

Teknik Temizlik

Günümüz otomotiv endüstrisindeki müşteri beklentileri ve yeri geldiğinde yasal düzenlemeler, üreticileri daha dayanıklı ürünleri daha ucuza mal etmeye veya mevcutları yenilenen normlara uyarlamaya zorlamaktadır. Bu amaçla üreticiler, farklı malzemeler kullanarak ve farklı prosesler yaratarak bu beklentilere cevap vermeye çalışmaktadırlar. Beklentinin daha çok dayanım olduğu mekanik parçalarda ise parçaları daha da hassas üretmek ve dolayısıyla çalışma toleranslarını daha da daraltmak kaçınılmaz olmaktadır. Bu durumda ise günümüzde başka bir kavram öne çıkmaktadır: “Teknik Temizlik”. Konu, otomotiv sektöründe oldukça önemli bir yer tutmakta ve çoğu zaman da üretim birimindekilerin başını ağrıtmaktadır.

Bu çalışmada, konuya dikkat çekilmekle birlikte, işlemin gerçekleştirilmesi, adımları ve uygulamalardan bahsedilmektedir.

1. GİRİŞ

Temizlik, her alanda dikkat ettiğimiz, gerekli tedbirleri almadığımız zaman önemli sorunlara yol açan bir kavramdır. Buna soluduğumuz havanın, içtiğimiz suyun temizliği dahil olduğu kadar, ürettiğimiz endüstriyel ürünlerin ve hatta alt bileşenlerinin temizliği de dahildir. Bundan dolayı, günümüzde parça planları veya teknik resimler üzerinde

“temizlik” kriterleri ve şartnamelerinin yer alması artmaya başlamıştır. Yan sanayiler de ana sanayiye imal ettikleri ürünlerinde, kendi yan sanayilerinden teknik temizlik uygunluk raporlarını sorgulamaya başlamışlardır.

Otomotiv sektöründe teknik temizliğin önem kazanmaya başlaması, üreticilerin “kalıntı kirliliğinin” yol açabileceği çöp veya yeniden değerlendirme oranlarını veya satış sonrası problemlerini azaltmak, sifıra indirmek istemesindedir. Bu kavramlar üreticilerin müşteri veya diğer rakip üreticiler gözünde sınıflandırılmasını etkilediği için, üretilen parçaların temizliği tüm proses boyunca sağlanmak zorundadır. Bu anlamdaki beklentiler, ISO16232 ve VDA-19 ile genel hatlarıyla tanımlanmakla birlikte, otomobil üreticileri kendi şartnamelerini de kullanmaktadırlar.

Temizlik analizi yapılan bazı otomotiv parçaları ise şunlardır: Güç üretim ve aktarma organları/bileşenleri (silindir karteri, silindir kapağı, krank mili, kam mili, supaplar, dişliler, vites kutusu karterleri vb.), hidrolik bileşenler (ABS, ESP, direksiyon sistemi vb.), yakıt düzenekleri (vanalar, hortumlar, hortum bileşenleri, yakıt pompası, enjektör vb.), elektronik bileşenler, yağ devresi bileşenleri. Bu ve benzeri parçalarda, kabul edilebilir sınırlar dışındaki parçacıklar, parçanın görevini yapamamasına, sızdırmazlık hatasına ve hatta ilgili

Cenk Özçelik, Aynur Alper¹

parçanın bağlı olduğu üst bileşenin arızalanmasına yol açabilmektedir [1].

2. TEMİZLİK KAVRAMI

2.1 Tanımlar

Kalıntı kirliliği, ilgili parçanın üzerinde kalan katı parçacıklardan ve çözülebilen maddelerden oluşur. Bunlar, prosesin adımları ya da dışarıdan alınan alt bileşenler nedeniyle parçanın üzerine yapışır ve kullanıldıkları yerde çalışma zararlarına yol açabilirler. Özellikle inorganik parçalar, daha büyük zararlarla ve ürünün çalışma ömrünün azalmasına neden olabilmektedir.

Teknik temizlik, ilgili parçanın üzerindeki kalıntı kirliliğinin tanımlanana göre durumudur.

Teknik temizliğin ölçülmesi, kalıntı kirliliğini oluşturan parçacıkların ağırlıklarının ölçülmesi, adetlerinin sayılması, boyutlarının belirlenmesi ve kimyasal kompozisyonlarının tanımlanması ile gerçekleştirilir.

