

## **Otomotiv endüstrisi plastiklerinde kullanılan boyama öncesi yüzey hazırlama yöntemlerinin analizi**

**Serkan Soncu<sup>1\*</sup>, Kadir Çavdar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği ABD, Bursa*

<sup>2</sup>*Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Bursa*

**Geliş Tarihi:**05.08.2018

**Kabul Tarihi:**05.12.2018

### **Özet**

Bu çalışmada, otomotiv endüstrisinde kullanılan plastiklerin boyama prosesinden önce yüzey geriliminin artırılması amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Boyanın yüzeye sağlıklı bir şekilde yapışmasının sağlanması için parça yüzey gerilimi değerinin boya yüzey gerilimi değerinden büyük olması sağlanmalıdır. Bu amaçla bu çalışmada iki farklı konu üzerinde durulmuştur. Bunlardan ilki enjeksiyon proses parametrelerinin yüzey gerilimine etkisi ve diğeri de fırınlama, alkol ile silme ve kuru buz ile temizleme yöntemlerinin karşılaştırılması şeklinde özetlenebilir.

Proses parametrelerinin etkisinin araştırılması amacıyla enjeksiyon hızı, enjeksiyon basıncı, ütüleme zamanı ve soğuma zamanı parametreleri incelenmiştir. Her parametreden üç farklı seviye belirlenip deney matrisi oluşturulmuştur. Yöntemlerin karşılaştırılmasında ise nominal parametre değerinden her yöntem için 18 adet parça üretilerek 80°C'de 30 dk fırınlanmış, alkol ile silinmiş ve kuru buz ile temizlenmiştir. Uygulanan bu yöntemler arasında en yüksek yüzey gerilim değeri kuru buz ile temizlenen parçalarda sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Otomobil, Plastik malzemeler, Plastiklerin boyanması, Yüzey gerilimi

## **Analyse of the surface preparation methods before painting of plastics used in automotive industry**

### **Abstract**

In this study, the plastics used in the automotive industry have been studied in order to increase the surface tension before the painting process. In order to ensure that the paint adheres to the surface in a healthy manner, it must be ensured that the value of the part surface tension is greater than the value of the paint surface tension. For this purpose, two different issues were discussed in this study. These are; firstly effect of injection process parameters on surface tension and secondly comparison of baking, alcohol wiping and dry ice cleaning methods.

The injection speed, injection pressure, ironing time and cooling time parameters were investigated in order to investigate the effect of process parameters. An experiment matrix with three different levels determined from each parameter was created. In the comparison of the methods, 9 pieces were produced for each method from the nominal parameter value and cleaned with alcohol, and dried with ice for 30 minutes at 80°C. Among these methods, the highest surface tension value is provided in the parts cleaned with dry ice.

**Keywords:** Automobil, Plastics, Plastic painting, Surface tension

---

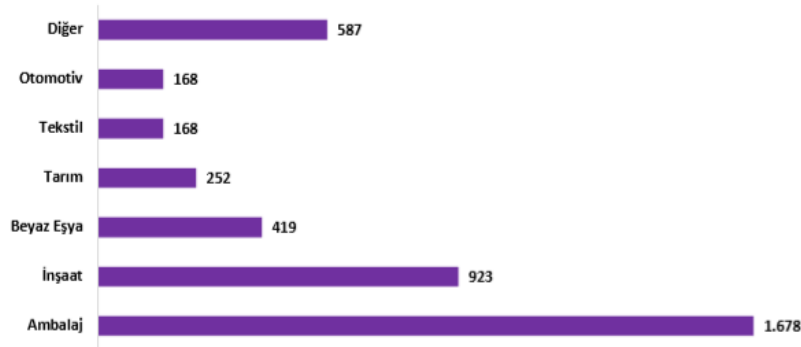
\* Sorumlu yazar : Serkan Soncu, serkansoncu@gmail.com

## Otomotiv endüstrisi plastiklerinde kullanılan boyama öncesi yüzey hazırlama yöntemlerinin analizi

### 1. Giriş

Otomobilde polimerlerin kullanılabilceği neredeyse sınırsız sayıda uygulama alanı mevcuttur. Valf kapakları, hava filtreleri ve hava giriş tesisatları gibi plastikten yapılan parçalar tek üniteye entegre edilebilir. Daha önce metalden yapılan hava giriş boruları ve yakıt tankları günümüzde neredeyse tamamen plastikten yapılır. Korozyona uğramayan ve kolay takılabilir olan bu parçalar aynı zamanda %40-50 oranında daha hafiftir. Yaklaşık 1000 kg ağırlığa sahip yeni bir orta sınıf otomobilin neredeyse %15'i (yani 150 kg) plastiktir. Rüzgârlık ve tamponlar, gösterge panelleri, farlar, yan ve iç döşemeler, koltuklar ve hava yastıkları, halılar, lastikler, fitil ve contalar, vantilatör kayışları, dişli kutusu bağlantıları, motor kapakları, birinci derece görsel parçalar ve daha nice küçük otomobil bileşeni plastiktir [1].

