

## Askılı Kuşlama Makinesinin PLC İle Kontrolü Sayesinde Elde Edilen Kazanımlar

Abdullah AKKAŞ<sup>1\*</sup>, Muciz ÖZCAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tümosan Motor ve Traktör A.Ş., Elektrik Bakım Mühendisi, 42250, Konya, Türkiye

<sup>2</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 42090, Konya, Türkiye

ARAŞTIRMA MAKALESİ/RESEARCH ARTICLE

(Geliş/Received: 12.04.2019; Kabul/Accepted: 14.11.2019; Online baskı/Published online: 09.12.2019)

### ÖZET

Bu çalışmada, döküm ve dövme işlemleri sonucunda elde edilen traktör parçalarının yüzey temizliğini gerekli olan seviyeye getirmek için kullanılan kuşlama makinesinin kontrol işlemi ve modernizasyonu gerçekleştirilmiştir. Kuşlama makinesinin modernize edilmesi işlemi sonucunda kuşlama makinesinde oluşan arızaların yeri kolayca tespit edilmesi sağlanarak önceden ortalama 35 dakika olan arıza kaynaklı makinanın duruş süreleri 20 dakikaya düşürülerek makinanın arıza kaynaklı duruş süreleri azaltılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda kuşlama makinesinin kuşlama zamanları düzenlenerek, gereksiz kuşlama zamanları ortadan kaldırılmıştır. Böylece gereksiz enerji harcamalarına ve malzeme yüzeyinde bozulmalar önlenmeye çalışılmıştır. Bu tez çalışmasında kuşlama makinesinin işletme ve bakım maliyetlerinde azalma sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kuşlama, Türbinli kuşlama makinesi, PLC, Otomasyon

### Gains of Control of Hanger Type Shot Blasting Machine with PLC

### ABSTRACT

Providing the material surface cleaning, reducing the surface roughness to the desirable degree and to increase the surface quality sandblasting procedure is used in industry commonly.

After the modernization of the shot blasting machine, the location of failures in the shot blasting machine can be easily detected and the downtime has been reduced 35 minutes to 20 minutes. As a result of experimental studies the machines sanding times are arranged and the unnecessary sanding times are abolished. By this way material surface deterioration and unnecessary energy cost tried to be prevented. In this thesis sandblaster machines operating and maintenance cost are reduced.

**Key Words:** Sandblasting, Shot Blasting Machine, PLC, Automation

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

#### 1.1. Kuşlama İşlemi (Sand Blasting)

Kuşlama, malzeme yüzeylerindeki yağ, pas, boya, tufal gibi maddeleri yüzeyden arındırmak ve yüzey pürüzlülüğünü gereken seviyeye indirmek, yüzey temas kalitesini artırmak için endüstride yaygın olarak kullanılan bir yüzey işleme yöntemidir. Kuşlama işlemi, yapılmak istenen işe göre seçilmiş olan aşındırıcıların, malzeme işleme yüzeyine belirli bir basınç ve açı ile fırlatılmasıyla gerçekleştirilir [1,2].

Boyanacak veya kaplanacak iş parçaları önce kuşlama işlemine tabii tutularak yüzey pürüzlülüğü elde edilir. Böylece boya veya kaplama malzemesinin yüzeye daha iyi tutunması sağlanır[3]. Şekil 1.'de yeniden boyanacak bir malzemeye kuşlama işlemi uygulanması görülmektedir. Benzer şekilde birbirine yapıştırılacak malzemeler de yapıştırılmadan önce kuşlama işlemine tabii tutularak malzemelerin bir birine daha iyi yapıştırılmaları sağlanır. Bu işlemi gerçekleştirmek için kuşlama işleminde genellikle ince kum taneleri kullanılır [4,5].

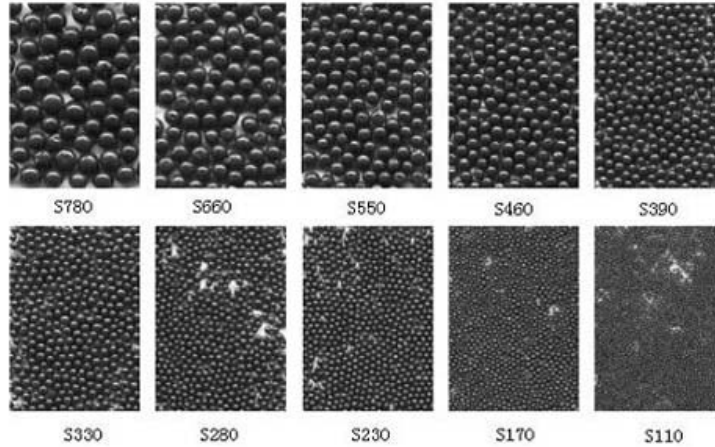
\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: abduallah.akkas@emo.org.tr / Tel: +90 332 239 0540



**Şekil 1.** Boyama öncesi kuşlama işlemleri  
(Figure 1. Sand blasting operation before painting)

Beton, cam, ahşap gibi yüzeylere dekoratif şekil vermek, tekstil sektöründe kumaş eskitme işlemleri, kotların taşlama işlemleri ve gemilerin yüzeylerinin temizlenmesi işlemlerinde de kuşlama işlemleri yapılmaktadır[6]. Bunların dışında kuşlama işlemleri, metal malzemelerin yüzey gerilmelerinin homojen hale getirilmesi için de kullanılmaktadır. Bu işlemler sonucunda daha dayanıklı bir malzeme yüzey yapısı elde edilir. Yapılan bir çalışmada yorulma ömrü 75000 tekrar olan aks millerinin 6 âdeti kuşlama işlemlerine tabii tutulduktan sonra ortalama ömürlerinin 379013 tekrara çıktığı gözlemlenmiştir[6].