2.2 Yöntemler

Temizlik analizleri ve ölçümleri için birçok yöntem olsa da, genelde bu yöntemler “doğrudan” ve “dolaylı” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [2]. Doğrudan yöntemlerde ilgili parçanın yüzeyi doğrudan analiz edilir. Dolaylı yöntemlerde ise, öncelikle tipik olarak akışkan bir

¹ Oyak-Renault Oto Fabrikaları A.Ş. - cenkenc.ozcelik@gmail.com, aynur.alper@renault.com

çözücü ile parçanın üzerinden kalıntı kirliliği kaldırılır. Sonrasında ise, çözücü analiz edilerek, filtrelenerek kapsadığı parçacıklar incelenir.

Otomotiv endüstrisi, belli bir miktardaki kirliliğe izin vermektedir. Bu yüzden amaç, kaynağı bilinen kirlilikleri belli sınırlarda tutmak ve yeni kaynaklar oluşmasına izin vermemektir. Aksine ilaç veya hijyen ürünleri gibi endüstrilerde, kirlilik istenmemekte, rastlanan kirliliklerin de kaynağının saptanması gerekmektedir.

2.2.1 Doğrudan Yöntemler

Bu yöntemlerde, adından da anlaşılacağı üzere, doğrudan parça analiz edildiği için, ikincil işlemlerle parçanın üzerine fazladan kalıntı kirliliği eklenmemiş olur. Ancak bu yöntemlerde, gözlem ekipmanına koyulabilmesi için, parçanın küçük ebatlarda olması ve karmaşık (girintili) geometrilere sahip olmaması gerekmektedir.

Büyütülmüş Görsel İnceleme: Bu yöntemde bir mikroskop kullanılarak, çok genel ve çok hassas olmayan bir doğrulama yapılır. En az ekipmanı gerektirse de, yine de ayrı bir bölge bulundurulması, parçanın küçük olması ve yetkinliği üst seviyede analistler gerektirmektedir. Birkaç bin TL ile alınabilecek bir mikroskop amaca hizmet etse de, analiz edilecek parça mikroskop tablası tarafından sınırlandırılacaktır.

Gravimetrik Analiz: Bu yöntem küçük parçalar için nispeten büyük miktardaki kalıntı kirliliklerini ölçmek için kullanılır. Yaklaşık üç bin beş yüz TL'ye alınacak on binde bir gram hassasiyetli terazi en önemli gerekliliktir. Parça temizlik işleminden önce ve sonra kurutulularak tartılarak, (varsa) aradaki farktan kalıntı kirliliği miktarı belirlenir. Bu yöntemde de terazinin kapasitesi sınırlayıcı olmaktadır. Ayrıca, yıkama işleminin yapılacak olması, parçanın başka bir noktada yıkanması/kurutulması fazladan kirlilik eklenmesi olasılığını yaratmaktadır.

Detaylı Görsel İnceleme : Farklı çalışma yöntemlerine sahip elektron mikroskopları ile, otomatik sayım ve ayırım yapabilen görünüm yazılımları desteğiyle, hem kirlilik miktarı belirlenebilmekte hem de bu kirliliği oluşturan partiküllerin tanımlanması yapılabilmektedir. Tahmin edileceği üzere, bu sefer yatırım birkaç yüz bin TL'ye çıkmaktadır.

Bu üç ana yöntemin dışında, siyah bir odada parçayı siyah ışık altında incelemek, saf su damlacığının parça üzerinde akışını gözlemek ve değişik spektrometrik yöntemler kullanmak şeklinde kirliliği tespit de olasıdır. Konusu geçen yöntemlerin hepsi için bir laboratuvar ortamı gerekliliği ve cihazların yıllık kalibrasyon/doğrulama masrafları da gözardı edilmemelidir. İstenecek hassasiyete göre, laboratuvar ortamlarının da pozitif basınçlandırılması veya havasının toz kontrolünün sağlanması gerekiyor ise, yatırım maliyetinin artacağı kaçınılmazdır. Ayrıca, yöntemlerin karmaşıklaşması ve detaylanması, aynı zamanda analistlerde bulunması gereken yetkinliğinin artması anlamına da gelmektedir.

2.2.2 Dolaylı Yöntemler

Birçok dolaylı yöntemin esası, çözücü bir sıvı kullanarak parça üzerindeki kirlilik kalıntılarını ayıklamak ve daha sonra bunları analiz etmektir. Bu yöntemler, kullanılacak çözücü sıvının miktarından dolayı, büyük parçalar için çok pratik gözükmesine de doğrudan yöntemlerde bahsedilen birçok kısıtlamadan etkilenmemektedir.

Gravimetrik Analiz: Bu yöntem, doğrudan yöntemlerde bahsedilen şekilde işlese de, farklı olarak çözücü sıvı aracılığıyla ayıklanan ve bir filtreden geçirilen kalıntılar tartılmakta ve sonrasında sayılmaktadır.

Morötesi Spektroskopi: Bu yöntem, elektronik devre kartlarının üzerindeki lehim kalıntılarının miktarını bulmak

için yaratılmış olsa da metal parçaların üstünde bulunan kirliliğin tespiti için de kullanılmaktadır. Morötesi bir spektrometre gerektirdiği için, pahalı bir yöntemdir. Ayrıca, kirlilik miktarının sabit bir emilim dalga boyuna cevap verebiliyor olması gerekmektedir. Bu bakımdan, yetkinliği yüksek bir kullanıcıya gereksinim duyulmaktadır.

Optik Parçacık Sayıcı: Bu yöntem, kirlilik kalıntısındaki parçacıkların hem adedini hem de boyutlarını verdiği için, parça üzerindeki kirlilik hakkında detaylı bilgiler edinilmesini sağlar. Belli boyutlardaki parçacıkların sayısı merak edildiğinde, yararlı olan bir yöntemdir. Parçacıkların ışığın akışını engellemesinden hareketle boyutları belirlenir. 0.1 mikron'un altındaki boyutlara kadar ölçüm olanağı bulunmaktadır. Ne var ki, yine oldukça pahalı bir yatırımdır ve yine yetkinliği yüksek bir kullanıcıya gereksinim duyulmaktadır.

Yukarıda anlatılan yöntemlere bakıldığında, klasik endüstriyel uygulamalar için doğrudan yöntemlerin uygun, pratik ve daha ekonomik olduğu görülmektedir. Daha pahalı yöntemler daha hassas proseslerin kontrolünde kullanılmaktadır. Genel uygulama olarak şu sıralamada yapılabilmektedir: Parçanın yıkanması, ayrılan kirlilik kalıntısının filtrelerde yakalanarak tartılması ve parçacıkların analizi. Analiz kısmında mikroskobik yöntemlerle parçacıkların adedi ve boyutları görüntülenmekle birlikte, daha ileri analiz etaplarında bu parçacıkların spektrometre analizleri de yapılarak, kompozisyonları ve cinsleri hakkında bilgi de araştırılabilir. Ne var ki, teknik şartnamelerde genel olarak istenen, belli boyuttaki parçacıkların belli sayıdan fazla, parça üzerinde kalıntı kirliliği olarak bulunmamasıdır. Bu parçacıklar da genel olarak, parçanın prosesinden gelebilecek partiküller (işleme talaşı, ambalaj partikülü vb.) olmaktadır.

Tablo 1. Başlıca Yöntemlerin Sentezi

* en az, **** en çok	Yatırım Maliyeti	Analiz Süresi	Yeterlilik
Büyütülmüş Görsel İnceleme	*	*	*
Doğrudan Gravimetrik İnceleme	**	*	**
Dolaylı Gravimetrik İnceleme	***	**	**
Detaylı Görsel İnceleme	****	**	****

Yukarıda bahsedilen yöntemlerden başlıcalarını Tablo 1'deki gibi sentezleyebiliriz. Göreceli olarak yatırım maliyetini, sonuç elde etme süresini ve sonuçların verdiği detayı karşılaştırmak mümkündür.

3. OYAK-RENAULT UYGULAMALARI [3]

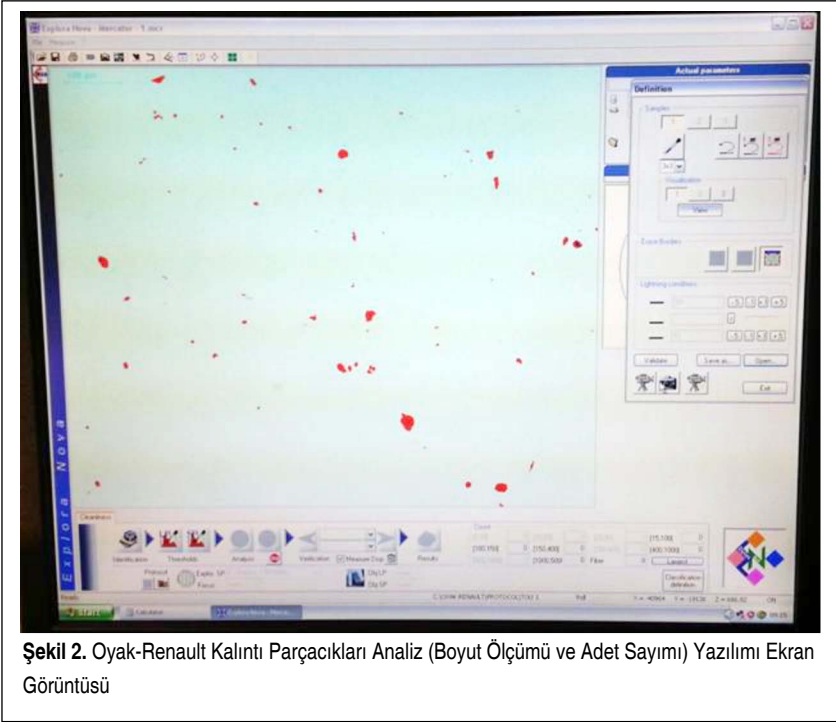
Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları AŞ'de, temizlik analizleri mekanik parçalar üzerinde uygulanmaktadır. Yerine getirdikleri görevler gereği, temizlik kavramının hassasiyet kazandığı iki ürün, motor ve vites kutusu üzerinde, belirlenmiş sıklıklarda temizlik analizleri yapılmaktadır. Bunlar, motorun temel parçalarından olan silindir karteri, silindir kapağı, krank mili ve vites kutusunun karterleridir. Üretim prosesleri gereği, talaşlı imalat ile üretilen bu parçalarda oluşabilecek olası kalıntılar, motorun veya vites kutusunun fonksiyonların yerine getirmesinde ciddi sıkıntılara yol açabilmektedir. Bu bakımdan, adı geçen parçaların teknik temizlik durumu periyodik olarak gözlemlenmektedir. Bu kontroller esnasında, kalıntı kirliliği gravimetrik (ağırlık) ve granülometrik (boyutsal) olarak değerlendirilmektedir. Şartnameler belirli kirlilik kalıntısına izin vermektedir. Ancak, kalıntı parçacıkları hem belirli bir ağırlığa sahip olmalı hem de her biri tek tek belirli boyutların altında olmalıdır. Kontrolü yapılan parçanın "uygun" olarak adlandırılması için, her iki şartın da yerine getirilmesi gerekmektedir. Genel olarak uygulama şu şekilde gerçekleştirilmektedir:

- ▶▶ *Filtre kağıdı ve cam kapların boş ağırlığın hassas terazide ölçülmesi*
- ▶ Her yıkama öncesi yeni filtre kağıtları ve temizlenmiş cam kaplar kullanılır ve işlem öncesi ağırlıkları ölçülür.
- ▶▶ *Filtre kağıdının yıkama sistemine yerleştirilmesi*
- ▶ Gerektiğinde birden fazla filtre kağıdı sisteme yerleştirilir. Parçanın farklı bölgeleri yıkandıkça farklı filtreler kullanılır.
- ▶▶ *Parçanın üzerine basınçlı yıkama sıvısı püskürtülerek yıkanması (Şekil 1)*



Şekil 1. Oyak-Renault Temizlik Analizi Yıkama Ünitesi

- ▶ Şartnamenin tanımladığı sıra ve süre boyunca 4 bar basınçlı yıkama sıvısı parça üzerine püskürtülür ve parça yıkanır.
- ▶▶ *Yıkama işleminden sonra filtrelerin çıkarılması ve fırında kurutulması*
- ▶ Yıkama makinası kapalı devre mantığında çalıştığı için, filtre üzerinden devri daim yaptırıldıktan sonra, sürenin bitiminde filtre kağıtları sökülür ve işlem başlangıcındaki cam kaplarına konarak, kuruması için 80 derecedeki fırında tutulur.
- ▶▶ *Kurutma işleminden sonra filtre ve cam kapların tekrar tartılarak, kalıntı kirliliğinin bulunması*
- ▶ Varsa üzerine birikmiş kalıntı kirliliği ile birlikte, filtre ve kaplar tekrar tartılarak, kirliliğin ağırlığı bulunur.
- ▶▶ *Mikroskop altında kalıntı kirliliği parçacıklarının adedinin saydırılması ve boyutlarının ölçülüp sınıflandırılması (Şekil 2)*



Şekil 2. Oyak-Renault Kalıntı Parçacıkları Analiz (Boyut Ölçümü ve Adet Sayımı) Yazılımı Ekran Görüntüsü

► Mikroskop altına yerleştirilen filtrelerdeki parçacıkların adedi ve boyutları, özel yazılım sayesinde otomatik olarak tek tek sayılır, ölçülür ve şartnamenin istediği şekilde sınıflandırılır.

► Ölçüm sonuçlarının raporlanması

Tüm bu işlemler şartnameler ile tanımlanmıştır. Parçanın hangi sırada yıkanaacağı, yıkama esnasında ne kadar yıkama sıvısı kullanılacağı, hangi basınçla parçanın nerelerine hangi süre zarfında püskürtüleceği belirlenmiştir. Şartnamelerde, izin verilen parçacık adedi, boyutu ve ağırlığı da belirtilmiştir.

Bir temizlik analizleri ve ölçümleri laboratuvarı yaratmak için, öncelikli bir kabin yaratmak gerekir. Bu bölgenin, analizleri yapılacak parçaların üretildiği atölyelere yakın olmasında fayda vardır: Üretim hattından çıkan parçalar fazla taşınmadan ve prosesleri gereği oluşabilecek farklı kirliliklere maruz

kalmadan, özel taşıma kaplarıyla bu bölgeye aktarılmış olur. Gerekli analiz ve işlemleri yapabilmek için ise, yıkama ünitesi, kurutma fırını ve analiz mikroskobu/yazılımı öngörmek gerekmektedir. Tüm bu olanakları yerine getirmek için yaklaşık üç yüz elli bin TL yatırımı dikkate almak gerekmektedir. Temizlik analizlerinin süreleri hakkında bir fikir vermek gerekirse, yukarıda sayılan tüm adımların gerçekleşmesi için, yaklaşık olarak, bir krank mili için 4 saat, silindir kağıpağı için 9 saat, silindir karteri için ise 7 saat zaman harcanmaktadır. Nihayetinde bu sistemin olağan yatırım maliyetinin yanında, bir de sarf maliyetlerinin yani harcanan temizlik sıvısı ve filtreleme kâğıtlarının olduğu da unutulmamalıdır.

4. SONUÇ

Temizlik her ne kadar daha çok insan sağlığı üzerine doğrudan etki eden kavramlar üzerinden algılsa da, endüst-

riyel hayatta artan bir şekilde “teknik temizlik” olarak kendisine yer bulmakta ve parçaların geometrik olarak doğru üretilmesi veya montaj edilmesi kadar önemli konuma gelmektedir. Kalıntı kirlilikleri, bitmiş ürün üzerinde çalışma kusurlarına yol açarak önemli müşteri şikâyetlerine yol açabilmektedir. Daraltılmak durumunda kalan parça toleransları ve artan müşteri beklentileri, parçaların teknik temizlik yönünden de sorgulanmasını gündeme getirmek durumunda kalmıştır. Parçalar metrolojik olarak uygun olsalar da, üzerlerinde bulunabilecek kirlilik kalıntıları yüzünden çalışma hatalarına yol açmaktadırlar. Mikron boyutlarındaki parçacıklar, mekanik aksamaları çalışamaz duruma sokabilmekte, elektronik devrelerde ise yanıltıcı algılamalara yol açabilmektedir. Bu durumdan dolayı, bu tip kritik parçaların onay dosyalarında temizlik ölçüm sonuçları da yer almaya başlamıştır.

Hareketli veya akışkanların temas ettiği parçalar, bu çerçevede riskli parçalar grubuna girmektedir. İşlevsel olarak riskli bulunan bu parçaların son operasyondan sonra yapılacak temizlik kontrolleri, olası kirlilik kaynaklarının bulunmasını ve gerekli önlemlerin sağlanmasını sağlayacaktır.

5. KAYNAKÇA

1. “Otomotiv Parçaları Üretiminde Teknik Temizlik,” 2011. www.leica-microsystems.com/science-lab/quality-assurance/technical-cleanliness-in-the-production-of-automotive-components/, son erişim tarihi : 20.07.2014.
2. “Kirlilik Ölçüm Yöntemleri, 2007.” www.rjl-microanalytic.com/html/cleanliness-testing-contamination-analysis, son erişim tarihi : 10.06.2014.
3. “Renault Temizlik Şartnameleri,” 35-00-035, Eylül 2004.