PAGEV'in yayınlamış olduğu 2018/4 Türkiye Plastik Sektörü İzleme Raporunda 2018 yılının ilk 4 aylık döneminde 4 milyon 194 bin tonluk toplam plastik mamul üretimi içinde yaklaşık 168 000 ton ile otomotiv sektörü önemli bir yer almaktadır, Şekil 1 [2].



Şekil 1. 2018/4 Türkiye Plastik Sektörü İzleme Raporu Alt Sektörler Bazında Plastik Mamul Üretimi (x100 ton)

Otomotiv sanayi her geçen gün artan ölçüde yeni taleplerle karşı karşıyadır. Sürücüler sahip olmak istedikleri otomobillerde:

- Daha yüksek performans,
- Daha üstün güvenilirlik ve güvenlik,
- Daha yüksek konfor,
- Daha çok yakıt tasarrufu,
- Daha güzel stil,
- Daha düşük fiyatlar,
- Çevrenin daha çok korunmasıdır.

Bu talepler aslında potansiyel olarak birbirine zıttır. Ancak birbirine zıt olan bu talepleri optimum şekilde karşılayan ve geleceğin otomobillerini şekillendirecek olan tek malzeme plastik olarak kabul edilmektedir[3]. Plastiklerin taşıt araçlarında beklenen ve birbirine zıt talepleri optimize eden üstün özellikleri şunlardır

- Daha hafif, güçlü olması (mukavemet/ağırlık oranı)
- Güvenilir olması ve güvenlik sağlaması (Plastik parçalar, güvenlik ile hafiflik arasındaki dengenin muhafaza edilmesini sağlamaktadır. Plastikler olmaksızın, bugünün otomobillerin en

azından 200 kg daha ağır olacağı ve bunun sonucunda yakıt tüketiminin artacağı bilinmektedir.)

- Araçta yüksek performans sağlaması ve araç üretim ve kullanım maliyetini azaltması,
- Çok yönlü ve esnek kullanımı sayesinde teknolojik yenilik ile tasarım özgürlüğüne imkân tanınması,
- Daha yüksek konfor taleplerine uyumlu olması,
- Otomotiv sektörünün karmaşık, estetik, güvenlik, konfor, yakıt verimi gibi mühendislik taleplerini kolayca karşılaması,
- Elektronik performans maliyeti azaltacak şekilde uyum sağlayabilmesi,
- Geri dönüşümü kolay bir malzeme olması ve çevreye olumlu etkileri[3].

Özellikle otomotiv sektöründe kullanılan plastik parçaların yüzeylerinin boyanması işlemi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Plastik yüzeyler istenilen renk ve parlaklıkta üretilebilir olmalarına rağmen, birçok uygulamada ayrıca boyanmaları da istenir. Boyama işlemi estetik veya fonksiyon gereği uygulanır [4].

### 1.1. Plastik yüzeylerin boyanması

Plastik malzemeler endüstride genellikle bir boyama süreci sonrasında kullanıma sunulurlar. Boyama ihtiyacının nedenleri:

- Kalıp hatalarının giderilmesi
- UV dayanımının artırılması
- Çizilme, fiziksel ve kimyasal dirençlerinin artırılması
- Dekoratif özellikler kazandırılması
- Yüzey görünümü özelliklerinin homojen hale getirilmesi

Plastik adezyon problemleri endüstri genelinde yaygındır. Bu problemlere önemli katkıda bulunan bir faktör, birçok plastiğin düşük yüzey gerilimi olan kimyasal olarak inert ve gözeneksiz yüzeylere sahip olmasıdır. Yani, çoğu plastik hidrofobiktir ve doğal olarak ıslatılabilir değildir. Bu özellikler, tasarım mühendisi için avantajlı olsa da, genellikle, bağlama, baskı, kaplama ve boyama alanlarında ikincil montaj ve dekorasyon endişeleriyle sonuçlanır. Bununla birlikte, günümüzün yüksek performanslı mühendislik reçineleri üzerindeki yüzey ön muameleleri, bağlanma mukavemeti performansını artırırken birçok yapışma problemini çözecektir.