Bu çalışmada döküm işlemlerinden çıkan traktör iş parçalarının döküm tozu, çapak ve yolluk izlerinin temizlenmesi için S330 çelik bilyeler kullanılmaktadır. Döküm iş parçalarının kuşlanması işlemlerinde genellikle iri taneli S330 - S660 arası çelik bilyeler kullanılmaktadır. Şekil 2.'de kuşlama işlemlerinde kullanılan çelik bilyeler verilmiştir.



**Şekil 2.** Çelik bilye boyutları  
(Figure 2. Size of steel ball)

### 1.2. Kuşlama Makineleri (Sand Blasting Machines)

Kuşlama makineleri, aşındırıcıların hızlı bir şekilde iş parçasına doğru fırlatılmasını sağlayan ve fırlatılan aşındırıcıların bir araya toplanmasını sağlayarak yeniden fırlatmaya hazır hale getiren makinelerdir. Kuşlama makinelerini yapıları itibarıyla aşındırıcının fırlatılması ve aşındırıcının taşınmasına bağlı olarak aşağıda belirtildiği şekilde iki grupta toplanabilirler. Bunlar;

i) Aşındırıcı fırlatma yöntemlerine göre;

- Basınçlı hava ile aşındırıcı fırlatan (basınçlı tip) kuşlama makineleri,
- Türbinli aşındırıcı fırlatan (türbinli tip) kuşlama makineleri,

ii) Aşındırıcı malzemenin taşınması yöntemine göre;

- Tamburlu Tip Kuşlama Makineleri,
- Kabin İçi Askılı Kuşlama Makineleri,
- Tünel Tip Kuşlama Makineleridir.

Bu çalışmada kullanılan kumlama makinesi Şekil 3.'de verilen türbinli tip askılı kumlama makinesidir. Kumlama makineleri uygulamada adlandırılırken kullanılan aşındırıcı fırlatma yöntemine göre adlandırılırlar.



**Şekil 3.** Askılı kumlama makinesi  
(Figure 3. Hanger type shot blasting machine)

#### 1.2.1. Türbinli Kumlama Makineleri (Shot Blasting Machine)

Bu çalışmada kullanılan Türbinli Kumlama Makinesinde (TKM), elektrik motoruyla yüksek hızlarda döndürülen bir türbin içine iletilen aşındırıcıların, türbin kanatçıkları yardımıyla iş parçası üzerine fırlatması yöntemiyle kumlama işlemini gerçekleştirilmektedir. Bu tip kumlama makinelerinde işlem, fırlatılan aşındırıcının dış ortamdaki çalışanlara, atölye ortamına zarar vermemesi ve fırlatılan aşındırıcıların tekrar kullanımını sağlamak için özel kumlama kabinleri içinde gerçekleştirilir. Fırlatılan aşındırıcılar kabin içinde birikir. Kabin içinde biriken aşındırıcılar elevatörler yardımıyla separatöre gönderilir. Separatörler, kabin içinde biriktirilen aşındırıcılar ile aşındırıcıların iş parçasından koparmış olduğu döküm tozu ve çapaklardan ayrıştırma işlemini gerçekleştirir. Ayrıştırma işlemi separatörde bulunan bir elek yardımıyla gerçekleştirilir. Separatörden çıkan döküm tozu ve çapaklar aspiratörün çekimiyle filtrelerde biriktirilir [7,8].

#### 1.3. PLC Kontrol (PLC Control)

PLC (Programmable Logic Controller), girişlerinden aldığı bilgileri, yazılan bir programa göre işleyip, çıkışına bağlanan elemanları kontrol edebilen mikroişlemci tabanlı bir endüstriyel cihazdır[9].

