



**İSKENDERUN TEKNİK**

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**YAĞ FİLTRESİ KOVAN  
TASARIMLARININ SONLU  
ELEMENLAR YÖNTEMİ İLE  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Derya BAHALI**

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

MAYIS 2019



**YAĞ FİLTRESİ KOVAN TASARIMLARININ SONLU ELEMANLAR  
YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**Derya BAHALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

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

**MAYIS 2019**

Derya BAHALI tarafından hazırlanan “YAĞ FİLTRESİ KOVAN TASARIMLARININ SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Ahmet YAPICI

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

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



**Başkan:** Prof. Dr. Ahmet YAPICI

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

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



**Üye:** Doç. Dr. Memduh KARA

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi

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



**Üye:** Dr. Öğretim Üyesi Hasan Hüseyin BİLGİÇ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

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



Tez Savunma Tarihi: 27/05/2019

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

Derya BAHALI

27/05/2019

YAĞ FİLTRESİ KOVAN TASARIMLARININ SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE  
KARŞILAŞTIRILMASI  
(Yüksek Lisans Tezi)

Derya BAHALI

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2019

ÖZET

Yağ filtreleri, motor ömrü açısından önemli parçalardır. Özellikle yüksek güç ve hız uygulamalarında motorun verimli çalışabilmesi için sistemde bulunan yağın gerekli miktar ve hızda dolaşması gerekmektedir. Motor, gereği kadar yağlanamaz ise conta yakma, yatak sarma, krank kesme gibi büyük arızalar oluşabilir. Motorun çalışması sırasında filtre süzme elemanlarının tıkanabilmesi ve motordaki ani zorlanmalardan dolayı yağ basıncı yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Yağ filtreleri çalışma koşullarında daha düşük basınç değerlerine maruz kalmaktadır. Fakat zikredilen durumlar meydana geldiğinde basınç değerleri yükselmektedir. Bu nedenle yağ filtreleri normal çalışma koşullarındaki basınç değerlerinin üzerinde tasarlanırlar. Eğer yağ filtresinin yeterince basınç dayanımı yoksa süzme ömrünü tamamlamadan filtre mekanik hasara uğrar.

Araç imalatçısı firmaların, bakım talimatlarında filtrelerin değiştirilme periyotları verilmektedir. Motor için uygun filtre kullanıldığında, yağ değişimi ile filtre değişimi eş zamanlı hale getirilir. Genelde piyasadaki uygulamada bu şekildedir. Ayrıca filtrenin sac elemanları olan kovan, ring, kapak gibi parçaların filtre çalışma şartlarına uygun olması gerekir. Örneğin, sac parçalarının, filtre çalışma basıncına dayanma mukavemeti istenilen seviyede olmalıdır. Sac parça yüzeylerinin korozyona karşı korunması ve birbirlerine bağlantısının muntazam yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, tasarım ve kalıp değişikliği yapılmadan, filtre kapak ve kovanlarının sac kalınlıkları değiştirilerek, uygun çalışma koşulları ve basınç aralıklarında, minimum maliyetle optimum çalışma koşullarına ulaşmaktır.

Yağ filtresinin basınç dayanımını en çok etkileyen faktörlerden biri kovan ve kapak sac kalınlıkları olduğu için bunun üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada mevcut yağ filtresi için hem sonlu elemanlar analizi yapılmıştır hem de yapılan test sonucunda filtrenin basınç dayanımı ve statik analiz değerleri elde edilmiştir. Sonlu elemanlar analizinden alınan sonuçlar, deneysel sonuçlarla karşılaştırılıp analizin doğruluğu saptanmıştır. Daha sonra yağ filtresi için farklı kalınlıklar incelenmiş ve sonlu elemanlar analizleriyle de sonuçları yorumlanıp en iyisi seçilmiştir. Sonunda yağ filtresinin kalıp ve tasarımı değiştirilmeden, sac kalınlıklarının analizleriyle uygun basınç ve koşullarda minimum maliyetle basınç dayanımı sağlanmıştır.



Anahtar Kelimeler : Yağ filtresi, (FEM), basınç dayanımı, yorulma  
Sayfa Adedi : 67  
Danışman : Prof. Dr. Ahmet YAPICI

COMPARISON OF OIL FILTER BOILERS WITH FINITE ELEMENTS METHOD  
(Master Thesis)

Derya BAHALI

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

May 2019

ABSTRACT

Oil filters are important parts in terms of engine life. Especially in high power and speed applications, the oil in the system must be circulated at the required quantity and speed in order to operate the motor efficiently. If the motor cannot be lubricated as required, large faults such as gasket burning, bearing winding, crank cutting can occur. During the operation of the engine, the oil pressure can reach high values due to the clogging of the filter filter elements and the sudden stresses in the motor. Oil filters are subject to lower pressure values under operating conditions. However, when the mentioned conditions occur, the pressure values increase. For this reason, the oil filters are designed above the pressure values under normal operating conditions. If the oil filter does not have sufficient compressive strength, the filter is subject to mechanical damage without completing its filtration life.

In the maintenance instructions of the vehicle manufacturer, the replacement periods of the filters are given. When a filter suitable for the engine is used, the oil change and filter change are synchronized. This is generally the case in practice in the market. In addition, parts such as sleeves, rings and covers, which are the sheet elements of the filter, must be suitable for the filter working conditions. For example, the resistance of the sheet metal parts to the working pressure of the filter should be at the desired level. It is necessary to protect the sheet metal parts against corrosion and to make the connection to each other uniform.

The aim of this study is to change the sheet thickness of the filter covers and sleeves without changing the design and mold changes, and to reach the optimum working conditions with minimum operating cost and pressure ranges.

This is one of the factors that affect the compressive strength of the oil filter is the sleeve and cover sheet thicknesses. In this study, both the finite element analysis was performed for the existing oil filter and the compressive strength and static analysis values of the filter were obtained. The results obtained from the finite element analysis were compared with the experimental results and the accuracy of the analysis was determined. Then, different thicknesses were investigated for the oil filter and the results were evaluated by finite element analysis and the best was chosen. Finally, the pressure and thickness of the oil filter without changing the thickness of the plates with the appropriate pressure and conditions with the minimum cost of pressure resistance was provided.

Key Words : Oil Filter, (FEM), Fatigue, Pressure Resistance .  
Page Number : 67  
Supervisor : Prof. Dr. Ahmet YAPICI



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam sırasında bana destek ve motivasyon veren, eğitimim boyunca kıymetli bilgilerini bana aktaran yol gösteren, sıkılmadan desteğini benden esirgemeyen, bu çalışmayı yapmam için büyük bir sabır ve özveri gösteren, zamanını ve emeğini vererek sağladığı bilimsel katkıları, destekleyici ve yüreklendirici tutumları için değerli hocam Prof. Dr. Ahmet YAPICI'ya sonsuz şükranlarımı sunarım.

Ayrıca tez çalışmam esnasında sonlu elemanlar analiz programını öğrenmem konusunda verdikleri bilgi, eğitimler, değerli görüş ve katkılarından dolayı Öğr. Gör. Göksel SARAÇOĞLU ve Öğr. Gör. Ersan KIRAR' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak lisansüstü çalışmalarım sırasında zaman zaman ihmal ettiğim fakat hiçbir zaman fedakârlık ve desteklerini esirgemeyen, yılmamlıklarımnda beni kendime getiren sevgili eşim Murat BAHALI'ya, gelişleriyle hayatıma da mutluluk katan ikizlerim Asya ve Aras BAHALI'ya sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	II
ABSTRACT.....	IV
TEŞEKKÜR.....	VI
İÇİNDEKİLER .....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	VIII
RESİMLER LİSTESİ .....	IX
ÇİZELGE LİSTESİ .....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal .....	14
3.1.1. Sonlu Elemanlar Analiz Yöntemi.....	14
3.2. Filtre Tanımı ve Kullanım Alanları.....	17
3.2.1 Yağ Filtresi.....	26
3.2.2 Tez Çalışmasında Kullanılan Yağ Filtresi .....	33
3.2.3.Yağ Filtresinin Sonlu Elemanlar Modellerinin Oluşturulması .....	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	38
5. SONUÇ .....	46
KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ .....	52
DİZİN .....	53

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Spin-on tip yağ filtresi çalışma prensibi [2] .....	2
Şekil 3.1. Bir sonlu eleman modelinde nod noktaları ve elemanlar .....	17
Şekil 3.2 Yağ Filtresi Temel Çalışma Prensibi.....	28
Şekil 3.3 Spin-on Tipi Yağ Filtresinin Elemanları [49].....	29
Şekil 3.4 Solidworks te çizilen filtre tasarımı.....	33
Şekil 3.5 Filtrede kullanılan 7124 kalite malzemenin çekme eğrisi grafiği .....	34
Şekil 3.6 7124 kalite sac malzemenin yazılıma tanımlanmış hali .....	35
Şekil 3.7 Ansys te çizilmiş 8 de 1 modeli ve basınç yüzeyi .....	36
Şekil 3.8 Ansys te <i>cyclic region</i> tanımlanması .....	36
Şekil 3.9 Ansys'te yapılan kontakt tanımlamaları .....	37
Şekil 3.10 Ansys te sınır koşulları .....	37
Şekil 4.1 0,1MPa basınçtaki 0,5 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri .....	38
Şekil 4.2 1MPa basınçtaki 0,5 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri .....	39
Şekil 4.3 0,1MPa basınçtaki 0,6 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri .....	39
Şekil 4.4 1MPa basınçtaki 0,6 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri .....	40
Şekil 4.5 0,1MPa basınçtaki 0,7 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri .....	40
Şekil 4.6 1,0 MPa basınçtaki 0,7 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri .....	40
Şekil 4.7 0,5 mm, 0,6 mm ve 0,7 mm kalınlıktaki kovanlara ait Goodman Eğrisi.....	42
Şekil 4.8 0,5 mm kalınlıktaki kovan için <i>S-N</i> eğrisi .....	43
Şekil 4.9 0,6 mm kalınlıktaki kovan için <i>S-N</i> eğrisi .....	43
Şekil 4.10 0,7 mm kalınlıktaki kovan için <i>S-N</i> eğrisi .....	43
Şekil 4.11 0,5 mm kalınlıktaki sac için Goodman teorisine göre yorulma ömür grafiği	44
Şekil 4.12 0,6 mm kalınlıktaki sac için Goodman teorisine göre yorulma ömür grafiği	45
Şekil 4.13 0,7 mm kalınlıktaki sac için Goodman teorisine göre yorulma ömür grafiği	45

**RESİMLER LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 3.1. binek otomobil içerisinde bulunan filtre çeşitleri [33] .....	19
Resim 3.2.Selüloz liflere göre filtre kağıdı yapısı .....	21
Resim 3.3.Filtrasyonun Kumaş Yapısı (nonolifler).....	21
Resim 3.4 hava filtresi çeşitleri [35].....	22
Resim 3.5 yakıt filtresi çalışma prensibi [38].....	23
Resim 3.6 yakıt Filtrelerinde Kağıt Yapısı .....	23
Resim 3.7 çeşitli yakıt filtresi resimleri [35] .....	24
Resim 3.8 Atmosferik havadaki partikül boyutları ve insan solunum sisteminin kirlilikten korunma yeteneği [41] .....	25
Resim 3.9 Emme öncesinde ve sonrasında filtre [43].....	26
Resim 3.10 Yağ Filtresi kağıdı yapısı [46] .....	27
Resim 3.11 yağ filtresi çeşitleri [47].....	28
Resim 3.12 Eleman Tipi Yağ Filtresi [51].....	31
Resim 3.13çeşitli Ekolojik Eleman Tipi Yağ Filtreleri .....	32
Resim 3.14 hidrolik filtre resimleri [55] .....	32

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1 Malzemenin Mekanik Özellikleri.....	43
Çizelge 4.1 Çeşitli Kovan Kalınlıklarına Sahip Yağ Filtresinin Statik Gerilme Değerleri	47
Çizelge 4.2 Yorulma Limit Faktörleri.....	49
Çizelge 4.3 S-N eğrisi formülasyon tablosu.....	50



## SİMGELER VE KISALTMALAR

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

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklamalar</b>
$\sigma_{eş}$	Von Mises gerilmesi
$\sigma_k$	Çekme dayanımı
$\sigma_{ak}$	Akma dayanımı
$\sigma_{SM}$	Sürekli mukavemet (yorulma dayanım) gerilmesi
$\sigma'_{SM}$	Ortam şartlarına indirgenmiş yorulma gerilmesi
$\sigma''_{SM}$	Ortalama gerilmeye göre düzeltilmiş yorulma gerilmesi
$\sigma_{eş-alt}$	Eşdeğer alternatif gerilme
<b>K</b>	Rijitlik matrisi
<b>N</b>	Yük tekrar sayısı
<b>N<sub>0</sub></b>	10 <sup>6</sup> çevrim sayısı
<b>R</b>	Yük vektörü
<b>r</b>	Poisson oranı
<b>D</b>	Nodal yerdeğiştirme matrisi
<b>mm</b>	Milimetre
<b>MPa</b>	Megapascal

## 1. GİRİŞ

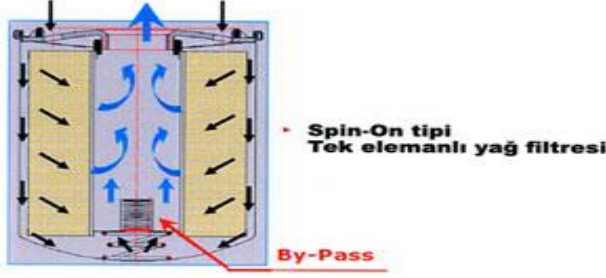
Filtreler, genellikle kullanıldığı her yerde, kullanıldığı nesneyi korumak ve dışarıdan gelebilecek zararlı maddeleri süzmek amaçlı tasarlanırlar. Filtreler kullanıldıkları yerlerde, dış ortamlardan gelen ya da gelebilecek çeşitli unsurları süzerek eleyen, hapseden ve zararları minimize eden süzgeçlerdir. Kullanıldıkları cihazlara göre üretim çeşitliliği ve şekil farklılıklarına uğrarlar. Sektör olarak hemen hemen tüm makinaların çalışmaları için filtre sistemi mevcuttur. Otomobil sektöründe kullanılan filtreler ise hem yakıt açısından hem de can güvenliğimiz açısından çok önemlidir.

Günümüzde motorlar; yüksek performans ve yakıt tasarruflu olacak şekilde tasarlanmaktadır. Motorun performansı ve çalışmasında yağlama sistemi ve filtrasyon oldukça etkilidir. Yağlama sisteminin, motorun çalışması sırasında piston ile silindir arasında sızdırmazlık sağlama, aşınmayı önleme, kaygan yüzey oluşturma, iç yüzeyleri temizleme, ısıyı düşürme, çalışma esnasında yanma ve aşınmadan dolayı oluşabilecek kirleri filtreye aktarma gibi pek çok önemli görevleri mevcuttur. Yağ filtresi, yağlama sisteminin kirlenmesini önleyerek, motor yağının motorun sürtünme ve aşınmasını azaltması görevinin sürekliliğini sağlayan parçadır. Motor çalıştığı sürece yağ filtreleri; basınca, değişken ısıya ve titreşime maruz kalır. Filtrelerin bu durumlarda sisteme zarar vermeden görevini yerine getirmesi gerekir [1].

Yağ filtrasyonu sırasında filtre, kirleri tutmaktadır. Bu da zamanla filtrenin tıkanmasına yol açmaktadır. Bundan dolayı filtrelerin değişimi için araç üreticilerinin bildirmiş olduğu bakım ve değişim periyoduna uyulmalıdır. Ömrünü tamamlamış, dolup tıkanan filtre değiştirilmediği takdirde, by-pass sistemi sayesinde sistemde kirli yağ dolaşmaya başlar, bu da sistemin ve motorun zarar görmesine yol açabilir.

Bu çalışmada spin-on yağ filtresi analiz edilmiştir. Spin-on yağ filtresi farklı boyutlarda, formlarda ve dış ölçülerinde olan komple filtreleme sistemidir. Bu filtreler genelde vidalı bağlantı ile dış yerlerinden motora montaj edilir. Spin-on yağ filtrelerinde, karterden gelen kirli yağ filtreye gelince, önce filtrenin demir kapağındaki giriş deliklerinden geçerek geri dönüş valfini iter, valfin açılmasıyla birlikte yağ süzücü elemandan geçerek süzülür. Süzme sırasında yağa karışan partikülleri süzücü eleman (kagıt) tutar ve sadece

temiz yağ geçer. Filtrasyon sonrası iç kılıf yardımıyla yağ filtresinin çıkış kanalına gider. En son yağ filtresinden çıkan temiz yağ Şekil 1.1’de görüldüğü gibi motora gider [2].



Şekil 1.1. Spin-on tip yağ filtresi çalışma prensibi [2]

Yağ filtresinin basınç dayanımını en çok etkileyen faktörlerden biri kovan ve kapak sac kalınlıkları olduğu için bunun üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada mevcut yağ filtresi için hem sonlu elemanlar analizi yapılmıştır, hem de filtrenin basınç dayanımı ve statik analiz değerleri elde edilmiştir. Daha sonra yağ filtresi için farklı kalınlıklar incelenmiş ve sonlu elemanlar analizleriyle de sonuçları yorumlanıp en iyisi seçilmiştir. Sonunda yağ filtresinin kalıp ve tasarımı değiştirilmeden sac kalınlıklarının analizleriyle uygun basınç ve koşullarda minimum maliyetle basınç dayanımı sağlanmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde yağ filtresi üzerine yapılmış pek fazla çalışma mevcut değildir. Fakat sonlu elemanlar analizinin mühendislik uygulamalarında çalışma alanları ve yorulma analizi çok çeşitlidir.

E. Kırar yüksek lisans tezinde yüksek basınca dayanıklı yağ filtresi tasarımı üzerine çalışmıştır. Çalışmada öncelikle yağ filtresi ve bağlantı elamanları sonlu elemanlar metoduyla modellenip elemanlar arasındaki bağlantılar tanımlanıyor. Daha sonra analizin daha kısa sürede yapılabilmesi için ansys 8 de bir kuralı ile parça simetri tanımlanarak bölünüp o şekilde analiz yapılıyor. Çalışmanın amacı, filtredeki demir kapağın malzeme kalınlığını ve malzemesini değiştirmeden, tasarım değişikliğiyle uygun basınç koşullarında optimum çalışmayı sağlamaktır. Yağ filtresinin FEM yazılımı ile yapılan analizleri ve testten alınan analizleri arasında kıyaslama yapılmıştır. Filtre demir kapağı için farklı tasarımlar yapılmıştır. Bu tasarımlarda delik sayıları, konumları, profil açılarıyla oynanmış ve kapağa kavis verilmiştir. Değişik kapak tasarımları FEM analizleri yapılarak en uygun kapak tasarımı seçilmiştir. Böylelikle filtrede kullanılan demir kapak için sac kalınlığı ve malzemesi değiştirilmeden sadece tasarımdaki değişikliklerle istenilen basınç değerine ulaşılmıştır [3].