Birçok plastik hidrofobik olduğundan ve doğal olarak “ıslanabilir” olmadığından, Tablo 1'deki tablo, işlenmemiş polimer substratlar için tipik yüzey enerjilerini listeler. Reçine formülasyonları arasındaki büyük farklılıklar nedeniyle, genel değerlendirme amaçları için aşağıda listelenen değerler kullanılmalıdır.

### 1.2. Plastik yüzeylerin boyanmaya hazırlanması

Plastik yüzeylerin hazırlanmasında en önemli iki parametre;

- Malzemeye özel yüzey hazırlama süreci
- Plastik tipine özel boya seçimi

*Otomotiv endüstrisi plastiklerinde kullanılan boyama öncesi yüzey hazırlama yöntemlerinin analizi*

**Tablo 1.** Bazı plastiklerin yüzey enerjileri[5]

<b>Polimer</b>	<b>Yüzey Enerjisi (dyne/cm)</b>
Polipropilen	29-31
Polietilen	30-31
PVA	33-44
Polistiren	33
ABS	35-42
Poliamid	<36
Epoksi	<36
Poliester	41-44
PET	41-44
Polikarbonat	46
Poliimid	40
Poliasetal	<36
PPO	47
PBT	32
Polysulfon	50
PPS	38
Nylon	33-46
PE kopolimer	20-24
Florlu etilen propilen	18-22
Polivinilflorid	28

Plastik yüzeydeki enjeksiyon öncesinde kullanılan yağ, silikon veya waks esaslı kalıp ayırıcıların, elle dokunmalardan kaynaklanan lekelerin, toz ve kirliliklerin, yüzeyde oluşan elektrik yüklerinin, prosten kaynaklanan mikroskopik çatlakların boya performansı ve görünümü üzerinde çok önemli etkileri vardır. Poliolenik plastik malzemelerin kalıplanması esnasında malzemenin soğuması sırasında yüzeyinde oluşan kristalimsi, kalınlığı değişken tabakaya “Weak Boundary Layer”(WBL) denir. Bu tabaka boyanın plastik yüzeye yapışmasını zorlaştırır. Boyanın uygulama sırasında yüzeyi ıslatabilmesi ve yüzeye tutunabilmesi için yüzey geriliminin uygulama yapılan yüzeyin yüzey gerilimine benzer veya tercihen daha düşük olması şarttır. Prensip olarak bir sıvının katıyı ıslatabilmesi için yüzey geriliminin katı yüzeyin yüzey geriliminden daha düşük olması gerekir.

Plastik yüzeylerin boyanabilmesi ve yüzey enerjilerinin artırılması için yapılan ön işlemlere “yüzey hazırlığı” denir. Yüzey hazırlama teknikleri başlıca dört ana grupta toplanabilir:

### Mekanik yüzey hazırlama yöntemleri;

- **Plazma-Korona Yöntemi:** Hava atmosferinde polimerik yüzeyde aktif atomlar, moleküller, iyonlar, serbest radikaller ve serbest elektronlar oluşturarak yüzeydeki “weak boundar ylayer” yok edilir ve plastiğin yüzey gerilimi artırılır.
- **GlowDischarge:** Plazma uygulamasının yaklaşık 1 torr'luk vakum ortamında yapılması prosesidir. Bu işlem genellikle argon, azot gibi inert bir gaz ortamında yapılır.
- **Flamaj:** En basit şekli ile metan, propan, butan gibi gazlar kullanılarak alevle dağlama diyebileceğimiz bu yöntem ile yüzey 1 sn'den daha kısa süreli termal oksidasyona maruz bırakılır.

### Solvent ile hazırlama yöntemi;

Özellikle polypropilen ve poliüretan yüzeylerde “Weak boundary layer” trikloretilen buharlarına maruz bırakılarak yok edilir ve boyanın yüzeye yapışması sağlanır. Bu yöntem sağlık ve çevre nedenleri ile kullanımı riskli ve sınırlanan bir yöntemdir.

### Kimyasal yüzey hazırlama yöntemi;

Boyanacak yüzey 60-80°C/1-2 dk aşağıdaki çözeltilere maruz bırakılır:

- Sulu potasyum permanganat/sülfürik asit çözeltisi,
- Sulu kromik asit çözeltisi,
- Sulu peroksidisülfat çözeltisi.

### Yapışma astarlarının kullanımı;

CPO (chlorinatedpolyolefin) bazlı astar/primer katları kullanılarak yüzey gerilimi artırılır. Bu yöntem gerekli yüzey temizlik işlemleri ve “weak boundary layer” tabakasının yok edilmesini takiben yapılmalıdır.