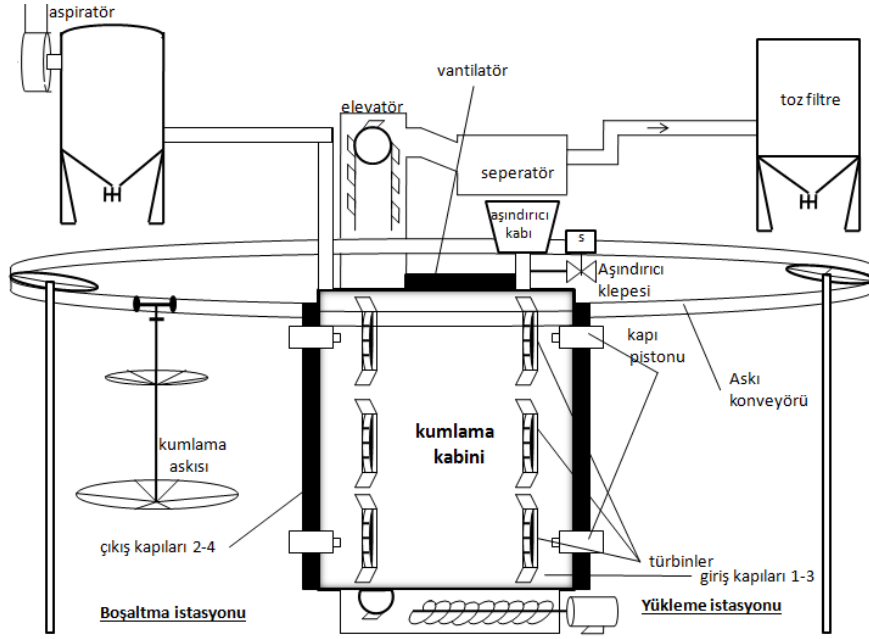
Otomasyon Sistemi, bünyesinde kontrol elemanları bulunduran daha önce insanlar tarafından yapılan fakat günümüzde daha az insan gücüne ihtiyaç duyulan seri üretimde yapılması gereken işlem basamaklarının otomatik olarak yapılmasını sağlayan elamanlardan oluşan bir yapıdır ve genellikle bünyelerinde PLC'leri ve robotları barındırırlar[10,11]

PLC'ler, endüstride birçok alanda makine ve sistemlerin izlenmesi ve kontrolünde kullanılmaktadır. Günümüzde PLC üreticilerinin rekabeti, PLC fiyatlarının daha ekonomik olmasına ve bu durum da röle ile kumanda edilebilecek çok basit yapıların bile PLC ile kontrolünü ekonomik hale getirmektedir [12,13]. Bu çalışmada, röleli olarak kumanda edilen TKM'nin kontrol işleminin PLC ile gerçekleştirilerek modernize edilmeye çalışılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

#### 2.1. Malzeme (Material)

Bu çalışmada kullanılan TKM'nin ana parçaları Şekil 4.'de verilmiştir. Bu makinede, dökümden çıkan iş parçalarının döküm tozlarının ve çapaklarının temizlenmesi işlemi için aşındırıcı olarak S330 çelik bilye kullanılmaktadır. TKM'de toplam 6 adet kumlama askısı bulunmaktadır. Bu askılar, kumlama makinesi çalışırken iş parçalarının kabin içerisine alınması ve çıkarılmasında kullanılarak, kumlama işleminin seri şekilde yapılmasını sağlarlar. Askıların makine içerisinde dolaştırılması ise bir konveyör ile sağlanır.



**Şekil 4.** Askılı kumlama makinesinin yapısı  
(Figure 4. Structure of hanger type shot blasting machine)

Kumlama kabiniinde, iki giriş iki de çıkış kapısı olmak üzere toplamda dört adet kapı bulunmaktadır. İş parçalarını kumlama makinesine alınırken bütün kapılar açık pozisyonundadır. Bu esnada TKM içerisinde kumlanan iş parçaları dışarı, kumlanacak iş parçaları ise içeriye transfer edilir. Kumlama işlemi esnasında kabin kapılarının tamamı kapalı tutularak türbinden fırlatılan aşındırıcıların oluşturacağı tozun ve kumlamada kullanılan çelik bilyelerin kabin dışına çıkması önlenir. Bu sayede sistemde oluşan tozun ve fırlatılan bilyelerin ortamda çalışan kişilere ve orada bulunan cihazlara vereceği zararlar önlenmiş olur. Kabin içinde oluşan toz aspiratör ve fan motoru yardımıyla bir filtreden geçirilerek ortamdan uzaklaştırılır. Filtreler yeterince dolduğunda temizlenmesi gerekir. Zamanında temizlenmeyen filtreler sistemde hava geçişinin azalmasına ve aspiratör motorunun daha fazla akım çekmesine sebep olur. Elektrik motorunun çekmiş olduğu bu akım sistemde daha çok enerjinin tüketilmesine neden olacaktır. Aynı zamanda sistem içinde azalan hava geçişi kabin içindeki tozun yeteri kadar temizlenmemesine, seperatörün görevini tam olarak yerine getirememesine ve kabin kapakları açıldığında ortama toz yayılmasına neden olacaktır[13].

Kumlama işlemi, kumlama kabini yan duvarı üzerinde bulunan 6 adet elektrik motoru ile çalıştırılan kumlama türbinleri yardımıyla gerçekleştirilir. Türbin motorları, 3000 devir ve 22 kW gücündedir. Türbin motorlarının güçleri yüksek olduğu için kalkınma anında şebekeden yüksek akım çekerler. Motorların kalkınma akımlarının şebekeye olan etkilerini azaltmak için motorlar yüksüz olarak teker teker yıldız üçgen yol verme yöntemiyle çalıştırılmaktadır. Sistem modernizasyonu aşamasında bu işlem yumuşak yol vericiler yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Tüm motorlar tam devirlerini aldıktan sonra türbinlere aşındırıcı akışını sağlayan klepeler açılarak aşındırıcı malzemelerin türbinlere giriş sağlanır ve böylece kumlama işlemi başlatılmış olur.

