenen değerinin üzerinde sonuçlar alınmıştır. Bu yöntemlerin yağ kağıtlarında uygulanması teknik kriterlerin yerine getirilmesini sağlayacaktır. Yağ kağıtlarında sınır değerlerde, istenen şartlarda altında çıkan ve birleştirmede olumsuz sonuçlanan yöntemlerde geliştirme çalışmaları Ultrasonik ve Isı ile birleştirme üzerinde yoğunlaşarak yapılmaya devam edecektir.

Hava filtre kağıtlarının birleştirilmelerinde tüm işlemler sonucunda, belirli bir yapıştırma sağlanmıştır. Karter hava kağıtlarında ısı ve siyanoakrilat esaslı yapıştırıcının testlerde istenilen teknik değerlerin (min. 8 mbar) altında kaldığı görülmüştür. Karter hava kağıtlarında uygulamalar içinde testlerde en uygun şartların sağlandığı yöntemler ultrasonik birleştirme, polyamid bazlı hotmelt, poliefilin bazlı yapıştırıcı, metal birleştirme ve poliüretan bazlı yapıştırıcı olarak olduğu görülmüştür. Bu beş yöntem ile teknik şartların sağlandığı ve 8 mbar istenen değerinin üzerinde sonuçlar alınmıştır. Bu yöntemlerin karter hava kağıtlarında uygulanması teknik kriterlerin yerine getirilmesini sağladığı belirlenmiştir.

Yakıt filtre kağıtlarının birleştirme işlemlerinde, ısı ile birleştirme, ultrasonik birleştirme ve siyanoakrilat esaslı yapıştırıcının kağıtlarda herhangi bir birleştirme yapmadığı görülmüştür. Bunun yanında 4 farklı birleştirme polyamid bazlı hotmelt, poliefilin bazlı yapıştırıcı, metal birleştirme ve poliüretan bazlı yapıştırıcı ile birleştirme işlemlerinde

başarı sağlanmıştır. Birleştirme işlemi yapılamayan ultrasonik birleştirme, ısı ile birleştirme ve siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı kağıtlarda test yapılamamıştır. Polyamid bazlı hotmelt, poliefilin bazlı yapıştırıcı, metal birleştirme ve poliüretan bazlı yapıştırıcı ile birleştirme yapılan kağıtların testleri yapılmıştır. Testlerde istenilen teknik verilerin üzerinde olumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Her üç filtre kağıdında yapılan birleştirme yöntemlerinde Polyamid bazlı hotmelt, poliüretan bazlı yapıştırıcı ve metal birleştirme denemelerinde istenilen değerlerin üzerinde bir sonuç ortaya çıkmıştır. Bu birleştirme yöntemlerinin filtrelerde genel olarak kullanılabilirliği görülmektedir. Tüm filtre kağıtlarında bu yöntemle birleştirmelerin olumlu sonuçlandırılmıştır.

Uygulanan birleştirme yöntemlerinde ısı ile yapılan ve siyanoakrilat esaslı yapıştırıcı üç kağıt türünde de istenilen teknik şartları sağlamadığı görülmüştür. Bu yöntemlerin kağıt birleştirilmede kullanımı üretimin akışında verimsizliklere neden olacaktır. Proses şartlarında üretimin akışına uygun birleştirme yöntemlerinin kullanılması hem maliyet hemde kapasitenin kullanılması açısından çok önemli parametrelerdir.

Filtre kağıtlarının kimyasal içeriklerinden ve fiziksel yapılarından kaynaklı olarak birleştirme yöntemlerinde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kağıtların özelliklerinin de görüldüğü gibi birbirinden çok çok farklı teknik verilere sahiptirler. Bu nedenle uygulanan birleştirme yöntemlerinde çıkan test sonuçlarında farklı değerler ve sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir.

Özellikle İskenderun ve genelde Türkiye’de filtre sektörünün üretim kapasitesi oldukça yüksektir. Üretilen filtreler otuzun üzerinde farklı ülkelere ihraç edilmektedir. Fakat bu filtrelerin hammadde bakımından dışa bağımlılığı bu üretim hızını ve ekonomisinin düşürmektedir. Bu çalışmada değinilen birleştirme yöntemlerinin geliştirilmesi ve yeni yöntemlerle desteklenmesi çok önemlidir. Bundan sonraki çalışmalarda kağıtların birleştirme işlemlerinin yerli ve daha hızlı (seri üretim) olacak şekilde üretimi araştırılıp geliştirilecektir.

## KAYNAKLAR

Ahlstrom-Munksjö Fuel, 2018, [https://www.ahlstrom-munksjo.com/globalassets/\\_products/files/fuel-filter\\_sellsheet\\_web.pdf](https://www.ahlstrom-munksjo.com/globalassets/_products/files/fuel-filter_sellsheet_web.pdf), Erişim tarihi 20.05.2019

Ahlstrom-Munksjö Oil, 2018, [https://www.ahlstrom-munksjo.com/globalassets/\\_products/files/oil-filter\\_sellsheet\\_web.pdf](https://www.ahlstrom-munksjo.com/globalassets/_products/files/oil-filter_sellsheet_web.pdf), Erişim tarihi 20.05.2019

Ahlstrom-Munksjö Air, 2018, <https://www.ahlstrom-munksjo.com/globalassets/files/transportation-files/am-air-intake-filtration.pdf>, Erişim tarihi 20.05.2019

Ahlstrom Quality control report to customer TDS, (2018). <https://www.ahlstrom-munksjo.com/products/filter-media/liquid-filtration-for-automotive/>, Erişim tarihi 20.05.2019

Ajmeri J.R, Ajmeri C.J, 2016, Developments in nonwoven as geotextiles in Advances in Technical Nonwovens, Pages 339-363

Akkapılı Yusuf, 2013, Makaleler/ Sentetik Yapıştırıcılar, Kimya Mühendisi <http://www.solverkimya.com/site/makaleler/tutkal-ve-yapistiricilar-makaleleri/sentetik-recineler-yapistiricilar.html>

Alleman, Melissa, (2009). Reliable bonding without adhesives <https://www.filtsep.com/pharma-and-biotech/features/reliable-bonding-without-adhesives/>

Anjal R. Patel, Chirag G. Dalwadi, 2016, Dissimilar Material Joining of Metal to Polymer using Friction Stir Welding, Department of Mechanical Engineering LDRP Institute of Technology and Research, Gandhinagar 382015, India

Aras Sait, 2008, Yüksek Lisans Tezi Yağ Asidi Metil Esteri (Yame) Kullanımının Dizel Motor Yakıt Sistemi Malzemelerine Etkisinin Araştırılması , Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

ASTM D1963 - 85(1996), 1996. Standard Test Method for Specific Gravity of Drying Oils, Varnishes, Resins, and Related Materials at 25/25°C (Withdrawn 2004) <https://www.astm.org/DATABASE.CART/WITHDRAWN/D1963.htm>, Erişim tarihi 20.05.2019

ASTM D3236 – 15, 2015. Standard Test Method for Apparent Viscosity of Hot Melt Adhesives and Coating Materials <https://www.astm.org/Standards/D3236.htm>, Erişim tarihi 20.05.2019

ASTM D638-14, (2014). Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics <https://www.astm.org/Standards/D638.htm>, Erişim tarihi 20.05.2019

ASTM E28-18, (2018). Standard Test Methods for Softening Point of Resins Derived from Pine Chemicals and Hydrocarbons, by Ring-and-Ball Apparatus <https://www.astm.org/Standards/E28.htm>, Erişim tarihi 20.05.2019

Boz, Erdoğan 2010, Ultrasonik enejinin konfeksiyon sanayinde kullanımı, Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği

Cummins Filtration Inc., 2018, LT36501 • Crankcase Ventilation , <https://www.cumminsfiltration.com/?q=closedcvfilters>, Erişim tarihi 20.05.2019

EN 779, 2012, <http://www.generalfilter.com/en/norms/en-7792012/>, Erişim tarihi 20.05.2019

Erdemir Ürün Kataloğu, 2017 , [https://www.erdemir.com.tr/Sites/1/upload/files/Urun\\_Katalogu-2017-1269.pdf](https://www.erdemir.com.tr/Sites/1/upload/files/Urun_Katalogu-2017-1269.pdf), Erişim tarihi 20.05.2019

Evans, Hugh (2012). Adhesives: Understanding adhesives for filter fabrication <https://www.filtsep.com/filter%20media/features/adhesives-understanding-adhesives-for-filter/>, Erişim tarihi 20.05.2019

Feng Jian Yong , Zhang Jianchun, 2014, The Property of Automobile Engine Oil Filtration Material and the Development of New Filter Donghua University, The Research Center Of China-Hemp, Beijing CHINA

Filtorq Filter, 2016, <http://filtorq.com.tr/tr/teknikbilgiicerik/148/filtrasyon-kagitlari/default.asp>, Erişim tarihi 20.05.2019

Henkel, 2004 , Reammide PAS 5030\_r0e .doc Page 1-2 Issue: 07.05.04 [www.industrial-adhesives.com](http://www.industrial-adhesives.com), Erişim tarihi 20.05.2019

ISO 4020, 2001, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4020:ed-1:v1:en>, Erişim tarihi 20.05.2019

ISO 4406, 1999, <https://www.ipu.co.uk/iso-4406-1999-standard-diesel-fuel/>, Erişim tarihi 20.05.2019

ISO 4406, 2017, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4406:ed-3:v2:en>, Erişim tarihi 20.05.2019

ISO 4548:12, 2017, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:4548:-12:ed-2:v1:en>, Erişim tarihi 20.05.2019

ISO 5011, 2014, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5011:ed-3:v1:en>, Erişim tarihi 20.05.2019

ISO 5636-5:2013, 2013, Paper and board – Determination of air permeance (medium range ) – Part 5: Gurley method, <https://www.iso.org/standard/53062.html>, Erişim tarihi 20.05.2019

ISO 7747, 1983, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:7747:ed-1:v1:en>, Erişim tarihi 20.05.2019

ISO 16890, 2016, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16890:-1:ed-1:v1:en>, Erişim tarihi 20.05.2019

Johnson, Kevin (2017). <https://www.bellperformance.com/bell-performs-blog/diesel-filtration-how-effective>, Erişim tarihi 20.05.2019

Johnson Terry ,2003 Crankcase Ventilation Filters, University of Alaska Sea Grant, Marine Advisory Program

Lakshmikantha, Narasipura (2011) / ultrasonic-welding, Working. Follow. Published <https://www.slideshare.net/lakshmikanthanasipura/ultrasonic-welding-10497565>, Erişim tarihi 20.05.2019

Kaya, M., 2008. motor yağı filtreleri, testleri ve değişim süreçlerinin araştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

KLM Filters/Crankcase Ventilation Filters, (2019) <https://www.klmpformance.com/collections/main-category-filters-crankcase-ventilation-filters-ccv>, Erişim tarihi 20.05.2019

Manal A. Seif, Mona M. Nasr, 2016, A Comparative Study Of Assembling Methods Of Nonwoven Bags, Traditional Sewing vs Welding Seaming, Department of Fashion Design, Faculty of Applied Arts, Benha University, Cairo, Egypt

Megep, 2005. “otomotiv motor mekaniği” 3, 88 s, Ankara.

Metsan, 2017, Metsan Endüstriyel Yapıştırıcılar [http://www.metsan.gen.tr/media/EMS\\_FORCE\\_801\\_-\\_TDS\\_TRv2.1.pdf](http://www.metsan.gen.tr/media/EMS_FORCE_801_-_TDS_TRv2.1.pdf), Erişim tarihi: 20.05.2018.

Neenah filtration test report TDS, (2018). <http://www.neenah-filtration.com/technologies/meltblown-nonwovens.html>, Erişim tarihi:20.04.2019.

Partvendo, 2016, “Yağ filtresi”, <http://blog.partvendo.com/yag-filtresi/#.XF1Iqvkbzbgx>, Erişim tarihi:15.02.2019.

Petkovic Gorana, Mirela Rozic, Marina Vukoje, Suzana Pasanec Preprotic, 2017, Interactions İn Polyvinyl Acetate – Paper Adhesive Joint and Influence on Its Adhesion Parameters, University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, Getaldićeva 2, Zagreb, CROATIA

PFAFF Industriesysteme und Maschinen GmbH,2017 Programmiertes Schweißen – PFAFF Seamsonic 8301 / 8310 / 8312 , <https://www.pfaff-industrial.com/en/portfolio/welding-machines/ultrasonic-sealing-machines/pfaff-8301-1>, Erişim tarihi 20.05.2019

Penner T. , J. Meyer, G. Kasper ,A., ( 2019). Dittler Separation and Purification Technology Volume 211, Pages 697-703, Impact of operating conditions on the evolution of droplet penetration in oil mist filters.

Polymex, 2015, Polymex 3005 Poliüretan Filtre Yapıştırıcısı <https://www.polymexizolasyon.com/urun-detayi/p-3005-poliuretan-filtre-yapistiricisi>, Erişim tarihi 20.05.2019

Seungkoo Kang, Handol Lee, Seong Chan Kim, Da-Ren Chen, David Y.H. Pui, (2019). Modeling offibrousfilter media for ultrafine particlefiltration, Separation and Purification Technology Volume 209, Pages 461-469.

SynLube Incorporated, 2014, <http://www.synlube.com/oilfilters.htm>, Erişim tarihi 20.05.2019

Taş, Yiğit (2008). Thesis (M.Sc.), In Plastic Joining, Analysing The Fundamental Parameters Which is Operating The Welding Quality In Ultrasonic Welding Technique, Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology

Zhongqi Liu, Junwen Yu, Wensheng Lin, Wenbin Yang, Ran Li, Hanxian Chen, Xinxiang Zhang, (2018). Facile method for the hydrophobic modification of filter paper for applications in water-oil separation, Surface and Coatings Technology, Vol. 352, 25, Pages 313-319.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZDEMİRDEN, Hasan  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 25.02.1979, HATAY  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 0 (532) 5646197  
 e-mail : h.ozdemirden@gmail.com



Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Metalurji ve Malzeme Anabilim Dalı	Devam ediyor
Lisans	Çukurova Üniversitesi / Maden Mühendisliği	2001
Lise	İskenderun Lisesi	1996

### İş Deneyimi

<u>Yıl</u>	<u>Firma</u>	<u>Görev</u>
2003 - Halen	AGM Otomotiv A.Ş	Üretim Müdürü
2017 - Halen	Ekiz Tekstil	İş Güvenliği Uzmanı

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

Özdemirden Hasan, Bahçeci Ersin, 2019, "Investigation of Joining Perforate And Filtrate Papers Using Different Joining Methods", *Natural and Engineering Sciences*, 4(3), (in press).

### Proje

Özdemirden Hasan, Tübitak 3090626 Teydeb Proje ,2012 ,Otomotiv Hava Filtre



Üretiminde Nanoteknoloji Uygulamalarının Filtre Performansına Etkilerinin İncelenmesi ve Performans Geliştirme Çalışmaları

**Hobiler**

Yüzme, doğa yürüyüşü, Bisiklet gezisi



## DİZİN

**A**

Abstract · V  
 Ahlstrom · 13, 14, 25, 33, 39  
 Alleman · 7, 39  
 Aras · 5, 39

**B**

Boz · 7, 39  
 Baloncuk · 14, 15, 25, 26, 27, 28,  
 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35

**Ç**

Çizelge · 9, 13, 14, 15, 16, 26, 29,  
 34

**D**

Dizin · 43

**E**

Etik · III

**F**

Feng · 3, 39

**G**

Giriş · 1

**H**

Hava Filtresi · IV, 2, 3, 5, 13

**I**

Isl · IV, 10, 13, 14, 15, 19, 20, 25,  
 26, 28, 29, 32, 33, 35, 36, 37

**J**

Jianchun · 3, 39  
 Johnson · 1, 5, 40

**K**

Kaya · 3, 40  
 Kaynaklar · 39

**L**

Lakshmikatha · 6, 40

**M**

Manal · 7, 8, 40  
 Materyal · 13  
 Mona · 7, 8, 40  
 Megep · 4, 40  
 Metal Klips · IV, 8, 9, 13, 15, 16,  
 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30,  
 33, 34

**N**

Neehah · 13, 14, 28, 40

**Ö**

Özet · IV  
 Özgeçmiş · 42

**P**

Penner · 2, 41  
 Petkovic · 9, 36, 41  
 Poliefil · 10, 13, 14, 15, 26, 27,  
 29, 31, 33, 34, 37, 38  
 Poliüretan · 11, 13, 15, 22, 23, 26,  
 28, 29, 31, 33, 35, 37, 38, 41  
 Polyamid · IV, V, 9, 13, 15, 18,  
 19, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32,  
 33, 35, 36, 37, 38

**R**

Resim · 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,  
 23, 24, 26, 27  
 Resim · 28, 30, 31, 32, 34, 35

**S**

Sentetik Reçine · 10, 14, 21  
 Seungkoo · 1, 41  
 Siyanoakrilat · 12, 13, 14, 15, 23,  
 24, 25, 26, 28, 29, 32, 33, 35,  
 37, 38  
 Simgeler ve kısaltmalar · 11, 12  
 Sonuç · 37  
 Sonuç ve tartışma · 25

**Ş**

Şekil · 7, 8, 9, 10

**T**

Teşekkür · 6

**U**

Ultrasonik · IV, 6, 7, 8, 13, 14, 15,  
 16, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33,  
 36, 37, 39

**Y**

Yakıt filtresi · 3, 4, 13  
 Yöntem · 1, 2, 8, 14, 37  
 Yağ filtresi · 3, 4, 13, 40

**Z**

Zhonggi · 1, 41



**TEKNOVERSİTE**



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

**İSTE**