Katı yüzeylerin direkt yüzey gerilimlerinin ölçülmesi mümkün olmamakla birlikte indirekt olarak katı üzerine damlatılan ve yüzey gerilimi bilinen bir sıvı damlasının yüzey üzerinde oluşturduğu kontakt açısından yararlanılarak hesaplanabilir[6].

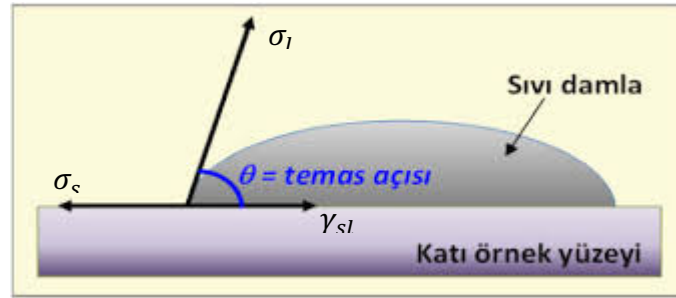
Plastik parçaların yüzey temizliklerinde son yıllarda çevre dostu bir yöntem olan kuru buz ile temizlik kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu yöntem esnektir, solvent veya herhangi bir kimyasal olmadığından kullanımı da çevre dostudur. Plastik malzemenin enjeksiyondan çıkmasının ardından uygulanan yöntem sonrasında boyaya hazır temiz bir yüzey elde edilmektedir [7].

## 2.Yüzey gerilimi ölçüm yöntemleri

Yüzey geriliminin ölçülebilmesi için test mürekkebi (Şekil 3), temas açısı ölçümü (Şekil 2) vb. yöntemler kullanılmaktadır.

Katı yüzeylerin yüzey serbest enerjisinin hesaplanması sıvılarda yapılan tensiyometre ölçümlerinde olduğu gibi direkt olarak yapılmaz. Bunun nedeni katı maddelerin rijit yapıları nedeniyle ölçüm için yeni bir yüzey oluşturulamamasıdır. Bu nedenden dolayı katı yüzeylerde, yüzey serbest enerjisinin ölçümünde ara yüzeyde ölçülen temas açısı değeri kullanılarak ve Young eşitliği baz alınarak çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Temas açısının ölçümündeki kolaylık ve ölçümlerin yüksek hassasiyet ile yapılması, temas açısı ölçümüne dayanan bu metotları önemli kılmaktadır. Şekil 2'de şematik olarak katı sıvı ara yüzeyinde oluşan temas açısı  $\theta$  ile gösterilmiştir. Şekil 2'de durum matematiksel olarak Young eşitliği ile gösterilir. Young eşitliği Denklem 1'de verilmiştir.

*Otomotiv endüstrisi plastiklerinde kullanılan boyama öncesi yüzey hazırlama yöntemlerinin analizi*



Şekil 2. Katı sıvı ara yüzeyinde temas açısının oluşumu

$$\sigma_s = \gamma_{sl} + \sigma_l \cdot \cos \theta \quad (1)$$

$\sigma_s$ =Katı faz yüzey gerilimi

$\gamma_l$ = Sıvı faz yüzey gerilimi

$\theta$ = Temas açısı

$\gamma_{sl}$ =Katı-sıvı ara yüzey gerilimi

Buradan da anlaşılacağı üzere, Young eşitliğinde eğer sıvının yüzey gerilimi biliniyorsa ve temas açısı ölçümü yapıldıysa, denklemden katının yüzey serbest enerjisi ve ara yüzey gerilimi değerleri bilinmeyen olarak kalır. Yüzey serbest enerjisinin ara yüzey gerilimi ile olan ilişkisini inceleyerek çeşitli modeller geliştirilmiştir. Bu noktada dikkat edilmesi gereken durumu katı yüzeylerde ölçülen yüzey serbest enerjisi değerinin tek bir değer olmamasıdır. Kullanılan metot ve test sıvılarına göre yüzey serbest enerjisi değeri farklılık gösterecektir. Bu nedenden dolayı farklı örnek katı yüzeylerin karşılaştırılması aynı metotlar kullanılarak yapılmalıdır [8].