## 2.2. Metot (Methods)

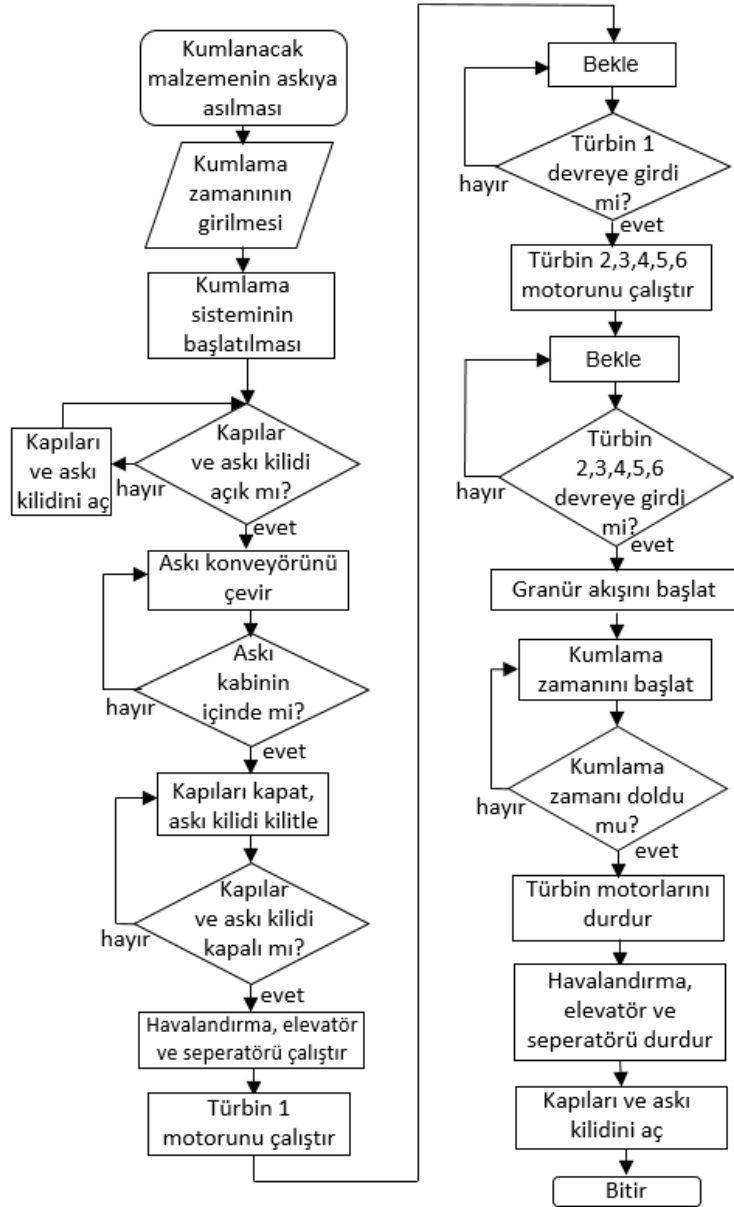
Traktörün üretiminde kullanılan arka kapak, ön dingil mesnedi, ön çanta ağırlık, redüktör kovani, dişli Kutusu, jant ağırlıkları dökümhanede dökülerek elde edilmektedir. Dökümhaneden gelen bu iş parçaları önceki durumda 600 saniye süren kumlama işlemine tabi tutulmaktadır. Bu durum bazı ürünlerin gereğinden fazla kumlanarak fazla enerji sarfiyatı, zaman kaybı ve fazla işçilik maliyetine neden olmaktadır. Bu çalışmada ilk önce kumlama zamanlarının kısaltılması çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada her bir iş parçası için gereken kumlama işlemi deneysel olarak bulunmaya çalışılmıştır. Önce her bir grup iş parçası için 450 saniye kumlama işlemine tabii tutulmuştur. Daha sonra numuneler incelenerek gereken seviyede kumlama işleminin yapılıp yapılmadığı tespit edilmiştir. İstenen düzeye ulaşıncaya kadar kumlama zamanı kademeli olarak artırılarak her ürün için gereken kumlama süresi tespit edilmeye çalışılmıştır. Kumlamaya maruz bırakılacak her bir ürün çeşidi için yaklaşık olarak elde edilen işlem süreleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** İş parçaları için belirlenen kumlama süreleri  
(Table 1. Sandblasting times for workpieces)

Ürün cinsi	Önceki kumlama süresi(s)	Deneysel olarak belirlenen kumlama zamanı (s)	Kazanılan Süre (s)
Arka kapak	600	480	120
Ön dingil mesnedi	600	510	90
Ön çanta ağırlık	600	540	60
Redüktör kovani	600	550	50
Dişli kutusu	600	570	30
Jant ağırlığı	600	515	85

Kumlama işleminde türbinlerden fırlatılan aşındırıcılar kumlanan ürün yüzeyine çarparak daha sonra kumlama kabini duvarından sekerek yere düşerler. Aşındırıcıların maruz kaldığı bu olay zamanla aşındırıcıların kırılıp parçalanmasına sebep olur. Kırılan bu aşındırıcı parçaları zaman içerisinde kumlama türbin kanatlarında aşınmalara neden olarak türbin kanatlarına zarar vererek ömürlerinin azalmasına neden olurlar. Belirtilen bu olaylardan fazla kumlama işlemi aşındırıcı sarfiyatının artmasına ve dolayısıyla türbin kanatlarının değişim periyotlarının da kısalmasına neden olur.