Dr. İ. H. Çağlayan çalışmasında iş makinalarında yağ analizi ve öneminden bahsetmiştir. İş makinaları daha yüksek basınçlarda ve zor koşullarda uzun süre aralıksız çalışan makinalardır. Bu nedenle bu makinalarının bakımlarının daha hassas düzenli ve kurallarına uygun yapılması gerekmektedir. Bunun için temel şart, dişli, yatak yağlarının ve hidrolik yağlarının teknolojinin gereklerine uygun şekilde ve aralıklarla analizinin yapıp kirlilik önleyici sistemlerin ne derecede başarılı olduklarının tanımlanıp, varsa problemlerin giderilmesidir. Bu bildiride, yağ analizi yapılarak kullanılan uygun yağ ile parçaların ömrünü arttırmak ve olası arızaların önüne geçmek için yağ tasarrufunun nasıl yapılacağı da açıklanmıştır [4].

Mehmet K. Tez çalışmasında araçlarda kullanılan yağ filtrelerinin değişim süreleri üzerine çalışmıştır. Üreticilerin kullanma ve bakım talimatlarında yağ filtreleri değişim periyotları araç km'lerine göre belirtilmiştir. Fakat belirtilen km'lerde yağ filtrelerinin

değişimlerinden sonra bu filtrelerin daha fazla kullanılıp kullanılmayacağına dair herhangi bir test yada analiz yapılmadığı tespit edilmiştir. Ömrünü tamamlamadan değiştirilen yağ filtreleri, hem maliyet açısından hem de geri dönüşüm açısından sıkıntılara sebep olmaktadır. Bu çalışmada yağ filtrelerinde kullanılan malzemeler ve yağ filtrelerine uygulanan testler belirtildikten sonra araç servislerinden elde edilen değiştirilmiş yağ filtreleri bu testlere uygun olarak basınç, debi, süzme alanı, geçirgenlik açısından incelenmiştir. Bu incelemeler sonunda değiştirilen yağ filtrelerinin ömrünü tamamlamadan değiştirildiği gözlemlenmiştir [5].

B. Çuhadar çalışmasında içten basınca maruz kalan kapların dizaynını incelemiştir. Bu çalışmada kaplar için değişik malzemeler denenmiş ve analizler sonucunda en uygun cidar kalınlığı tespit edilmiştir. Çalışmada basınçlı kaplar hakkında genel bilgi verilmiş, imalat esnasındaki aşamalardan bahsedilmiş, analiz ve hesap yöntemleri anlatılmıştır. Analizler Ansys 5.4 programı kullanılarak yapılmıştır. Sonuç olarak analiz ve hesap sonuçları karşılaştırılarak en uygun cidar kalınlığı seçilmiştir [6].

F. Kartal ve Y. Kişioğlu çalışmalarında LPG yakıt tankının yorulma analizini incelemişlerdir. LPG yakıt tankının üç boyutlu CAD çizimleri ve yorulma analizleri ANSYS Workbench te yapılmıştır. Çalışmada 41 lt hacmindeki yakıt tankının sınır şartları belirlenip 1,75 MPa iç basınçta zero-based yükleme tipi seçilmiştir. Yorulma hasarı 90000 yorulma çevrim olarak gövde kaynaklı birleşim yerinde elde edilmiştir. Deneysel sonuçlar ve ANSYS sonuçları arasındaki yorulma çevrim sayıları arasındaki fark %10 u geçmemiştir. Analiz sonucunda çıkan farklılıklar malzeme özellikleri ve imalattaki etkenlerden dolayı küçük farklılıklar göstermiştir [7].

A. Güler çalışmasında ağır ticari araca ait diferansiyel kovanının farklı yol koşullarında analizini incelemiştir. Diferansiyel kovanının katı modeli CATIA V5 R15 yazılımı ile oluşturulup ANSYS WORKBENCH 10.0 programında farklı yol koşulları için hesaplanan dinamik aks yükleriyle test edilmiş ve değerlendirilmiştir. Test sonuçlarında kovanın farklı bölgelerinde farklı gerilmelerin olduğu gözlemlenmiştir. Sürekli mukavemet durumunda kritik bölgedeki değerlerin kabul edilebilir değerler olduğu görülmektedir. Zaman mukavemet durumunda ise, engelin aşılması sırasında gerilme değerleri akma sınırının çok üzerinde olduğundan, kovanda hasar meydana gelebileceği görülmektedir. Çukurlu engebeli yol, kalkış ve blokaj frenlemesi durumlarında diferansiyel kovanının emniyetli olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, engelin aşılması

sırasında ve yorulma analizi sonucunda kovanda emniyetsiz bölgeler olduğu tespit edilmiş olup, Bu durumu en aza indirgeyip ortadan kaldırmak için kovanda kullanılan sac malzemesi kalınlığı arttırılabilir ve kovan malzemesi daha mukavemetli bir malzemedan seçilebilir ya da kovan konstrüksiyonunda değişiklik yapılarak emniyetsiz durum ortadan kaldırılabılır [8].

N.Özdemir “Sonlu Elemanlar Yönteminde Yorulma Mekaniği ve Uygulamaları” adlı çalışmasında mühendislik alanında kullanılan malzemelerin ömürleri ve ömür hesapları hakkında bilgi vermiştir. Günlük hayatımızda kullandığımız birçok malzemenin de biz insanlar gibi yorulmasından bahsetmiştir ki; uçakta kullanılan ufacık bir civatanın bile uçak seyir halindeyken yorulması ve kopması bir faciaya sebep olabilmektedir. Bunun olmaması için civatanın ömür analizleri yapıp ömrü dolmadan değiştirilmelidir. Malzemelerin ömür hesapları için çeşitli deneyler ve deney düzenekleri mevcuttur, ancak bu yöntemler çoğu zaman hem ekonomik değildir hem de tekrar ve kıyas gerektiren durumlarda ekstra maliyet ve zaman kaybına neden olabilmektedir. Bu tarz analizlerin yapılabildiği en önemli metotlardan biri sonlu elemanlar analizinin içerisinde bulunan ANSYS Workbench yazılımıdır. Bu yazılımla gerçek ortam şartlarındaki gerçek analizleri uygulamak mümkündür. Üstelik bunun için gerekli tek malzeme bilgisayar olacaktır. Böylelikle mühendisliğin iki temel ilkesi ekonomi ve ergonomi sağlanmış olacaktır [9].

B. Aykanat projesinde kamyon şasisinin üzerindeki maksimum yüklere göre gerilme analizlerini incelemiştir. Modelleme üç boyutlu tasarım programı Solidworks ile yapılmıştır. Analizler, simülasyon yazılım olan Ansys programında yapılmıştır. Şasisin modal analizi yapıp doğal frekansı bulunup, analizler sonucunda şaside gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Böylelikle şaside hem kütle olarak hem de gerilme olarak azalmalar görülmüştür. Ansys te yapılan analizler sonucunda şaside en fazla gerilmenin yaylara sabitlenen kısmında olduğu gözlenmiştir. Gerilmelerin yüksek olduğu yerlerde gerekli düzenlemeler yapılarak hem maliyet azaltılmış hem de şaşı kütlesi azaltılmıştır [10].

A. Şık ve arkadaşları yaptıkları çalışmada araç jantlarının öneminden bahsetmişlerdir. Statik ve dinamik yükler altında çalışan jantlar araçlarda oldukça önemli parçalardır. Sürekli tekrarlanan gerilmelere maruz kalan jant yüzeylerinde belirli bir süre sonra

çatlaklar meydana gelmektedir. Çatlaklar ilerledikçe malzemelerde kırılmalar oluşur. Bu çalışmada taşıtlardaki jantlara yorulma ömrü test cihazında standartlara uygun olarak yorulma dayanımı testleri yapılmıştır. ANSYS programında jantın simülasyonu tanımlanıp yorulma dayanımları analiz edilmiştir. Test cihazındaki ve Ansys analizindeki sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ansys analizlerine göre maksimum gerilmenin sistemin çalışmasında da olduğu gibi disk üzerindeki cıvata bağlantı yerlerinde olduğu tespit edilmiş olup, uygulamada ki statik yük sonuçları ve ansys analiz sonuçlarının uyumlu olduğu görülmüştür. Ansys, test cihazında yapılan testlerin sayısal olarak modellenip daha hızlı çözümler sunmaktadır. Böylelikle hem zamandan hem de maliyetten tasarruf sağlanmıştır [11].

M. C. Aldağ çalışmasında 3 tonluk kasaya sahip tek dingilli tarım arabasında oluşabilecek hasarları ANSYS sonlu eleman yazılımı ile modelleyerek tespit etmeye çalışmıştır. Mühendislikte yapılan çalışmaların çözümüne, ANSYS sonlu elemanlar yöntemi ile modellenerek çözümü zor ve kompleks olan matematiksel denklemlerden daha kısa sürede ve kolay ulaşılabilmektedir. ANSYS sonlu elemanlar yönteminde modelleme iyi yapıldıktan sonra çözülmesi zaman alan ve maliyetli olan sorunlar daha kısa sürede ve maliyetsiz olarak çözülebilir. Bu nedenle tarımsal alandaki problemlerin çözümünde ANSYS önemli bir analiz yöntemidir. 3 tonluk kasaya sahip tek dingilli tarım arabasında oluşabilecek hasarları tespit etmek için çeşitli illerde tarım aracı üreten imalatçılar ve bu araçları kullanan çiftçilerle görüşerek en çok sorun teşkil eden aksamlar belirlenmiştir. Bu çalışmanın asıl amacı, ömür faktörünü etkileyen değişkenlerin tespitini doğru yapmak ve burada gerekli iyileştirmelerle optimum çalışma koşullarını sağlamaktır. Sonlu elemanlar yöntemi ile yapılan yorulma analizi, gerçek uygulamayla aynı sonuçlar vermiştir. ANSYS analiz yöntemiyle tarım aracının piston bağlantı noktaları 3 ton yüke maruz bırakılarak yorulma analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarında maksimum gerilmelerin piston bağlantı noktalarında olduğu tespit edilmiş ve statik durumdaki gerilmelerin malzemelerin maksimum akma gerilmesini aşmadığı görülmüştür. Buna rağmen yorulma analizinde minimum çevrim sayılarına ulaşıldığında güvenlik katsayısının azaldığı ve yorulma hasarının başladığı görülmüştür. Yapılan analizler sonunda piston bağlantı noktalarının en yüksek gerilme ve değiştirme değerlerinin olduğu kritik noktalar tespit edilmiştir. Gerilmenin en yüksek olduğu noktalardaki, güvenlik katsayısı değerleri bulunmuş, üst ve alt piston bağlantı noktalarına ait güvenlik faktörü değerlerinin genel makine tasarımında kabul edilebilir değerlerde

olduğu görülmüştür. Bu neticeler sayesinde, malzemenin ömrü için gerek duyulan emniyet katsayıları da hesaba katılarak malzemedeki optimum süre boyunca yararlanılmıştır. Bu çalışmada uygulama alanında elde edilen verilerle bilgisayar ortamında ANSYS analizleriyle elde edilen verilerin aynı olduğu görülmüştür. Böylelikle tespit edilen kritik noktaların güçlendirilmesiyle Türk mallarının kalitesi artarak ihracatta da tercih edilen daha kaliteli ürün imalatı sağlanmış olacaktır [12].

Hakan K. ve İlyas U. çalışmalarında ömür test makinasında kullanılan sac salıncağın yükleme değerlerini baz alarak yorulma dayanımını ve ömür hesabını yapmışlardır. ANSYS analizleriyle tekrarlı dinamik yüklemeye sac salıncağın ömrü ve kırılma meydana gelen yerler tespit edilmiştir. Salıncağın kırılma noktası ömür testi makinasında da tespit edilip her iki değer de aynı olduğu her iki şekilde de aynı noktada yorulma meydana gelip kırılma olduğu gözlemlenmiştir. Daha sonra sac salıncağın malzemesi değiştirilerek, sac kalınlığı artırılarak ya da yırtılma noktasında tasarım değişikliği yapılarak sac salıncağın mukavemeti ve ömrü artırılmıştır. Böylelikle modellenen tasarım sayesinde maliyetli testlere gerek kalmadan ön tahminlerle iyileştirme yapılmıştır [13].

Meral B. ve arkadaşları çalışmalarında mobilya sektöründe sık kullanılan düz frenli tas menteşelerin yorulma analizlerinin yanı sıra kinematik ve statik analizlerini de incelemişlerdir. AISI 1045 soğuk çekilmiş çelik malzemedeki üretilen tas menteşelerin analizleri TS EN 15570 standardına göre ANSYS sonlu elemanlar yöntemiyle yapılmıştır. Yorulma analizi değerlendirmeleri sonucunda yapıda değişiklikler önerilmiştir. Yapılan kinematik ve kinetik analiz sonuçlarının, sonlu elemanlar yöntemi ile statik ve yorulma analizinde kullanılması, sonlu elemanlar yöntemi analizine alternatif olarak gösterilmiştir. Kuvvet iletimi ve oluşan gerilme değerleri, yapılan noktasal ve yüzeysel temas değişimi ile emniyetli bölge içinde kalmıştır [14].

Şener. A.Ş bu çalışmada, Türk müşterisi otomobil kullanımı, bir LCV (hafif ticari araç) için Türkiye Misyon profilini oluşturmak amacıyla bir anket ile belirlenmiştir. Türkiye'nin müşteri kullanımı ile European County'nin misyon profilinden biri arasında bir karşılaştırma yapıldı. Bu aracın satış yüzdesine ve diğer model araçlarda ortaya çıkan aksaklık bölgelerine referans vermeden önce üretilmiş ve ayrıca Türkiye'nin coğrafi ve iklim şartlarında, bu tür araç için yeni bir test yolu oluşturulmuştur. Türkiye'nin

çubuklarının yorulma özelliklerini belirlemek için bir yol denemesi yapıldı. Yaklaşık 50 yol rotası ve bazı zorlu yolların yorgunluk özellikleri, sensörlerle donatılmış bir LCV (Hafif Ticari araç) ile elde edildi. Toplanan veriler; başak analizi, frekans analizi, aritmetik manipülasyon vb. Bundan sonra, Türkiye yollarının genel yük spektrumu direksiyon simidine ait rot rotuna ait. Yağmur akışında istatistiksel sayma yöntemi, yorulma karşılaştırmalarını anlamlı bir şekilde ve diğer uygulamaları yapmak için direksiyon simidi bağlantı çubuğunun sinyallerini uyguladı. Daha sonra MPA'ya göre direksiyon simidi bağlantı çubuğunun yorulma analizi FEA (Sonlu Elemanlar Analizi) kullanılarak hesaplandı ve Palmgren-Miner kuralı ile doğrulandı [15].

M. Sami G. çalışmasında sonlu elemanlar yönteminin başta tıp, diş hekimliği olmak üzere birçok mühendislik alanında da kullanıldığından, sonlu elemanlar yönteminin tarihçesi, yapısı, avantaj ve dezavantajlarından bahsetmiştir. Sonlu elemanlar yöntemi tasarım ve imalat aşamalarında bize istediğimiz kadar deneme şansı sunarak maliyet ve zaman tasarrufu sağlayacaktır. Sonlu elemanlar yöntemi ile ilgili bu çalışma ile gerilme analizi ve uygulanması için geniş bir literatür sunarak bu konudaki farkındalığın artırılması ve buna katkı sağlamak amaçlanmıştır [16].

Mehmet Y. ve arkadaşları çalışmalarında jant üretimleri ve testlerinin otomotiv yan sanayisindeki öneminden bahsetmişlerdir. Jantlar, içerisinde birçok mühendislik problemi içeren, yenilikçi pratik çözümlere ihtiyacı olan birden fazla üretim metoduna sahiptir. Jantlar kullanım süreleri boyunca yorulma yüklerinin etkisinde kaldığı için yorulma testleri oldukça önemlidir. Günümüzde fiziksel testlerin maliyetli ve zaman alıcı olmasından dolayı sonlu elemanlar yöntemi giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu çalışmada 17,5" tubeless jantın köşeleme yorulma dayanımı sonlu elemanlar analiz yöntemiyle bulunmuştur [17].

Senkai Lu ve arkadaşları çalışmalarında, bir taşıt modelinin tipik çalışma koşullarının analizine dayanarak, Solidworks yazılımı kullanılarak arka aks muhafazasının 3 boyutlu modeli oluşturulmuş ve sonlu elemanlar analizi yöntemi ile kasanın gerilme, gerilme ve yorulma ömrü elde edilmiştir. Değişken gerilmenin etkisinde, arka aks muhafazasında mevcut çatlak kusurları bulunmuştur. Sonuçlar, arka aks mahfazası ömrünün  $5,0 \times 10^5$  (5) üzerine çıktığını ve tasarım gereksinimlerini karşıladığını gösterdi. Testlerden elde edilen sonuçlar da analizlerle karşılaştırıldı. Önerilen sonlu elemanlar analizi yönteminin, arka

aks muhafazasının tasarım ömrünü öngören, arka aks muhafazasının yorulma ömrünü öngören iyi ve etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir [18].

A.O. Mohmmed çalışmasında petrol ve Gazın üretim sahasından terminale veya rafineriye taşınması, slug akış rejimi geliştirmek için tedarik edilen uzun boru hatlarının kullanılmasını gerektirir. Bu parça, yorulmaya neden olan döngüsel gerilmelere neden olabilir ve boru hatlarına zarar verebilir. Bu yazıda, ANSYS ticari yazılımında hareketli yüklerle pipeBeam 3 elementinin gerilme aralığı ve yorulma ömrünü değerlendirerek iç slug akışına bağlı olarak boru hattı için toplam yorulma ömrünü tasarlama ve hesaplamayı kullanmayı amaç edinmiştir. boru hattı boyunca slug akışını keserek dinamik yanıtı değerlendirildi. Seçilen farklı slug parametrelerinin toplam yorulma ömrü hesaplandı. Daha önce yayınlanmış bir araştırmada analitik çözüm ile karşılaştırılarak model doğrulandı ve makul bir anlaşma yapıldı. Sonuçlar, slug / boru ağırlık oranının arttırılmasının, daha yüksek dinamik gerilmelere ve borunun yorulma ömründe azalmaya yol açtığını göstermektedir. Dış çevre etkileri göz önünde bulundurulursa, bu model açık deniz boru hattı için kullanılabilir [19].

Özgün S. ve Mehmet Ç. çalışmalarındaki temel amaç, prototip sayısını ve seri üretime başlamak için gereken test süresini en aza indirmek için yeni bir yöntem geliştirmektir. Yaprak yaylarının yorulma ömrünün belirlenmesinden önce yorulma ömrünü etkileyen parametreler ve parabolik yaprak yay tasarımı kriterleri incelenmiştir. Parabolik yaprak yayın sonlu eleman modelinin gerilme ve yorulma ömrü analizi Ansys Workbench 14.5 ve Ansys nCode Design Life 14.5 kodları kullanılarak yapılmıştır. Sonlu elemanlar analizi sonuçları deney sonuçları ile karşılaştırılmış ve maksimum% 9,8 fark ile doğrulanmıştır. Bu çalışma, ağır ve hafif ticari araçlarda kullanılan yaprak yayların yorulma ömrünün prototiplerin üretiminden sonra uzun test süreleri olmadan sonlu elemanlar analizi ile belirlenmesinin mümkün olduğunu kanıtlamıştır [20].