Test mürekkepleri ile yüzey gerilimi ölçüm yönteminde her bir test için öncelikle ortalama bir değer ile ölçüme başlanır (Örn. 34 mN/m). Eğer en az 3-4 saniye mürekkep yüzeyde damlacık haline gelmiyorsa parçanın yüzey gerilimi 34 mN/m ye eşit veya daha yüksektir. Bu durumda daha yüksek gerilim değerine sahip mürekkepler (36, 38...) uygulanarak damlacık haline dönüştüğü değer bulunarak yüzey gerilim değeri ölçülür.

Eğer uygulanan ilk değerde mürekkep damlacık haline dönüşüyorsa daha düşük gerilime sahip mürekkepler (32, 30...) uygulanarak mürekkebin yüzeyde toplanmadan kaldığı değer bulunur. Bu değer parçanın yüzey gerilimidir. Yüzey geriliminin yüksek olması boyanın yüzeye yapışmasını arttırmaktadır. Yüzey gerilimi tespitine yönelik örnek uygulama Şekil 3'te verilmiştir.

Tek ölçümde elde edilecek maksimum hata payı 2 mN/m'dir. Çoklu ölçüm yapılan ölçüm serilerinde hata toleransları orantılı olarak azalır. Her ölçüm yönteminde olduğu gibi, test mürekkepleriyle yapılan yüzey gerilimi tayininde de ölçüm değerlerine eleştirel gözle bakılması gerekir. Yüzey gerilimi ölçümü için test mürekkebi yöntemiyle elde edilen ölçüm değerleri bağlı değerlerdir ve başka test yöntemleriyle kısıtlı ölçüde kıyaslanabilirler. Saptanan yüzey gerilimi daima söz konusu maddenin anlık durumu için bir ölçü olabilir, çünkü deneyimlere göre yüzey gerilimi bekleme süresiyle birlikte eksilir [9].



Şekil 3.İyi ve kötü yüzey ıslanması

### 3. Deneysel çalışmalar

#### 3.1. Proses parametrelerinin yüzey gerilimine etkisi

Çalışmanın bu kısmında enjeksiyon parametrelerinin plastiklerde yüzey enerjisine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla Tablo 2'de verilen enjeksiyon parametreleri girdi olarak kullanılmıştır. Ölçüm yöntemi olarak yukarıda belirtilen test mürekkebi ile yüzey gerilimi ölçümü kullanılmıştır. Deneylein yapılması amacıyla üretilen parçalar PC/ABS (Polikarbonat/AkrilonitrilBütadienStiren) hammaddesi ile üretilmiştir.

Tablo 2. Deneysel çalışmada kullanılan girdi parametreleri

P1: Enjeksiyon hızı (mm/s)	P2: Enjeksiyon basıncı (bar)	P3: Ütöleme zamanı (s)	P4: Soğuma zamanı (s)
1: 60	1: 145	1: 4	1: 23
2: 65	2: 155	2: 6	2: 28
3: 68	3: 165	3: 8	3: 33

Tablo 2'de de belirtildiği gibi 4 farklı parametrede (enjeksiyon hızı, enjeksiyon basıncı, ütöleme zamanı, soğuma zamanı) 3 seviye belirlenmiştir. Bu seviyeler belirlenirken üretilcek olan parçalarda süreç hatalarına neden olmaması göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma kapsamında kullanılacak olan parçaların üretim parametreleri Taguchi yöntemi kullanılarak oluşturulan deney planı Tablo 3'te görölmektedir. Üretilen parçalar üzerinde yapılan ölçümler sonucu elde edilen değerler Tablo 4'de verilmektedir.

Taguchi yöntemi Dr. Genichi Taguchi tarafından 1950'lerde süreç eniyileme tekniği olarak geliştirilmiştir. "Taguchi'nin kalite alanına getirmiş olduğu en dikkat çekici katkı, kalite sistemini üretim öncesi (off-line) ve üretim süreci (on-line) olarak ikiye ayırarak bir ürünün kalitesini ve müşteri memnuniyetini, üretim öncesindeki aşamada tasarım ve geliştirmenin mükemmelliği ile yakından ilgili olduğunu gösteriyor olmasıdır".

Taguchi yöntemi farklı parametrelerin, farklı seviyeleri arasından en iyi kombinasyonu saptamak için oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Her bir parametrenin, her bir seviyesini içeren tüm kombinasyonlar için oldukça fazla deneysel çalışma yapılması gereken durumlarda Taguchi yönteminde ortogonal dizi tablosu kullanılarak çok daha az sayıda deneysel çalışmayla sonuca ulaşmak mümkündür [10].