Röleli tip kumanda edilen TKM'nin kumanda panosunda sık sık oluşan röle kontağı yapışması, röle bobininin yanması ve röle kontağı geçirgenliği azalması vb. gibi sebeplerden kaynaklanan arızalarda arıza yerlerinin tespit edilmesi ve arızanın giderilmesi işlemi zaman almaktadır. Sistemde oluşan bu ve buna benzer arızaların yerinin önceden tespit edilememesi arıza kaynaklı üretim duruşlarına neden olmaktadır. Burada belirtilen olumsuzlukları azaltılması için TKM'nin kontrol işlemi yeniden PLC ve Dijital Operatör Paneli (DOP) ile gerçekleştirilmiştir. TKM'nin çalışma şartları göz önünde tutularak hazırlanan iş akış şeması Şekil 5'de verilmiştir. İş akış şemasında, yükleme istasyonunda bulunan kumlanacak malzemeler çalışan personel tarafından vinç yardımıyla boş askılara yüklenir. Operatör panelinden kumlanacak ürün tipi seçilir. Operatör panelinin içindeki yazılım, seçilen ürün için tanımlanan kumlama zamanını PLC'ye aktarır. Kumlama işlemi pano üzerinde bulunan başlatma butonuna basılarak başlatılır. Yüklenen askının kumlama kabini içine alınması için konveyör hareket ettirilir. Konveyör hareket ettirilmeden önce askıların kabin kapılarına çarpmaması için kapıların önceden tam açık pozisyonda ve askı kilidinin açık olması sağlanır. Kapıların ve hava kilidinin hareketi, hava ile çalışan (pnömatik) silindirlerin PLC ile kontrol edilmesi sonucunda gerçekleştirilir. Bu şartlar sağlandıktan sonra askılar kabin içine girinceye kadar askı konveyörünü hareket ettiren motor çalıştırılır. Askıda bulunan iş parçaları kabinin içine girince, kabin içinde bulunan pnömatik askı kilidi kapatılır. Daha sonra sistemde bulunan havalandırma, elevatör, seperatör motorları çalıştırılır ve türbin motorları da sırayla devreye alındıktan sonra aşındırıcı akışı başlatılarak kumlama işlemi başlatılır. Kumlama işlemi ile birlikte PLC tarafından kumlama zaman sayacı da başlatılır ve gereken kumlama süresi geçince sırası ile ilk önce türbin motorları daha sonra havalandırma, elevatör, seperatör motorları durdurulur. Kapılar ve askı kilidi açılarak kumlama işlemini bitirir.



**Şekil 5.** Kumlama makinesi kontrolü iş akış şeması  
(Figure 5. Work flow chart of balsting machines control)

İş akış şemasına göre TKM’si için kullanılması gereken giriş kumanda elemanları Tablo 2.’de, kontrol edilecek kumanda elemanları ise Tablo 3.’de verilmiştir. TKM’si için 15 adet dijital giriş ve 21 adet dijital çıkış olan bir PLC seçilmiştir.

**Tablo 2.** Giriş kumanda elemanları  
(Table 2. Input control elements)

Algılayıcının Adı	Algılayıcı tipi	Algılayıcı sayısı
Kapı konum algılayıcı	Sınır anahtarı	8 Adet
Konveyör yerinde algılayıcı	Sınır anahtarı	1 Adet
Askı kilidi algılayıcı	Sınır anahtarı	1 Adet
Konveyör gergide algılayıcı	Sınır anahtarı	1 Adet
Start, Stop butonları	Buton	2 Adet
Acil stop butonu	Buton	1 Adet
Türbinler hazır algılayıcı	Kontak çıkışı	1 Adet

**Tablo 3. Çıkış kumanda elemanları**  
(Table 3. Output Control elements)

Kontrol Elemanı Adı	Kontrol Elemanı Tipi	Kontrol Elemanı	Sayısı
Kabin kapıları	Pnömatik silindir	5/2 Bobin uyarımlı pnömatik valf	4 Adet
Aşındırıcı klepesi	Pnömatik silindir	5/2 Bobin uyarımlı pnömatik valf	1 Adet
Askı konveyör	Asenkron motor	İleri-Geri için 2 Kontaktör	2 Adet
Askı kilidi	Pnömatik silindir	5/2 Bobin uyarımlı pnömatik valf	1 Adet
Askı döndürme	Asenkron motor	Kontaktör	1 Adet
Elevatör, Seperatör, Alt helezon, Aspiratör	Asenkron motor	Kontaktör	4 Adet
Filtre	Pnömatik silindir	5/2 Bobin Uyarımlı pnömatik Valf	1 Adet
Türbinler	Asenkron motor	Yumuşak yol verici	6 Adet

PLC olarak Schneider firmasının Modicon M238 modeli ve DOP olarak Magelis marka panel kullanılmıştır. Modicon PLC'lerin editör programları ücretsiz olarak Schneider'in web sitesinden internet üzerinden indirilebilmektedir. Modicon M238'de 14 sayısal adet giriş, 10 adet sayısal çıkışı bulunmaktadır. TKM'nin kumandasını gerçekleştirmek için gerekli olan giriş ve çıkış sayılarını sağlamak için ana modüle TM2DDI8DT giriş modülü ve TM2DDO16TK çıkış modülü bağlanmıştır. Ana modüle bağlanan TM2DDI8DT giriş modülünde 8 adet sayısal giriş vardır. Bu sayede PLC'de toplamda 22 adet sayısal giriş elde edilmiştir. TM2DDO16TK çıkış modülünde ise 16 adet transistörlü çıkış vardır. Bu sayede de PLC üzerinde toplamda 26 adet sayısal çıkış elde edilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULT AND DISCUSSION)

TKM'de yapılan modernizasyon çalışmaları sonucunda elde edilen kazanımlar aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

- İş parçalarının kumlama süreleri yeniden belirlenmiştir. Böylece kumlama işlem şekli ve zamanları yeniden belirlenerek TKM'nin daha ekonomik çalıştırılması ve ürün başına düşen kumlama maliyeti düşürülmüştür.
- Kumlama sürelerinin yeniden belirlenmesiyle orantılı olarak genelde ürün başına harcanan aşındırıcı miktarının da azaltılması sağlanmıştır.
- TKM'nin kontrol işleminde PLC ve DOP'i kullanılarak sistemde oluşan arızanın nedeni ve yerinin tespiti kolaylaşmıştır. Buna bağlı olarak sonuçta TKM'nin arıza kaynaklı oluşan duruş süreleri azalmıştır.

Aspiratör filtrelerinin dolması durumu sistemde çalışan motorların akımı izlenerek önceden tespit edilmiş ve filtrelerin otomatik temizlenmesi için fitre çırpma donanımının zamanında çalıştırılması sağlanarak motorların gereksiz yere daha fazla enerji harcamaları önlenmiştir.

#### 3.1. Kumlama Zamanı ve Kumlama Maliyeti (Blasting Period and Blasting Cost)

Bu çalışmanın amaçlarından birisi iş parçaları için gerekli olan kumlama zamanlarının yeniden belirlenmesidir. Tablo 3'de belirtildiği gibi iş parçaları için yeni belirlenen süreler önceki sürelerden daha azdır.

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, Arka Kapak ürünü için kumlama zamanı 600 s'den 480 s'ye düşürülmüştür. Bu durumda elde edilen zamansal kazanç oranı % olarak Formül 1'den hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \% \text{ zamansal kazanç} &= \frac{\text{kazanılan zaman}}{\text{kumlama zamanı}} \times 100 \\ &= \frac{120}{600} \times 100 = 20 \end{aligned} \quad (1)$$

Hesaplama sonucunda zamansal kazanç % 20 olarak bulunur. Arka kapak ürününde elde edilen bu zamansal kazanç aynı oranda ürün başına işletme maliyetlerinde azalmalar sağlayacaktır.

Arka Kapak ürününde elde edilen bu zamansal kazanç, iş parçası başına makinenin daha az çalışmasını sağlamıştır.

Bu durum fazla enerji harcanmasının önüne geçilerek enerji tasarrufu sağlamıştır. Tahmin edilen elektrik enerjisi tasarrufu ise formül 1'den hesaplanabilir. Bir personelin aylık çalışma saati 4857 sayılı iş kanunu'nun 63.

Maddesine göre aylık 225 saattir. Kumlama makinesinin kurulu gücü ise 142kW dır;

$$\begin{aligned} \text{Elektrik tasarrufu} &= \text{zamansal kazanç} \times \text{çalışma saati} \times \text{makine kurulu güç (kWh/ay)} \\ &= 0,2 \times 225 \times 14 \\ &= 6390 \text{ kWh/ay} \end{aligned} \quad (2)$$

Elektrik enerji kazancının da yaklaşık 6390 (kWh/ay) olması beklenmektedir[15]. Bu hesaplamalar diğer iş parçaları olan Ön Dingil Mesnedi, Ön Çanta Ağırlık, Redüktör Kovanı, Dişli Kutusu, Jant Ağırlığı ürünlerinde de aynı şekilde hesaplanarak Tablo 4.'deki veriler elde edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda birim iş parçası üzerine harcanan elektrik enerjisi maliyetlerinin düşmesini sağlamıştır.

**Tablo 4.** Zamansal kazanç ve verim tablosu  
(Table 4. Temporal gain and efficiency table)

Kumlanacak Ürün Cinsi	Sağlanan Kazanç Oranı(%)	Aylık Kazanılan Elektrik Enerjisi(kWh)
Arka kapak	20	6390
Ön dingil mesnedi	15	4792,5
Ön çanta ağırlık	10	3195
Redüktör kovanı	8.3	2662,5
Dişli Kutusu	5	1597,5
Jant ağırlığı	14.2	4526,25

**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de görüldüğü gibi % 20 oranla en büyük tasarruf arka kapakta en düşük tasarruf ise % 5 oranla dişli kutusu ürününde sağlanmıştır, **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı..** hazırlanırken aylık çalışma periyodunda bir tip malzeme üretilmesi durumunda elde edilen kazançlar gösterilmiştir[15].