Mr. Chavan ve Prof. A. Karande çalışmalarında ANSYS kullanarak santrifüj yağ temizleyici tasarımı, geliştirilmesi ve sonlu elemanlar analizinden bahsetmişlerdir. Uzun süreli kullanımdan sonra motor yağı filtrelenmelidir. Bilinen geleneksel yöntem, tam akış sistemi ve satır içi filtreleri kullanan baypas filtrasyon sistemidir. Ancak, tam akış sistemi durumunda, yağ filtresi tıkanırsa, yağ eksikliğinden dolayı motorun el koyma olasılığı vardır, bu nedenle ince filtrelerden geçen akış hızı da sınırlandırılarak kullanımına bir sınırlama getirilebilir. Bypass sistemi, filtrelenmiş veya filtrelenmemiş olmasına

bakılmaksızın, yağın motora her zaman ulaşmasını sağlayan yönlendirilmiş bir akış kavramını kullanır, bu, motorun ele geçirilmesini önleyebilir ancak motor parçalarının yıpranmasına neden olabilir. Ayrıca, yağın bypass sistemi içinden geçişi, sınırlı deşarj sıkıntısına maruz kalmaktadır. Santrifüjlü yağ temizleyici, yüksek deşarj oranının muhafaza edilebildiği etkili bir çözümlü olsa da, bugünkü masraflı bir seçenek olduğu kanıtlanmıştır, çünkü santrifüjlü yağ temizleyicide kullanılan kartuşun kullanım maliyetini büyük ölçüde arttıran kullanımdan sonra değiştirilmesi gerekir. Sabit mahfaza tipi yağ temizleyici tüm kartuşun bakım nedeniyle değiştirilmesi gerekmemeyle birlikte, sadece sabit mahfazanın iç duvarına monte edilen higroskopik kaplamanın ikame edilmesi gerekmektedir. Bu çok fazla maliyet tasarrufu sağlar. Bu yazı, değiştirilmiş yağ temizleyicisinin tasarımını ve FEA analizini tartışmakta ve yağ temizleyicisinin temizleme performansını değerlendirmektedir [21].

Myounggu Park çalışmasında, bir savaş uçağı üzerine monte edilmiş bir hidrolik filtrenin hizmet hatası olarak incelemiştir. Filtre kafasında çatlama meydana geldi ve plastik deformasyon belirtisi bulunmamıştır. Kimyasal inceleme ve mikro sertlik ölçümü, filtre kafası malzemesinin Al 6061-T6 olduğunu göstermiştir. Ancak alandan rastgele seçilen filtrelerin temel malzemesi Al 2024-T4 idi. Böylece yanlış malzeme seçimi onaylandı. Metalografi, hidrolik filtre kafasının erken kırılmasına katkıda bulunan mikroyapısal anomaliler gösterdi. Kırılma bölgesinin yüzey muayenesinde çizikler ortaya çıktı ve kırılma modunun yorgunluk olduğu doğrulandı. Başlangıç alanında, yorgunluk çatlakları için başlangıç alanları sağlayan korozyon çukurları vardı. Korozyon çukurları ve mikroyapısal anomaliler, Al 2024 için tasarlanan üretim işlemlerini yanlış malzemeye uygulayarak üretilebilir (Al 6061). Yorgunluk analizi ile önceden var olan kusurlar ve / veya kusurlar ile kırılmanın beklenen döngüsel ömründen çok daha önce gerçekleşmesi gerektiği doğrulandı. Malzemenin doğru seçimi bu durumda en önemli iyileştirici eylem olarak tespit edildi [22].

Ren-cai Zhang ve arkadaşları çalışmalarında hidrolik sistemin öneminden bahsetmişlerdir. Hidrolik sistem, performansı kritik bir şekilde içinden geçen yağın saflığına bağlı olan uçağın kontrol merkezidir. Hidrolik sistem yağının kirlenmesinin, felaketle ilgili başarısızlık ve kazaların ana nedeni olduğu bilinmektedir. Hidrolik yağ kirliliği alanındaki literatür taraması üç gerçeği ortaya koymaktadır: (i) dış kirletici maddelerin hidrolik yağın girmesini önlemek için etkili yöntemlerin bulunmadığı, (ii) sıvı ve gaz kirletici maddeler için etkili arıtma yöntemleri bulunmadığı Petrolün ve (iii) büyük



kirletici maddeler için gerçek zamanlı izlemenin bulunmaması. Bu çalışma, başlıca gaz kirleticilerin, özellikle gaz kirleticilerin tehlikelerini, kaynaklarını ve giderilme yöntemlerini sistematik olarak incelemektedir. Sorunlu olan mevcut pasif bakım teknikleri yerine, petrol kirliliğini kontrol etmek için aktif bir yöntem önerilmektedir. Havacılık hidrolik sisteminin bir durum incelemesinde, aktif kontrol sistemimiz (i) dış kirleticilerin girmesini önlemek için bir kapalı hidrolik devre ve bir kapalı yağ tankı, (ii) kirletici maddelerini tüketim maliyetleri oluşturmadan verimli bir şekilde çıkarmak için bir vakum santrifüjü ve (iii) çalışma sırasında yağdaki kirletici içeriği aktif olarak izlemek için kurulmuş cihazları izleme. Saflaştırma deneylerinden ve üç boyutlu modellemeden elde edilen sonuçlar, hidrolik yağı kontaminasyonunun aktif kontrolünün% 98.4 katı kirleticileri etkin bir şekilde giderebileceğini ve su içeriğini 50 ppm'nin altına düşürebildiğini ve özellikle de gaz içeriğini% 2'nin altına düşürebildiğini göstermektedir. Bu yöntemin havacılık hidrolik sistemlerinin sürekli çalışma kabiliyetini artırabileceği ve yağdaki kirletici içeriği azaltarak hava taşıtlarının aracılık süresini uzatabileceği açıktır [23].

Navneet Kumar Jha, S . N Sapali nin çalışmasında su filtrasyonu ve analizleri anlatılmıştır. Su filtrasyonu, suda bulunan istenmeyen süspanse partiküllerinin uzaklaştırılması ve belirli bir amaç için uygun hale getirilmesi işlemidir. Her ne kadar endüstriyel filtreler, gerçek makineler veya operasyonel konseptler kadar çekici bir rol oynamasa da, endüstriyel filtreler de herhangi bir üretim sürecinin önemli bir parçasıdır. Endüstriyel filtreler; kimyasal, farmasötik, kozmetik ve yiyecek ve içecek dahil olmak üzere birçok farklı endüstride kullanılmaktadır. Verimli filtreler olmadan, son ürünler düşük kalitede olur. Tüm proses endüstrileri, öngörülen standarttaki suyu elde etmek için su filtresi kullanır. Endüstriyel su filtresi sürekli su filtresi olduğundan, asgari bakım gerektirecek şekilde yapılmalıdır. Kirli su, kaba filtreden geçtikten sonra ince filtreye girer, böylece daha büyük kirlilikler önce uzaklaştırılır ve daha sonra silindirin iç kısmından geçer. Kirlilikler silindirin iç tarafında toplanır ve bu nedenle filtrenin iç tarafı temizlenmelidir. Daha fazla hareketli parça varsa, daha fazla bakım sorununa ve dolayısıyla daha fazla rölanti zamanına neden olur. Bu makale, sürekli su temini için benzersiz bir üç aşamalı su filtresi sunar. Tüm filtreleme işlemi, tüm filtrasyonun minimum aşamada yapılmasını sağlayan, yıkama ve geri yıkama işleminin normal olarak üç aşamasına ayrılır. Yalnızca bir hareketli parça yönlendirme plakası olduğundan, sistemin bakım gereksinimini azaltır. Bu su filtresi yabancı maddeleri filtrelemek için

delikli silindir kullanır. Filtrenin tüm CFD analizi ANSYS Workbench 15.0'da yapılmıştır. Akışkan alanı, Ansys Design Modeller'de yapıldı ve daha sonra tetrahedral ve heksahedral elemanların karışımı kullanılarak Ansys Meshing'de yapıldı. Tüm modelin analizi, gözenekli ortam yaklaşımı kullanılarak ANSYS Fluent'da yapıldı. Ergun denklemini kullanan bu gözenekli ortam yaklaşımı, silindirik filtrenin çevresi boyunca mevcut olan deliklerin yaratılması ihtiyacını ortadan kaldırarak hesaplama zamanını ve kaynağını korur. Prototip deneysel olarak test edildi ve sonuçlar simülasyon sonuçlarıyla karşılaştırıldı ve tatmin edici bir şekilde bulundu. Simülasyon, farklı kütle akış hızları ve saptırma plakasının ve yıkama valfinin farklı oryantasyonu için değişiklik yapmak için yapıldı. Basınç düşüşü ve hız profili oluşturuldu ve saptırma plakasının otomatik hareketine filtre boyunca basınç düşüşüne dayanarak karar verildi. Normal, yıkama ve geri yıkama pozisyonu için simülasyon yapıldı ve prototipin deneysel sonuçları ile karşılaştırıldı. Filtre, yön değiştirici plaka, hareketi suyun akış yönünü belirlediği için çok önemli bir rol oynar. Yön değiştirici plakanın, yani kapalı veya açık konumuna, delikli filtre boyunca basınç düşüşüne dayanarak karar verilir. Plakanın hareketi, mevcut safsızlıkların yıkama valfi içinden dışarı atılacağı şekilde düzenlenmiştir [24].

P.Vineeth Kumar, S.Ragunath, A.k Nachimuthu çalışmasında punta kaynağının yorulma ömrü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Nokta kaynağı, otomotiv parçaları için metal levhaların birleştirilmesinde birincil yöntemlerden biridir. Otomotiv tasarım mühendislerinin, farklı eklemlerin mekanik davranışlarını anlamaları ve ayrıca bilgisayar destekli mühendislik ve tasarım araçlarını kullanarak bu tasarımların statik, etki ve yorulma dayanımlarını erken tasarım aşamasında kullanmaları önemlidir. Çalışmanın amacı, yorulma yüküne maruz kaldığında külçe ömrünü tahmin etmektir. Esas olarak analizi yapmak için dikkate alınan parametreler sac kalınlığı, spot çapı ve yükleme koşullarıdır. Nokta kaynaklı yorulma analizi tekniğini göstermek için basit bir model kullanılmıştır. Sonlu elemanlar modeli ve analizi, sonlu elemanlar analizi ticari kodları kullanılarak gerçekleştirilir. Ticari yazılım Ansys tezgahı yorulma analizini gerçekleştirmek için kullanılır. Spot çapının ve sac kalınlığının spot kaynaklı eklemin yorulma ömrünü büyük ölçüde etkilediği sonuçlarından anlaşılabilir. Elde edilen sonuçlar ayrıca, numunenin, yorgunluk arızası özelliğini açıkça gösteren malzemenin verim stres sınırının çok altındaki gerilme değerinde başarısız olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada ayrıca, yapay sinir ağları kullanarak maksimum stres denklemini tanımlayarak,

farklı boyutlardaki nokta kaynaklı numunelerin yorulma ömrünü tahmin etmek için ekonomik bir tasarım yöntemi önerilmiştir [25].

Shujie Liu, Chi Liu, Yawei Hu, Sibao Gao, Yifan Wang, Hongchao Zhang çalışmalarında santrifüjlü kompresör çarklarının yorulma ömrü değerlendirmesini ele alarak, endüstriyel uygulama ve uygulamada kritik bir konu olduğunu vurgulamışlardır. Bu yazıda, hem merkezkaç yükü hem de aerodinamik yük, sonlu elemanlar analizi (FEA) kullanılarak pervane ömrünün analizinde ele alınmıştır. Analiz, stres konsantrasyon bölgelerini ve sonlu elemanın maksimum stres noktasında ortalama stresini göstermiştir. Çarkın S – N eğrisi bu nedenle hesaplamalı bir model ile donatılmıştır. Modelin, elde edilen sonuçları deneysel verilerle karşılaştırarak güvenilir olduğu kanıtlanmıştır. Böylece, pervanenin arıza mekanizması analitik olarak ifade edilebilir ve güvenilirliği çevrimiçi olarak değerlendirilebilir [26].

Jian Yong Feng, Jianchun Zhang'ın makalelerinin temel amacı, yaygın olarak kullanılan yağ filtrasyon malzemelerinin yapısını ve özelliklerini hiyerarşik küme yöntemine dayanarak araştırmak ve yeni filtre materyalleri geliştirmektir. Bu amaç için on farklı yağ filtrasyon materyali seçtik ve filtrasyon özelliklerinin karşılaştırmasını yaptık. Ek olarak, bu on yağ filtrasyon malzemesini üç farklı kategoride sınıflandırmak için hiyerarşik küme yöntemi kullanılmıştır. Farklı özelliklere sahip veri matrisi durumunda nesnel sınıflandırma sonuçları, neredeyse subjektif sınıflandırma sonucu ile tutarlı olan oldukça kesin bir sonuç elde etti. Üç farklı tipte filtrasyon malzemesinin pratik uygulamada farklı yapı ve özelliklere sahip olduğu bulundu. Ek olarak, sonuçlar hiyerarşik küme analizi temelinde geliştirilen yeni filtrenin filtreleme özelliğinin birinci malzemeye çok yakın olduğunu göstermektedir [27].

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Sonlu Elemanlar Analiz Yöntemi

###### Sonlu Elemanlar Analizi Nedir?

Sonlu Elemanlar Analizi (FEA), Sonlu Elemanlar Metodu (FEM) adı verilen sayısal tekniğin kullanıldığı herhangi bir fiziksel olguların simülasyonlu halidir. Mühendisler, ürünleri geliştirirken fiziksel prototip elde etmek, deneylerin sayısını azaltmak ve verileri tasarım aşamasında optimize etmek için Sonlu Elemanlar Metodu'nu kullanırlar. Sonlu elemanlar metodu (FEM), kısmi diferansiyel denklemlerle tarif edilen veya fonksiyonel minimizasyon olarak formüle edilebilen problemleri çözmek için sayısal bir tekniktir. Bir ilgi alanı sonlu elemanların bir topluluğu olarak temsil edilir [28].

Sonlu elemanlarda yaklaşık fonksiyonlar, aranan bir fiziksel alanın düğüm değerleri olarak belirlenir. Sürekli bir fiziksel problem, bilinmeyen düğüm değerleri ile ayrıklaştırılmış bir sonlu elemanlar problemine dönüştürülür. Doğrusal bir problem için, bir doğrusal cebirsel denklem sistemi çözümlenmelidir. Sonlu elemanların içindeki değerler nodal değerler kullanılarak geri kazanılabilir.

FEM'in iki özelliğinden bahsedilmeye değer:

- 1) Sonlu elemanlar üzerindeki fiziksel alanların parça bazında yaklaşımı, basit yaklaşıklarıma fonksiyonlarında bile iyi hassasiyet sağlar (herhangi bir hassasiyet elde edebileceğimiz eleman sayısını artırır).
- 2) Yaklaşımın yeri, ayrık bir problem için seyrek denklem sistemlerine yol açar. Bu, çok sayıda düğüm bilinmeyenli ile sorunları çözmeye yardımcı olur.

Sonlu elemanlar yönteminin pratik uygulamaları, eşzamanlı doğrusal cebirsel denklemlerin büyük sistemlerine yol açar. Neyse ki, sonlu elemanlar denklem sistemleri, depolama ve hesaplama zamanını azaltan bazı özelliklere sahiptir. Sonlu eleman denklem sistemleri: simetrik, pozitif kesin ve seyrek. Simetri, diyagonal girişler dahil olmak üzere matrisin sadece yarısını kaydetmeye izin verir. Pozitif kesin matrisler, ana diyagonal

üzerindeki büyük pozitif girişlerle karakterize edilir. Solüsyon dönmeden gerçekleştirilebilir. Seyrek bir matris, sıfır olmayan girdilerden daha fazla sıfır girişi içerir. Seyreklik, depolamayı ve hesaplamaları ekonomik hale getirmek için kullanılabilir. Doğrusal denklem sistemleri için çözüm yöntemleri iki büyük gruba ayrılabilir: doğrudan yöntemler ve yinelemeli yöntemler. Doğrudan çözüm yöntemleri genellikle orta büyüklükteki sorunlar için kullanılır. Büyük problemler için yinelemeli yöntemler daha az hesaplama süresi gerektirir ve bu nedenle tercih edilirler. Matrix depolama formatları çözüm yöntemleri ile yakından ilgilidir [29].

Sonlu elemanlar yöntemin avantajları;

- ✓ Sonlu Elemanlar Yöntemi geometrisi karmaşık şekillerin incelenmesine olanak sağlar. Çözüm bölgesi alt bölgelere ayrılabilir ve değişik sonlu elemanlar kullanılabilir. Gerekliğinde bazı alt bölgelerde daha hassas hesaplamalar yapılabilir,
- ✓ Sonlu Elemanlar Yöntemi değişik ve karmaşık malzeme özellikleri olan sistemlerde kolaylıkla uygulanabilir. Örneğin, anizotropi, nonlineer, zamana bağlı malzeme özellikleri gibi malzeme özellikleri dikkate alınabilir,
- ✓ Sınır koşulları, sistemin temel denklemleri kurulduktan sonra, oldukça basit satır sütun işlemleriyle denklem sistemine dahil edilebilir,
- ✓ Sonlu Elemanlar Yöntemi matematiksel olarak genelleştirilebilir ve çok sayıda problemi çözmek için aynı model kullanılabilir,
- ✓ Yöntemin hem fiziksel anlamı hem de matematiksel temeli mevcuttur.

Sonlu elemanlar yöntemin dezavantajları;

- ✓ Bazı problemlere uygulanmasında bazı zorluklar vardır,
- ✓ Elde edilen sonucun doğruluğu verilerin doğruluğuna bağlıdır,
- ✓ Bir bilgisayara ihtiyaç duyar,
- ✓ Kabul edilebilir doğru sonucun elde edilmesi için bölgenin ayrıklaştırılması deneyim gerektirir,
- ✓ Diğer yaklaşık yöntemlerde olduğu gibi, Sonlu Elemanlar Yöntemi ile elde edilen sonucun doğruluğu üzerinde de dikkat edilmeli ve fiziksel problem iyi incelenmelidir. Çıkabilecek sonuç önceden kestirilmeli ve sonuç ona göre test edilmelidir.

### Sonlu Elemanlar Analiz Yönteminin Tarihçesi

Çağımızın kullandığı sonlu elemanlar yöntemi, 1900'lü yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Yapı analizinde kullanılan ilk yöntem olarak tarihte geçmektedir. 1941 yılında Hrennikoff ve 1943 yılında Mc Henry yarı analitik yöntemi ile ilk analizi geliştirmişlerdir. 1960 yılında Kelsey ve Argyis yaptıkları çalışmalarda virtuel iş prensibini baz alarak düzvarım yöntemi geliştirmişlerdir. 1956 yılında Turner ve diğer araştırmacılar üçgen şeklindeki eleman için rijitlik matrisini oluşturmuşlardır. Tarihte ilk olarak 1960 yılında Clough tarafından, yaptığı çalışmada ‘‘sonlu elemanlar’’ terimini kullanmıştır. 1960 yılında Turner ve diğer araştırmacılar ‘‘nonlineer’’ problemlerin çözümü için yeni yöntem geliştirdiler.

Sonlu elemanlar metodu, yapı dışında ısı iletkenliği, manyetik alanlar, sıvıların akışı gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

1970 yıllarında paket sonlu elemanlar programı genel amaçlı olarak yaygınlaşmaya başlamıştır. Mikro bilgisayarlarda 1980’li yılların sonlarında kullanılmaya başlandı. 1990’lı yılların ortalarında 40.000 civarında kitap ve makale yayınlanmıştır [30]. Bu alanda bir çok çalışma yapılmıştır [31-50].

### Sonlu Elemanlar Analiz Yönteminin Temelleri

Sonlu elemanlar metodunda yapı, davranışı daha önce belirlenmiş olan bir çok elemana bölünür. Elemanlar "nod" adı verilen noktalarda tekrar birleştirilirler (Şekil 3.1.). Bu şekilde cebrik bir denklem takımı elde edilir. Gerilme analizinde bu denklemler nodlardaki denge denklemleridir. İncelenen probleme bağlı olarak bu şekilde yüzlerce hatta binlerce denklem elde edilir. Bu denklem takımının çözümü ise bilgisayar kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Sonlu elemanlar metodunda temel fikir, sürekli fonksiyonları bölgesel sürekli fonksiyonlar (genellikle polinomlar) ile temsil etmektir. Bunun anlamı, bir eleman içerisinde hesaplanması istenen büyüklüğün (örneğin deplasmanın) değeri, o elemanın nodlarındaki değerler kullanılarak interpolasyon ile bulunur. Bu nedenle, sonlu elemanlar metodunda bilinmeyen ve hesaplanması istenen değerler, nodlardaki değerlerdir. Bir varyasyonel prensip (örneğin, enerjinin minimum olması prensibi)



sektörlerde kullanıldığı gibi, tüm standart havalandırma ve filtre uygulamalarında da kullanılırlar.

**Rulo Filtre Kullanım Alanları:** Rulo filtreler havalandırma sistemlerinde, fan coillerde, kompresörlerde, mutfak davlumbazlarında, hava koşullandırma sistemlerinde kullanıldığı gibi boya kabinlerinde de ön filtre olarak kullanılmaktadır.

**Hepa-Ulpa Filtre Kullanım Alanları:** Ameliyathaneler, ilaç ve mikro elektronik üretimi, nükleer teknik gibi yüksek hava kalitesine ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılır.

**Aktif Karbon Filtre Kullanım Alanları:** Endüstriyel mutfak havalandırma, restoranlar, kantinler vb. hijyenik Hava gerektiren sistemlerde, Ofis binaları, bekleme salonları, toplantı odaları, havaalanları, Laboratuvarlar, Kimyasal, İlaç ve Gıda Sanayiinde dolum noktalarında kullanılmaktadır.

**Silindir Kartuş (Jet -Pulse, Teflon) Filtreler Kullanım alanları:** Yüzey işleme, kaynak dumanı, toz ve boya toplama sistemleri, metal kaplama endüstrisidir.

**Hidrolik Filtreler Kullanım Alanları:** Endüstriyel, inşaat, maden, gemi ve diğer bütün hidrolik ve pnömatik sistemlerde kullanılır. Fabrikalar, tersaneler, denizcilik şirketleri, inşaat, maden ve otomotiv işletmelerinde kullanılmaktadır.

**Krom Filtreler Kullanım Alanları:** Fabrikalarda, inşaat, gemi ve maden sektöründe çeşitli yakıt ve sıvı kimyasalların filtre edilmesinde kullanılır.

**Seperatör ve Hava Kurutucu Filtreler Kullanım Alanları:** Kompresör sistemleri, hastaneler, gıda üretim tesisleri, tekstil fabrikaları, ilaç sanayisi ve otomasyon sistemlerinde yaygın kullanılan filtrelerdir.

**Doğalgaz Filtreleri Kullanım Alanları:** Doğalgaz, LPG sistemleri ve çeşitli sanayi alanlarında kullanılır.

**Gemi Sanayi Filtre Kullanım Alanları:** Gemi ve gemi sanayisinde kullanılan filtreleri kapsamaktadır.

**Disk Filtreler Kullanım alanları:** Fabrikalar, gemi tersaneleri ve gemilerde kullanılan filtrelerdir



Kaset (Panel) Filtre Kullanım Alanları: Havalandırma sistemlerinde, fan coillerde, kompresörlerde, mutfak davlumbazlarında, hava koşullandırma sistemlerinde kullanıldığı gibi boya kabinlerinde de ön filtre olarak kullanılmaktadır.

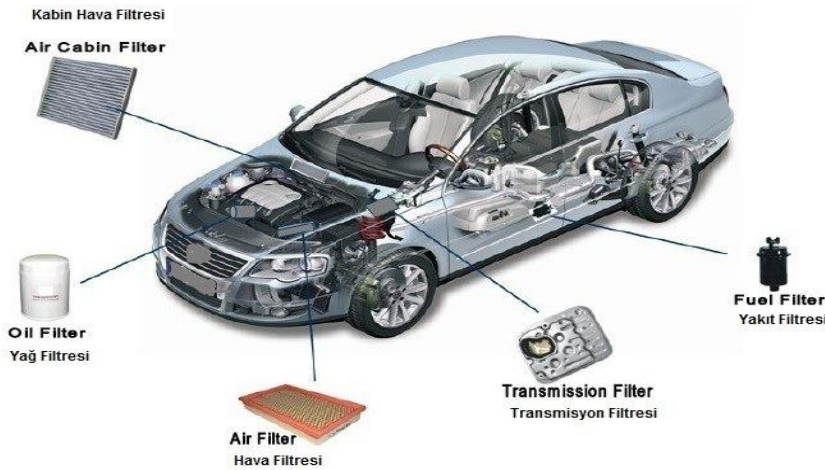
Kartuş ve Sıvı Filtre Kullanım Alanları: Arıtma tesisleri, Cafeler gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Hava Filtrasyonu, Sıvı Filtrasyonu, Duman Ve Koku Filtrasyonu, Yağ Buharı Filtrasyonu, Toz Toplama Sistemleri, Havalandırma Ekipmanlarında muhtelif filtreler kullanılmaktadır [52].

### Otomotiv Sektöründe Kullanılan Filtre Çeşitleri

Her bir otomobilin içinde birden fazla filtre vardır. Otomobillerde bulunan her bir filtrenin farklı ve önemli bir görevi vardır fakat hepsinin ortak ve temel görevi ise “arındırmak(süzme)”tir. Tüm bu filtreler, kimi zaman akla hiç gelmese de, aslında bir otomobilin verimli bir şekilde çalışmasında son derece önemli bir rol oynarlar.

Standart bir otomobilin içerisinde 4 çeşit filtre bulunmaktadır. Bunlar Resim 3.1’de görüldüğü gibi Hava Filtresi, Yağ Filtresi, Yakıt Filtresi ve Kabin filtresidir.



Resim 3.1. Binek otomobil içerisinde bulunan filtre çeşitleri [53]

Hava Filtresi: İçten yanmalı motorların iyi performans göstermeleri için temiz hava girişine ihtiyaçları vardır. Kurum, pislik veya toz gibi havayı kirleten parçacıklar yakma bölmesine girdiklerinde aşınmaya neden olabilirler; örneğin silindir başlarında aşınma

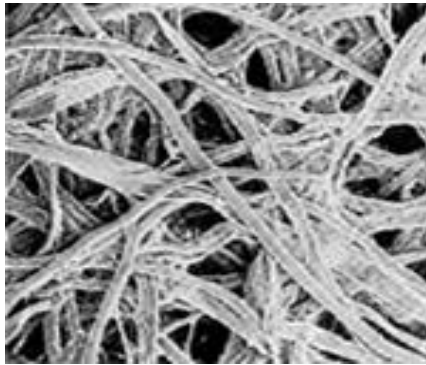
ve yıpranma oluşabilir. Emme ve yakma bölümü arasındaki elektronik parçaların işlevleri zarar görebilir. Toz ve suyun ayrıştırılması, hidrokarbonun yüzeye çekilmesi gibi fonksiyonlar, akustik bileşenler ve daha pek çok fonksiyon ve bileşen sistem parçalarına entegre edilebilir [54].

Hava filtresinin temel amacı, aracın veya kullanılan cihazdaki motorun ihtiyaç duyduğu temiz hava sirkülasyonunu doğrudan sistemli şekilde sağlamaktır. Otomobildeki yakıt kadar önemli olan filtre, motorun çalışmasında etkili ekipmanlardan kabul edilmektedir. Verimli ve dayanıklı bir hava filtresi uzun vadede aracın yakıt verimliliğini üst düzeyde tutacağından gereksiz masrafı ortadan kaldırıp çok büyük avantaj sağlar. Dolayısıyla da bu filtrenin düzenli olarak araç üreticilerinin belirttiği aralıklarda temizlenmesi ve gerektiğinde yenilenmesi gerekir. Otomotiv sektöründe kullanılan filtreler değişken şekil ve ölçülerde tasarlanıp dizayn edilir ve kullanılan malzemeye göre farklı olarak üretilir. Tüm filtreler değiştirilemez kasa ve değiştirilebilir kartuşlardan oluşur.

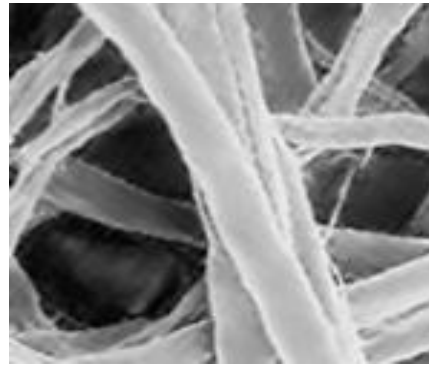
Hava filtrelerinde kullanılan malzemelerinin yüksek dayanıklılığa sahip olması gerekir. Emme havasını verimli ve güvenilir biçimde arındırıp sisteme göndermesi gerekir. Böylece hava/yakıt karışımı (Ortalama 1 litre yakıt için 10m<sup>3</sup> hava.) hesaplanan oranda oluşur ve motor performansının sürekli yüksek olması sağlanır. Motor tasarımında gittikçe artan gelişen teknoloji ve sistemler, parça ve motor sayısının sürekli artması ve beraberinde araç güvenliği ve yolcu koruması ile ilgili daha sıkı yasal düzenlemeler ile motor bölümü içindeki montaj alanını sürekli azaltmaktadır. Bu nedenle artan talepleri karşılamak ve daralan montaj alanlarına uyum sağlayabilmek için modern hava filtresi sistemleri daha kompakt olmalıdır [55].

Genellikle, Hava Filtresi üretiminde kullanılan süzücü eleman malzemesi, Fendl, Epoksi veya Akrilik Reçine emdirilmiş elyaf selüloz bazlı filtre kağıdıdır.(Resim 3.2 ve Resim 3.3'te süzücü eleman yapısı) Elyaf selülozun bu şekilde emdirilmesi, onu su, yağ ve yakıt buharından korur. Süzme verimliliğini ve atık madde emiciliğini artıran sentetik elyaftaki hava filtreleri süzücü elemanı olarak sıkça kullanılır. Ayrıca, dokunmamış kumaştan yapılan tamamen sentetik olan bu süzücü malzemeler özel yapılarından dolayı, geleneksel filtre kağıtlarına göre istenmeyen maddeleri daha iyi tutar. Özellikle her bir katmanın farklı yapı ve süzme özelliğine sahip olduğu durumda 2 kademeli hatta 3 kademeli süzücü eleman kullanmak gerekebilir. Hava, her kademenin farklı ölçeklerde

partikülleri süzmesiyle daha iyi temizlenir. Bu özellik emiciliği ve filtre verimliliğini artırır [56].



**Büyütme 60x**

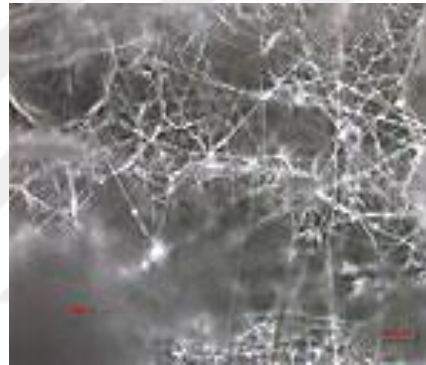


**Büyütme 200x**

Resim 3.2.Selüloz liflere göre filtre kağıdı yapısı



**Büyütme 60x**



**Büyütme 200x**

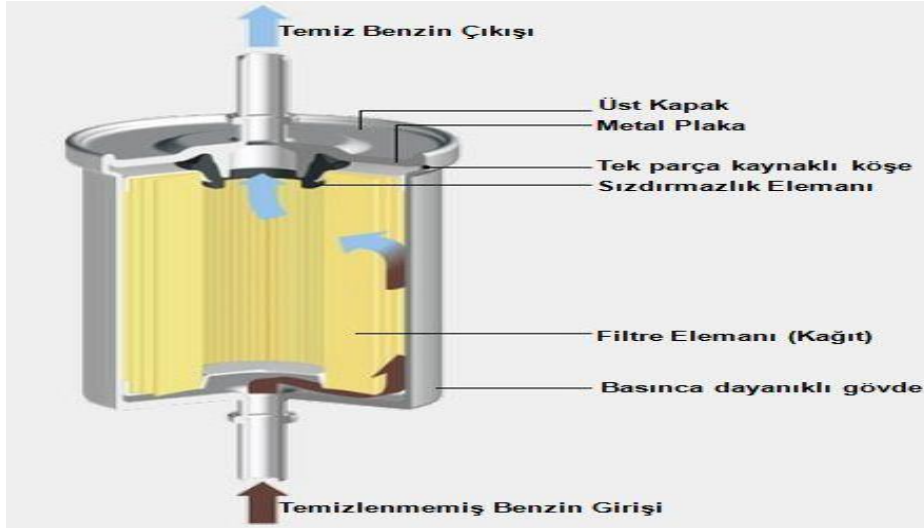
Resim 3.3.Filtrasyonun Kumaş Yapısı (nonlifler)

Hava filtreleri Resim 3.4'de görüldüğü gibi genel olarak kendi içlerinde yuvarlak hava filtreleri,panel hava filtreleri,kabin hava filtreleri, Ağır Hizmet Hava Filtreleri ,radyal hava filtreleri,hava/yağ seperatör filtreleri ve polen filtreleri olarak sınıflandırılır.



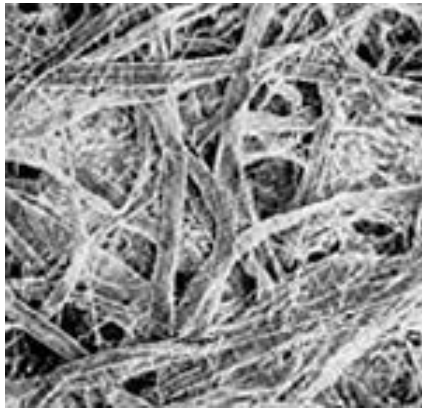
Resim 3.4 Hava Filtresi Çeşitleri [55]

**Yakıt Filtresi:** yakıt deposundan gelen benzin ya da dizel türündeki yakıtın içerisinde olabilecek katı pislikleri süzerek temiz şekilde enjektörlere iletilmesini sağlayan filtredir (Resim 3.5). Bütün filtreler gibi asıl görevi süzme işlemidir. Depodan motora giden yakıt hattı üzerinde ve/veya yakıt deposunun içinde, genelde sol taraftaki yakıt deposu kapağının içinde bulunur. İçten yanmalı motora sahip araçların büyük bölümünde bulunmaktadır. Son teknoloji dizel motorlardaki yüksek basınçlı enjeksiyon sistemleri yüksek kalitede yakıt gerektirmektedir. 2000 bar dan başlayan enjeksiyon basıncında meydana gelen artış ve yakıttaki biodizel parçacıklarındaki artış nedeniyle motoru zarar vermeden korumak için sıvı ve partikül ayrımı gitgide önem kazanmaktadır. Yakıt filtreleri yakıttaki zararlı partikülleri süzerek motora zarar vermesine engel olur [57].



Resim 3.5 yakıt filtresi çalışma prensibi [58]

Gerekli ideal verimlilik ve partikül emiciliğine bağlı olarak yakıt filtresi süzücü elemanında sentetik elyaf ilavesi ile fenol ya da epoksi reçine emdirilmiş selüloz bazlı (Resim 3.6) filtre kağıdı kullanılır. Verimlilik ve partikül emiciliğine bağlı ihtiyaçlar partikülleri ölçü ve türüne göre tutan sentetik ve yan sentetik çok katlı metaryallerin yapılmasına neden olmaktadır. Mazot filtre meteryallerini yakıtta karışmış suyu da etkin bir şekilde ayırması gerekmektedir [59].



Büyütme 60x



Büyütme 200x

Resim 3.6 Yakıt Filtrelerinde Kağıt Yapısı

Tıpkı aracın mekanik aksamında kullanılan diğer filtrelerde olduğu gibi yakıt filtresinin de belirli zaman aralıklarında değiştirilmesi gerekir. Yakıt filtrelerinin ne kadar sürelik zamanlarda değişmesi gerektiği araçların modeline göre değişkenlik göstermektedir.

Bunun için araç üreticilerinin bakım periyotlarındaki zaman aralıklarına ve periyotlara uyulması gerekmektedir. Bir çok durumda olduğu gibi yakıt filtresini de orijinal kullanmanız ve gereken zaman aralıklarında değişimlerini yapmanız aracınızın sağlığı açısından oldukça önemlidir [60].

Yakıt filtreleri genel olarak Resim.3.7’de görüldüğü gibi Atom (spin-on) Yakıt Filtreleri, Eleman yakıt filtreleri, ECO (ekolojik) Yakıt Filtreleri, Spin-On Yakıt / Su Seperatör Filtreleri, Eleman Yakıt / Su Seperatör Filtreleri, Enjeksiyon Benzin Filtreleri şeklinde sınıflandırılır.

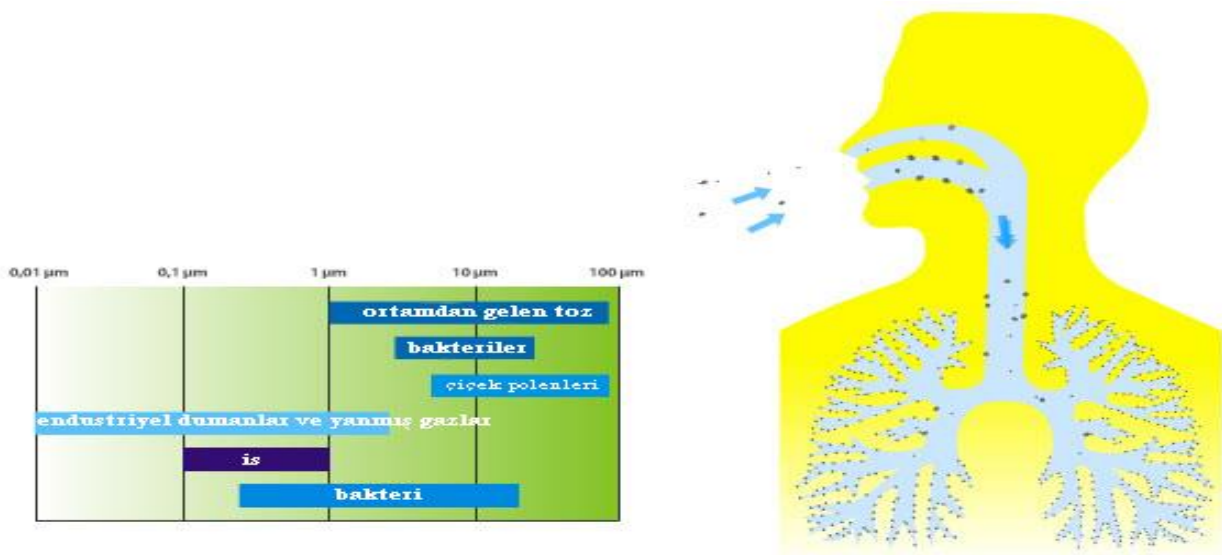


Resim 3.7 çeşitli yakıt filtresi resimleri [55]

**Kabin Filtresi:** Aynı zamanda polen veya klima filtresi olarak da bilinen kabin filtresi, araçların çalıştıkları ortamdaki havada toz, kurum, polen, su tanecikleri, zehirli gazlar, bakteri vs. bulunduğundan dolayı, araç dışından araç içerisine giren havanın süzülmesi için kullanılır. Araçların içerisindeki havalandırma sistemi, klima & kalorifer sayesinde olmaktadır.

Araç içerisindeki havalandırma sisteminde kaliteli filtrasyon yapılmaz ise dışarıdan araç içerisine, insan sağlığını Resim 3.8’de görüldüğü gibi direk etkileyecek miktarda toz, zehirli gaz, bakteri girer ve gerek nefes yolu ile akciğerlere gerekse göz içerisine girerek insan sağlığını önemli derecede tehdit eder.





Resim 3.8 Atmosferik havadaki partikül boyutları ve insan solunum sisteminin kirlilikten korunma yeteneği [61]

Kabin filtreleri ayrıca ek karbon katmanı sayesinde araç içerisindeki kötü kokuları ve hidrokarbon,  $SO_2$ ,  $NO_x$  ve ozon gibi zararlı gazları da önlemektedir. Bu, araç kabini içerisinde sağlıklı bir ortam oluşmasına büyük katkı sağlamakta ve insanlar özellikle de astım ve alerjisi olan insanlar için de büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda kabin filtreleri; yorgunluk, saman nezlesi, göz sulanması, nefes darlığı gibi sürücülerini olumsuz yönde etkileyebilecek ve sürüş güvenliğini tehlikeye sokabilecek kirli havayı arındırırlar. Bu zararlı ve kirlitici partiküllerin yoğunlaşması, mevsimler, hava şartları, sanayi yoğunluğu ve yol trafiği gibi nedenlerle oluşabilir ve filtresiz arabalardaki hava kirliliği dış ortamdan 10 kat daha kirliliğe ulaşabilir [62].

Kabin filtrelerinin; son teknoloji hammadde ve malzemeler kullanılarak, teknolojik üretim proseslerinde üretilmiş ve teknolojik laboratuvarlarda test edilerek onaylanmış, kompakt, yüksek verimli, alev dayanıklı, anti bakteriyel, zehirli gazları tutabilen ( aktif karbonlu filtreler için geçerli ), değişken ısı ve nem şartlarında dayanıklı, bertarafı veya geri dönüşümü kolay filtreler olarak üretilmelidir. Ancak bu şartlarda üretilmiş filtreler kaliteli olarak tanımlanabilir.

Filtre değişimi sırasında, kabin filtrelerinin verimliliği kolaylıkla görülebilir. Yapılması gereken tek şey, Resim.3.9'da görüldüğü gibi kullanılmış filtrenin yüzeyine göz atmaktır. Filtre üzerinde toplanan bu kirliticilerin akciğere solunacağını farkında olmak, arabada kabin filtresi kullanmanın muhtemelen en büyük gereksidir.



Resim 3.9 Emme öncesinde ve sonrasında filtre [63]

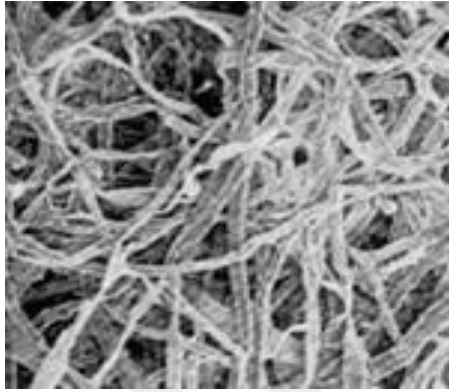
### 3.2.1 Yağ Filtresi

Motordaki ve silindir duvarlarındaki her hareketli parça, uygun yağlama ve uzun ömür için temiz yağ gerektirir. Yağ filtresi, filtre elemanından veya filtre ortamından geçen yağı temizler. Motorların iç kısımlarında erken aşınmanın önlenmesi ve dönen parçalar için kesinlikle yağlayıcı. Tek başına hareket eden motor yağı, bu kirletici maddeler ve aşınma malzemeleriyle hızlı bir şekilde doymun hale gelir ve aşınmaya karşı etkin bir şekilde korunmak için her kısa mesafede olduğu kadar çok sık değişiklik gerektirir. Motor yağının uzun süre dayanmasını sağlayan motor yağ filtresidir. Yağ pompasının hasar görmesini ve yıpranmasını önlemek de önemlidir. Yağ filtresi ile motor yağı, hem motor bileşenlerine hem de yağ pompasına sağlık güvencesi sağlayarak uzun bir süre dayanabilir. Yağ filtreleri, yağ, toz, aşınmış metal, karbon birikintileri, kurum parçacıkları gibi kir ve katı parçacıklardan güvenilir şekilde arındırır [64].

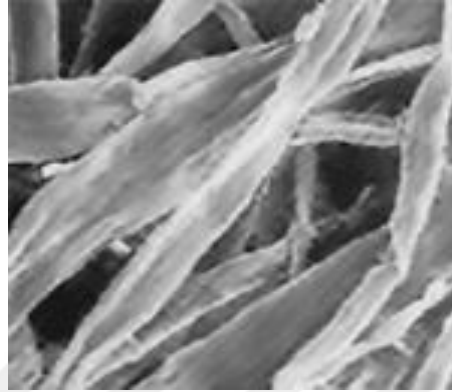
Yağ filtreleri; kirlenmiş yağları, motor çalıştığı sürece aşınmadan dolayı oluşan parçacıkları, motordan uzak tutmak amacıyla kullanılır. Karbon zerrecikleri, partiküller, toz, aşınmış metal ve pislikler, motorun çalışması sırasında yağa karışabilirler. Bu yabancı maddelerin bir kısmı kartere çöker, yağ süzgeci ve tapa miknatısı tarafından tutulur, fakat daha küçük zerrecikler yağlama sistemine karışmadan filtre tarafından süzülür ve sisteme zarar vermeleri önlenir. Bütün içten yanmalı motorlarda yağ filtresi mevcuttur. Hem filtrenin, hem de motorun mekanik ömrü açısından motora uygun yağ ve bu yağla uygun filtre kullanılmasına özen gösterilmelidir [65].



Yağ filtrelerinin süzücü malzemesi, özel fenol ve epoksi reçine emdirilmiş selüloz elyaf bazlı Resim 3.10'da görülen filtre kağıdıdır. Bu süzücüler, yüksek ısı ve yağın içinde bulunan veya bozulan yağla ortaya çıkan zararlı kimyasal madde ve partiküllerden korumaya yardımcı olur.



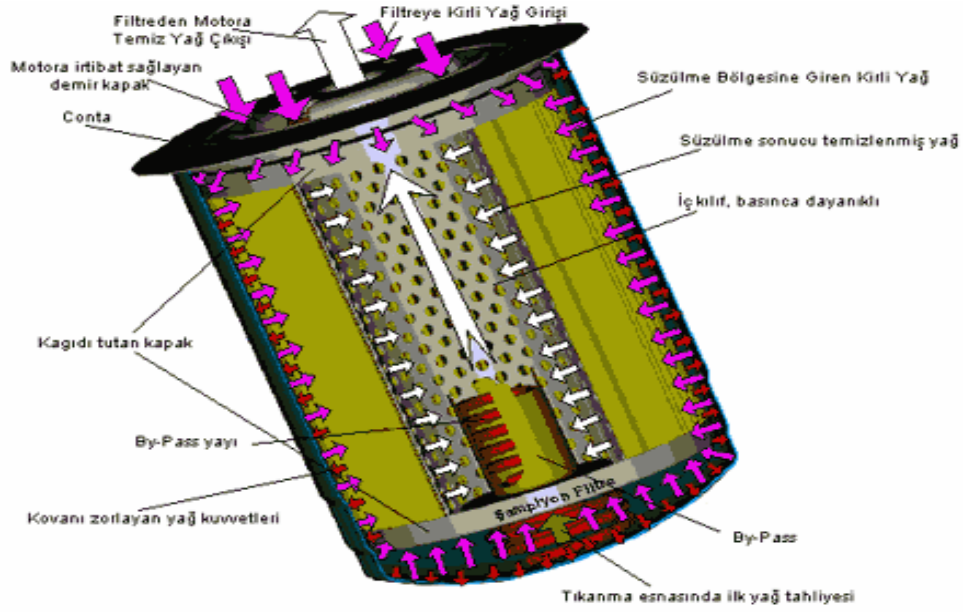
**Büyütme 60x**



**Büyütme 200x**

Resim 3.10 Yağ Filtresi kağıdı yapısı [66]

Yağ filtreleri, motor ömrü açısından oldukça önemli parçalardır. Özellikle yüksek tork ve hız uygulamalarında motorun daha elverişli çalışabilmesi için sistemde bulunan yağın gerekli miktar ve hızda olması gerekmektedir. Dolaşımını tamamlayan yağ aracın karterine geri döner ve bir pompa yardımıyla tekrar yağlama kanallarına gider. Yağ sirkülasyonu, yağ filtresinin ve filtreleme elemanının özellikleri açısından oldukça önemlidir. Yağ filtresi süzücü elemanları özel kağıttan oluşur ve küçük partikülleri tutucu özelliğe sahiptir. Şekil 3.2'de yağ filtresinin genel çalışma prensibi gösterilmiştir. Filtrenin motora monte edilmesini sağlayan dış kısmındaki dış ölçüsünün standartlara uygun olması gereklidir. Motorun çalışması sırasında oluşan titreşimlerle filtrenin gevşemesine ve sızdırmalara yol açabilir. İstenmeyen arızalara sebep olmamak için dış ölçüsünün, kalite standartlarında belirtilen oranlarda olup olmadığı üretim esnasında kontrol edilmeli ve filtre titreşim testine tabi tutulmalıdır. Ayrıca yağ ve hidrolik filtrelerinde korozyona dayanıklılığı artırmak için iç kılıflar kullanılabilir [67].



Şekil 3.2 Yağ Filtresi Temel Çalışma Prensibi

Yağ filtreleri Resim 3.11’de görüldüğü gibi genel anlamda spin on tipi, eleman tipi, ekolojik eleman tipi ve hidrolik olmak üzere 4’e ayrılırlar.



Resim 3.11 Yağ filtresi çeşitleri [68]

**Spin-on Tipi Yağ Filtresi:** Komple filtreleme sistemine sahiptirler. Farklı boyut, çap, form ve dış ölçülerinde olabilir. Genelde motor üzerine dış sistemi ile monte edilirler. Şekil.3.3’te spin-on tipi yağ filtresinin elemanları ve imalat aşamasında montaj sırası görülmektedir.

## SPIN-ON YAĞ FİLTRESİ KESİTLERİ



Şekil 3.3 Spin-on Tipi Yağ Filtresinin Elemanları [69]

- Filtre Taşı(Kovan): filtre çalışma basıncına uygun mukavemetli korozyon dayanımı olan çelik saclardan üretilirler. Yeterli malzeme kalınlığı, gerekli basınç direnci sağlar. Saclara mekanik preslerde şekil verilir daha sonra uygun boyama tekniği kullanılarak boyanır ve daha sonra montaja gönderilirler. Ayrıca yağ filtresinin daha rahat monte edilebilmesi için bazılarında alt tarafa somun eklenebiliyor ya da yanal yüzeylerinde sıkma işlemi için eklenmiş köşeli yüzeyler bulunabiliyor [50].
- Baskı Yayı: elemanın gövde muhafazasına düzgün konumlandırılmış olması, bağlantı yerlerindeki olası kaçakları engeller. Yağ filtrelerinde eleman alt kapak ve filtre taşı arasında rahat akış olması için belirli bir boşluk bırakılır. Bu boşluk ya metal bir sac ile ya da yayla sağlanır, bu yay da baskı yayı adı verilir.
- Eleman Alt Kapak By-pass valfi, özellikle yağ filtrelerine has bir sistemdir. Herhangi bir olumsuzluk durumunda filtre kağıdının kirlenip tıkanması durumunda motor yağı süzücü elemandan geçemez ve filtre içerisindeki yağ basıncı artar. Basınç değeri tasarım aşamasında seçilen by-pass yayı basıncına yükselince by-pass valfi açılır ve motor yağı süzülmeden sisteme gönderilir.

Burada dikkat edilmesi gereken by-pass sisteminde kullanılan yayın basıncının doğru seçilmesidir. Çünkü sistem açılma basıncı olması gerektiğinden düşük seçilirse süzücü eleman tıkanmadan by-pass açılır ve yağ süzülmeden motora gidip motora zarar verebilir. Aynı şekilde sistem açılma basıncı gerekenden yüksek seçilirse de süzücü eleman tıkanmış durumda by-pass sistemi geç açılır ve bu süre zarfında da motor yağsız kalacağı için hasar görebilir. Bu sistemin asıl amacı istenmeyen durumlarda süzücü elemanın erken tıkanması durumunda motorun yağsız kalıp zarar görmesini engellemektir. Bu sistemdeki tek dezavantajı ise by-pass sisteminden geçen yağın süzülmeden sisteme gönderilmesidir. Bu durumda istenmeyen zararlı partiküller motora girerek motorda çizilme veya aşınmaya sebep olabilirler. Bu yüzden yağ filtresinin mutlaka araç üreticilerinin belirttiği periyotlarda mutlaka değiştirilmesi gerekmektedir [70].

- Süzücü eleman(Filtreleme Elemanı), nitelikleri motor yağ gereksinimlerini karşılamazsa verimli çalışma açısından birçok teşkil edebilir. Süzücü eleman içerisindeki gözenek çapı olması gerekenden büyük ise kirli yağ içerisindeki zararlı partiküller sistemde dolaşmaya devam ederek aşınma ve tıkanmalara neden olabilir. Bunun sonucunda motor gereği kadar yağlanamaz ve conta yakma, yatak sarma, krank kesme gibi büyük arızalar oluşabilir. Süzücü eleman içerisindeki gözenek çapı gerekenden küçükse yağ filtresi kullanım ömründen önce tıkanacak ve kullanıcı bu durumu fark edemeyeceği için ( çünkü filtre, araçta belirtilen yağ değişim periyodundan önce tıkanmış olacak) motorda birtakım sıkıntılar oluşabilecektir. Filtre süzücü elemanı dışında yağ filtrelerinin diğer parçaları da süzme işleminde oldukça önemlidir [70].
- Basınca Dayanıklı Merkez Tüp(İç Kılıf): Bu parça yağ filtresinde süzücü elemanın mukavemetini arttırmak, ömrünü uzatmak ve büzülmesini engellemek için kullanılan destek elemanıdır. Üzerinde yağ akışını engellemeyen büyüklüklerde delikler vardır. Delik çapları ve formları filtrenin kullanım alanına göre değişkenlik göstermektedir.
- Geri dönüş valfi (Anti Drain Valf): aşağı doğru monte edilen yağ filtrelerinde, filtre içerisinde sürekli yağ bulunmasını sağlayan bir sistemdir. Böylece motor çalışmaya başlama esnasında yağsız kalmayacak ve motorda oluşabilecek hasarlar önlenmiş olacaktır.
- Sargı Kapağı: punta kaynağı ile birleştirilen demir kapak ve sac kapak kombinasyonundan oluşmaktadır. Demir kapak formundaki uygun vida dişi ve kavisli yüzey, motor flanşına monte edilir. Sac kapak formundaki conta yatağı sızdırmazlık contasının yuvaya doğru oturup sızdırmazlığı önlemesini sağlar.
- Üst sızdırmazlık contası: bu contalar sızdırmazlık açısından oldukça önemlidir. Bu contaların basınç, sıcaklık, titreşim ve sertlik(shore) özelliklerinin süzülen malzemenin özelliklerine karşı dayanıklı olmak zorundadır. Özellikle sertliği ve ölçüsü(yüksekliği) filtrenin monte edilen yerine uyumlu olmazsa yağ kaçağına sebebiyet verir ve bu durumda sistemde hasarlar oluşabilir [67].
- Eleman Tipi Yağ Filtresi: Değişebilen tip filtre olarak ta bilinir. Eleman tipi yağ filtreleri motor üzerinde bulunan kendi mahfazasına yerleştirilerek doğrudan

motor yağı sirkülasyon sistemine entegre edilir. Şekil.3.12’de görüldüğü gibi bu tip filtreler genellikle alt-üst eleman kapak, filtre kağıdı, kılıflar(her filtrede olmak zorunda değil, bazı filtrelerde ise hem iç hem dış kılıf mevcuttur.) ve conta dan oluşurlar. Çalışma prensibi spin-on tipi filtrelerle aynıdır, tek fark bunların kovanları motor üzerinde sabit bulunur ve o kovan içerisine yerleştirirler.



Resim 3.12 Eleman Tipi Yağ Filtresi [71]

Ekolojik Eleman Tipi Yağ Filtresi: Bu tip yağ filtreleri birçok farklı hidrolik makinede kullanılmaktadır. Yağ filtresinin temel kullanımı iç ve dış motorlu taşıtlarda, hafif uçaklarda ve çeşitli deniz taşıtlarındaki içten yanmalı motorlardadır. Otomatik şanzıman ve hidrolik direksiyon gibi diğer araç hidrolik sistemleri genellikle bir yağ filtresi ile donatılmıştır. Jet uçaklarında olduğu gibi gaz türbini motorları da yağ filtrelerinin kullanılmasını gerektirir. Bu kullanımların yanı sıra, petrol üretimi, nakliyesi ve geri dönüşüm tesisleri de üretim sürecinde filtreler kullanır. Yağ filtreleri, arabada tekrar kullanılabilir bir yuvaya uyan değiştirilebilir bir elemandır. Bu filtre tasarımı tarzı, araç üreticileriyle daha da yaygınlaşmakta, bunun gibi, atık yakılabilecek kağıt ve çevre dostu plastikten ve çevreyi korumaya yardımcı olan geri dönüştürülmüş malzemelerden kaynaklanan atıkları azaltmaya çalışmaktadır [72]. Resim 3.13’de görüldüğü gibi bu tip filtrelerin genellikle alt üst kapakları ve iç kılıfları plastik malzemelerden üretilmektedir.



Resim 3.13 çeşitli Ekolojik Eleman Tipi Yağ Filtreleri

**Hidrolik Filtreler:** Çoğunlukla iş makineleri ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan bu tarz filtreler daha yüksek basınç ve çevrim sayılarıyla çalışarak hidrolik sistemlerde, hidrolik sistem ve bileşenlerinin korunmasını sağlayan filtre elemanlarıdır. Hidrolik yağ içerisindeki partiküllerin süzülmesi ve ihtiyaç duyulan basıncın oluşabilmesi için özel filtre kâğıtları ile üretilirler. Emiş hattı filtreleri, basınç hattı filtreleri ve dönüş hattı filtreleri olmak üzere üç gruba ayrılırlar [73].

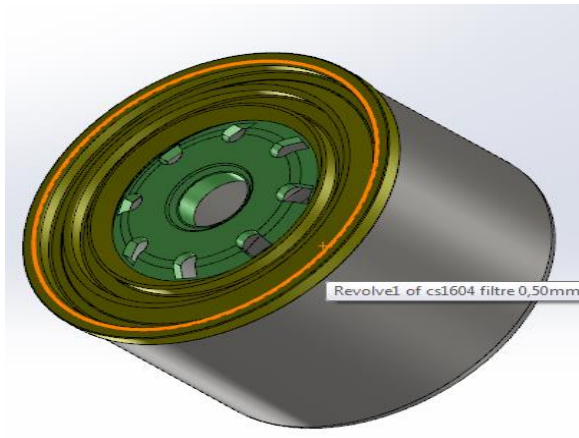
Filtrasyon sisteminde silindir çubuk içerisinden sisteme giren istenmeyen partiküller, kir, pas ve parçacıkların ayrılmasında hidrolik filtreler kullanılır. Bu filtreler, metalik bir doku oluşturulmasıyla sıvı filtrasyonu için oldukça önem kazanır. Bu tür filtrelerin mesh, krom ve paslanmaz filtrelerin doğru mikronda akışkanlıkta seçilmiş olması gerekmektedir. Bu filtreler metalik kirleticileri çeken manyetik olarak yüklü plakalarla çalışır. Bu filtreler kullanılırken filtrenin yapısında maksimum akış hızı, dayanabileceği maksimum basınç ve hidrolik sıvı sistemine bağlanan giriş çıkış portlarının büyüklüğüne göre seçilir. Resim 3.14'te görüldüğü gibi çoğu hidrolik filtrenin süzücü elemanı yüksek basınca dayanıklı olması açısından çeşitli meshlerde krom-nikel karışımı tellerden oluşmaktadır [74].



Resim 3.14 Hidrolik filtre resimleri [75]

### 3.2.2 Tez Çalışmasında Kullanılan Yağ Filtresi

Bu çalışmada spin-on tipi yağ filtresi kullanılmıştır. Bu filtre binek otomobillerde kullanılan 95 mm çapında 65 mm boyunda bir filtredir. Filtrenin analizinde filtre tası, sac kapak ve kapak kullanılmıştır. Filtrenin içinde bulunan elemanlar çalışmanın kapsamı dışında olduğu için ve etkilerinin mevcut çalışmaya etkisinin ihmal edilebilir derecede olduğundan dolayı çizime dahil edilmemiştir. Yağ filtresinin kapak, sac kapak ve tas Solidworks programında çizilmiştir. Çizilen tüm parçaların montajı yapıp Şekil 3.4'te görülen montajlı hali FEM yazılımına aktarılmıştır.



Şekil 3.4 Solidworks te çizilen filtre tasarımı

#### Yağ Filtresinde Kullanılan Malzemelerin Mekanik özellikleri

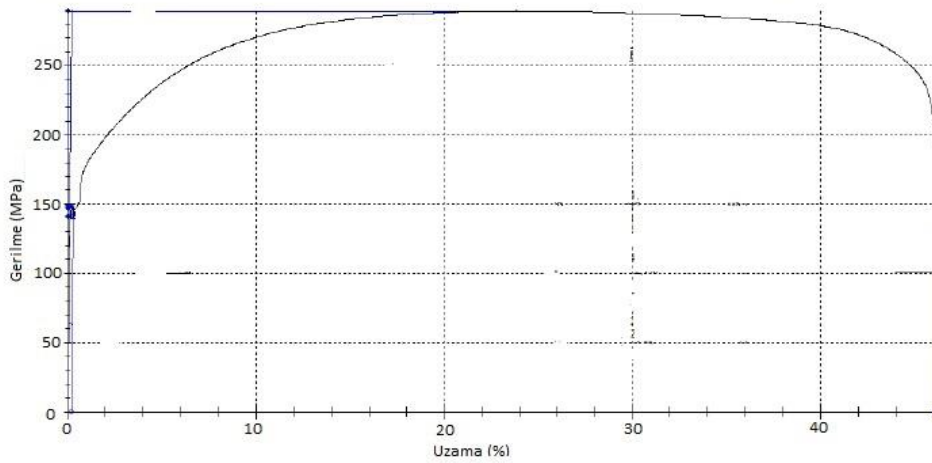
Bu filtrede kullanılan sac kapak, demir kapak ve tasta ERDEMİR 7124 kalite sac kullanılmaktadır. Bu malzemenin çekme testi yapılmıştır. Malzemenin mekanik özellikleri ERDEMİR 7124 kalite sacın Çizelge 3.1'de verilen mekanik özelliklerine göre oluşturulmuştur. Şekil 3.5'te ise kullanılan 7124 kalite malzemenin çekme eğrisi grafiği verilmiştir.

Montajlı CAD çizimi oluşturulan yağ filtresi FEM analiz yazılımına aktarılmadan önce yazılımda yağ filtresinin elemanları olan sac kapak, demir kapak ve kovanında kullanılan malzemelerin tanımlamaları yapılmıştır. Bu malzemenin özellikleri ERDEMİR 7124 kalite sacın Çizelge 3.1'de verilen mekanik özelliklerine göre Şekil 3.5'te görüldüğü gibi ANSYS yazılımına tanıtılmıştır.



Çizelge 3.1. Malzemenin mekanik özellikleri [76]

Malzeme	Elastisite (GPa)	Modülü	Poisson Oranı	Akma (MPa)	Dayanımı
7124 kalite sac	224		0,3	278	



Şekil 3.5 Filtrede kullanılan 7124 kalite malzemenin çekme eğrisi grafiği

### 3.2.3. Yağ Filtresinin Sonlu Elemanlar Modellerinin Oluşturulması

#### Mevcut yağ filtresinin FEM modeli

Yağ filtreleri çalışma koşullarında öncelikle kullanıldıkları yere göre monte edilip daha sonra sistem çalışırken basınca maruz kalırlar. Bu sebepten ötürü yağ filtreleri iki aşamada analiz edilir. Montaj esnasında önceden belirlenmiş sıkma torku kadar sıkılır ve böylelikle üst conta sıkışarak sızdırmazlığı sağlamış olur. Bu aşamada contaya montaj esnasında uygulanan torkun filtrenin diğer elemanlarına etkisi olmadığından bu aşamadaki montaj yok sayılmıştır.



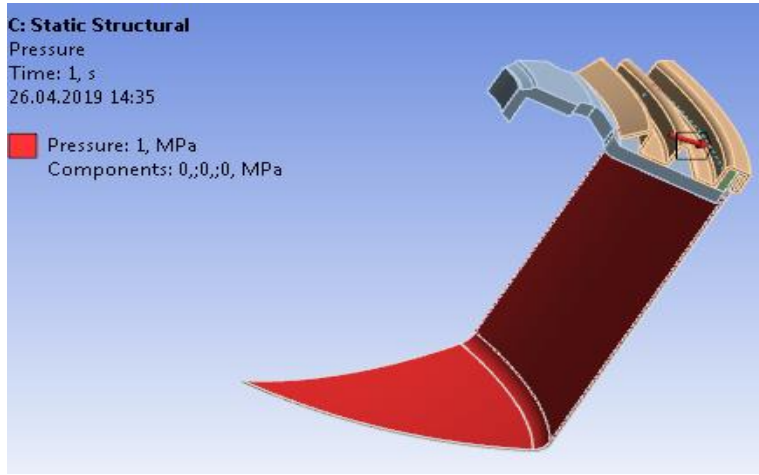
### Sonlu elemanlar analizinin oluşturulma aşamaları:

Montajlı CAD çizimi oluşturulan yağ filtresi FEM analiz yazılımına aktarılmadan önce yazılımda yağ filtresinin elemanları olan sac kapak, demir kapak ve kovanında kullanılan malzemelerin tanımlamaları yapılmıştır. Bu malzemenin özellikleri ERDEMİR 7124 kalite sacın Çizelge 3.1’de verilen mekanik özelliklerine göre Şekil 3.6’te görüldüğü gibi ANSYS yazılımına tanıtılmıştır.

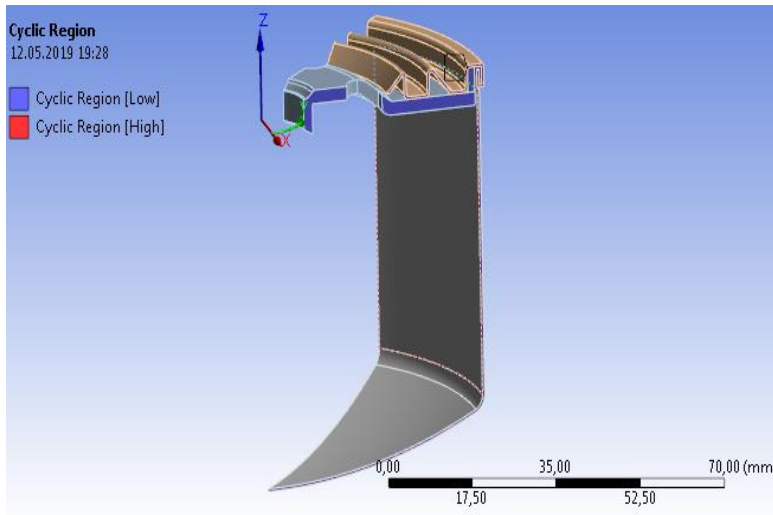
	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Isotropic Elasticity			<input type="checkbox"/>	
3	Derive from	Young's Mod...			
4	Young's Modulus	1.47E+05	MPa	<input type="checkbox"/>	
5	Poisson's Ratio	0.287		<input type="checkbox"/>	
6	Bulk Modulus	1.1502E+11	Pa	<input type="checkbox"/>	
7	Shear Modulus	5.711E+10	Pa	<input type="checkbox"/>	
8	Multilinear Isotropic Hardening	Tabular		<input type="checkbox"/>	
9	Scale	1		<input type="checkbox"/>	
10	Offset	0	MPa	<input type="checkbox"/>	
11	Tensile Yield Strength	141	MPa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Compressive Yield Strength	141	MPa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Tensile Ultimate Strength	358.36	MPa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Compressive Ultimate Strength	0	MPa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Şekil 3.6. 7124 kalite sac malzemenin yazılıma tanımlanmış hali

Üzerinde çalışılan yağ filtresinin analizinin ara yüzünde FEM modeli için malzemeler seçildikten sonra, simetri tanımlanmıştır, mesh oluşturulmuştur, kontaklar tanımlanmıştır, sınır şartları verilmiştir. İlerleyen aşamada simetri tanımlanabilmesi için *design modeller* modülünde CAD çizimi Şekil 3.7 ve Şekil 3.8’te görüldüğü gibi sekizde bir hale getirilmiş ve *cyclic region* tanımlanması yapılmıştır. Bu işlemlere bakıldığında; çözüm aşamasında mesh nedeniyle sorun yaşanmaması için modele *cyclic region* tanımlaması yapılarak simetri uygulanmıştır.

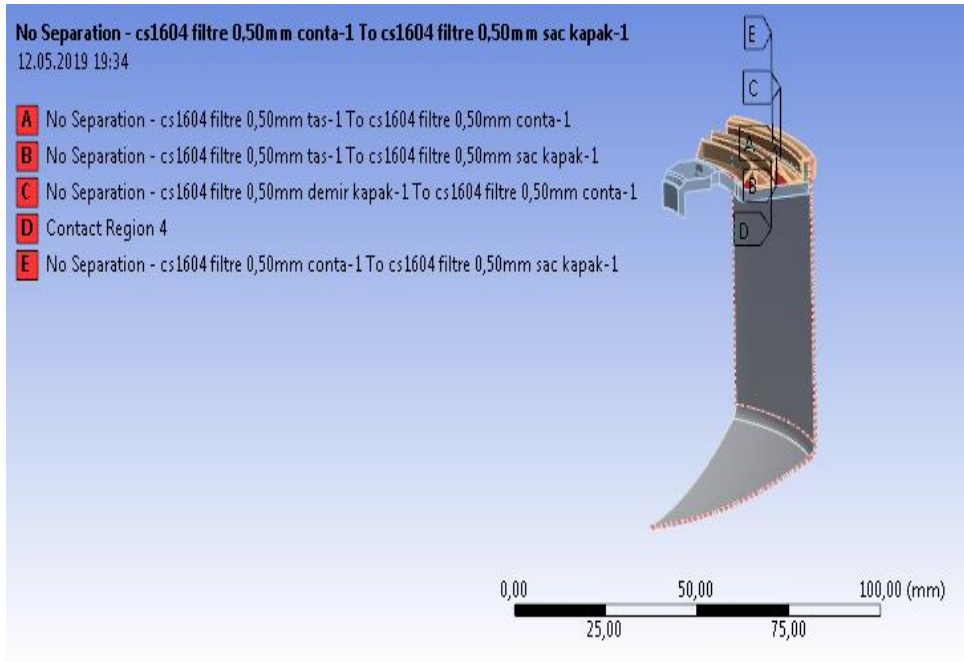


Şekil 3.7 Ansys te çizilmiş 8 de 1 modeli ve basınç yüzeyi



Şekil 3.8 Ansys'te *cyclic region* tanımlanması

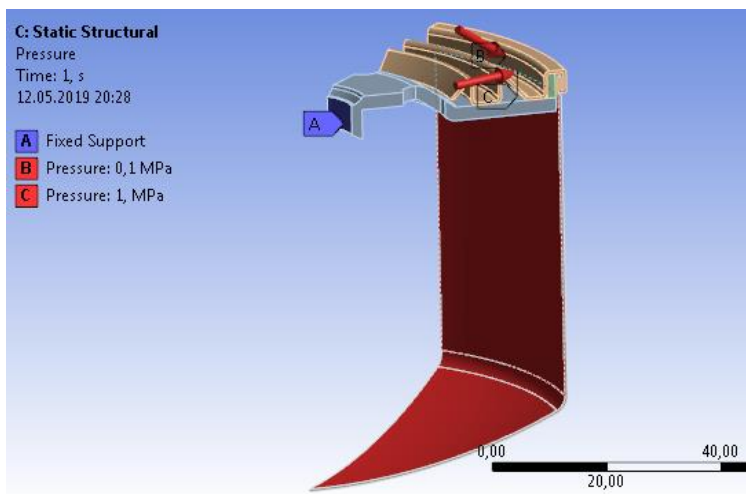
Daha sonra elemanlar arasındaki bağlantılar sisteme tanımlanmıştır. Modelde kullanılan tas, demir kapak, sac kapak ve conta arasındaki temaslar analize Şekil 3.9'te görüldüğü gibi FEM modeline tanımlanmıştır.



Şekil 3.9 Ansys'te yapılan kontakt tanımlamaları

Burada demir kapak ve sac kapak arasındaki bağlantı dışındaki bütün bağlantılarda sürtünme ihmal edilebilir olduğundan dolayı *no seperation* tanımlaması yapılmıştır. Demir ve sac kapak birbirine punta kaynağıyla birleştirildiği için buradaki bağlantı *bonded* olarak tanımlanmıştır.

FEM analizinin sınır şartlarında demir kapakta bulunan vida dişlerinin olduğu yüzeye *Fixed Support* tanımlanmıştır ve filtrenin çalışma basınç aralıkları (0,1 MPa-1 MPa) basınç oluşan yüzeylere Şekil 3.10'da olduğu gibi tanıtılıp analizlere başlanmıştır.



Şekil 3.10 Ansys'te sınır koşulları

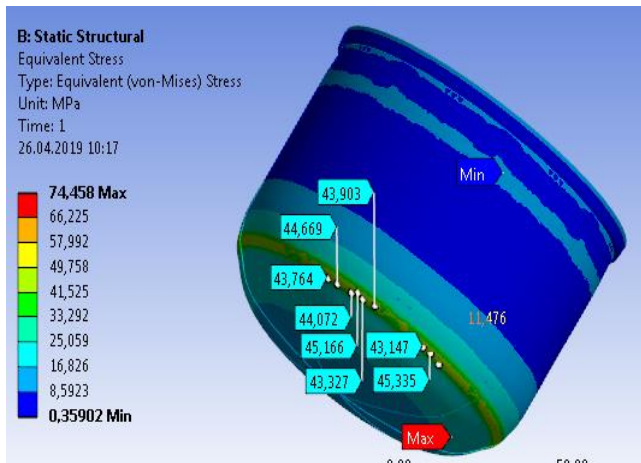
#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Solidworks'te çizimi gerçekleştirilen yağ filtresinin minimum (0,1 MPa) ve maksimum (1 MPa) çalışma basınçlarındaki statik gerilme değerleri (Çizelge 4.1), sonlu elemanlar analiz programında (Ansys workbench) incelenmiştir. Yağ filtresinin alternatif üretimlerinden olan 0,5 mm, 0,6 mm ve 0,7 mm filtre kovanları için bu analiz çalışmaları tekrarlanarak optimum kalınlık değeri araştırılmıştır. Bunun için basınç dalgalanmasına maruz kalan filtre kovanının Goodman Eğrisi yardımıyla yorulma dayanımı elde edilmiştir. Elde edilen bu yorulma dayanımı, aynı zamanda *S-N* eğrisi ile de doğrulanmıştır.

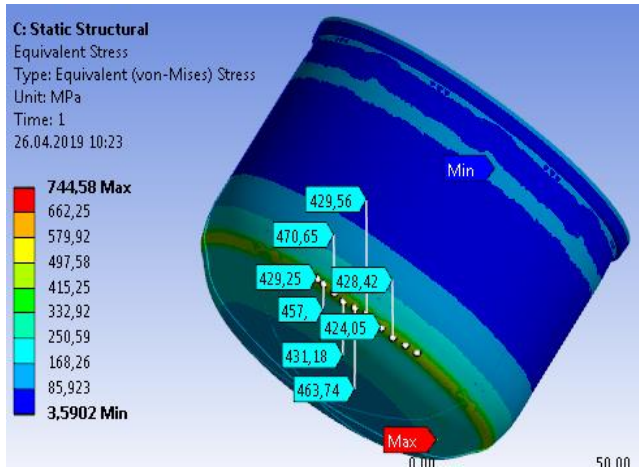
0,5 mm, 0,6 mm ve 0,7 mm sac kalınlıklarına sahip kovanların 0,1 MPa ile 1 MPa basınç altındaki sonlu elemanlar analiz sonucundaki statik basınç değerleri sırasıyla Şekil 4.1- Şekil 4.2- Şekil 4.3- Şekil 4.4- Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çeşitli kovan kalınlıklarına sahip yağ filtresinin statik gerilme değerleri

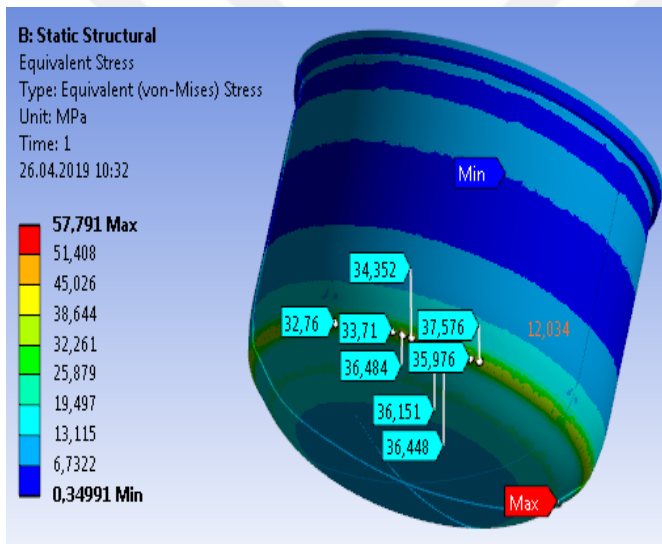
	0,5 mm kovan kalınlığı	0,6 mm kovan kalınlığı	0,7 mm kovan kalınlığı
Statik Gerilme (0,1 MPa)	43 MPa	36 MPa	27 MPa
Statik Gerilme (1,0 MPa)	430 MPa	360 MPa	270 MPa
Ortalama Gerilme	236 MPa	198 MPa	149 MPa



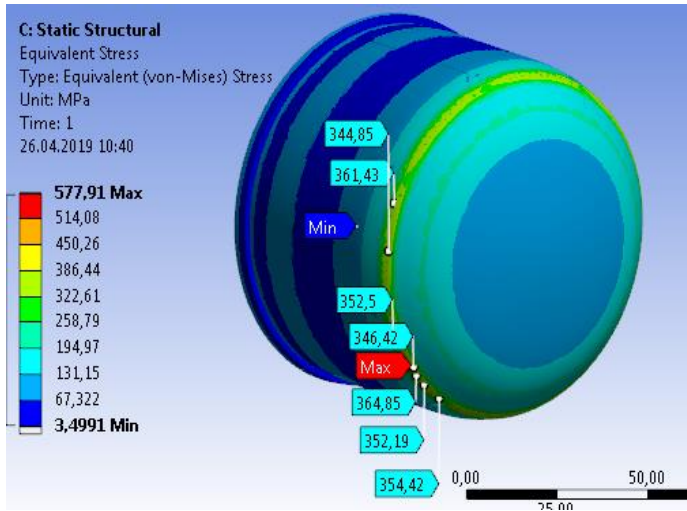
Şekil 4.1. 0,1MPa basınçtaki 0,5 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri



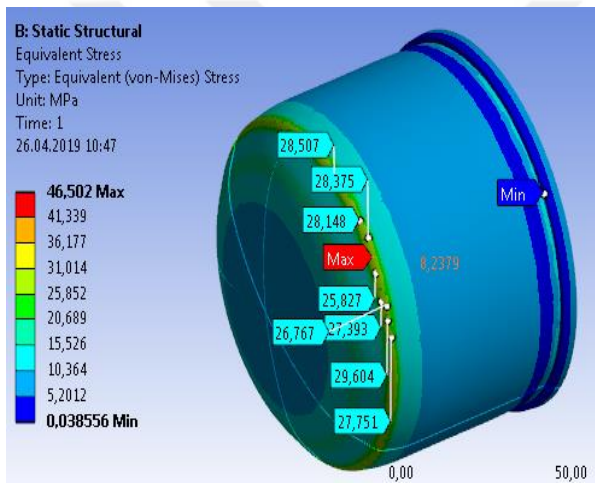
Şekil 4.2. 1MPa basınçtaki 0,5 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri



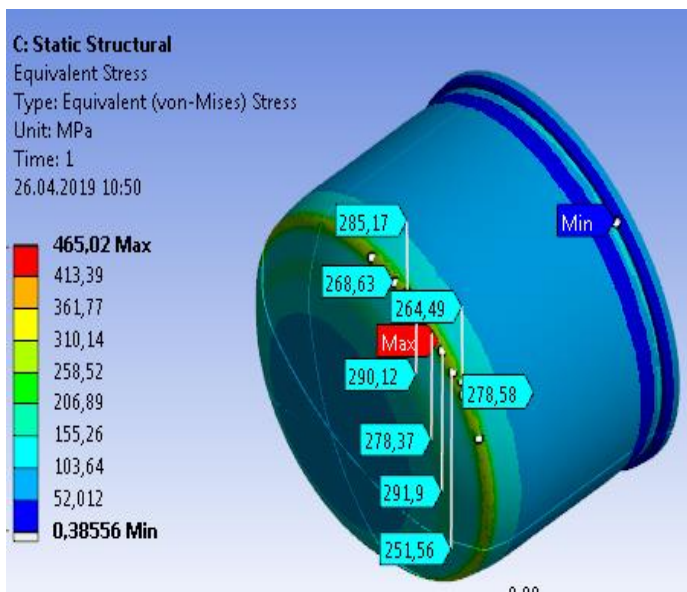
Şekil 4.3. 0,1MPa basınçtaki 0,6 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri



Şekil 4.4. 1MPa basınçtaki 0,6 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri



Şekil 4.5. 0,1MPa basınçtaki 0,7 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri



Şekil 4.6. 1,0 MPa basınçtaki 0,7 mm kovan kalınlığında statik gerilme değerleri

Goodman Eğrisi, eşdeğer alternatif gerilmenin ortalama gerilmeye göre değişimini veren grafikdir. Yorulma gerilmesi, malzemenin yaklaşık olarak çekme gerilmesinin yarısı kadardır. Bu yorulma değerinin, malzemenin büyüklüğü, yük durumu, yüzey pürüzlülüğü, sıcaklık ve güvenilirliğine göre Çizelge 4.2’de verilen değerlere göre modifiye edilmesi gerekir.

Çizelge 4.2 Yorulma limit faktörleri [77]

C1 büyüklük faktörü	C2 yükleme faktörü	C3 yüzey faktörü	C4 sıcaklık faktörü	C5 güvenilirlik faktörü
0,75	1,0	0,9	1,0	0,702

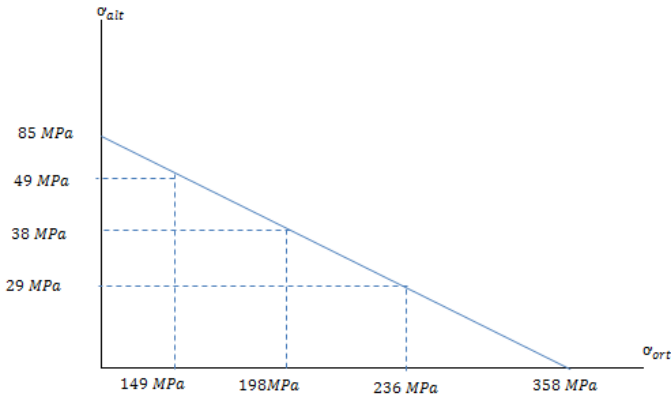
Bu faktörlere göre modifiye edilen yorulma limiti

$$\sigma_{SM}'' = \frac{1}{2} \sigma_k C_1 C_2 C_3 C_4 C_5$$

$$\sigma_{SM}'' = \frac{1}{2} (358)(0,75)(1,0)(0,9)(1,0)(0,702)$$

$$\sigma_{SM}'' = 85 \text{ MPa}$$

Bulunan yorulma limit değeri, ortalama gerilmenin olmadığı durum için geçerlidir. Fakat yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi yağ filtresinin çalışma anında ortalama bir gerilme değerine sahip olduğu görülmektedir. Goodman Eğrisi kullanılarak her bir kovan kalınlığı için bu ortalama gerilme değerlerine göre yorulma limitinin ikinci kez modifiye edilmesi gerekmektedir. Buna göre 0,5 mm, 0,6 mm ve 0,7 mm kovan kalınlıkları için yorulma limit değerleri ( $\sigma_{SM}'''$ ) sırasıyla 29 MPa, 38 MPa ve 49 MPa olarak Şekil 4.7’de ki gibi Goodman Eğrisi üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.7. 0,5 mm, 0,6 mm ve 0,7 mm kalınlıktaki kovanlara ait Goodman Eğrisi

İkinci kez düzeltilen yorulma gerilmesi limit değerleri bulunduktan sonra kovanın yorulma analizinin gerçekleştirilmesi için malzemenin Wöhler Eğrisinin ( $S-N$  Eğrisi) bulunması gerekir.

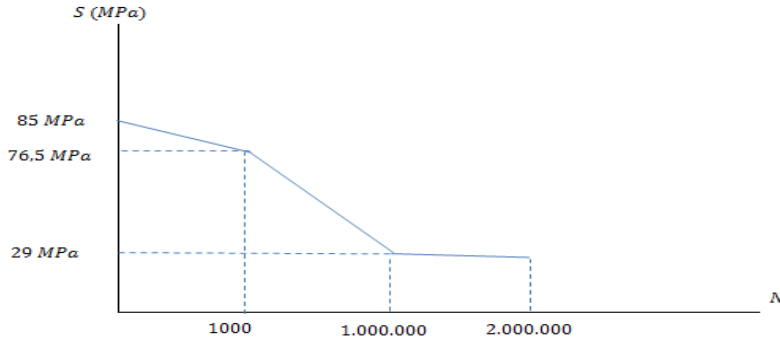
Wöhler Eğrisinde çeşitli ömür aralıkları için geliştirilen Çizelge 4.3'te de gösterilen formüller mevcuttur.

Çizelge 4.3  $S-N$  eğrisi formülasyon tablosu [78]

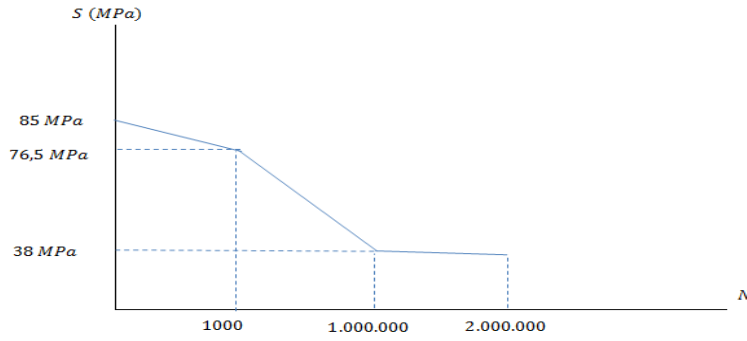
Devir Sayısı	Yorulma Dayanımı
$<10^3$	$0,9 \sigma_k$
$10^3$ ile $10^6$ arası	$\frac{(0,9\sigma_k)^2}{\sigma''_{SM}} N^{-\left(\frac{1}{3}\right)\log\left(\frac{0,9\sigma_k}{\sigma''_{SM}}\right)}$
$>10^6$	$\sigma''_{SM}$

Bu formüller 0,5 mm, 0,6 mm ve 0,7 mm saclar için kullanıldığında Şekil 4.8- Şekil 4.9 ve Şekil 4.10 arasında görülen eğriler elde edilmiştir.

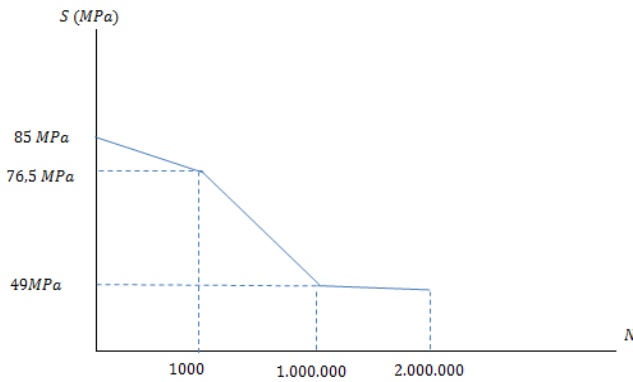




Şekil 4.8. 0,5 mm kalınlıktaki kovan için  $S-N$  eğrisi



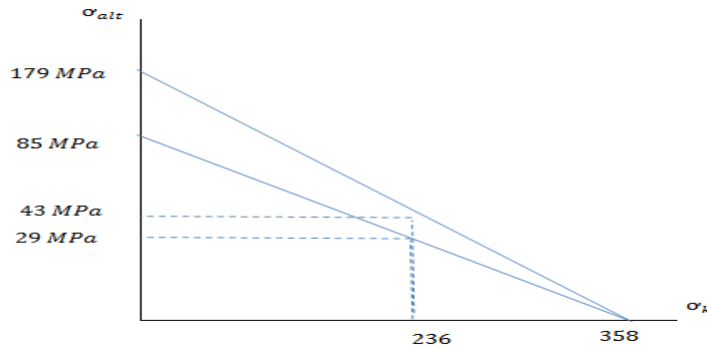
Şekil 4.9. 0,6 mm kalınlıktaki kovan için  $S-N$  eğrisi



Şekil 4.10. 0,7 mm kalınlıktaki kovan için  $S-N$  eğrisi

0,5 mm sac kalınlığındaki kovan için Goodman Eğrisinden elde edilen yorulma değeri 29 MPa'dır. Ansys'te yorulma analizi gerçekleştirildiğinde eşdeğer alternatif gerilme değerinin ise 43 MPa olduğu tespit edilmiştir.

Bu değerin Şekil 4.11'te verilen Goodman eğrisine göre sonlu bir yorulma ömrü olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.11. 0,5 mm kalınlıktaki sac için Goodman teorisine göre yorulma ömür grafiği  
 S-N diyagramı için kullanılan aşağıdaki formüller [79] yardımıyla 43 MPa'a karşılık gelen yorulma çevrim sayısı bulunabilir.

$$N = N_o (\sigma_{eş-alt} / \sigma''_{SM})^{1/b}$$

$$b = - \left( \frac{1}{3} \right) \log \left( \frac{(0,9\sigma_k)}{\sigma''_{SM}} \right)$$

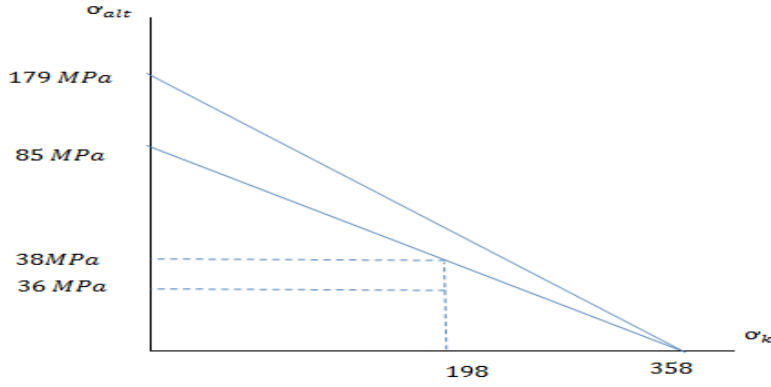
$\sigma_{eş-alt}$  = eşdeğer alternatif gerilme

$\sigma''_{SM}$  = ekipmana ve ortalama gerilmeye göre revize edilmiş yorulma dayanımı

$$N_o = 10^6 \text{ devir}$$

Tespit edilen gerilme değerleri yukarıdaki formüllere yerleştirildiğinde 0,5 mm sac kalınlığındaki kovanın dayanabileceği çevrim sayısı 322500 devir olarak tespit edilmiştir.

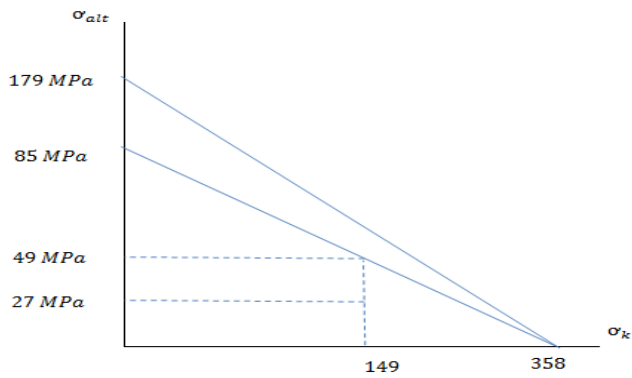
0,6 mm sac kalınlığındaki kovan için Goodman eğrisinden elde edilen yorulma değeri 38 MPa'dır. Ansys'te yorulma analizi gerçekleştirildiğinde eşdeğer alternatif gerilme değerinin ise 36 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu değerin Şekil 4.12'de ki Goodman eğrisine göre emniyetli bölge içerisinde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.12. 0,6 mm kalınlıktaki sac için Goodman teorisine göre yorulma ömür grafiği

Tespit edilen gerilme değerleri yukarıdaki formüllere yerleştirildiğinde 0,6 mm sac kalınlığındaki kovanın dayanabileceği çevrim sayısı 1168000 devir olarak tespit edilmiştir.

0,7 mm sac kalınlığındaki kovan için Goodman eğrisinden elde edilen yorulma değeri 49 MPa'dır. Ansys'te yorulma analizi gerçekleştirildiğinde eşdeğer alternatif gerilme değerinin ise 27 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu değer Şekil 4.13'de ki Goodman eğrisine göre emniyetli bölge içerisinde ve yaklaşık 5543000 ömre sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 4.13. 0,7 mm kalınlıktaki sac için Goodman teorisine göre yorulma ömür grafiği

## 5. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı tasarım ve kalıp değişikliği yapılmadan filtre kapak ve kovanlarının sac kalınlıkları değiştirilerek uygun çalışma koşulları ve basınç aralıklarında minimum maliyetle optimum çalışma koşullarına ulaşmaktır. Yağ filtresinin basınç dayanımını en çok etkileyen faktörlerden biri kovan ve kapak sac kalınlıkları olduğu için bunun üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada mevcut yağ filtresi için hem sonlu elemanlar analizi yapılmıştır hem de yapılan test sonucunda filtrenin basınç dayanımı ve statik analiz değerleri elde edilmiştir.

Gerçekleştirilen ansys statik analizleri ve Goodman eğrisi esaslı yorulma hesaplarına göre 0,5 mm kovan kalınlığının emniyetli bölgenin dışında kaldığı, 0,60 mm ve 0,70 mm kalınlıktaki kovanların emniyetli bölge içerisinde kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla kovan için optimum kalınlığın 0,60 mm olduğu tespit edilmiştir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarla filtrelerin kapak tasarımları veya süzücü eleman üzerine analizler yapılabilir.

## KAYNAKLAR

1. Fil Filtre URL:<https://www.filfilter.com.tr/tr/filtration/oil> Son Erişim Tarihi: 15 Mart 2019
2. Micronic Filter URL: <http://micronicfiltre.com/urunlerimiz/24/yag-filtreleri> Son Erişim Tarihi: 15 Mart 2019
3. E. Kırar Yüksek Basınca Dayanımlı Yağ Filtresi Tasarımı Yüksek Lisans Tezi Nisan 2015
4. Dr.İbrahim H. Çağlayan “Hidrolik ve Yağlarının Analiz ve Kontrolü ile Makine Arızalarının Önüne Geçme ve Yağ Tasarrufu” Mühendis ve Makina Dergisi, Sayfa 11-20, Mart 1997.
5. K. Mehmet, Motor yağı filtreleri, testleri ve değişim süreçlerinin araştırılması, Yıldız Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü/ Makine Mühendisliği Bölümü, 122 sayfa, 2008
6. B. Çuhadar İçten Basınca Maruz Kapların Dizaynı bitirme projesi Haziran 2005
7. F. Kartal ve Y. Kişioğlu Toroidal (Simit) LPG Yakıt Tankının Deneysel ve Numerik Yorulma Analizi 2008
8. A. Güler Ağır Ticari Araca Ait Diferansiyel Kovanının Farklı Yol Koşullarında Analizi Bitirme Tezi Projesi Mayıs 2008
9. N. Özdemir Sonlu elemanlar yöntemi ile yorulma mekaniği ve uygulamaları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Lisans tezi, 2009
10. B. Aykanat “Bir Kamyon Şasisinin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Analizi” Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Bitirme Projesi Aralık 2016
11. A. Şık, M. Önder ve M. Sadi Korkmaz “Taşıt jantlarının yapısal analiz ile yorulma dayanımının belirlenmesi” Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarım Bölümü, Jantsa Jant sanayi ve Tic. A.Ş. Temmuz 2013
12. M. C. Aldağ “Tek Dingilli Tarım Arabalarında Oluşabilecek Hasarların Tasarım Aşamasında Sonlu Elemanlar Analiz Yöntemiyle Saptanması” Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi 2015
13. K. Hakan, U. İlyas “Ticari Araç Sac Salıncak Düzeninin Sonlu Elemanlar Metodu ile Yorulma Analizi” Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi Araştırma Makalesi 2014
14. Meral B. Hidayet B. Ve Cihan D. “Frenli Tas Menteşe Kinematik Kinetik ve Yorulma Analizi” Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Mart 2018
15. A. Şenol Şener, “Steering Wheel Tie Rod Fatigue Life Determination According to Turkish Mission Profiles” International Journal of engineering technologies Vol.2, No.2, 2016
16. M. Sami G. Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg., Cilt 5, Sayı:1, 2015

17. Mehmet Y. Emre E. Süphan E. Mehmet F. “Disk Tipi Bir Jantın Köşeleme Yorulma Davranışının Sonlu Elemanlar Analizi ile İncelenmesi” Otekon 2014 7. Otomotiv Teknolojileri Kongresi
18. Senkai Lu, Jianhuan Su, Shude Liao, Jiaqiang Su, Bo Wang, Liang Yu, Yanli Jiang and Shouhong Wen “Finite Element Analysis on Fatigue Failure Prediction of a Rear Axle Housing of Vehicle Based on Cosmos.” 2011 October
19. A. O. Mohmmmed et al., "Finite Element Analysis of Fatigue in Pipelines due to Slug Flow", *Advanced Materials Research*, Vol. 845, pp. 271-276, 2014
20. Özgün S. ve Mehmet Ç .” Yaprak Yaylarda Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Yorulma Analizi” Konferans Bildirisi -- Teorik ve Uygulamalı Mekanik Türk Milli Komitesi, 2015
21. Mr. S. D. Chavan, Prof. A. V. Karande.” Design and Development of Centrifugal Oil Cleaner and Finite Element Analysis using ANSYS” *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* e-ISSN: 2395 -0056 Volume: 03 Issue: 06 | June-2016
22. Myounggu Park,” Fatigue failure of a hydraulic filter head” *Engineering Failure Analysis* 9(4):435-450 • August 2002
23. Ren-cai Zhang, Xiang Yu, Yun-long Hu, Hong-jiao Zang “Active control of hydraulic oil contamination to extend the service life of aviation hydraulic system” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 96(7–8) • August 2017
24. Navneet Kumar Jha, S . N Sapali “CFD Analysis of Perforated Water Filter” *International Conference on Recent Advances in Mechanical Engineering In collaboration with International Journal of Engineering and Management Research (IJEMR)* Page Number: 35-39 Special Issue (ICRAME-2015)
25. P.Vineeth Kumar, S.Ragunath, A.k Nachimuthu “Numerical Study on Fatigue Life of Spot Welding using FEA” *International Journal of ChemTech Research CODEN (USA): IJCRGG ISSN: 0974-4290 Vol.9, No.04 pp 158-169, 2016*
26. Shujie Liu, Chi Liu, Yawei Hu, Sibao Gao, Yifan Wang, Hongchao Zhang” Fatigue life assessment of centrifugal compressor impeller based on FEA” *Engineering Failure Analysis* Volume 60, February 2016, Pages 383-390
27. Jian Yong Feng, Jianchun Zhang” The Property of Automobile Engine Oil Filtration Material and the Development of New Filter” *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* Volume 9, Issue 3 – 2014
28. Çeyrek Mühendis URL: <http://www.ceyrekmuhendis.com/sonlu-elemanlar-analizi-nedir/> Son Erişim Tarihi: 20 Mart 2019
29. G. P. Nikishkov “Introduction to the Finite Element Method” 2004 Lecture Notes. University of Aizu, Aizu-Wakamatsu 965-8580, Japan niki@u-aizu.ac.jp
30. AKYOL, O., Yürüyen merdiven taşıyıcı sisteminin sonlu elemanlar metodu ile mukavemet analizinin yapılması ve tahrik sisteminin hesabı, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2004
31. A.G. Sanchez-Rivadeneira, C.A. Duarte, A stable generalized/eXtended FEM with discontinuous interpolants for fracture mechanics, *Computer Methods in*

- Applied Mechanics and Engineering, Volume 345, 2019, Pages 876-918, ISSN 0045-7825
32. Delfim Soares, Francisco Célio de Araújo, An explicit direct FEM–BEM coupling procedure for nonlinear dynamics, *Engineering Analysis with Boundary Elements*, Volume 103, 2019, Pages 94-100, ISSN 0955-7997
  33. Dmytro Pivovarov, Kai Willner, Paul Steinmann, On spectral fuzzy–stochastic FEM for problems involving polymorphic geometrical uncertainties, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Volume 350, 2019, Pages 432-461, ISSN 0045-7825
  34. Ndi Samba Luamba, João Batista de Paiva, A 3D BEM/FEM formulation for the static analysis of piled rafts and capped pile groups subjected to vertical and horizontal loads, *Engineering Analysis with Boundary Elements*, Volume 103, 2019, Pages 66-79, ISSN 0955-7997
  35. Hadrien Bériot, Gwénaél Gabard, Anisotropic adaptivity of the p-FEM for time-harmonic acoustic wave propagation, *Journal of Computational Physics*, Volume 378, 2019, Pages 234-256, ISSN 0021-9991
  36. Francisco Zárate, José M. Gonzalez, Juan Miquel, Rainald Löhner, Eugenio Oñate, A coupled fluid FEM-DEM technique for predicting blasting operations in tunnels, *Underground Space*, Volume 3, Issue 4, 2018, Pages 310-316, ISSN 2467-9674
  37. Hao Zheng, Shunji Kanie, The application of Mixed Hybrid FEM in the frost heave prediction verified by FEM and indoor frost heave experiments, *Cold Regions Science and Technology*, Volume 142, 2017, Pages 85-92, ISSN 0165-232X
  38. Haijun Wu, Liang Yu, Weikang Jiang, A coupling FEM/BEM method with linear continuous elements for acoustic-structural interaction problems, *Applied Acoustics*, Volume 150, 2019, Pages 44-54, ISSN 0003-682X
  39. FF Roberto-Pereira, JE Campbell, J Dean, TW Clyne, Extraction of superelasticity parameter values from instrumented indentation via iterative FEM modelling, *Mechanics of Materials*, Volume 134, 2019, Pages 143-152, ISSN 0167-6636
  40. FF Roberto-Pereira, JE Campbell, J Dean, TW Clyne, Extraction of superelasticity parameter values from instrumented indentation via iterative FEM modelling, *Mechanics of Materials*, Volume 134, 2019, Pages 143-152, ISSN 0167-6636
  41. Ayumi Satoh, Koji Takeda, Kiyoshi Murakami, FEM analysis on combined bond-cone fracture of a post-installed adhesive anchor filled with UHPFRC, *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, Volume 100, 2019, Pages 46-54, ISSN 0167-8442
  42. Alon Mazor, Luca Orefice, Abderrahim Michrafy, Alain de Ryck, Johannes G. Khinast, A combined DEM & FEM approach for modelling roll compaction process, *Powder Technology*, Volume 337, 2018, Pages 3-16, ISSN 0032-5910
  43. Guoliang Liu, Chuanzhen Huang, Rui Su, Tuğrul Özel, Yue Liu, Longhua Xu, 3D FEM simulation of the turning process of stainless steel 17-4PH with differently

- texturized cutting tools, *International Journal of Mechanical Sciences*, Volume 155, 2019, Pages 417-429, ISSN 0020-7403
44. Pavel Galindo-Torres, Claudia Ventura-López, Raúl Llera-Herrera, Ana M. Ibarra, A natural antisense transcript of the fem-1 gene was found expressed in female gonads during the characterization, expression profile, and cellular localization of the fem-1 gene in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*, *Gene*, Volume 706, 2019, Pages 19-31, ISSN 0378-1119
  45. W. Leclerc, H. Haddad, M. Guessasma, DEM-FEM coupling method to simulate thermally induced stresses and local damage in composite materials, *International Journal of Solids and Structures*, Volume 160, 2019, Pages 276-292, ISSN 0020-7683
  46. Sebastian Schunert, Yaqi Wang, Javier Ortensi, Vincent Laboure, Frederick Gleicher, Mark DeHart, Richard Martineau, Control rod treatment for FEM based radiation transport methods, *Annals of Nuclear Energy*, Volume 127, 2019, Pages 293-302, ISSN 0306-4549
  47. Andrij Milenin, Piotr Kustra, Tsuyoshi Furushima, Peihua Du, Jiří Němeček, Design of the laser dieless drawing process of tubes from magnesium alloy using FEM model, *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 262, 2018, Pages 65-74, ISSN 0924-0136
  48. Dimitrios C. Rodopoulos, Theodore V. Gortsas, Konstantinos Polyzos, Stephanos V. Tsinopoulos, New BEM/BEM and BEM/FEM scalar potential formulations for magnetostatic problems, *Engineering Analysis with Boundary Elements*, Volume 106, 2019, Pages 160-169, ISSN 0955-7997
  49. Mirco Zaccariotto, Teo Mudric, Davide Tomasi, Arman Shojaei, Ugo Galvanetto, Coupling of FEM meshes with Peridynamic grids, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Volume 330, 2018, Pages 471-497, ISSN 0045-7825
  50. Thomas Führer, Dirk Praetorius, A linear Uzawa-type FEM–BEM solver for nonlinear transmission problems, *Computers & Mathematics with Applications*, Volume 75, Issue 8, 2018, Pages 2678-2697, ISSN 0898-1221
  51. Filtorq URL: <http://filtorq.com.tr/tr/teknikbilgiicerik/143/filtre-nedir/default.asp>  
Son Erişim Tarihi: 12.04.2019
  52. Naturel Filtre URL: [http://www.naturelfiltre.com/filtre\\_kullanim\\_alanlari.html](http://www.naturelfiltre.com/filtre_kullanim_alanlari.html)  
Son Erişim Tarihi: 12.04.2019
  53. İTSO URL: <https://iskenderuntso.org.tr/wp-content/uploads/2018/09/filtre4.jpg>  
Son Erişim Tarihi: 12.04.2019
  54. Filtorq URL: <http://filtorq.com.tr/tr/urunicerik/123/hava-filtreleri/> Son Erişim Tarihi: 12.04.2019
  55. İkiler Otomotiv URL: <http://www.ikilerotomotiv.com/filtreler> Son Erişim Tarihi: 12.04.2019
  56. Motoec Filter URL: <http://www.motoec.com/category-37-0-filtrasyon-malzeme-ozellikleri.aspx> Son Erişim Tarihi: 12.04.2019
  57. Filtorq URL: <http://filtorq.com.tr/tr/urunicerik/129/yakit-filtreleri/> Son Erişim Tarihi: 12.04.2019



58. Otomobilteknoloji URL:<https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2016/05/yakit-filtresi-nedir-ne-zaman-degisir-nerededir.html> Son Erişim Tarihi: 15.04.2019
59. Motoec Filter URL:<http://www.motoec.com/category-44-0-filtrasyon-malzeme-ozellikleri.aspx> Son Erişim Tarihi: 15.04.2019
60. Petek Filtre URL: <https://www.petekfiltre.com/filtreler-hakkinda/yakit-filtreleri/> Son Erişim Tarihi: 15.04.2019
61. Motoec Filter URL:<http://www.motoec.com/group-4-kabin-filtreleri.aspx> Son Erişim Tarihi: 15.04.2019
62. Filtorq URL: <http://filtorq.com.tr/tr/urunicerik/133/kabin-filtreleri/> Son Erişim Tarihi: 15.04.2019
63. Motoec Filter URL:<http://www.motoec.com/group-4-kabin-filtreleri.aspx> Son Erişim Tarihi: 15.04.2019
64. Facfilter URL:<https://facfilter.net/oilfilter.pdf> Son Erişim Tarihi: 20.04.2019
65. Delsa Filtre URL: <http://www.delsafilter.com.tr/urun.html> Son Erişim Tarihi: 20.04.2019
66. Motoec Filter URL:<http://www.motoec.com/category-38-0-filtrasyon-malzeme-ozellikleri.aspx> Son Erişim Tarihi: 20.04.2019
67. Öztaş Filtre URL:<http://www.oztasfiltre.com/icerik.asp?kimlik=123> Son Erişim Tarihi: 20.04.2019
68. Çapkar URL: [http://www.capkar.net/\\_y/YagFiltreleri.php](http://www.capkar.net/_y/YagFiltreleri.php) Son Erişim Tarihi: 20.04.2019
69. İTISO URL: <https://iskenderuntso.org.tr/wp-content/uploads/2018/09/filtre3.jpg> Son Erişim Tarihi: 20.04.2019
70. Mahle URL:<https://www.mahle-aftermarket.com/eu/tr/products/filters/oil-filters/> Son Erişim Tarihi: 25.04.2019
71. tasit.com URL:<https://www.tasit.com/araba-sozlugu/yakit-filtresi-nedir> Son Erişim Tarihi: 25.04.2019
72. automobileair filters URL:<http://automobileairfilters.sell.everychina.com/p-98088049-cartridge-oil-filters-element-eco-oil-filter-03c115562-for-audi.html> Son Erişim Tarihi: 25.04.2019
73. Ece Filtre URL: <https://www.ecefilter.com/urunler/hidrolik-filtreleri> Son Erişim Tarihi: 30.04.2019
74. Hedef Filtre URL: <https://www.hedefiltre.com/kategori/filtre-gruplari/hidrolik-filtreleri/> Son Erişim Tarihi:30 Nisan 2019
75. Akaser URL: <http://www.akaser.com.tr/hidrolik-filtreler.html> Son Erişim Tarihi: 30.04.2019
76. Erdemir Yassı Ürün Kataloğu 2018
77. The IIT Kharagpur, Design for Dynamic Loading, URL: <http://nptel.iitm.ac.in> Son Erişim Tarihi: 12.04.2019
78. Haghghi,2007, Performing a Fatigue Analsyis, ANSYS Tutorial
79. Al-Bahlaki, E,2007 Mechanical Engineering Design Lecture Note, Third Edition, King Saud University, Saudi Arabia

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BAHALI, Derya  
 Uyruğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 27.01.1986, İskenderun  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 0 (535) 378 68 11  
 e-mail : derya\_bahali\_@hotmail.com



Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Makina Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Konya Selçuk Üniversitesi / Makina Mühendisliği	2008
Lise	İstiklal Makzume Anadolu Lisesi	2004

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-2019	Şampiyon Filtre	Planlama Mühendisi
2010-2014	Genel Filtre	Arge Mühendisi
2008-2010	Tan Makina	Proje Mühendisi

### Yabancı Dil

Başlangıç Seviyesinde İngilizce

### Yayımlar

-

### Hobiler

Müzik Dinlemek, Kitap Okumak

## DİZİN

**A**

Abstract · iv  
ANSYS · 34, 35, 36, 37, 38, 39

**B**

Basınç · 38, 39, 40, 41, 42, 43,  
44, 45, 46  
Baskı yayı · 29

**Ç**

Çizelgelerin Listesi · x

**E**

Eleman alt kapak · 30  
Eleman tipi filtre · 31  
Ekolojik tipi filtre · 31

**F**

Filtre · 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23,  
24, 25  
Filtre taşı · 29

**G**

giriş · 1  
genel filtreler · 17  
geri dönüş valfi · 30

**H**

Hava filtresi · 19  
Hidrolik filtre · 32

**i**

içindekiler · vii

**K**

Key words · iv  
kabin filtresi · 24  
kaynaklar · 47

**L**

literatür · 3

**M**

materyal · 14

**O**

Otomobil filtreleri · 19

**Ö**

özet · ii  
önceki çalışmalar · 3  
özgeçmiş · 52

**R**

Resimlerin Listesi · ix

**S**

Simgeler Ve Kısaltmalar · xi  
Süzücü eleman · 30  
Spin-on · 28, 33, 34  
Sargı kapağı · 30  
sonlu eleman · 14, 15, 16  
SONUÇ · 46

**Ş**

Şekillerin Listesi · viii

**T**

Teşekkür · vi  
Tezde kullanılan filtre · 33

**Ü**

Üst sızdırmazlık contası · 30

**Y**

Yakıt filtresi · 22  
Yağ filtresi · 26,27, 28, 29, 30,  
31, 32, 33  
Yağ filtresi ansys modeli · 34



**TEKNOVERSİTE**



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

**İSTE**