*Otomotiv endüstrisi plastiklerinde kullanılan boyama öncesi yüzey hazırlama yöntemlerinin analizi*

Tablo 2'de belirtilen parametre ve seviyeler ile tam faktöriyel deney tasarımında  $3^4=81$  deney sayısı ve her deneyden 3 parça üretildiği durumda 243 parça üretilmek ve test edilmek zorunda kalınacaktı. Taguchi yöntemi kullanılarak deney sayısı 9'a üretilen parça sayısı 27'ye düşürülmüştür.

**Tablo 3.** Deney planı

Deney No	Enjeksiyon Hızı (mm/s)	Enjeksiyon Basıncı (bar)	Ütüleme Zamanı (s)	Soğuma Zamanı (s)
1	60	145	4	23
2	60	155	6	28
3	60	165	8	33
4	65	145	6	33
5	65	155	8	23
6	65	165	4	28
7	68	145	8	28
8	68	155	4	33
9	68	165	6	23

**Tablo 4.** Yüzey gerilimi ölçüm sonuçları

Deney No	Çıktılar/Yüzey Gerilimi											
	1. Parça				2. Parça				3. Parça			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	38	36	36	38	38	38	38	36	38	38	38	36
2	36	36	38	38	36	36	36	38	36	36	36	36
3	36	36	38	36	38	38	38	38	36	38	38	38
4	36	38	38	36	34	36	34	36	36	36	34	34
5	36	38	34	36	36	36	36	38	34	34	34	36
6	34	36	38	38	36	36	36	36	36	34	36	34
7	36	36	36	36	34	38	34	34	36	38	36	34
8	36	36	36	36	36	36	36	36	34	34	34	34
9	34	36	34	36	36	36	36	38	34	34	34	34

Yapılan testlere ilişkin örnek fotoğraflar Şekil 4-7'da verilmiştir. Tablo 4'te belirtilen A, B, C, D parça üzerinde ölçüm yapılan bölgeleri belirtmektedir. Farklı bölgelerden ölçüm alınmasındaki amaç yüzey geriliminin bölgesel olarak değişimini de incelemektir.



**Şekil 4.** Örnek uygulama



### 3.2. Farklı ön işlem uygulamalarının yüzey gerilimine etkisi

Bu çalışmada nominal parametrelerde üretilen parçalara alkol ile silme, fırınlama ve kurubuz ile temizlik yöntemleri uygulanmıştır. Alkol ile silme sonrası ölçülen yüzey gerilimi değerleri Tablo 5'de, 80°C de 30 dk fırınlama sonrası ölçülen yüzey gerilimi değerleri Tablo 6'da ve kurubuz ile temizleme sonrası ölçülen yüzey gerilimi değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 5.** Alkol ile silme sonrası yüzey gerilimi

Parça No	Çıktılar / Yüzey Gerilimi (mN/m)			
	A	B	C	D
1	38	38	40	38
2	38	40	40	40
3	38	38	38	38
4	38	38	38	38
5	38	40	38	40
6	40	42	40	42
7	38	38	38	38
8	36	38	38	36
9	38	40	38	36

**Tablo 6.** Fırınlama sonrası yüzey gerilim değerleri

Parça No	Çıktılar / Yüzey Gerilimi (mN/m)			
	A	B	C	D
1	38	36	38	36
2	40	36	38	36
3	38	36	38	38
4	38	36	40	36
5	38	36	38	36
6	38	36	38	36
7	38	36	38	36
8	38	38	38	36
9	38	36	36	38

*Otomotiv endüstrisi plastiklerinde kullanılan boyama öncesi yüzey hazırlama yöntemlerinin analizi*

**Tablo 7.** Kuru buz ile temizleme sonrası yüzey gerilimi

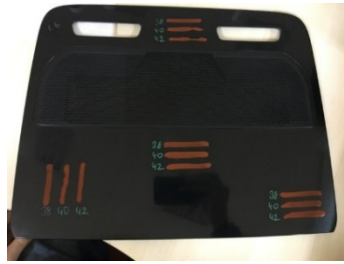
Parça No	Çıktılar / Yüzey Gerilimi (mN/m)			
	A	B	C	D
1	36	36	36	36
2	40	42	42	42
3	40	38	42	40
4	40	40	42	40
5	38	36	40	38
6	40	42	42	42
7	40	42	42	40
8	38	42	42	40
9	40	38	42	38