### 3.2. Harcanan Aşındırıcı Miktarı (Spended Abrasive Amount)

Kumlamada için kullanılan aşındırıcılar zamanla iş parçası yüzeyine mekanik çarpmanın etkisiyle kırılarak ufalanması, TKM'nin mekanizmasında aşınmalara neden olmaktadır. Kırılmış aşındırıcıların sistemde dolaşması ise iş parçasının yüzeylerinde aşırı deformasyonlara neden olmaktadır. Kumlama zamanlarında yapılan düzenlemelerle iş parçalarının gereksiz yere fazla kumlamasının önüne geçilmiştir. Böylece birim ürün başına harcanan aşındırıcı miktarı, yaklaşık olarak kumlama süresiyle aynı oranda azaldığı gözlenmiştir. Aylık bazda makineye ilave edilen aşındırıcı miktarı değişmezken, kumlama işlemine tabii tutulan iş parçası sayısı artmıştır[15].

### 3.3. Arızaya Müdahale Etme ve Arıza Çözme Zamanı (Inferiting and Solving Breakdown Period)

TKM'sinin mevcut kumanda panosu yerine PLC ve DOP'li kumanda panosu montaj edilmiştir.

Kumanda panosu değiştirilmeden önce panoda bulunan elemanlarının eskimiş olması nedeniyle çok sık arızalar yaşanmaktadır. Arıza tespitinin ilk aşamasında TKM'nin hangi işlemde ve konumda kaldığı tespit edilerek arızanın neden kaynaklandığı tahmin edilmeye çalışılır. Sonra sistemin çalışmasını engelleyecek kontrol elemanları sırası ile test edilerek arızanın hangi kontrol elemanından veya neden kaynaklandığı bulunmaya çalışılmaktadır. Sistemde oluşan arızanın röle kontağının yapışması veya kontağın geçirmemesi sonucunda oluşması durumunda ise arızanın bulunması oldukça zor olmakta ve çok süre almaktadır. TKM'nin çalışması ve arızaların bulunması işlemi PLC ve sistemde kullanılan DOP'i sayesinde oldukça kolaylaşmıştır. Arıza anında ya DOP'i kayıtlarına bakılarak yada bilgisayar yardımıyla PLC'ye online bağlanarak arızaya neden olan sebebe ulaşmak çok daha kolay ve hızlı bir şekilde olmaktadır. Ayrıca gerçekleştirilen PLC kontrolü panoda artık yardımcı kumanda röleleri olmadığı için kontak yapışması veya kontak geçirmemesi gibi arızalara olanak vermemiştir. Türbin motorlarına yıldız-üçgen yol verme sistemi yerine yumuşak yol vericiler ile yol verilmesi sağlanmıştır. Bu sayede kontaktörlerin kontaklarının yapışması sonucunda ortaya çıkan elektriksel arızaların önüne geçilmiştir. Makinenin üretim rapor kayıtlarına göre elektriksel arızalarının çözülme süresi arıza başına ortalama 35 dakika iken yeni kurulan PLC panosu ile bu zaman arıza başına ortalama 20 dakikaya (bu sürenin zaman içinde daha da düşeceği tahmin edilmektedir) düşmüştür( Bu veriler ilk iki ay için alınan raporlara aittir. Bu sürelerin zamanla düşeceği tahmin edilmektedir. [15]

Ayrıca makinenin önceden elektrik ve mekanik tabanlı arızalarının ortalama sayısı aylık 22 (oluşan arızalar elektriksel ağırlıklı) iken 17'ye (oluşan arızalar mekaniksel ağırlıklı) düşmüştür. TKM'sinin arıza kaynaklı duruş süresi aylık ortalama 770 dakikadan 340 dakikaya düşmüştür[15].

### 3.4. Aspiratör filtrelerinin temizlenmesi (Cleaning the aspirator filters)

Aspiratör sisteminde bulunan toz filtrelerinin zamanında temizlenmemesi seperatörün görevini yerine getirememesine neden olmakta ve sonuçta türbin kanatçıklarının daha erken sürede aşınmasına neden olmaktadır.

Yapılan çalışmalarla seperatör filtresinin dolması durumunun önceden tespit edilip gereken zamanda kendisini otomatik temizlemesi seperatörün görevini daha iyi bir şekilde yerine getirmesi sağlanmış ve türbinlere toz parçalarının gitmesi engellenmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda sistemde kullanılan türbin kanatlarının ömrünün



artmasını ve değişim süresinin uzaması sağlanmıştır. Türbin kanatçıklarının değişim periyodu ortalama 21 günden 27 güne çıkmıştır[15].

#### 4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada Konya Tümosan Döküm A.Ş. de kullanılan TKM'nin elektromekanik röleli kumanda panosu, PLC ve DOP'i hale getirilmiştir. Makinenin çalışması incelenerek makinenin çalışmasında verimi ve maliyeti artırıcı bazı değişiklikler yapılmıştır.

1. Türbin motorlarındaki elektromekanik yolvericilerin yerine yumuşak yolvericiler bağlanmıştır. Bu sayede kontaktör arızalarının ve motor yanmalarının önüne geçilmiştir.
2. Aspiratör filtresinin çırılma işlemi, personelden alınarak otomatik pnömatik filtre çırpıcı sistem ile değiştirilmiştir. Böylece personelin filtre içine girmesi engellenerek işçi sağlığı korunmuştur. Ayrıca filtrelerin otomatik çırılmasıyla aspiratör motorunun fazla akım çekmesi engellenerek enerji tasarrufuna katkı sağlanmıştır.
3. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda kumlama zamanları yeniden düzenlenmiştir. Kumlama süresinde elde edilen maksimum kazanç askı başına 120 saniye ile arka kapak ürününde, minimum kazanç ise askı başına 30 saniye ile dişli kutusunda elde edilmiştir. Bu zamansal kazançlar sayesinde fazla kumlama işlemleri sonlandırılarak elektrik enerjisi tüketiminde, iş parçası başına düşen işçilik ve bakım maliyetlerinde tasarruflar sağlanmıştır. Tüketilen elektrik enerjisinden arka kapak ürünü için bir ayda yaklaşık 6390 kWh, dişli kutusu ürünü için 1597,5 kWh tasarruf elde edilmiştir[15].
4. Kumlama makinesinin otomasyon işleminde kullanılan PLC yazılımı ile arıza sayısında azalma ve ortalama arıza duruş sürelerinde bir takım kazanımlar elde edilmiştir. Makinenin üretim kayıtlarına göre, sistemin aylık arıza için duruş süresinin 770 dakikadan 340 dakikaya düşürülmüştür[15]. Böylece sistemin oluşan arızalar sonucunda duruş süreleri azaltılmıştır.

Bu çalışma kumlamada tek tip aşındırıcı kullanılmıştır. Gelecekte yapılacak bir çalışmada, kumlamada kullanılan aşındırıcı malzeme çapı ve tipi değiştirilerek kumlama süresinin daha da azaltılabileceğinin araştırılması yapılabilir. Bu çalışmadaki TKM seri imalatta kullanıldığı için bu denemeler gerçekleştirilememiştir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] M. Uzun, H. Gökkaya, M. R. Metlioğlu, Experimental study of the effect of processing parameters on surface roughness during blasting process of St37 steel plates in turbine sandblasting stand, *Karaelmas Science and Engineering Journal*. 4 (1) (2014), 58-62. doi: 10.7212%2Fzkufbd.v4i1.140
- [2] Z. Yücel, Lazer ve kumlama yöntemleri ile Ti6Al4V alaşımında fonksiyonel yüzeylerin oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı*, Kocaeli, 2008
- [3] P. S. Kulkarni, A. K. Sonawane, A. G. Khan, Anti-corrosive surface treatment by using abrasive material, *International Conference on Emerging Trends and Research in Engineering*, 2015
- [4] H. Saraç, Metal ve kompozit parçaların yapılandırılmasında yapışma performansını etkileyen parametrelerin deneysel olarak incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara, 2012
- [5] E. Avcu, Farklı büyüklüklere sahip aşındırıcı partikül karışımlarının ti6al4v alaşımının erozif aşınma davranışına etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı*, Kocaeli, 2011
- [6] M. E. Satici, Kumlama işleminin ve bu işleme etkileyen parametrelerin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, 2004
- [7] M. Uzun, Türbinli kumlama tezgahında işleme parametrelerin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin deneysel olarak incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı*, Karabük, 2013
- [8] R. Wrona, P. Zyzak, E. Ziolkowski, M. Brezezinski, Methodology of testing shot blasting machines in industrial conditions, *Archives of Foundry Engineering*. 12 (2) (2012), 97-104. doi: 10.2478/v10266-012-0045-6
- [9] M. Özcan, A. O. Özkan, Otomasyon sistemlerinde PLC uygulamaları, *Nobel*, 975-6574-36-4, Sayfa Sayısı 316, İstanbul, 2004
- [10] M. Özcan, M. Yağcı, V. ALVER, An alternative boom design and welding technique to minimize energy consumption during boom production, *Sharif University of Technology Scientia Iranica Transactions B: Mechanical Engineering*. (4) 6 (2017), 2856-2863. doi: 10.24200/SCI.2017.4310
- [11] M. Özcan, M. F. Ünlersen, M. Mutluer, Realization of green house automation with PLC by using innovative sensors, *4th International Conference on Engineering and Natural Science(ICENS 2018)* 93-93, Kyiv, 2018.

- [12] D. Akçura, PLC ve asenkron motor ile garaj kapısının kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2010
- [13] A. Pişmişoğlu, PLC ile soğutma sistemi otomasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 2016
- [14] N. Çankaya, M. Özcan, Performance optimization and improvement of dust laden air by dynamic control method for jet pulsed filters”, *Advanced Powder Technology*, 30 (7) (2019), 1366–1377. Doi: 10.1016/j.apt.2019.04.014
- [15] A. Akkaş, Askılı kumlama makinesinin PLC ile kontrolü ve kumlama işlemi için gereken işlemlerin optimizasyonunun gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 2019.