**Şekil 5.** Alkol ile silme sonrası yüzey gerilimi ölçümü



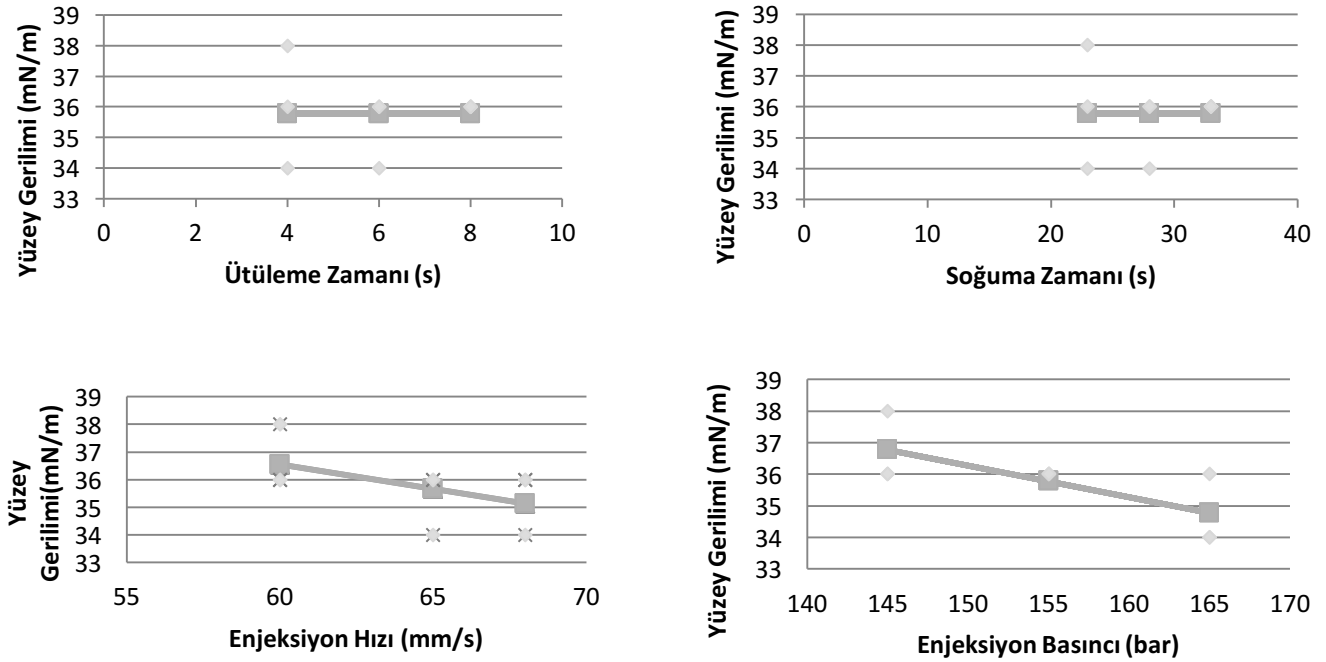
**Şekil 6.** Fırınlama sonrası yüzey gerilimi ölçümü



**Şekil 7.** Kurubuz ile temizlik sonrası yüzey gerilimi ölçümü

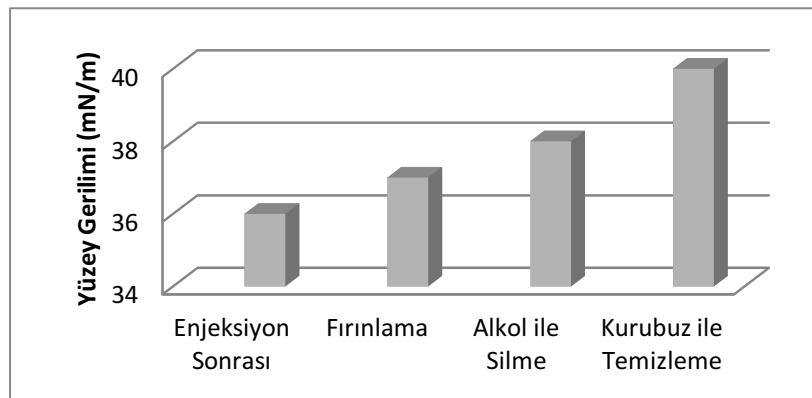
### **3.3. Deney sonuçlarının değerlendirilmesi**

Bu çalışmada ilk olarak enjeksiyon proses parametrelerinin yüzey enerjisine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla dört farklı enjeksiyon parametresinden (enjeksiyon hızı, enjeksiyon basıncı, ütüleme zamanı, soğuma zamanı) üç farklı seviye belirlenerek Taguchi yöntemine göre deney planı oluşturulmuştur. Yapılan ölçümler sonucu enjeksiyon hızının ve enjeksiyon basıncının azalmasının yüzey gerilimi arttırıcı bir etkisi olduğu görülmektedir. Soğuma zamanı ve ütüleme zamanının ise yüzey gerilimine olumlu ya da olumsuz bir etkisi yoktur, Şekil 8.



Şekil 8. Enjeksiyon süreç parametrelerinin yüzey gerilimine etkisi

Plastiklere boyama süreci öncesi hazırlık yöntemlerinden olan alkol ile silme, fırınlama ve kuru buz ile temizleme yöntemlerinin karşılaştırılması işleminde en verimli yöntem olarak kuru buz ile temizlik olduğu gözlemlenmiştir, Şekil 9. Bu yöntem ile bölgesel olarak 42 mN/m değerlerine çıkılsa da yüzey gerilimi 4 mN/m artırılarak ortalama 40 mN/m değerlerine çıkılmıştır. İkinci verimli yöntem olarak alkol ile silme yöntemi belirlenmiştir. Bu yöntem ile ortalama olarak 38 mN/m seviyelerine çıkılmıştır. 80 °C de 30 dk fırınlama sonucu boyama işlemi için gerekli yüzey gerilimi değerleri elde edilememiştir.



Şekil 9. Boyama öncesi yüzey hazırlık yöntemlerinin karşılaştırılması

### *Otomotiv endüstrisi plastiklerinde kullanılan boyama öncesi yüzey hazırlama yöntemlerinin analizi*

Parça üzerinde dört farklı bölgeden alınan ölçümlerde farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni parçanın imalatında kalıptan daha kolay çıkmasını sağlayan silikon bazlı kalıp ayırıcılar olduğu belirlenmiştir.

#### **4. Sonuç**

Bu çalışma boyanın plastik parçalara yapışmasının sağlanması amacıyla yapılan ön işlemlerin incelenmesi için gerçekleştirilmiştir. Boyanacak olan parçalar enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilecek olmasından dolayı ilk olarak enjeksiyon parametrelerinin etkisi araştırılmıştır. İncelenen dört parametreden enjeksiyon hızı ve enjeksiyon basıncının daha düşük seviyelerde olmasının yüzey gerilimine olumlu etkisi bulunmaktadır.

Ardından boyama öncesi uygulanan fırınlama, alkol ile silme ve kuru buz ile temizleme yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde en yüksek gerilim değerleri kuru buz ile temizleme yöntemiyle elde edilmiştir. Gelecek çalışmada kuru buz ile temizleme yöntemini yüzeye homojen bir şekilde uygulanması için otomasyon sistemi ile gerçekleştirerek süreç parametrelerinin belirlenmesi üzerine çalışması hedeflenmektedir.

#### **Teşekkür**

Bu çalışma; Demo Plastik Ar-Ge Merkezinin TÜBİTAK TEYDEB tarafından desteklenen 3170992 no'lu "Otomotivde kullanılan plastik parçalar için yenilikçi bir boya öncesi yüzey hazırlık süreci geliştirilmesi" başlıklı proje çerçevesinde desteklenmiştir.

#### **Kaynakça**

- [1] URL 1: Otomobilde plastikler, <https://www.pagev.org/plastikler-sayesinde-daha-hafif-otomobiller/29.07.2018>
- [2] Türkiye Plastik Sektörü İzleme Raporu 2018/4 Aylık
- [3] URL 2: Plastiklerin otomotivde tercih edilme nedenleri, <http://www.subconturkey.com/2011/Nisan/koseyazisi-Otomotiv-Sektorunde-Plastik-Kullanimi.html/29.07.2018>
- [4] Plastik Yüzeyleri Boyama, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara 2010, s. 30.
- [5] Surface Wetting&Pretreatment Methods By ScottSabreen, The Sabreen Group, Inc.
- [6] URL 3:Plastiklerin boyanması, <http://www.turkchem.net/plastik-malzemeleri-boyama-teknolojileri.html/29.07.2018>
- [7] Callari J. (2017). "Dry-Ice Cleaning Pays Off Big For High-Tech Molder", *Plastics Technology*, p. 96.
- [8] URL 4: <http://www.turkchem.net/yuzey-serbest-enerjisinin-temas-acisi-degerinden-h.html/17.11.2018>
- [9] URL 5: Test mürekkebi yöntemi, [https://www.plasmatreat.com.tr/yuzey\\_belirleme/test\\_murekkebi\\_yontemi.html](https://www.plasmatreat.com.tr/yuzey_belirleme/test_murekkebi_yontemi.html), 29.07.2018.
- [10] Yıldırım, S. (2011). "Ürün Tasarımı Geliştirilmesi: Taguchi Tasarımı", Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara