



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ASKILI KUMLAMA MAKİNESİNİN PLC İLE
KONTROLÜ VE KUMLAMA İŞLEMİ İÇİN
GEREKEN İŞLEMLERİN
OPTİMİZASYONUNUN
GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

Abdullah AKKAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Ekim-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Abdullah AKKAŞ tarafından hazırlanan “Askılı Kumlama Makinesinin PLC İle Kontrolü Ve Kumlama İşlemi İçin Gereken İşlemlerin Optimizasyonunun Gerçekleştirilmesi” adlı tez çalışması 15/10/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. İsmail SARITAŞ

Danışman

Doç. Dr. Muciz ÖZCAN

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN

İmza

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Abdullah AKKAŞ

Tarih:15.10.2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ASKILI KUMLAMA MAKİNESİNİN PLC İLE KONTROLÜ VE KUMLAMA İŞLEMİ İÇİN GEREKEN İŞLEMLERİN OPTİMİZASYONUNUN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Abdullah AKKAŞ

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Muciz ÖZCAN

2019, 73 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. İsmail SARITAŞ

Doç. Dr. Muciz ÖZCAN

Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN

Döküm ve dövme işlemlerinden sonra malzeme yüzey temizliği kumlama işlemi ile yapılır. Günümüzde bu işlem boyama, kaplama, yapıştırma işlemi gibi işlemlerden önce yüzey temizliğini sağlamak ve yüzey pürüzlülüğü belirli bir seviyeye indirmek için yapılmaktadır. Sanayide kullanılan kumlama makinelerinin birçoğu geleneksel röle kontrolü ile kontrol edilmektedir. Bu durum makine arızalarının bulunması ve çözülmesinin oldukça zahmetli olmasına ve çok uzun zaman almasına neden olmaktadır. Ayrıca kumanda rölelerin kontaklarında oluşan arızalar gereksiz yere makinelerin çok sık arıza yapmalarına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada geleneksel röle kontrolü ile çalışan bir askılı kumlama makinesinin PLC ile kontrolü işlemi gerçekleştirilmiştir. PLC ile kumlama makinesinde oluşan arızalarını bulmak, arızanın giderilmesi için harcanan sürenin ve arıza maliyetinin azaltılması hedeflenmiştir.

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda kumlama makinesinin kumlama zamanları düzenlenerek, gereksiz kumlama zamanları ortadan kaldırılmıştır. Böylece gereksiz enerji harcamalarına ve malzeme yüzeyinde bozulmalar önlenmeye çalışılmıştır. Bu tez çalışmasında kumlama makinesinin işletme ve bakım maliyetlerinde azalma sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kumlama, Türbinli kumlama makinesi, PLC, Optimizasyon

ABSTRACT

MS THESIS

OPTIMIZATION OF THE SHOT BLASTING PROCESSES REQUIRED AND CONTROL OF HANGER TYPE SHOT BLASTING MACHINE WITH PLC

Abdullah AKKAŞ

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE OF ELECTRICAL AND
ELECTRONICS ENGINEERING**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Muciz ÖZCAN

2019,73 Pages

Jury

**Prof. Dr. İsmail SARITAŞ
Advisor Assoc. Prof. Dr. Muciz ÖZCAN
Assist. Prof. Dr. Ali Osman ÖZKAN**

After casting and forging processes, the cleaning of the material is made by sand blasting. Nowadays this operation is made before the processes such as painting, assembling, bonding, ensuring the surface smoothness to a certain level. Most of the sandblasters that are used in industry are made by traditional relay control. In this case finding and solving processes of the machine checks took to much time. Furthermore the breakdown of the relay that takes places in the contacts causes the machines too much breakdowns.

In this study a hanging sandblaster machine that is working with traditional relay control is controlled with PLC. Finding and repairing the machines breakdowns with PLC targeted quite easier, spend less time and money.

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 prevented. In this thesis sandblaster machines operating and maintenance cost are reduced.

Keywords: Sandblasting, Shot Blasting Machine, PLC, Optimization

ÖNSÖZ

Çalışmalarım süresince her türlü yardım ve destekleri sebebiyle Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Muciz ÖZCAN' a çok teşekkür ederim. Ayrıca destekleri ve müsaadeleri için TÛMOSAN MOTOR VE TRAKTÖR A.Ş. Genel Müdürü Sayın Kurtuluş ÖĞÜN ve Makine Enerji Bölüm Müdür Vekili Sayın Hüseyin KÖYLÜ Beylere ve her daim yanımda olan sevgili eşime çok teşekkür ederim.

Abdullah AKKAŞ
KONYA-2019



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1. Kumlama İşleminin İş parçaları Üzerindeki Etkisi ve Önemi	2
2.2. PLC ile Otomasyon İşleminin Gerçekleştirilmesi	3
2.3. Enerji Tasarrufunun Önemi	4
3. KUMLAMA İŞLEMİ	7
3.1. Yüzey Temizleme ve Hazırlama için Kumlama.....	8
3.1.1. Döküm ve dövme sonrası çapak ve döküm kumu temizlenmesi için kumlama.....	8
3.1.2. Döküm ve dövme sonrası yüzey parlatma işlemi için kumlama	9
3.1.3. Boya, kaplama ve yapıştırma işlemi öncesi yüzey temizlenmesi için kumlama.....	9
3.1.4. Dekoratif yüzey elde edilmesi için kumlama	11
3.2. Yüzey Özelliklerini Değiştirmek İçin Kumlama	11
3.2.1. Yüzey pürüzlülüğünün homojenleştirilmesi ve kenarların yuvarlatılması için kumlama.....	12
3.2.2. Yüzey alanının artırılması için kumlama.....	12
4. AŞINDIRICISI ÇEŞİTLERİ	14
4.1. Çelik Bilye	14
4.2. Paslanmaz Çelik Bilye	14
4.3. Çelik Grit	15
4.4. Cam Kürecik	15
4.5. Alüminyum Oksit	16
4.6. Silisyum Karbür	16
5. KUMLAMA MAKİNESİ ÇEŞİTLERİ	18

5.1. Aşındırıcı Fırlatma Yöntemlerine Göre Kumlama Makineleri.....	18
5.1.1. Basınçlı hava ile aşındırıcı fırlatan kumlama makineleri	18
5.1.2. Türbin ile aşındırıcı fırlatan kumlama makineleri	20
5.2. Kumlamanın Uygulanması-Malzemenin Taşınması Yöntemlerine Göre Kumlama Makineleri	21
5.2.1. Tamburlu tip kumlama makineleri	22
5.2.2. Kabin içi askılı kumlama makineleri	23
5.2.3. Tünel tip kumlama makineleri	24
5.3. Askılı Kumlama Makineleri	25
5.3.1. Türbin.....	26
5.3.2. Kabin.....	27
5.3.3. Elevatör Sistemi	27
5.3.4. Seperatör Sistemi	28
5.3.5. Toz tutucu filtre sistemi	28
5.4. PLC Kontrol.....	28
5.4.1. PLC Uygulama Alanları	29
5.4.2. PLC Kontrolün Geleneksel Röle Kontrole Göre Avantajları	29
5.4.3. PLC yapısı.....	30
6.MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
6.1. Materyal	31
6.2. Yöntem.....	37
6.2.1 PLC kumanda panosunun hazırlanması.....	40
6.2.2 Kullanılacak PLC ve modüllerinin belirlenmesi	41
6.2.3. Operatör panelinin hazırlanması	43
6.2.4. Somachine programının kullanımı ve PLC komutlarının hazırlanması	45
6.2.5. Kumlama zamanlarının deneysel olarak bulunması	52
7. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	54
7.1. Kumlama Zamanı ve Kumlama Maliyeti	54
7.2. Harcanan Aşındırıcı Miktarı	56
7.3. Bakım Maliyeti	56
7.4. Arızaya Müdahale Etme ve Arıza Çözme Zamanı	57
7.5. Arıza Kaynaklı Duruş Süresi	57
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	58
8.1. Sonuçlar	58
8.2. Öneriler	59
9.KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	62

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Boyama öncesi kumlama işlemi yapılan bir iş parçası.....	7
Şekil 3.2. Döküm sonrası kumlama yapılacak malzeme örneği.....	8
Şekil 3.3. Boya öncesi yüzey temizliği için yapılan kumlama örneği.....	10
Şekil 3.4. Kumlama yöntemi ile dekoratif motif verilmiş bir kâse örneği	11
Şekil 3.5. Kumlama yöntemi ile yüzey pürüzlülüğü homojenleştirilir.....	12
Şekil 3.6. Köşeli aşındırıcılar ile ütü tabanı yüzeyinin artırılması örneği	13
Şekil 4.1. Çelik bilye boyutları	14
Şekil 4.2. Çelik grit boyutları.....	15
Şekil 4.3. Cam kürecik.....	16
Şekil 4.4. Alüminyum Oksit	16
Şekil 4.5. Silisyum karbür.....	17
Şekil 5.1. Basınçlı hava ile kumlama makinesi	19
Şekil 5.2. Basınçlı hava ile kumlama düzeneği	19
Şekil 5.3. Türbinli kumlama makinesi örneği.....	21
Şekil 5.4. Küçük kabinli elle kumlama makinesi	22
Şekil 5.5. Tamburlu Kumlama Makinesi.....	23
Şekil 5.6. Askılı Kumlama Makinesi.....	24
Şekil 5.7. Tünel Tip Kumlama Makinesi.....	25
Şekil 5.8. Türbin Yapısı.....	27
Şekil 6.1. Askılı kumlama makinesi	31
Şekil 6.2. Kumlama askıları.....	32
Şekil 6.3. Kumlama kabini	33
Şekil 6.4. Aspiratör ve filtre sistemi	34
Şekil 6.5. Elevatör Sistemi.....	35
Şekil 6.6. Aşındırıcı klepesi.....	36
Şekil 6.7. Kumlama türbinleri.....	37
Şekil 6.8. Kumlama makinesi kontrolü iş akış şeması	39
Şekil 6.9. Modicon L238 PLC CPU modülü.....	41
Şekil 6.10. TM2DDI8DT giriş modülü	42
Şekil 6.11. Modicon TM2DDO16TK çıkış modülü	42
Şekil 6.12. Vijeo designer programı sayfası	43
Şekil 6.13. Operatör paneli ana sayfası.....	44
Şekil 6.14. Operatör paneli otomatik çalışma sayfası.....	44
Şekil 6.15. Operatör paneli manuel çalışma sayfası	45
Şekil 6.16. Somachine programı, yeni proje tasarım sayfası.....	46
Şekil 6.17. Logic Builder komut yazma sayfası	46
Şekil 6.18. Kapıların açılması komutu.....	48
Şekil 6.19. Askı sistemi yürütülmesi komutu	48
Şekil 6.20. Kapıların kapatılması komutu	49
Şekil 6.21. Aspiratör-elevatör-seperatör-toz filtre çalıştırma komutu.....	50
Şekil 6.22. Türbin motorları çalıştırılması komutu.....	50
Şekil 6.23. Aşındırıcı klapesi açılması ve kumlama zamanı başlatılması komutu	51
Şekil 6.24. Kumlama zamanı bittikten sonra kapıların açılması komutu	52
Şekil 6.25. Kumlamadan sonra askının kabinin dışına çıkarılması komutu.....	52

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 6.1. Giriş kumanda elemanları.....	40
Çizelge 6.2. Kontrol edilecek kumanda elemanları.....	40
Çizelge 6.3. Bulunan kumlama zamanları.....	53
Çizelge 7.1. Zamansal kazanç ve verim tablosu.....	56



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

g	: Gram
mm	: Milimetre
dk	: Dakika
s	: S

Kısaltmalar

PLC	: Programmable Logic Controller
DC	: Doğru Akım
mA	: Mili Amper
V	: Volt
d/d	: devir/ dakika
kW	: Kilovat (1000 Watt)
SCADA	: Supervisory Control and Data Acquisition
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

1.GİRİŞ

Endüstride üretilen ürünlerin yüzey kalitesinin artırılması ve estetik görünmesinin sağlanması için yapılan işlemlerin en başında kumlama işlemi gelmektedir. Kumlama işlemi, malzeme yüzeyine yüksek hızlarda parçacıklar çarptırılması yöntemiyle yapılan yüzey aşındırma işlemidir. Uygulamada üzerinde kumlama işi yapılacak malzemenin cinsine bağlı olarak kullanılacak aşındırıcı malzeme silis kumundan cam tozuna, çelik bilyeden kayısı çekirdeğine kadar çok farklı özelliklerdeki malzemeler kullanılabilir.

Boyama ve kaplama işlemleri öncesinde yüzeyin kaplama ve boyayla irtibatını güçlendirmek için yüzey temizliği ve pürüzlülüğü, kumlama ile sağlanır. İki malzemenin birbirine yapıştırılması işlemi öncesinde de yapıştırma yüzeyleri kumlanarak daha kaliteli yapışma sağlanır. Bazı dekoratif şekil verme işlerinde de cam, ahşap, beton gibi malzemelere kumlama işlemi sayesinde istenen motifler işlenir. Tekstil sektöründe de kumlama işlemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu işlem sayesinde kumaşlarda eskitme, kotlarda taşlama gibi işlemler gerçekleştirilebilmektedir.

Döküm ve dövme işlemleri sonrası yüzeyi döküm kumu ve tozdan arındırmak için kumlama yapılır. Böylece malzeme yüzeyi boyanmaya ve talaşlı imalata hazırlanır.

Endüstride kumlama işlemi için çeşitli kumlama makineleri kullanılmaktadır. Bu makine çeşitlerinden birisi de türbinli kumlama makineleridir. Türbinli kumlama makineleri sanayide manuel veya geleneksel röleli otomatik kumanda sistemiyle kontrol edilmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu tez için yapılan kaynak taraması üç ana başlık altında yapılmıştır. Bunlar; kumlama işleminin iş parçaları üzerindeki etkisi ve önemi, Programmable Logic Controller (PLC) ile otomasyon işleminin gerçekleştirilmesi ve enerji tasarrufunun önemi başlıklarından oluşmaktadır.

2.1. Kumlama İşleminin İş parçaları Üzerindeki Etkisi ve Önemi

Uzun (2013) çalışmalarında, türbinli kumlama makinelerinde işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne olan etkisini gözlemek için (st37 ve st52) iki ayrı malzemeyi farklı yüzey durumlarında iki farklı çaptaki aşındırıcılar kullanarak işleme tabii tutmuştur. Bu yapılan çalışmalarda yüzey pürüzlülüğü ile ilerleme hızının ters orantılı olduğu, kullanılan aşındırıcının çapı arttıkça elde edilen yüzey pürüzlülüğünün arttığı gözlemlenmiştir.

Gemi inşa sektöründe gemilerin yüzeylerinde raspalama işlemi kumlama ile kolayca gerçekleştirilmektedir(Uzun 2013).

Satıcı (2004) yaptığı çalışmasında kumlamanın ne olduğunu, kumlamanın hangi işlemler için kullanıldığını, kumlamada kullanılan aşındırıcı malzemelerin neler olduğunu, kaç tip kumlama makineleri olduğundan bahsetmiştir. Yapılan bir çalışmaya göre, ortalama yorulma ömrü 75000 tekrar olan aks millerinin; kumlandığında ortalama yarılanma ömrünün 379013 tekrara ulaştığı gözlemlenmiştir. Böylece uygun olarak yapılan kumlama işlemi sonucunda malzemenin yorulma ömrü % 400 artırılmıştır. Kabaca polisaj yapıp kumlanmış krank milleri, ince polisaj yapılmış krank millerine göre yorulma dayanımı % 60 arttığı gözlemlenmiştir(Satıcı 2004).

Wrona ve arkadaşları (2012) Türbinli kumlama makinesi ve makineyi oluşturan ana parçalardan bahsetmiştir. Ayrıca türbinli kumlama makinelerinin işletme parametreleri ve bakım için önemli olan bazı kısımlara değinmiştir.

Wakuda ve arkadaşları (2001) yaptıkları çalışmalarında farklı sertliğe sahip dört malzemeyi pratikte kullanımı maliyeti açısından mümkün olmayan farklı özellikteki üç aşındırıcı ile kumlama işlemine tabii tutmuştur. Aynı aşındırıcıda, kumlanması istenen malzemenin sertliği arttıkça aşındırma etkisinin azaldığı, aynı malzemedede ise aşındırıcının sertliği arttıkça malzemedeki aşındırma etkisinin arttığı gözlemlenmiştir.

2.2. PLC ile Otomasyon İşleminin Gerçekleştirilmesi

Otomasyon işlemini basitçe gerçekleştirilmek istenen bir kontrol işinin insan ile makine arasında gereken şekilde paylaşılması olarak tanımlayabiliriz. Gerçekleştirilmek istenen işin insan ile makine arasında paylaşım oranı otomasyonun yoğunluk düzeyini belirler. Otomasyon işleminde, eğer insan gücü daha yoğun kullanılmışsa bu tip otomasyon sistemlerine yarı otomasyon, eğer insan gücü yerine daha çok makinenin kullanıldığı sistemlere ise tam otomasyon sistemi olarak adlandırılır (İbrahim, 2010).

Çolak ve arkadaşları (2007) çalışmalarında 3 katlı küçük boyutlarda bir asansör prototipi hazırlamışlardır. Bu asansör prototipi üzerine gerçek bir asansörde olduğu gibi katları algılaması için her kata sensörler koymuşlardır. Bu prototipin otomatik olarak çalışabilmesi için gerekli olan programı merdiven diyagramında hazırlayarak kullanacakları PLC'ye yüklemişlerdir. Yapılan bu çalışmada çeşitli kontrol teknikleri kullanılarak asansör kontrolünün incelenmesi ve bu sektörde çalışmak için yetiştirilecek elemanların eğitimine katkı sunmayı hedeflemişlerdir.

Mirzaoğlu (2008) çalışmalarında orta büyüklükteki bir makarna fabrikasının kapasite artırımı sonunda sistemin kontrol ve kumanda kısmını yenilemiştir. Yaptığı çalışmada, fabrikaya buğdayın hammadde olarak gelmesi işlemi ve gelen buğdayın ön hazırlıklarının yapılıp öğütülüp irmik yapılması ve irmikten de makarna haline gelmesi süresince tüm aşamaların kontrolünün PLC otomasyonda gerçekleştirmesini sağlamıştır. Bu sayede enerji tüketiminde % 50'ye kadar tasarruf elde etmiştir. Ayrıca kurulan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) sistemi ile arıza kaynaklı duruşlarda azalmalar sağlanmıştır.

Coşkun ve arkadaşları (1998) yaptıkları çalışmalarında PLC kontrolün, geleneksel yöntemlere göre avantajlarından bahsetmişler, rotoru sargılı bir asenkron motora PLC kontrollü olarak yol vermişlerdir. Kullandıkları asenkron motorun yol verme direncini hesapladıktan sonra PLC çıkış kontaklarına bağladıkları yol verme dirençleriyle asenkron motoru sürmüşlerdir. Yapılan çalışmalarda kalkış akımı düşük olurken, kalkış momentinin yüksek olduğu görülmüş; dirençler devreden çıktıkça rotor uç geriliminin azalarak sıfıra düştüğünü gözlemlemişlerdir.

Chillara (2005) yaptığı çalışmada, kumlama performansına etkiyen kritik parametrelerden bahsetmiştir. Optimum kumlama işlemi için dikkat edilmesi gereken kritik noktalara değinmiştir.

Fedoryszyn ve arkadaşı (2010) yaptıkları çalışmalarda, türbinli kumlama makinelerinde yüzey pürüzlülüğüne etkiyen parametreleri incelemişlerdir. OWS-1000 tipindeki bir türbinli kumlama makinesi üzerinde yaptıkları analizlerde, rotor hızının ve aşındırıcı miktarını değiştirerek parametrelerin optimum değerlerini incelemişlerdir.

Bayındır ve arkadaşı (2011) yaptığı çalışmada PLC kullanımının 1970'li yıllardan başlayarak yaygınlaştığından bahsetmiştir. Fabrika otomasyonu, asansör kontrolü, enerji dağıtım sistemlerinin kontrolü ve izlenmesi ve birçok üretim ve işleme tezgâhlarının otomasyonunda PLC kullanıldığından bahsetmişler ve S7-300 PLC'nin kullanımı ve arayüz programından bahsetmişlerdir.

Özcan ve ark. (2016), bir çalışmalarında Seri DC motor tahrikli tramvay motorlarında yol verme ve frenleme işlemini otomatik gerçekleştirmek üzere PLC kullanmışlardır ve sistemin kontrolünü bir SCADA yazılımıyla gerçekleştirerek sistemin görsel olarak hem kontrol edilebilir hem de izlenebilir olmasını sağlamışlardır.

Özcan ve ark. (2017) çalışmalarında, mobil vinçlerde kullanılan bom üretiminde kaynak kalitesini her yerde aynı olmasını sağlamak için bir yöntem önermişlerdir. Lazer profil sensörleri kullanarak yapılan kaynak işleminde oluşması muhtemel kaynak hatalarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Gerçekleştirilen otomasyon sistemi sayesinde kaynak işlemi sırasında oluşan tehlikeli gazların insan vücuduna ve çevreye vereceği zararlar önlenmeye çalışılmıştır. Sistemin gerçekleştirilmesinde enerji tasarrufu sağlaması için yapılması gerekenler de göz önünde bulundurulmuştur.

2.3. Enerji Tasarrufunun Önemi

Abdelaziz ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışmada, enerji verimliliği, için yapılması gereken endüstriyel enerji tasarrufu hakkında literatür taraması sunmaktadırlar. Çalışmalarında, tezlerden, güncel literatürlerden, web materyallerinden ve kitaplardan önemli politikalar ve enerji tasarruf stratejileri derlenmiştir. Dünyada üretilen elektrik enerjisinin sanayi sektörü yaklaşık % 37'sini tüketmektedir. Çalışmalarında yüksek verimli motorlar, değişken hız kontrol sürücüleri ve ekonomizörler, enerji tasarrufu teknolojileri gözden geçirilmiştir. Enerji tasarrufu teknolojilerinin üretim teknolojisinde kullanım sonuçlarının sanayi sektörlerinde kullanılmasıyla elektrik enerjisi tüketiminde ve emisyon değerlerinde önemli oranlarda iyileştirmeler kaydedilebileceği tespit edilmiştir

Yüksel (2012) bir çalışmasında, sürdürülebilir bir çevre için Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarını incelemiştir. Türkiye, 433 GWh / yıl yıllık brüt hidrolik enerji potansiyeline sahip olmasına rağmen bu potansiyelin ancak 125 GWh/yıl'ını ekonomik olarak kullanılabildiğini belirtmiştir. Hali hazırda yapım aşamasında olan hidroelektrik santrallerinin üretime geçmesiyle, ülke için kullanılabilir enerji potansiyel seviyesinin %36 artması beklenmektedir.

Akorede ve ark. (2012) Küresel bağlamda güncel ve çok tartışılan konulardan biri olan küresel ısınma ve çevreye olan olumsuz etkilerin kullanılan enerji kaynaklarının neden olduğu etkilerden bahsetmiştir. Çalışmalarında, günümüzde, elektrik üretim sektöründe kullanılan yakıtların sera gazı salınımlarının en büyük payı oluşturduğundan bahsetmektedirler. Bunun altında yatan gerekçenin ise çoğu enerji santralinin çalıştırılmasında fosil tabanlı kömür yakıtların kullanılmasından kaynaklandığını vurgulamışlardır. Bu kaynakların yakılması sonucu atmosfere küresel ısınmaya sebep olan CO₂ salınımına sebep olmaktadır. Günümüzde atmosfere serbest bırakılan sera gazalarının sebep olduğu iklim değişikliğinden kaynaklanan ekonomik kayıpların 125 milyar dolara ulaştığı eğer gereken tedbirler alınmazsa bu zararın 2030 yılında yılda 600 milyar dolara ulaşacağı öngörülmüştür.

Mose ve Weinert (2015) çalışmalarında, imalatta kullanılan enerji verimliliğini artırmak için üretim süreçlerinin yeniden gözden geçirilmesi ve yeniden genel bir bakış açısı gerektirdiğini söylemişlerdir. Mevcut imalat süreçleri yeniden ayrı bir şekilde araştırılıp optimize edilebilecek yönlerin araştırılarak elde edilecek sonuçların uygun şekilde irdelenmesi ve gerçekleştirilmesi sonucunda enerji tasarrufu sağlanabilir.

Özcan ve ark. (2018) çalışmalarında, ülkemizdeki elektrik enerjisi üretiminin büyük bir kısmının ithal kaynaklardan sağlandığını, bu ithal kaynakların ülke ekonomisinde önemli rolü olduğundan bahsetmişlerdir. Bu ithal kaynakların ciddi seviyede hava kirliliği ve çevre kirliliğine de neden olduğu sorununa değinmişlerdir.

Ülkemizde elektrik enerji üretimi için kendi öz kaynaklarımız yetersiz kaldığı için kömür ve doğalgaz ithal edilmektedir. Enerji Piyasası Denetleme Kurumu (EPDK)'nın 2018 yılına ait raporlarına göre lisanslı elektrik üretiminin % 30,88'i ithal doğalgazdan ve % 21,31'de ithal kömürden sağlanmaktadır. 2018 yılı verilerine göre ülkemizdeki elektrik tüketimi ise bir önceki yıla göre %3,69 artarak 302772,30 GWh'a yükselmiştir(EPDK 2018). Bu tüketimin en büyük payı ise %39,72'lik oranı ise sanayi tüketiminden oluşmaktadır(EPDK 2019 Temmuz). Bu durumda sanayideki işletmelerde elektrik enerjisinin daha verimli ve tasarruflu kullanılması çok büyük önem arz

etmektedir. Bu sayede ÷lkemizde elektrik enerjisi için harcanan ithalata dayalı rakamların dūşmesine neden olacaktır. Bu tez çalışmasında kumlama yapılacak iş parçalarının kumlama sürelerinin optimize edilmesiyle iş parçalarının kumlama işlemine tabi tutulma süreleri azaltılmaya çalışılarak iş parçalarının kumlanması için harcanan elektrik enerjisinden tasarruf edilmeye çalışılmıştır.



3. KUMLAMA İŞLEMİ

Kumlama işleminin ülkemizde geçmişi çok eski değildir. Önceleri sadece deniz kumunun paslı yüzeye püskürtülmesi olarak bilinen kumlama işlemi, sanayideki gelişmelerle birlikte daha farklı aşındırıcılarla daha farklı işlerde uygulanmaya başlamıştır. Şekil 3.1’de kumlama işlemi yapılan bir makine gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Boyama öncesi kumlama işlemi yapılan bir iş parçası

Kumlama İşlemi kullanım amaçlarına göre;

- Yüzey temizleme ve hazırlama işlemi için kumlama,
- Yüzey özelliklerini değiştirmek için kumlama,

Olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir.

Malzemelerde yüzey temizleme ve yüzey özelliklerini değiştirmek için çeşitli kumlama makineleri kullanılmaktadır. Bu kumlama makinelerinin en başında uygulamada yaygın olarak kullanılan askılı kumlama makinesi gelmektedir. Günümüzde sanayide kullanılan kumlama makinelerinin kumandası manuel veya geleneksel röle kontrol panolarıyla gerçekleştirilmektedir. Bu tez çalışmasında, TÜMOSAN A.Ş.’de bulunan röle kontrollü askılı kumlama makinesinin PLC ile kontrolünün gerçekleştirilmesi sağlanarak sistemin daha verimli hale gelmesi için çalışmalar yapılmıştır.

3.1. Yüzey Temizleme ve Hazırlama için Kumlama

Yüzey temizleme ve hazırlama için yapılacak kumlama işlemleri aşağıda belirtildiği gibi dört ana grupta toplanabilir.

- i. Döküm ve dövme sonrası çapak ve döküm kumu temizlenmesi için kumlama
- ii. Döküm ve dövme sonrası yüzey parlatma işlemi için kumlama
- iii. Boya, kaplama ve yapıştırma işlemi öncesi yüzey temizlenmesi için kumlama
- iv. Dekoratif yüzey elde edilmesi için kumlama

3.1.1. Döküm ve dövme sonrası çapak ve döküm kumu temizlenmesi için kumlama

Döküm işleminin sonrasında, döküm parçalarının yüzeylerinin döküm tozundan temizlenmesi ve döküm sırasında oluşan çapak ve yolluk izlerinin kaybedilmesi amacıyla kumlama işlemi uygulanmaktadır. Döküm kumu özellikle girintili çıkıntılı döküm parçalarının yüzeylerinde kalmaktadır. Malzeme yüzeyinde kalan döküm kumları ise kumlama işlemiyle temizlenir. Şekil 3.2’de kumlama öncesi döküm malzemeleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Döküm sonrası kumlama yapılacak malzeme örmeği

Döküm kumunun temizlenmesi işlemi için kullanılan makinelerde aşındırıcı olarak genellikle iri taneli S330-S660 arası çelik bilye kullanılır. Metal enjeksiyonlarda döküm sonucu ortaya çıkan yolluk izleri ve kalıpların birleşim yerlerindeki izlerin

kaybedilmesi için de kumlama işlemi kullanılır. Bu kumlama işlemlerinde kumlanacak malzemenin cinsine göre aşındırıcı olarak, çelik bilye veya cam kürecik kullanılır. Dökme demir ve çelik gibi parçalarda S170-S230 çelik bilye kullanılırken, alüminyum malzemeler için S110 gibi ince çelik bilye kullanılır. Plastik, cam ve metal enjeksiyon kalıplarının temizliğinde de kullanılan kumlama işlemi için aşındırıcı olarak cam kürecikler kullanılır. Plastik enjeksiyonla basılmış parçaların çapakları ve yollukların temizlenmesi işlemi için aşındırıcı olarak kayısı çekirdeği ve küresel plastik parçalar kullanılır(Satıcı 2004).

3.1.2. Döküm ve dövme sonrası yüzey parlatma işlemi için kumlama

Pirinç malzemelerde enjeksiyon ve sıcak dövme işlemleri sonrası malzeme yüzeylerinde kararmanın giderilmesi için kimyasal temizlemenin yanında kumlama işlemi de yaygın kullanılmaktadır. Manşon, patent dirsek, kapı kolu, cıvata gibi ürünlerin üretiminde düşük maliyetli olduğu için kumlama işlemi tercih edilir. Soğuk çekme işlemlerinden sonra malzeme yüzeyinin parlatma işlemi için de kumlama işlemi kullanılır. Bu uygulamalardaki kumlama işlemi asitle temizleme işlemlerine göre daha ucuz maliyetlidir.

3.1.3. Boya, kaplama ve yapıştırma işlemi öncesi yüzey temizlenmesi için kumlama

Boyama ve kaplama işlemleri öncesinde yüzey temizliği oldukça önemlidir. Metal malzemeler oksitlendiklerinde, dış etkilere özellikle de oksijenin korozif etkisinden koruyucu bir tabaka oluştururlar. Bu tabaka daha fazla oksitlenmeyi engelleyen bir tabakadır. Bu durum demir alaşımlarında farklıdır. Bu metaller daha yavaş oksitlenirler fakat oksitlerinin hacmi kendi hacimlerinden daha büyük olur. Meydana geldikleri yüzeye sığamaz ve çatlarlar. Bu çatlak arasından metal oksijenle teması devam eder ve paslanmaya sürekli devam ederler. Ayrıca ısı işlemi ile işlenen demir alaşımlarının yüzeylerinde tufal ismi verilen ısı etki tarafından oluşan oksitlenme olur. Bu tufal tabakası aslında yüzeyi oksijenden koruyan bir tabakadır. Ancak bu tabaka oldukça zayıf olduğu için kolayca kırılırlar. Metaller özellikle de demir alaşımları boya işlemi öncesinde yüzey temizliği için kumlama işlemine tabii tutulurlar. Şekil 3.3'de boya öncesi kumlama için örnek bir resim verilmiştir.



Şekil 3.3. Boya öncesi yüzey temizliği için yapılan kumlama örneği

Boya yapılacak yüzeylerin temiz olması gerekmektedir. Bu temizleme işlemi için kumlama işlemi yapılır. Ayrıca boyanın nüfusiyetini artırmak için malzeme yüzeylerinde pürüzlülük oluşturmak için de kumlama işlemi yapılır. Yapıştırma ve kaplama işlemlerinde de durum aynıdır. İşlem öncesinde yüzeyin temizliği kumlama ile sağlanır. Malzemenin parça yüzeyindeki pürüzlülük, yüzey alanını da artırarak işleminin gücünü artırır(Saraç 2012).

Kumlama işlemlerinde seçilecek aşındırıcının şekli, işleme yüzeyine göre belirlenir. Yüzey temizlemek için daha küresel aşındırıcı kullanılırken, yüzeye pürüzlülük vermek için daha köşeli aşındırıcılar tercih edilmelidir. Köşeli aşındırıcılar kullanılırken dikkat edilmesi gereken birkaç nokta vardır. Bu tip aşındırıcılar temizlenecek malzemenin aynı bölgesine uzun süre uygulandığında malzemenin toleransında değişikliğe neden olurlar. Diğer bir önemli nokta ise seçilen sarf malzemenin boyutlarıdır. Fazla büyük seçilen aşındırıcı, malzeme girintilerinde temizlenmenin yetersiz kalmasına neden olacağı gibi, küçük seçilen aşındırıcı da işlem süresinin uzamasında neden olacaktır. Ayrıca kumlama sonucunda aşınmanın fazla olması, uygulanacak olan boya, yapıştırıcı veya kaplama elemanının fazla kullanılmasına neden olup, maliyetin artmasına neden olacaktır(Yücel 2008).

3.1.4. Dekoratif yüzey elde edilmesi için kumlama

Kumlama işlemi, imalat sektöründe dekoratif yüzey oluşturulmak için oldukça yoğun kullanılmaktadır. Buzlu cam, camın yüzeyinin silis kumu ile kumlanması sonucu elde edilir. Dekoratif işlem yapılacak olan malzemenin, yüzeyde belirli bölgelerin maskelenmesi ile maskelenmeyen bölgelerde işlemenin etkisi gözlenmek suretiyle desenler oluşturulur. Şekil 3.4'de kumlanarak dekoratif desen verilmiş bir kase gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Kumlama yöntemi ile dekoratif motif verilmiş bir kâse örneği

Bazı plastik malzemelerde, kalıptan çıktıktan sonra yüzeyi matlaştırarak daha estetik görüntü oluşturmak amacıyla da kumlama yapılmaktadır. Ayrıca kot kumaşların üzerine desen vermek amacıyla eskitme işlemi kumlama işlemi ile yapılmaktadır (Satıcı 2004).

3.2. Yüzey Özelliklerini Değiştirmek İçin Kumlama

Malzemelerin yüzey pürüzlülüğünü değiştirmek için iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlar;

- i. Yüzey pürüzlülüğünün homojenleştirilmesi ve kenarların yuvarlatılması için kumlama;
- ii. Yüzey alanının artırılması için kumlama.

3.2.1. Yüzey pürüzlülüğünün homojenleştirilmesi ve kenarların yuvarlatılması için kumlama

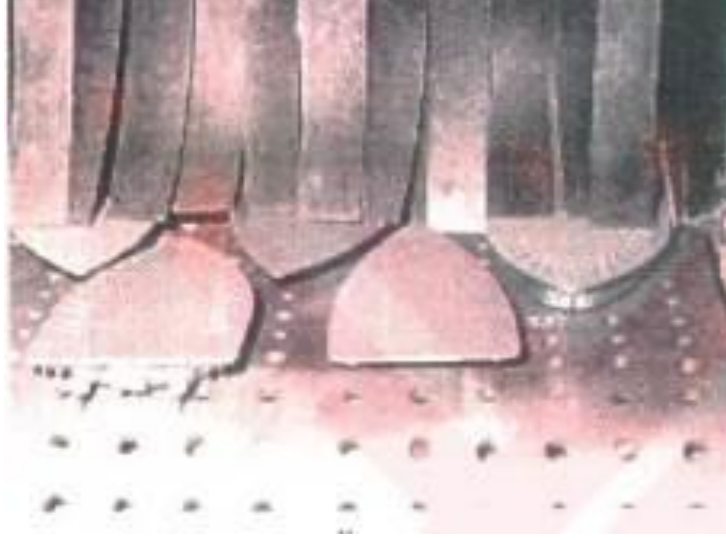
Kumlama işlemi ile homojen pürüzlülüğe sahip yüzeyler elde edilebilir. Yüzeyde istenilen pürüzlülüğe göre seçilen aşındırıcının yüzeye kontrollü olarak fırlatılması sonucunda düzgün yüzeyler elde edilmektedir. Ayrıca talaşlı imalat yöntemleriyle üretilen parçaların, özellikle de taşlanması zor olacak şekilde küçük girinti, çıkıntıları olan parçaların kenar yuvarlatılması işlemi için de kumlama işlemi kullanılmaktadır(Satıcı 2004). Şekil 3.5’de kumlama askısına yüklenmiş malzemeler görülmektedir. Kumlama işlemine tabi tutularak döküm tozları temizlenerek yüzey pürüzlülüğü düzeltilecektir.



Şekil 3.5. Kumlama yöntemi ile yüzey pürüzlülüğü homojenleştirilir

3.2.2. Yüzey alanının artırılması için kumlama

Yüzey pürüzlendirme işlemi, yüzey kaplama işlemlerinde olduğu gibi, ısı transfer işlemi için de çok önemlidir. Ütü tabanları, çelik tencere tabanları gibi malzemelerin kumlama ile yüzey pürüzlülüğü sağlanır. Bu sayede ısı transferinde verim artırılmış olur. Bu tarz uygulamalarda sivri köşeli aşındırıcılar kullanılmaktadır. Şekil 3.6’da kumlamaya verilen ütü tabanları gösterilmiştir.



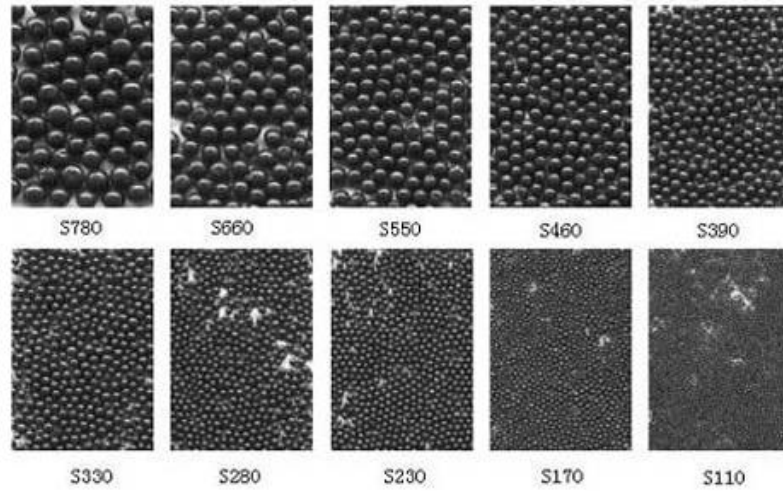
Şekil 3.6. Köşeli aşındırıcılar ile ütü tabanı yüzeyinin artırılması örneği

4. AŞINDIRICISI ÇEŞİTLERİ

Kumlama işleminde, kumlanacak ürünlerin özelliklerine ve kumlama amacına göre çeşitli aşındırıcılar kullanılmaktadır. Örneğin, yüzey parlatma işlemleri için yuvarlak şekilli aşındırıcılar kullanılırken, yüzey pürüzlendirme işlemleri için sivri köşeli aşındırıcılar kullanılır. Ayrıca malzeme yüzeyinden döküm tozu temizlemek için çelik bilye kullanılırken, boya öncesi yüzey temizlenmesi işlemi için silis kumu tercih edilir.

4.1. Çelik Bilye

Genel olarak döküm işlemi sonrası kumlama işlemlerinde kullanılır. Tekrar tekrar kullanılabilirdiği için ekonomiktir. Bu aşındırıcılar, nemden dolayı korozyona maruz kalabildiği için nemden uzak tutulmalıdır. Çelik bilyeler boyutlarına göre aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi kodlanırlar. Şekil 4.1’de boyutlarına göre çelik bilye çeşitleri ve kodları verilmiştir.



Şekil 4.1. Çelik bilye boyutları

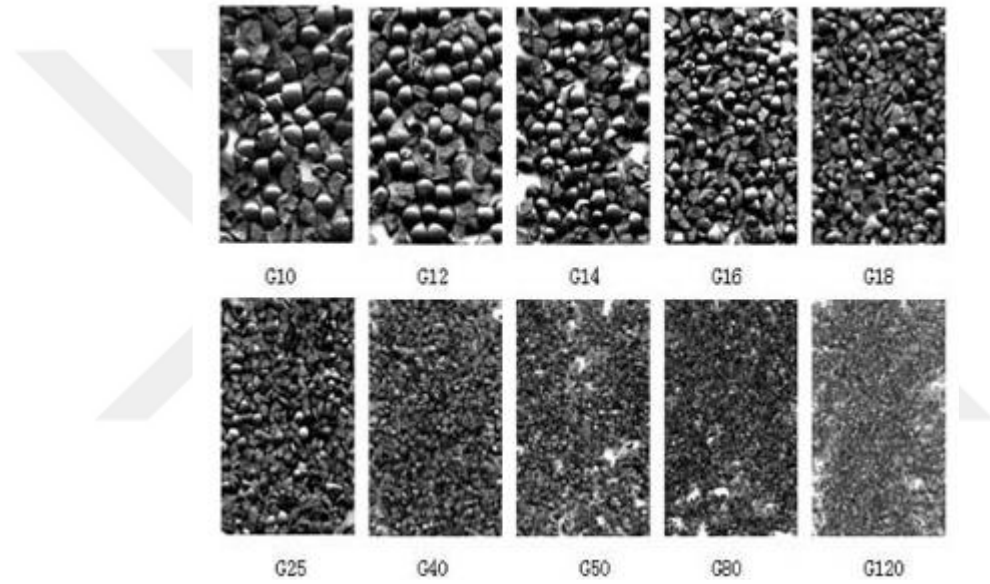
4.2. Paslanmaz Çelik Bilye

Paslanmaz çelik bilyeler, paslanmaz çelik ve alüminyum kumlamasında kullanılır. Çok yüksek mekanik dayanıma sahiptirler. Bu aşındırıcılar kullanıldıkça

sertleşir ve bu sayede birçok defa tekrar tekrar kullanılırlar. Uzun ömürlü oldukları için de ekonomiktir.

4.3. Çelik Grit

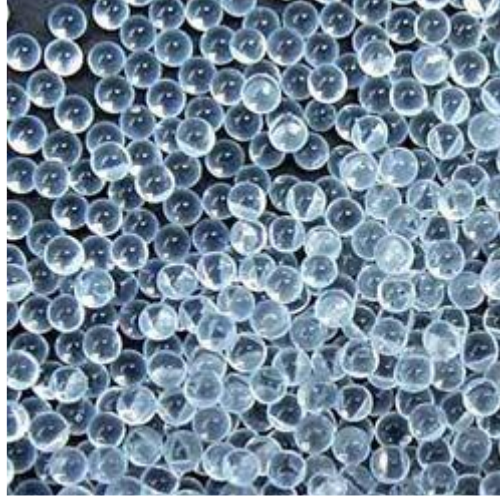
Yüksek karbonlu çelik bilyelerin kırılarak çeyrek veya yarım küre haline getirilerek elde edilir. Kaplama ve boya kaldırma işlemleri için oldukça yaygın kullanılır. Ayrıca granit, taş kesme ve konstrüksiyon işlerinde de kullanılmaktadır. Şekil 4.2’de farklı boyutlardaki çelik gritler gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Çelik grit boyutları

4.4. Cam Kürecik

Paslanmaz çelik ve alüminyum yüzeylerin kumlanması için kullanılırlar. Cam kürecikler kırılabilir oldukları ve düşük yoğunluğa sahip oldukları için basınçlı kumlama makinelerinde kullanılırlar. Kırılabilir yapıda oldukları için ilk kullanımda kırılıp daha sonraki kullanımlarda yüzeyde çizmelere neden olabilmektedir. Bu yüzden en fazla iki defa kullanılmaktadırlar. Şekil 4.3’de cam kürecikler gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Cam kürecik

4.5. Alüminyum Oksit

Alüminyum oksit, saflık derecesine göre beyaz, pembe ve kahverengi renklere bulunur. Yüksek sertliğinden ve köşeli yapıda olmasından dolayı boya çıkarma ve yüzey pürüzlendirme işlerinde kullanılır. Paslanmaz çelikler, alüminyum alaşımları, bakır ve pirinç alaşımlarının kumlanması için kullanılmaktadır. Şekil 4.4’de 3 çeşit alüminyum oksite ait resimler verilmiştir.



a) Kahverengi

b) Beyaz

c) Pembe

Şekil 4.4. Alüminyum Oksit

4.6. Silisyum Karbür

Yeşil ve siyah olmak üzere iki çeşit silisyum karbür vardır. Çok sert ve kırılabilir aşındırıcılardır. Çok sert metallerin, seramik malzemelerin, soğuk dökme demir, pirinç, bronz, alüminyum gibi malzemelerin kumlanması için kullanılmaktadır. Şekil 4.5’de silisyum karbüre ait resim verilmiştir.



Şekil 4.5. Silisyum karbür

Yukarıda verilen aşındırıcılar haricinde işlenecek parçaya göre garnet, cam kumu, seramik küre, plastik aşındırıcı gibi birçok aşındırıcılar kullanılmaktadır(Uzun 2013).

5. KUMLAMA MAKİNESİ ÇEŞİTLERİ

Kumlama makineleri, kumlama işlemi için aşındırıcıların hızlı fırlatılmasını sağlayan, fırlatılan aşındırıcıları toplayıp, tekrar fırlatılmaya hazır hale getiren makinelerdir. Kumlama makinelerini yapı itibarıyla iki kısımda inceleyebiliriz. Bunlar; aşındırıcının fırlatılması yani püskürtülmesi açısından kumlama makineleri ve kumlamanın uygulanması ve malzemenin taşınması açısından kumlama makineleridir.

Aşındırıcı fırlatma yöntemlerine göre;

- Basınçlı hava ile aşındırıcı fırlatma,
- Türbin ile aşındırıcı fırlatma,

Kumlama işleminin uygulanması-malzemenin taşınması yöntemine göre;

- Tamburlu Tip Kumlama Makineleri
- Kabin İçi Askılı Kumlama Makineleri
- Tünel Tip Kumlama Makineleri

5.1. Aşındırıcı Fırlatma Yöntemlerine Göre Kumlama Makineleri

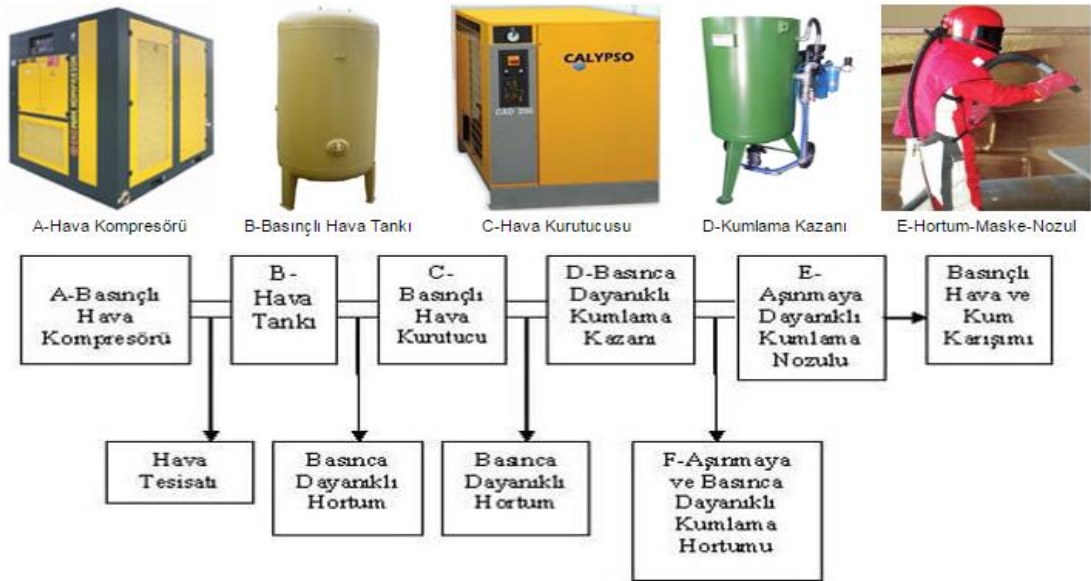
5.1.1. Basınçlı hava ile aşındırıcı fırlatan kumlama makineleri

Deniz kumunun temizlenmesi istenen yüzeye püskürtülmesi olarak bilinen bir yöntemdir. Sanayinin ilerlemesiyle daha hassas işler için daha özel maddeler ve daha ileri yöntemlerle uygulanmaktadır. Basınçlı hava ile yüzeye kum olarak tabir edilen mikron boyutlardaki aşındırıcı malzemenin püskürtülmesiyle bu yöntem uygulanır. Hava sayesinde yüksek hıza ve dolayısıyla da yüksek momente sahip olan aşındırıcı, çarptığı yüzeyde mikron mertebesinde izler bırakır. Oluşan bu izlerin derinliği ve şekilleri yüzeyin parlaklığını belirler(Avcu 2011). Şekil 5.1 de basınçlı hava ile kumlama makinesi ve donanımları gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Basınçlı hava ile kumlama makinesi

Basınçlı hava ile kumlama işleminde kullanılan elemanlar ana hatlarıyla; basınçlı hava kompresörü, basınçlı hava tankı, basınçlı hava kurutucusu, basınca dayanıklı kumlama kazanı ve kum püskürtme nozullarıdır. Şekil 5.2’de basınçlı kumlama makinesi ve gerekli donanımları gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Basınçlı hava ile kumlama düzeneği

Basınçlı hava kompresörü, kumlama için gerekli olan basınçlı havayı üretme görevini üstlenir. Pistonlu ve vidalı tipte hava sıkıştırma mekanizması olan bu kompresörlerden endüstride en çok kullanılanı vidalı tip olanıdır. Kompresörün ürettiği basınçlı hava, basınçlı hava tankında depolanır(Masa, Kuba 2015). Kumlama işlemi boyunca sabit hava debisi sağlamak için, basınçlı hava tankının hacmi oldukça önemlidir. Kumlama düzeneğinde basınçlı havadaki nemi arındırma görevini yerine getiren kurutucu ise basınçlı tanktan sonra yer alır. Kumlama sisteminin sağlıklı çalışabilmesi ve ömrünün uzun olabilmesi için hava kurutucu oldukça önemlidir. Basınçlı kumlama kazanı ise kumlama işlemi için gerekli hava-kum karışımını hazırlayarak hortumuna gönderir. Hortumun ucunda yer alan kumlama nozulu, hava-kum karışımının akış hızını ayarlamaktadır(Avcu 2015).

5.1.2. Türbin ile aşındırıcı fırlatan kumlama makineleri

Aşındırıcıların hareketli türbinler tarafından fırlatıldığı makinelerdir. Türbinler elektrik motoru tahrikiyle yüksek devirlerde döndürülürler. Dönen türbin içerisine iletilen aşındırıcılar, dönme hareketi ile bir merkezci kuvvet etkisi altına alır. Bu merkezci kuvvet, aşındırıcıların türbinden dışarı hızla fırlatılmasını sağlar. Hızla fırlatılan aşındırıcılar çarptıkları yüzeyde aşınmalara neden olur. Türbinli kumlama makinelerinin çalışma mantığı bu şekildedir. Türbin ile kumlama makinelerinde kullanılan aşındırıcıların kütleleri büyük olmalıdır. Bunun nedeni, dönen türbinin içerisindeki aşındırıcının merkezci kuvvet ile fırlatılma hızının kütlesiyle doğru orantılı olmasıdır. Şekil 5.3’de türbinli kumlama makinesine bir örnek gösterilmiştir.



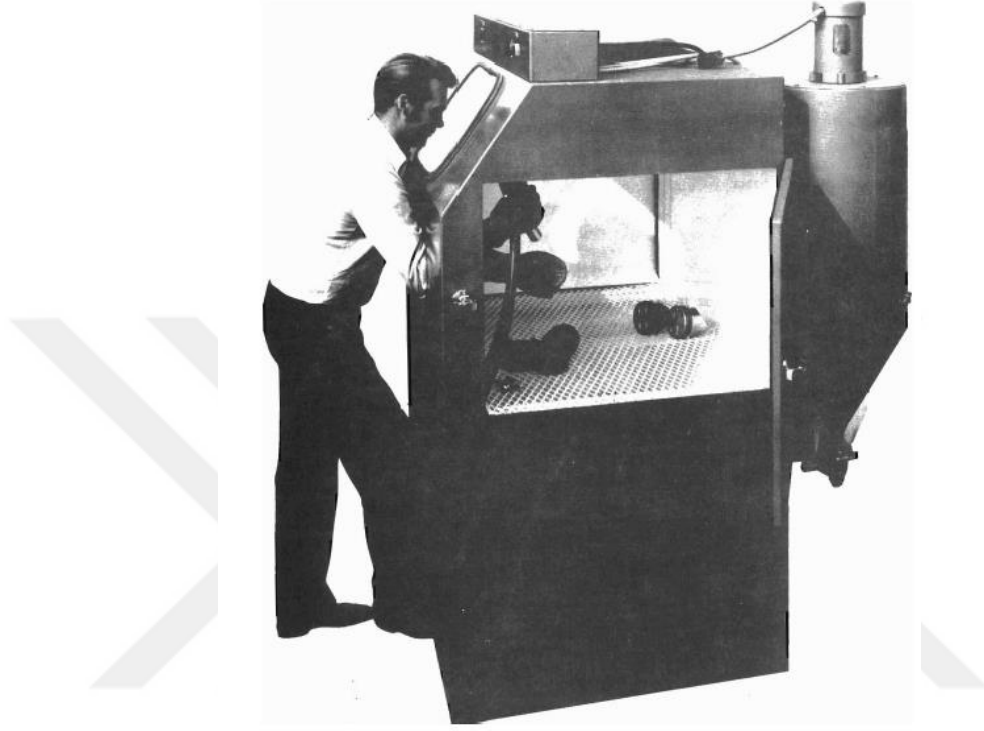
Şekil 5.3. Türbinli kumlama makinesi örneği

Türbinli kumlama makinelerinde fırlatılan aşındırıcılar, aşındırdıkları toz, çapak gibi diğer parçacıklarla birlikte kabin altına dökülürler. Bu parçacıklar makinenin türbin kısmında aşınmalara ve aşındırıcı akışını tıkayarak makinenin çalışmasının aksamasına neden olur. Kabin alt kısmında biriken bu karışım elevatör yardımıyla makinenin üst kısmında yer alan seperatöre çıkartılır. Seperatör sistemi, aşındırıcı ile diğer parçacıkları birbirinden ayırıştırarak aşındırıcıları tekrar kullanmak üzere türbinlere gönderir. Diğer parçacıkları ise toz tutucu filtreye göndererek ayırıştırma işlemini tamamlar. Bu şekilde türbinli kumlama makinelerinin çalışma çevrimi tamamlanır(Uzun 2012, Wrona, Zyzak, Ziolkowski, Brenzinski 2012)

5.2. Kumlamanın Uygulanması-Malzemenin Taşınması Yöntemlerine Göre Kumlama Makineleri

Kumlama makineleri, kumlama işlemi sonucunda ortaya çıkan tozun bertaraf edilmesi, kumlamada kullanılan aşındırıcıların geri dönüşümünün sağlanması ve kumlama işleminin çevredeki başka cisimlere, insanlara zarar vermesinin engellenmesi ve bunlar gibi diğer etkilerden dolayı bir kumlama kabininden oluşmaktadır. Bu kumlama kabinleri, uygulamanın yapılacağı malzemelerin büyüklüğüne göre şekil değiştirmektedirler. Basınçlı hava ile kumlama işleminin yapıldığı bazı laboratuvar,

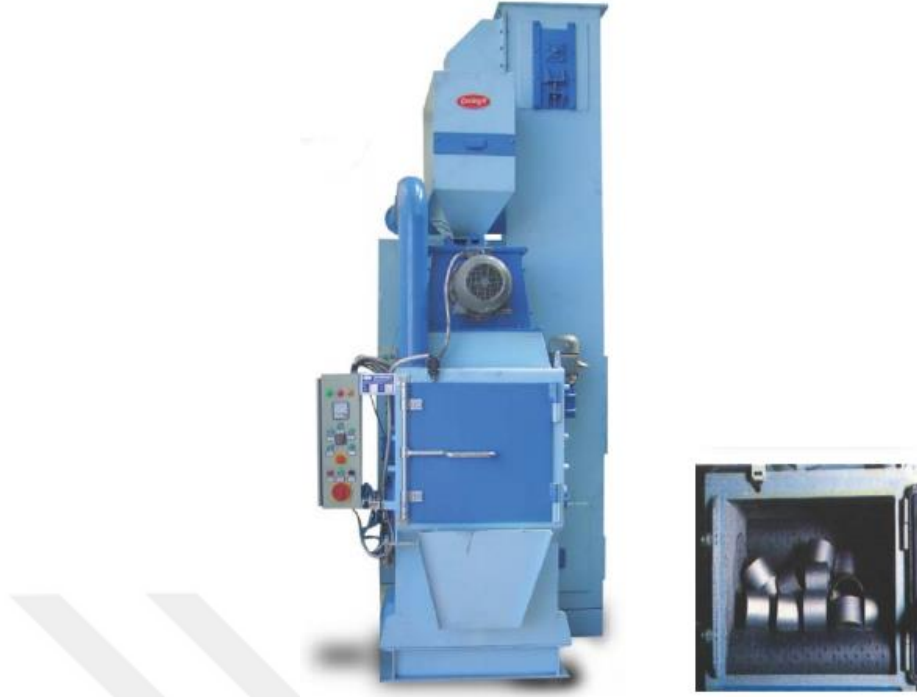
küçük parçaların kumlanması gibi uygulamalar için küçük kumlama makineleri kullanılmaktadır. Şekil 5.4'de küçük kabinli kumlama makinesi gösterilmiştir. Bu makine, basınçlı havalı kumlama makinesi çeşididir. Şeklin sağ kısmında kumlama mikser ünitesi bulunmaktadır.



Şekil 5.4. Küçük kabinli elle kumlama makinesi

5.2.1. Tamburlu tip kumlama makineleri

Küçük ve orta boyutlu parçaların kumlanması için kullanılırlar. Döküm veya enjeksiyonla üretilmiş yuvarlak hatları olan, birbiri üzerinde kayan malzemelerin kumlama işlemi için tasarlanmış kumlama makineleridir. Lastik kaplı 3 adet tamburdan oluşan mekanizmada aynı anda dönen tamburlar içeri koyulan parçaların birbiri üzerinde yuvarlanmasını sağlarlar. Aynı zamanda da parçaların üzerine aşındırıcı fırlatılmasıyla kumlama işlemi gerçekleşir. Parçaların birbirine zarar vermemesi için tamburların dönüş hızları oldukça yavaştır. Bu kumlama makineleri, yapıları itibariyle türbinlerin parçalara en yakın oldukları makinelerdir. Bu etki sayesinde çok etkili ve verimli kumlama işlemi yapılabilmektedir. Bu sayede sanayide en çok kullanılan kumlama makinesi türüdür(Satıcı 2004). Şekil 5.5'de tamburlu kumlama makinesinin dıştan görünüşü ve tambur iç görünüşü verilmiştir.



Şekil 5.5. Tamburlu Kumlama Makinesi

5.2.2. Kabin içi askılı kumlama makineleri

Kumlama yapılacak olan parçaların kabin içerisine kancalar yardımıyla asıldığı kumlama makineleridir. Askılar, makinenin orta kısmında bulunan ray üzerinde yer almaktadır. Bazı makinelerde ray, makinenin etrafını dönen konveyör şeklindedir ve bu konveyör üzerinde birden fazla askı bulunur. Askılardan biri makinenin içinde kumlama yaparken, kumlaması biten parçalar askıdan boşaltılır, boş askıya da parça yükleme işlemi aynı anda yapılabilir. Bu sayede zamana bağlı olarak makinenin kumlama kapasitesi arttırılmış olur. Makine içine giren askının kendi etrafında dönmesi sağlanır. Böylece türbin karşısında parçanın dönmesi sağlanarak homojen bir kumlama işlemi sağlanmış olur. Bu makinelerin en büyük avantajı, askıya asılan parçaların birbirine değmemesidir. Bu sayede hassas parçaların kumlanması sorunsuz bir şekilde yapılabilir. Ayrıca parçaların geometrik şekillerinden dolayı da bir kısıtlamaya neden olmaz. Kumlama kabine sığabilen ve askıya asılabilen her türlü parçanın kumlanması yapılabilir. Bazı makinelerde kabininin giriş ve çıkış için tek kapı, bazı makinelerde iki ayrı kapı bulunur. Makinenin yan duvarlarında bulunan türbinlerin sayısı makinenin kapasitesine göre değişmektedir. Presten çıkan sac parçaların temizlenmesinde, ısıl işleminden çıkan parçaların parlatılmasında, döküm işleminden çıkan parçaların

temizlenmesinde, yüzey pürüzlendirme, boya ve kaplama işlemleri öncesinde, dövme işlemi sonucunda tufallerin temizlenmesi gibi işlemlerde kullanılır(Satıcı 2004). Şekil 5.6'de askılı kumlama makinesine örnek gösterilmiştir. Resmin sağ tarafında kabinin içinde kumlanan malzemenin ve ona aşındırıcı fırlatan türbinler gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere, malzeme yüklü askı kabin içindeyken kendi etrafında dönmektedir. Bunun nedeni türbinlerin fırlattığı aşındırıcının, kumlanacak malzemenin tüm yüzeylerine uygulanmasını sağlamaktır.



Şekil 5.6. Askılı Kumlama Makinesi

5.2.3. Tünel tip kumlama makineleri

Seri imalat yapan atölyelerde daha hızlı kumlama işlemi yapmak ya da daha büyük ebatlı, boyu çok uzun olan parçaların kumlanması işleminde kullanılmak amacıyla tasarlanmış makinelerdir. Bu makinelerde, bir taşıyıcı araba üzerinde, havada bir konveyör sistemine askıyla asılmış şekilde veya rulolar üzerinde ilerleyerek parçalar, kumlama kabininin bir ucundan girip kabinin içinde türbinlerin önünden geçerken kumlanarak çıkış kapısından kumlanmış olarak çıkış yapar. Bu makinelerin kumlama kabinlerinde kapı olmadığından kumlama işleminden aşındırıcı fırlamaması için makinede giriş çıkış bölümleri bulunur. Kumlama işlemi sırasında dışarı aşındırıcıların fırlaması için giriş çıkış kısımları ile makine arasında lastik perdeler bulunur. Kumlama kabinin altı, yanları üst kısmında çeşitli yerlerinde bulunan türbinler vasıtasıyla büyük

parçalar homojen bir biçimde kumlanmış olur(Satıcı 2004). Şekil 5.7 'de tünel tip kumlama makinesine bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Tünel Tip Kumlama Makinesi

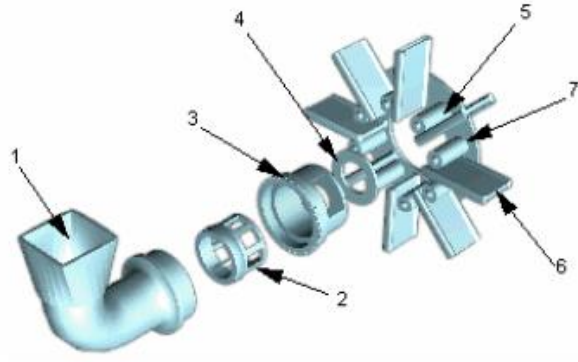
5.3. Askılı Kumlama Makineleri

Askılı kumlama makineleri bir çeşit türbinli kumlama makinesidir. Kumlama yapılacak olan parçalar, kancalar yardımıyla makinenin orta kısmındaki raya bağlı askılara asılır. Bazı makinelerde ray, makinenin etrafını dönen konveyör şeklindedir ve bu konveyör üzerinde birden fazla askı bulunur. Askılardan biri makinenin içinde kumlama yaparken, kumlaması biten parçalar askıdan boşaltılır, boş askıya da parça yükleme işlemi aynı anda yapılabilir. Bu sayede makinenin işlem zamanı kısaltılarak makinenin kumlama kapasitesi arttırılmış olur. Makine kabini içine giren askı özel kilitleme sistemiyle kilitlenerek kendi etrafında dönmesi sağlanır. Bu dönme işlemi bir elektrik motoru yardımıyla yapılmaktadır. Kumlama zamanı boyunca türbin karşısında dönen askı homojen bir kumlama işlemi yapılmasını sağlar. Bu makinelerin en büyük avantajı, askıya asılan parçaların birbirine değmemesidir. Bu sayede hassas parçaların kumlanması sorunsuz bir şekilde yapılabilir. Ayrıca parçaların geometrik şekillerinden dolayı da bir kısıtlamaya neden olmaz. Kumlama kabinine sığabilen ve askıya asılabilen

her türlü parçanın kumlanması yapılabilir. Bazı makinelerde kabininin giriş ve çıkış için tek kapı, bazı makinelerde iki ayrı kapı bulunur. Makinenin yan duvarlarında bulunan türbinlerin sayısı makinenin kapasitesine göre değişmektedir. Presten çıkan sac parçaların temizlenmesinde, ısıtılardan çıkan parçaların parlatılmasında, döküm işleminden çıkan parçaların temizlenmesinde, yüzey pürüzlendirmede, boya ve kaplama işlemleri öncesinde, dövme işlemi sonucunda tufallerin temizlenmesi gibi işlemlerde kullanılır. Askılı kumlama makineleri türbin, kabin, elevatör sistemi, seperatör sistemi, toz tutucu filtre olarak ana bölümlere ayrılırlar.

5.3.1. Türbin

Aşındırıcının belirli bir istikamet ve hızda temizlenecek parçaya fırlatılmasını sağlayan kısımdır. Genellikle 8 kanatçıktan oluşan türbin, bir elektrik motoru tahrikiyle hareket kazanır. Türbinin hareketi, santrifüj etkisiyle aşındırıcının hareket kazanmasını sağlar. Türbin, kumlama makinelerinin en önemli parçalarından biridir, makinenin performansını direkt olarak etkiler. Şekil 5.8 'de türbinin yapısını gösteren bir çizim verilmiştir. Kumlama makinelerinin büyüklüğüne göre ve kumlama amacına göre türbinlerin sayısı ve çapı değişebilir. Kumlama makinelerinin en çok yıpranan ve zarar gören parçalarının başında gelen türbin, kullanılan aşındırıcının sertliğine göre imal edilmelidir. Çoğu uygulamalarda yanlış kullanılan aşındırıcılar türbinlerin aşınmasına neden olmaktadır. Endüstride kullanılan çoğu türbin motorları geleneksel yıldız-üçgen yol verme ile çalışmaktadır. Yarı iletken teknolojisinin gün geçtikçe ilerlemesiyle türbinlerde yumuşak yol vericiler yaygın olarak kullanılmaktadır. Yumuşak yolvericilerde, motora uygulanan gerilim ilk kalkışta kısık olarak uygulanır. Böylece demeraj akımı küçültülür. Motor yol almaya başlayınca motor gerilimi artırılarak motorun yol verme işlemi tamamlanır.



Şekil 5.8. Türbin Yapısı

5.3.2. Kabin

Kumlama işleminin yapıldığı kapalı bölge kabin olarak adlandırılır. Kabin, kumlama işleminde fırlatılan aşındırıcıların dış bölgede başka malzemelere, sistemlere ve çalışanlara zarar vermesini engeller. Fırlatılan aşındırıcılar kabin içinde birikip tekrar kullanılabilmesi için elevatör tarafından çektilir. Ayrıca kumlama sırasında oluşan tozlar kabinin içinden fanla çekilip filtrenilir. Böylece toz bulutunun dış ortama karışması engellenir. Türbinlerden fırlatılan aşındırıcılar malzeme yüzeyine çarptıktan sonra kabin duvarlarına çarparak dururlar. Bu çarpma etkisiyle kabin duvarlarında hasar oluşturma riski bulunur. Bu hasar ve aşınmanın olmaması için kabin duvarları kauçuk malzemeye kaplanmış haldedir.

5.3.3. Elevatör Sistemi

Kumlama işlemi sonucunda kabinin alt kısmında biriken aşındırıcı, toz ve diğer maddelerden oluşan karışım tekrar kullanılmak üzere alınarak taşınmalıdır. Bu taşıma işlemi elevatörler tarafından yapılmaktadır. Elevatörler bu karışımı seperatöre taşımakla görevlidir. Bir elektrik motoru tahrikiyle çalışan elevatör sistemleri kepçeli veya kovalı yapıdadırlar. Elevatörlerin kapasite seçimi, kumlama makineleri tasarımında önemli parametrelerden biridir. Elevatörlerin taşıma kapasitesi, türbinlerin fırlattığı aşındırıcıların miktarı ile aynı olmalıdır ki, kabin içinde biriken aşındırıcıları tam zamanında çekip seperatöre ulaştırsın. Aynı şekilde elevatörün kapasitesinin büyük seçilmesi gereğinden fazla elektrik tüketmesine neden olacaktır.

5.3.4. Seperatör Sistemi

Seperatör sistemi, elevatörden gelen aşındırıcı karışımında aşındırıcı ile yabancı malzemelerin ayrıştırılmasını sağlayan sistemdir. Karışımındaki toz ve yabancı maddeler seperatörde ayrıştırılarak borular yardımıyla makine bölgesinden uzaklaştırılır. Bu yabancı maddelerin makineden uzaklaştırılması türbinlerin ömrü ve kumlama kalitesi için oldukça önemlidir. Karışım içerisinde %5 oranında yabancı madde olması, türbinlerin ömründe %50 azalmaya neden olur. İyi bir seperatör sistemi, türbin ömürlerinin uzamasını sağlar. Seperatörde kirlenmiş aşındırıcılar hava yıkayıcı sistem ile ayrıştırılarak atılır. Seperatörde aşındırıcılar bir perde şeklinde akış yapar. Bu akışa uygulanan hava akışı aşındırıcı-toz karışımı içinden yabancı maddeleri alıp sürükler. Aşındırıcılar ise aşağı kısma düşerek yoluna devam eder. Hava akışının alıp sürüklediği yabancı maddeler toz tutucu filtreye gelir ve filtrede toplanır.

5.3.5. Toz tutucu filtre sistemi

Toz tutucu filtre, seperatörden ayrılan yabancı maddeleri ve kumlama makinesi içindeki tozları tutan filtrelerdir. Filtrelerin Düzenli ve verimli çalışabilmeleri için filtrelerin temizlenmelerinin düzenli bir şekilde yapılması oldukça önemlidir. Filtrelerin temizleme işlemleri iki metot ile yapılabilirler. Shaker tip sistemler, filtreleri sallayarak temizlerler. Ultra-Jet tip sistemler, filtreleri yüksek basınçlı hava tutmak suretiyle temizlerler. Bu filtre temizleme sistemleri günümüzde otomatik zaman ayarlı sistemlerle yapılarak toz tutucu filtrelerin daha verimli çalışmaları sağlanmaktadır.

5.4. PLC Kontrol

PLC, girişlerinden aldığı bilgileri, üzerine yazılan programa göre işleyip, sonuç olarak çıkışından iş elemanlarına aktaran mikroişlemci tabanlı bir endüstriyel cihazdır. PLC'ler programlarına göre girişlerinden okudukları analog veya dijital bilgileri; lojik, sıralama, sayma, karşılaştırma, matematiksel işlemlere tabii tutma gibi fonksiyonları gerçekleyebilirler(Özcan ve Kahramanlı, 2002).

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(Özcan ve Özkan, 2004).

PLC'ler bağlı oldukları sistemlerde butondan dijital bilgiyi okuyabildikleri gibi, sensörlerin yardımıyla sıcaklık, nem, basınç, seviye, mesafe, pH gibi birçok analog bilgiyi okuyabilirler. Buna karşılık çıkışlarına bağlanan röle, kontaktör, valf gibi on-off ve oransal kumanda edilebilen devre elemanlarını kontrol edebilirler.

5.4.1. PLC Uygulama Alanları

PLC'ler, endüstride birçok alanda makine ve sistemlerin izlenmesi ve kontrolünde kullanılmaktadır. Tekstilde kumaş dokumasında, kumaş terbiyesi işlemlerinde, kumaşın boyanmasına kadar; otomotiv sektöründe kullanılan parçaların talaşlı imalatından, montajını yapan robotik sistemlerin kontrolü gibi birçok uygulamalarda PLC kontrolü kullanılmaktadır. Günümüzde PLC üreticilerinin rekabeti, PLC fiyatlarında düşmeleri yanında getiriyor. Bu durum röle ile kumanda edilen basit yapıların bile PLC ile kontrolünü ekonomik hale getirmektedir.

5.4.2. PLC Kontrolün Geleneksel Röle Kontrole Göre Avantajları

- Röleli kontrol sistemlerine göre daha az yer kaplarlar.
- Kumanda devresi bilgisayar ile programlandığından, tasarımı yapmak daha kolaydır ve simülasyon özelliği olması yazılan programın bilgisayar üzerinden denenmesini sağlamaktadır.
- Kontrol işlemi yazılımla gerçekleştiğinden dolayı, donanım değişikliği yapmadan yazılımda değişiklik yapılabilir.
- Bakımı kolaydır, arıza tespiti kolaydır.
- Haberleşme protokolleri sayesinde diğer PLC sistemleri ve bilgisayarlarla haberleştirilebilir.
- Tozlu ortam koşullarında röleli sistemlere göre daha dayanıklıdır.
- Modüler yapıda olması ve giriş-çıkış modüllerinin montajının kolayca yapılmasını sağlar(Akçura 2010, Pişmişoğlu 2016).

5.4.3. PLC yapısı

PLC'ler ana yapı olarak üç ana bölümden oluşurlar. Giriş birimi, merkezi işlem birimi ve çıkış birimidir. Giriş biriminden alınan veriler, merkezi işlemci biriminden PLC'ye yazılan programa göre işlenir ve çıkış birimine aktarılır.

Kontrol edilen sistemin değişkenleri giriş birimine algılayıcılar ve girişler kablolarla bağlıdır. Sistemdeki sınır anahtarları, butonlar, on-off kapasitif sensörler, endüktif sensörler çıkışlarında 0 veya 1 bilgisi üretirler. Bu bilgi dijital bilgidir. 0 bilgisi 0 voltur. Ancak 1 bilgisi algılayıcının çalışma gerilimine göre değişir. Günümüzde sanayide kullanılan birçok PLC'ler 24 VDC ile çalışmakta olduğu için algılayıcı çıkışları da 0-24 V olmaktadır. Giriş birimine gönderilen dijital bilgiler yani 0-1 verileri dijital giriş kısmına bağlanır. Sistemdeki basınç, seviye, sıcaklık, pH vb. algılayıcılar çıkışlarında ölçümlerine göre çıkış verecektir. Bu algılayıcılar kullanım yeri ve kullanıcının isteği doğrultusunda, 0-5 V, 0-10 V, 0-20mA, 4-20 mA gibi çıkış verenleri bulunmaktadır. Bu tür bilgiler analog bilgidir. Giriş birimine gönderilen analog bilgiler, PLC giriş birimindeki analog giriş kısmına bağlanır.

Aritmetik ve mantık işlemler merkezi işlem birimi kısmında yapılır. Giriş biriminden okunan bilgiler merkezi işlem birimine ulaşır. Merkezi işlem birimi, PLC üzerindeki programa göre gelen bilgileri aritmetik ve mantık işlemlerine tabii tutar. Bu işlemler sonucunda PLC'nin çıkış birimini kumanda eden komutları gönderir.

Merkezi işlem biriminden gelen talimatlara göre üzerinde bulunan çıkışlar çıkış birimi tarafından yönetilir. Çıkış birimi, kumanda edeceği elemana göre; röleli, triyaklı ve transistörlü olabilmektedir. Sisteme analog bir bilgi verip, oransal bir kumanda yapacaksa transistörlü veya triyaklı bir çıkış birimi seçilmelidir. Bunun için analog çıkış birimi tercih edilmelidir. Bir röle veya kontaktör kumanda edilecekse, röleli bir çıkış birimi seçilmelidir. Bunun için dijital çıkış birimi tercih edilir(Debbağ 2014).

askıları boşaltır, yükleme istasyonunda bulunan boş askılara ise kumlanacak ürünleri yüklerler. Bu durum operatörün boşta beklemesinin engellenmesini ve makinenin işlem zamanının kısa olmasını sağlamaktadır. Şekil 6.2’de kumlama askılarına ait görüntü verilmiştir. Soldaki askıda kumlamadan çıkmış ürünler bulunmaktadır. Ortadaki askı boşaltma istasyonunda bulunmaktadır. Bu askı operatörler tarafından vinç ile boşaltılmıştır. Sağda ise yükleme istasyonunda bulunan, kumlanmamış ürünlerle dolu askı bulunmaktadır.



Şekil 6.2. Kumlama askıları

Kumlama askıları, askı konveyörü üzerinde bulunmaktadır. Elektrik motoruyla tahrik edilen askı konveyörü, kumlama askılarının hareketini sağlamaktadır. Askı konveyörünün hareketiyle malzeme dolu askı, kumlama kabininin içine taşınır. Askı konveyörü hareketi sırasında kumlama kabini kapıları tamamen açık olmalıdır. Aksi durumda kumlama askılarının kapılara çarpma riski vardır. Mevcut durumda kapıların tam açık olmadığı zamanlarda askının kapıya çarpıp kapıya ve askıya hasar vermektedir. Oluşan bu hasar farkına varılmadığı zamanlarda, kapının tam kapanmamasına ve kabinden aşındırıcıların fırlamasına neden olmaktadır. Dışarı fırlatılan aşındırıcılar makinenin etrafına dağılarak yerlerin kayganlaşmasına neden olmaktadır. Şekil 6.3'te kumlama kabini ve kapılarına ait görüntü verilmiştir.



Şekil 6.3. Kumlama kabini

Kumlama kabini üzerinde 4 adet kapı bulunmaktadır. Bu kapılardan 1 ve 3 numaralı kapılar makinenin giriş kapılarıdır. 2 ve 4 numaralı kapılar ise makinenin çıkış kapılarıdır. Kapıların açılıp kapanması her kapı için 2 adet pnömomatik piston ile sağlanmaktadır.

Kumlama esnasında kabin içinde oluşan toz bulutunun makinenin dışına alınıp filtrelenmesi için aspiratör sistemi mevcuttur. Aspiratör, kabinin içinden emdiği havayı borularla atölye dışındaki filtre kazanına gönderir. Şekil 6.4'te filtre kazanları ve aspiratör fan motoru gösterilmiştir. Filtre kazanında süzülen hava dış ortama salınır. Filtre, zamanla kirlenir ve havayı geçiremez hale gelir. Filtre kirliliğinden dolayı aspiratör motorunun sesinde değişme olur. Bu ses değişikliği, filtrenin tıklandığını, bu yüzden aspiratör motorunun fazla akım çektiğini gösterir. Filtrenin tıklandığı bu durumlarda filtre operatörler tarafından temizlenmektedir. Filtrenin temizlenmemesi, hava akışının yeterli seviyede olmamasına neden olur kabin kapılarının açılmasıyla atölyenin içinin toz bulutuyla kaplanmasına neden olur. Bu durum çalışanların sağlığı açısından tehlikeli bir durumdur.



Şekil 6.4. Aspiratör ve filtre sistemi

Kumlama işlemi süresince fırlatılan aşındırıcılar kabinin altında bulunan menfezden aşağı yönlendirilerek kabin altındaki kanalda biriktirilir. Bu kanal içinde biriktirilen aşındırıcılar, kanal içine yerleştirilmiş helezon yay yardımıyla elevatör

girişine doğru taşınır. Çalışma yapılan kumlama makinesinde kovalı tip elevatör bulunmaktadır. Helezon yayın taşıdığı aşındırıcılar elevatörün kovalarına doldurulur. Elevatörün hareket etmesiyle kovalardaki aşındırıcılar seperatöre taşınır. Şekil 6.5’de elevatör ve elektrik motoruna ait görüntü verilmiştir. Elevatörün çıkışında ise seperatör sistemi bulunmaktadır.



Şekil 6.5. Elevatör Sistemi

Aşındırıcılar seperatöre ulaştıktan sonra içinde bulunan aşınmaya maruz kalan malzemeden ayrıştırılır. Ayrıştırma işlemi sonucunda ortaya çıkan toz ve çapaklar aspiratörün emişiyle boru hatlarından atölyenin dışında bulunan toz tutucu filtreler doğru taşınır. Toz tutucu filtreler çapak ve toz partiküllerin tutulmasını sağlarlar. Bu filtrelerin belli aralıklar ile temizlenmesi gerekir. Bu filtreler zamanında temizlenmediğinde seperatörün verimli çalışmasını engelleyerek, ortaya çıkan tozların türbine kaçmasına neden olmaktadır. Bu da türbin kanatlarında aşınmaya sebep olarak türbinin çalışma ömrünü olumsuz yönde etkiler. Seperatörden ayrılan aşındırıcılar, seperatörün hemen alt kısmında bulunan aşındırıcı tankında birikir. Aşındırıcı tankı boru hattıyla kumlama türbinlerine bağlıdır. Kumlama türbinlerinin aşındırıcı boru hattı girişlerinde pnömomatik klapeler bulunmaktadır. Bu klapeler aşındırıcının türbinlere akışlarının kontrol edilmesini sağlamaktadır. Şekil 6.6’da kumlama makinesinin aşındırıcı klapesinin görüntüsü verilmiştir. Aşındırıcı klapesinin hemen altında ise sarı renkli kumlama türbini bulunmaktadır.



Şekil 6.6. Aşındırıcı klepesi

Kumlama makinesinde 6 adet kumlama türbini bulunmaktadır. Türbinler 22 kW gücünde 3000 d/d hıza sahip asenkron motorlarla sürülmektedir. Türbinler, malzeme yüzeyinde homojen bir kumlama işlemi yakalamak ve optimum kumlama zamanı için Şekil 6.7'deki gibi yerleştirilmiştir. Türbinlerden fırlatılacak olan aşındırıcılar, kum deposundan her türbine ayrı ayrı boru hatlarıyla aktarılır. Türbinlerin üzerinde yer alan kum klapelerinin açılmasıyla türbinlere aşındırıcı ulaşır. Dönen türbine gelen aşındırıcılar, türbinin merkezci kuvveti ile kabin içine doğru fırlatılır.



Şekil 6.7. Kumlama türbinleri

6.2. Yöntem

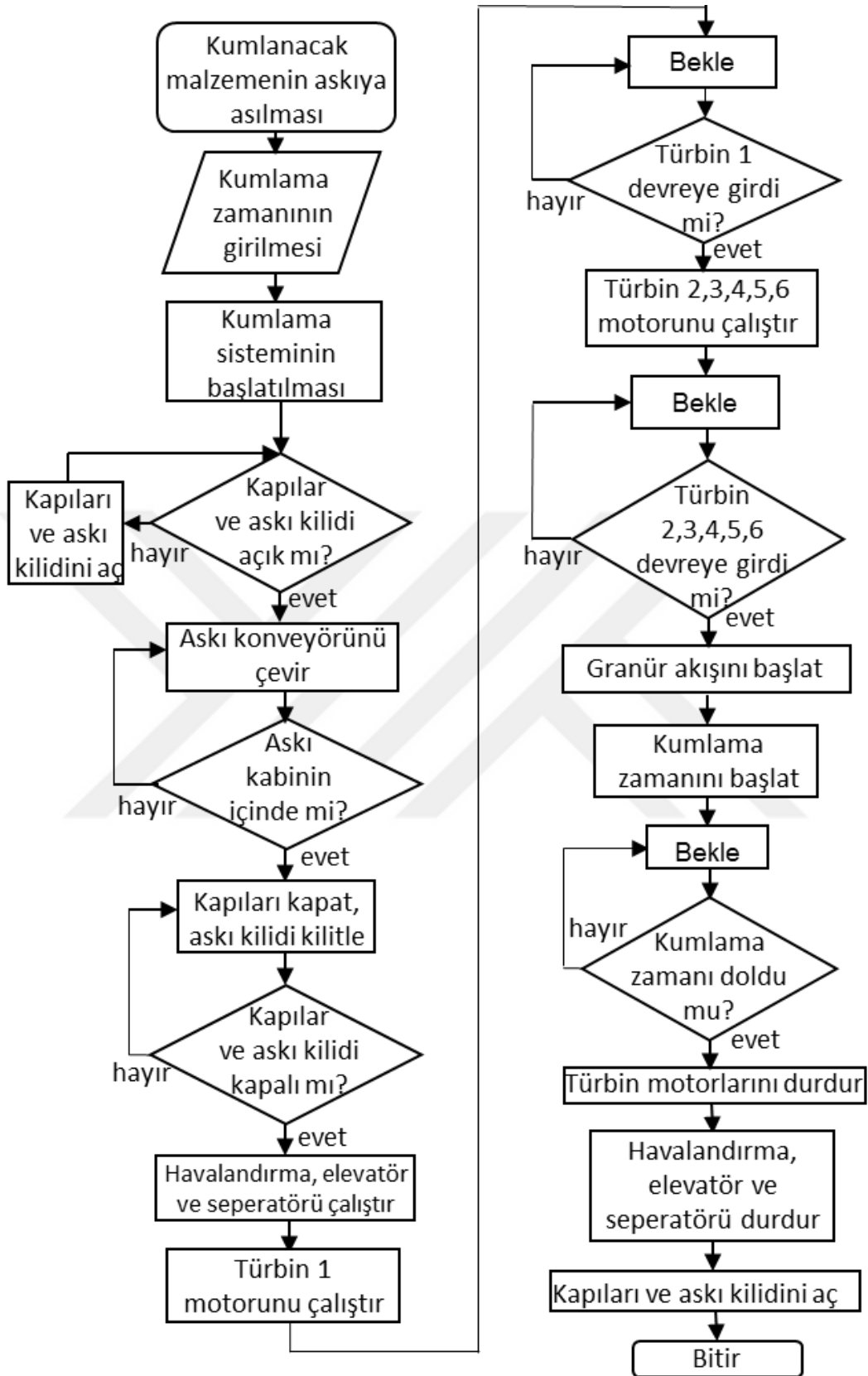
Fabrikada dökümhaneden dökülen çeşitli malzemeler kumlama makinesinde aynı süre(600 s) kumlama işlemine tabi tutulmaktadır. Bu durum bazı ürünlerin gereğinden fazla kumlanarak fazla enerji sarfiyatı, zaman kaybı ve fazla işçilik maliyetine neden olmaktadır.

Kumlama işlemi sırasında türbinden fırlatılan aşındırıcılar kumlama yüzeyinden ve kabin duvarlarından sekerek yere düşerler. Bu şekilde mekanik zorlanmalara maruz kalan aşındırıcılar zamanla kırılarak parçalanırlar. Bu aşındırıcı parçaları seperatörden ayrılarak tozlarla birlikte filtreye gönderilir. Ayrıca kırılan aşındırıcılar köşeli yapıda olurlar. Bu köşeli yapıdaki parçacıklar türbinlere zarar vererek, türbin kanatlarının ömürlerinin azalmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı gereğinden fazla kumlama işlemi gereksiz aşındırıcı tüketimine ve türbin kanatlarının değişim süresinin

kısalmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı fazla kumlama işlemi ciddi manada aşırı maliyetlere neden olmaktadır. Ayrıca makine kumanda panosunda sık sık oluşan elektrik arızalarının takibi ve onarımı oldukça vakit almaktadır. Bu durum uzun süre bakım-arıza kaynaklı üretim duruşlarına neden olmaktadır. Geçmiş aylara bakıldığında aylık ortalama 12 saat 30 dakika bakım duruşları olduğu görülmüştür.

Bütün bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için makinenin panosu yenilenerek kontrol işlemi PLC ile gerçekleştirilmiştir. Makinenin çalışma şartları değerlendirilerek iş akış şeması hazırlanarak Şekil 6.8`de verilmiştir.





Şekil 6.8. Kumlama makinesi kontrolü iş akış şeması

6.2.1 PLC kumanda panosunun hazırlanması

Hazırlanan iş akış şemasına göre kumlama makinesi üzerinde kullanılması gereken giriş kontrol kumanda elemanları hazırlanarak Çizelge 6.1’de verilmiştir. Aynı şekilde PLC çıkışında kontrol edilecek kumanda elemanları listesi Çizelge 6.2’de verilmiştir. Giriş ve çıkış elemanlarının sayısı ve özelliklerine uygun olacak şekilde PLC ana modülü ve giriş çıkış modülü seçilmelidir. Giriş çıkış modülü seçilirken dikkat edilmesi gereken unsurlardan biri de, makinede ileride yapılabilecek revizyonlar için giriş ve çıkışların sayısı ihtiyaç olan sayılardan fazla seçilmelidir. Bu durum PLC modülünü değiştirmeye gerek kalmadan aynı PLC ile revizyonların yapılmasına imkân verecektir.

Çizelge 6.1. Giriş kumanda elemanları

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

Çizelge 6.2. Kontrol edilecek kumanda elemanları

Kullanıldığı yer	Kontrol Elemanın Tipi	Kontrol Elemanın özelliği	Sayısı
Kabin kapıları	Pnömatik silindir	5/2 Bobin uyartımlı pnömatik valf	4 Adet
Aşındırıcı klepesi	Pnömatik silindir	5/2 Bobin uyartımlı pnömatik valf	1 Adet
Askı konveyör	Asenkron motor	İleri-Geri için 2 Kontaktör	2 Adet
Askı kilidi	Pnömatik Silindir	5/2 Bobin uyartımlı 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 Uyartımlı pnömatik Valf	1 Adet
Türbinler	Asenkron motor	Yumuşak yol verici	6 Adet

6.2.2 Kullanılacak PLC ve modüllerinin belirlenmesi

Yapılan çalışmalar sonucunda kullanılacak PLC`de olması gereken giriş sayısı 15, çıkış sayısı da 21 adet olacak şekilde belirlenmiştir. Seçilecek PLC, en az bu sayılar kadar giriş çıkışa sahip olmalıdır. Daha sonra makinede yapılacak küçük revizyonları kolay yapabilmek, aynı PLC`yi değişiklik yapmadan kullanabilmek için, giriş çıkışlarını gerekli sayıdan fazla seçilmesi daha uygun olacaktır.

PLC olarak Schneider firmasının Modicon M238 modeli kullanılmıştır. Modicon PLC lerin editörleri ücretsiz olarak schneider elektrik in internet sitesinden yüklenebilmektedir. Bu durum modicon PLC tercih edilmesinin önemli şartlarından biridir. M238`de 8`i hızlı olmak üzere 14 adet giriş; 4`ü hızlı, 6`sı röle çıkışı olmak üzere 10 adet çıkışı bulunmaktadır. Yapılan çalışmada hızlı giriş ve çıkışları kullanmamızı gerektirecek bir proses olmadığı için hızlı giriş ve çıkışları normal giriş çıkış olarak kullanılmıştır. Şekil 6.9`da Modicon M238 gösterilmiştir.



Şekil 6.9. Modicon L238 PLC CPU modülü

Makinenin kumandası için gerekli giriş ve çıkış sayılarını sağlamak için TM2DDI8DT giriş modülü ve TM2DDO16TK çıkış modülü, Ana modül olan L238`e bağlanmıştır. TM2DDI8DT giriş modülünde 8 adet giriş vardır. Böylece PLC de toplam 22 adet giriş olur. Şekil 6.10`da TM2DDI8DT giriş modülü gösterilmiştir. Modülün sağ

üst köşesinde girişlerin durumunu takip edebileceği sinyal lambaları bulunmaktadır. TM2DDO16TK çıkış modülünde 16 adet transistörlü çıkış vardır. Toplamda 26 adet çıkış olmuş olur.

Şekil 6.11’de TM2DDO16TK çıkış modülüne ait fotoğraf verilmiştir. PLC grubunun çıkılarına yaprak röleler bağlanarak çıkış modüllerinin korunması sağlanmıştır.



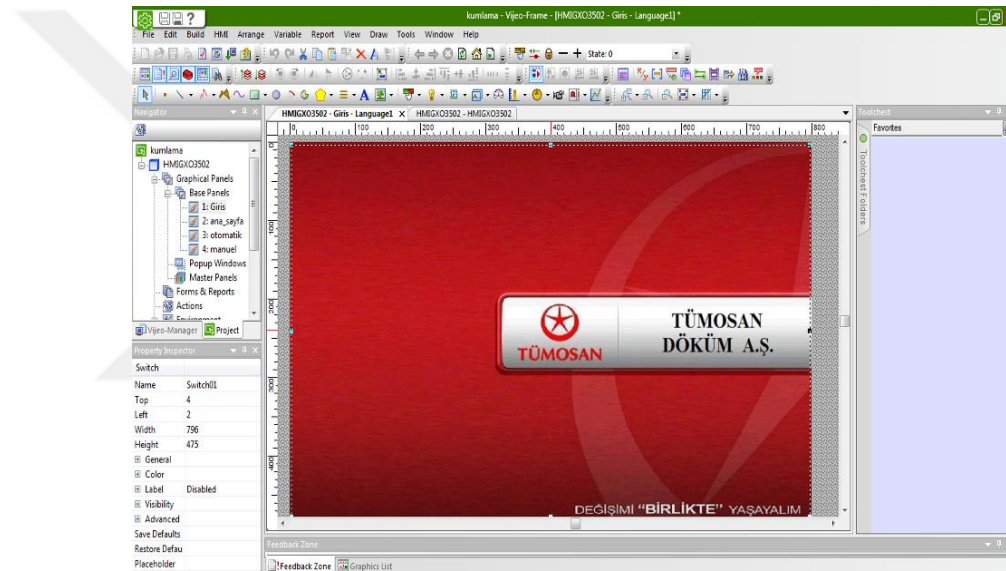
Şekil 6.10. TM2DDI8DT giriş modülü



Şekil 6.11. Modicon TM2DDO16TK çıkış modülü

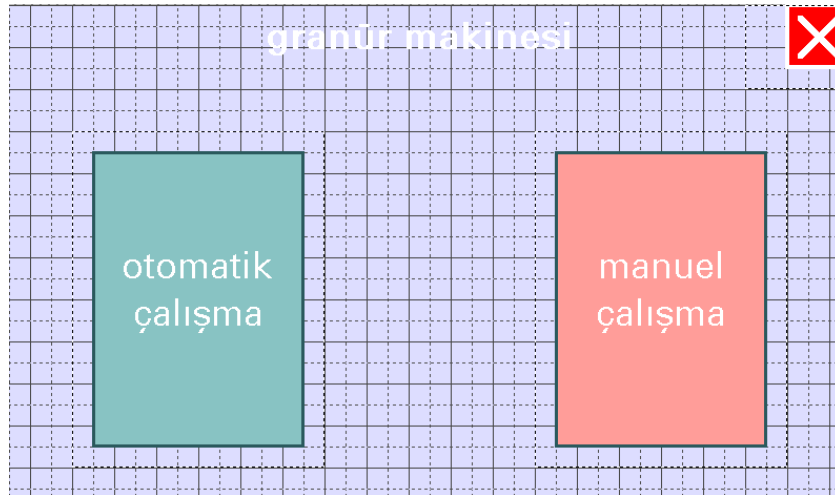
6.2.3. Operatör panelinin hazırlanması

Kuulanacak farklı ürünler için gerekli zamanların girilmesi için dokunmatik operatör paneli kullanılmıştır. Hazırlanacak program ile operatör panelinde kuulanacak ürün seçilerek, PLC'ye gerekli kuulama zamanı bilgisi gönderilecektir. Ayrıca makinenin otomatik ve manuel kumanda işlevleri de operatör paneli ile sağlanacaktır. Bu çalışmada Schneider firmasının Magelis HMIGXO3502 model dokunmatik operatör paneli kullanılmıştır. Operatör panelinin programlaması Schneider firmasının ücretsiz olarak sağladığı So Machine programının içindeki Vijeo Designer programı ile yapılmaktadır. Vijeo Designer programının arayüz sayfası Şekil 6.12'de verilmiştir.



Şekil 6.12. Vijeo designer programı sayfası

Operatör paneli 4 sayfa olarak hazırlanmıştır. Bunlardan ilk sayfa makine çalışınca ekrana gelecek olan giriş sayfadır. Giriş sayfasının görüntüsü Şekil 6.12'de verilmiştir. Giriş sayfasına bir kez dokununca ana sayfa açılır. Ayna sayfada otomatik ve manuel çalışma için yönlendirme butonları vardır. Bu butonlardan birine dokunarak makinenin çalışma şekli seçilir. Şekil 6.13'de ana sayfa görüntüsü verilmiştir.



Şekil 6.13. Operatör paneli ana sayfası

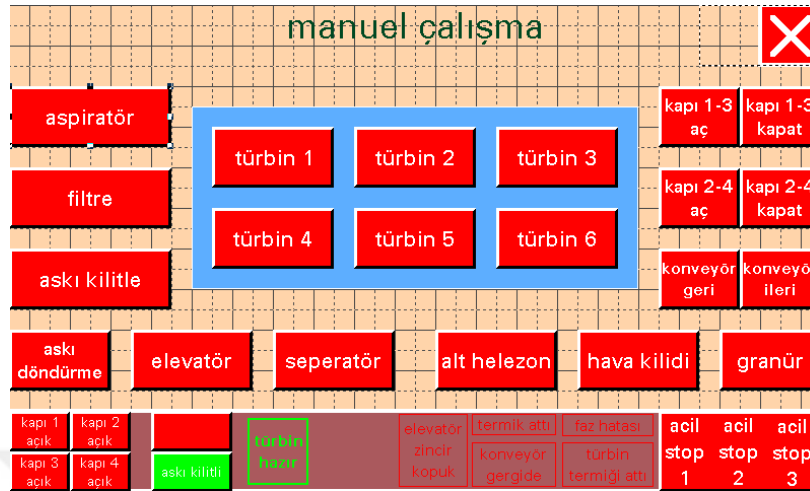
Ana sayfa üzerinde otomatik çalışma seçilince Şekil 6.14’de gösterilen otomatik çalışma sayfası açılır. Ekranın üst kısmından kumlanacak olan ürünün cinsi seçildikten sonra otomatik start butonuna basılarak otomatik çalışma komutu PLC’ye gönderilir. Otomatik çalışma ekranında yer alan diğer etiketlerin hepsi makinenin durumunu izlemek için tasarlanmıştır. Ekranın sağ üst köşesindeki çarpı işaretine basılarak makine otomatik çalışmadan çıkartılıp ana menüye gönderilir.



Şekil 6.14. Operatör paneli otomatik çalışma sayfası

Ana sayfa üzerinde manuel çalışma seçilince Şekil 6.15’de gösterilen manuel çalışma sayfası açılır. Ekranın en alt kısmında anahtarlar ve alarmlara ait lambalar bulunmaktadır. Ekranın üstünde bulunan butonlar ise makinenin motorlarının ve

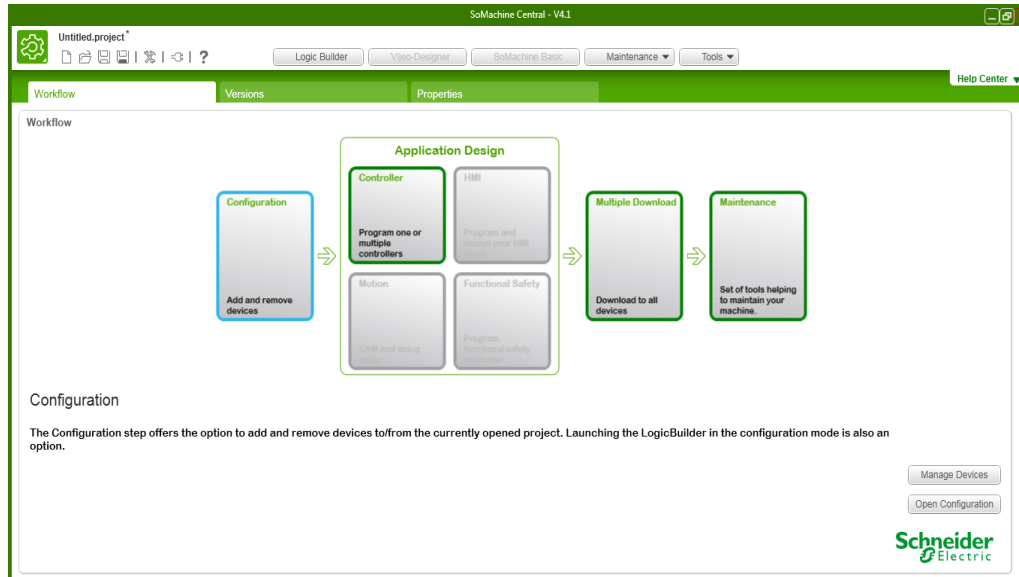
kapılarının manuel olarak çalışmasını sağlamaktadır. Ekranın sağ üst köşesindeki çarpı işareti, makineyi manuel çalışmadan çıkartır, ekranı ana menüye götürür.



Şekil 6.15. Operatör paneli manuel çalışma sayfası

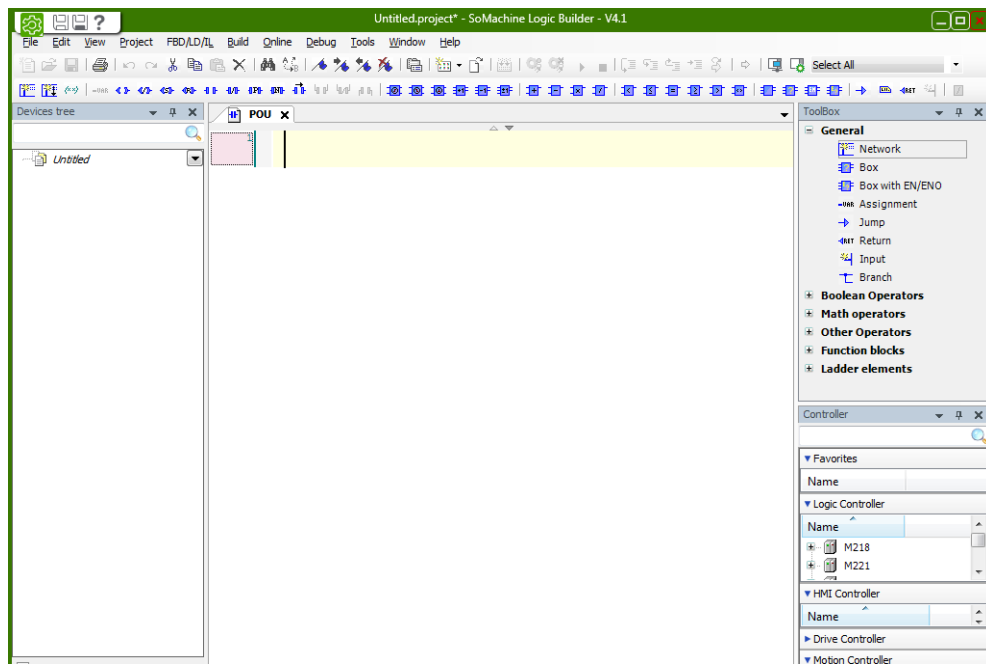
6.2.4. Somachine programının kullanımı ve PLC komutlarının hazırlanması

Somachine programı, Schneider marka PLC`lerin programlarının yazılması, derlenmesi, simule edilmesi ve PLC`ye aktarılması için kullanılan programdır. Somachine programı, Schneider firmasının internet sitesinde ücretsiz olarak indirilebilmekte ve lisansa ihtiyaç duymadan bilgisayara kurulabilmektedir. Somachine programını açtıktan sonra karşınıza gelen ilk sayfada “new project- empty project” sekmeleri seçilir. Bunun üzerine gelen sekmede oluşturmak istenilen projenin adı klavyeden yazılır ve “create project” sekmesi seçilir. Böylece yeni projenin tasarım sayfası açılmış olur. Şekil 6.16’da SoMachine yeni proje tasarım sayfası gösterilmiştir.



Şekil 6.16. Somachine programı, yeni proje tasarım sayfası

Karşımıza gelen tasarım sayfasında “Configuration” sekmesi seçilerek projede kullanmak istenilen PLC modülleri, giriş-çıkış modülleri, sürücüler ve operatör panelleri seçilir. Ardından sayfanın sağ alt kısmında “Ok” sekmesine tıklanarak donanım seçimi tamamlanmış olur. Sayfanın sol üst kısmında yer alan “Logic Builder” sekmesi seçilince karşımıza PLC programının programını yazacağımız sayfa gelmiş olur. Şekil 6.17’de Logic Builder sayfası gösterilmiştir.



Şekil 6.17. Logic Builder komut yazma sayfası

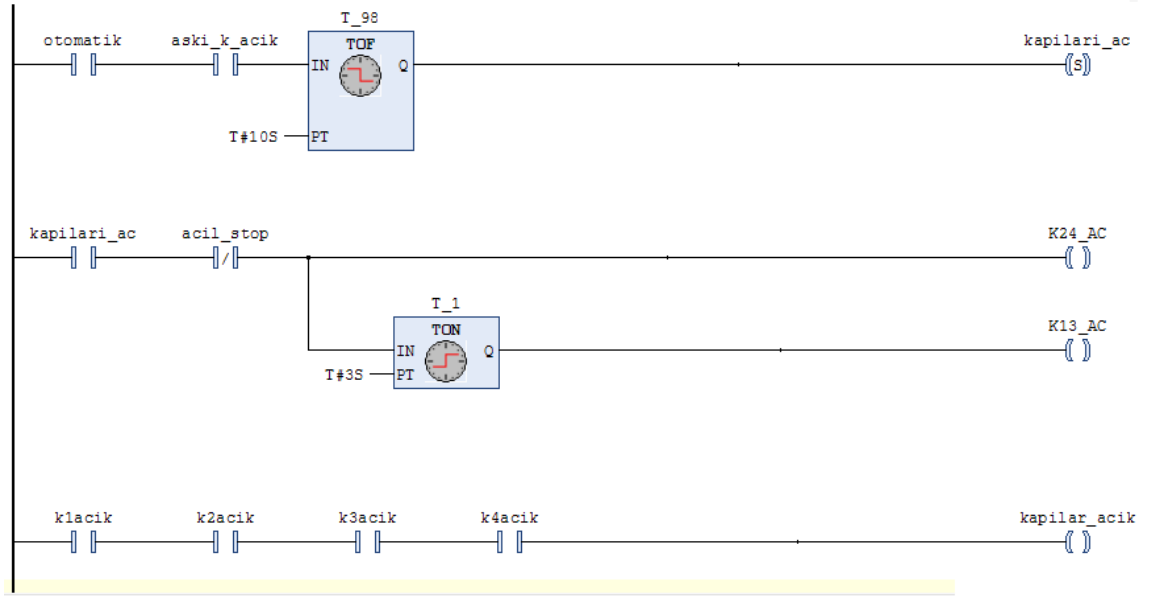
Gelen bu sayfada PLC`nin komutlarını yazabiliriz. Bu çalışmamızda Merdiven (Ladder) diyagramı komutları yazılmıştır. Merdiven diyagramı PLC programlamada yaygın kullanılan programlama dillerinden biridir.

Komut yazma sayfasının üst kısmında Merdiven dili hazır komutları bulunmaktadır. Komut dizinleri yazıldıktan sonra sayfanın üstteki araç çubuğunda “Build- Build All” sekmeleri seçilerek projenin derlenmesi yapılır. Sayfanın sol alt kısmında projenin derlenmesi sonucu hata mesajları gözlemlenir. Projede hata yoksa derleme işlemi başarı ile yapılmış olur. Sayfanın üst görev çubuğundaki “Online-Download” sekmeleri seçilerek PLC’ye programın yüklenmesi sağlanabilir.

Hazırlanan projede operatör paneli de kullanılacaksa, proje tasarım sayfasında “configuration” sekmesinden kullanılacak operatör panelinin seçilmesi gereklidir. Operatör paneli seçildikten sonra proje tasarım sayfasında önceden sönmük bulunan “HMI” simgesi ve tasarım sayfasının üst kısmındaki “Vijeo-Designer” sekmesi aktif hale gelir. Bu sekme tıklanarak gelen pencerede, operatör paneli tasarım ve programlaması gerçekleştirilebilir.

6.2.4.1. Kapıların açılması komutları

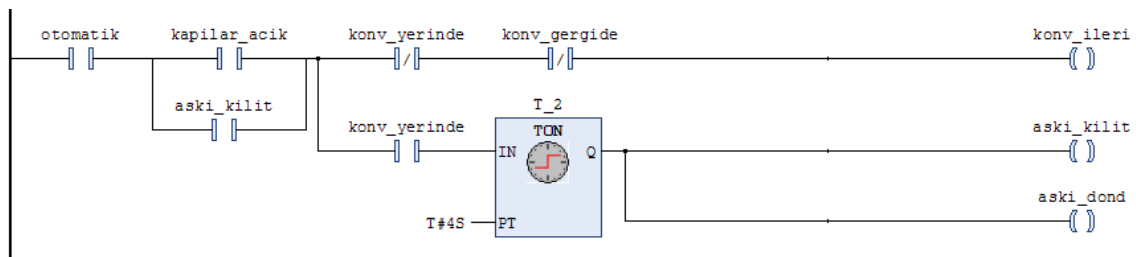
Makine otomatik çalışmaya başladığında askı konveyörünün dönmesi için kapıların tamamen açık olması gereklidir. Bunun için otomatik çalışmada ilk olarak kapılar tamamen açılması gereklidir. Bir önceki kumlama işlemi bitince en son askı kilidi açılarak işlem bitişi sağlanır. Yeni kumlama işleminin başlamasını da bu yüzden askı kilidinin açık anahtarına ilişkilendirilir. Askı kilidi açıksa, 10 s zaman verilir. Daha sonra ilk olarak 1. Kapılar (2 ve 4 numara yani sol kapılar) açılır, 3 s sonra da 2. Kapılar (1 ve 3 numara yani sağ kapılar) açılır. Bu şekilde açılmasının nedeni kapıların açılma yönünün olması ve sıkışmanın engellenmesidir. Kapıların açık konumuna yerleştirilmiş sınır anahtarlarla kapıların hepsinin açıldığı bilgisi toplanır. Şekil 6.18’de kapıların açılması komutu verilmiştir.



Şekil 6.18. Kapıların açılması komutu

6.2.4.2. Askı sisteminin yürütülmesi

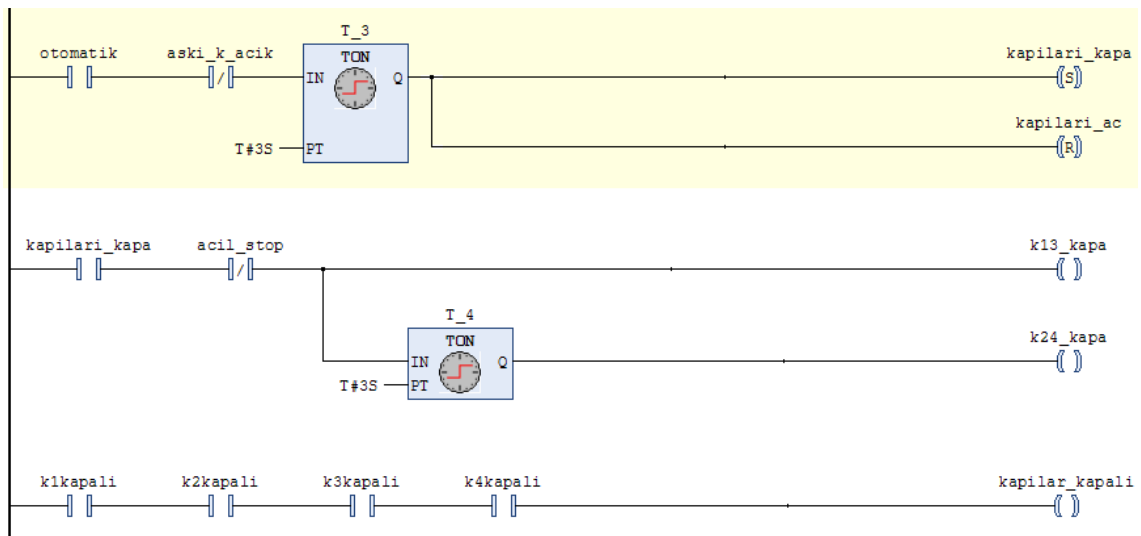
Operatörler tarafından yüklenen boş askıların makine içine alınması ve makine içinde bulunan kumlanmış askıların boşaltılması için askı konveyörünün bir durak ilerlemesi gereklidir. Bir önceki komutta kapıların hepsinin açılması komutu gelince askı konveyörü harekete başlar. Askının kabin içindeki konumu sınır anahtarıyla algılanır. Askı, kabinin içine girip konumunu alınca sınır anahtarı basar ve konveyör hareketini tamamlar. Askı konumuna gelince sınır anahtarından gelen bilgidен 4 s sonra askı kilidi kilitlenir ve askı döndürme işlemi başlatılır. Şekil 6.19’da askı sistemi yürütülmesi komutu verilmiştir.



Şekil 6.19. Askı sistemi yürütülmesi komutu

6.2.4.3. Kapıların kapatılması komutu

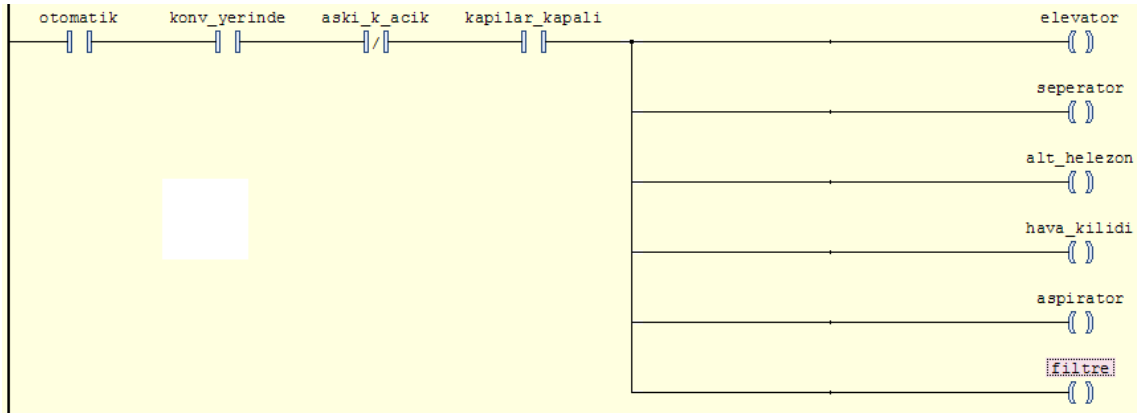
Askı yerine geldikten ve askı kilidi kapatıldıktan sonra kapıların kapatılması işlemi yapılır. Askı kilidi kapalı bilgisi PLC'ye gelince 3 s zaman geçtikten sonra kapıların kapatılması emri gönderilir. Kapıların çarpışmasının ve takılmasının önlenmesi için, kapıların açılmasının tam tersi olarak önce 2. kapı kapanır, 3 s sonra da 1. kapı kapanır. Kapıların kapalı olduğu bilgisi toplanır. Şekil 6.20'de kapıların kapatılması komutları verilmiştir.



Şekil 6.20. Kapıların kapatılması komutu

6.2.4.4. Aspiratör-elevatör-seperatör-toz filtre sistemi çalıştırılması komutu

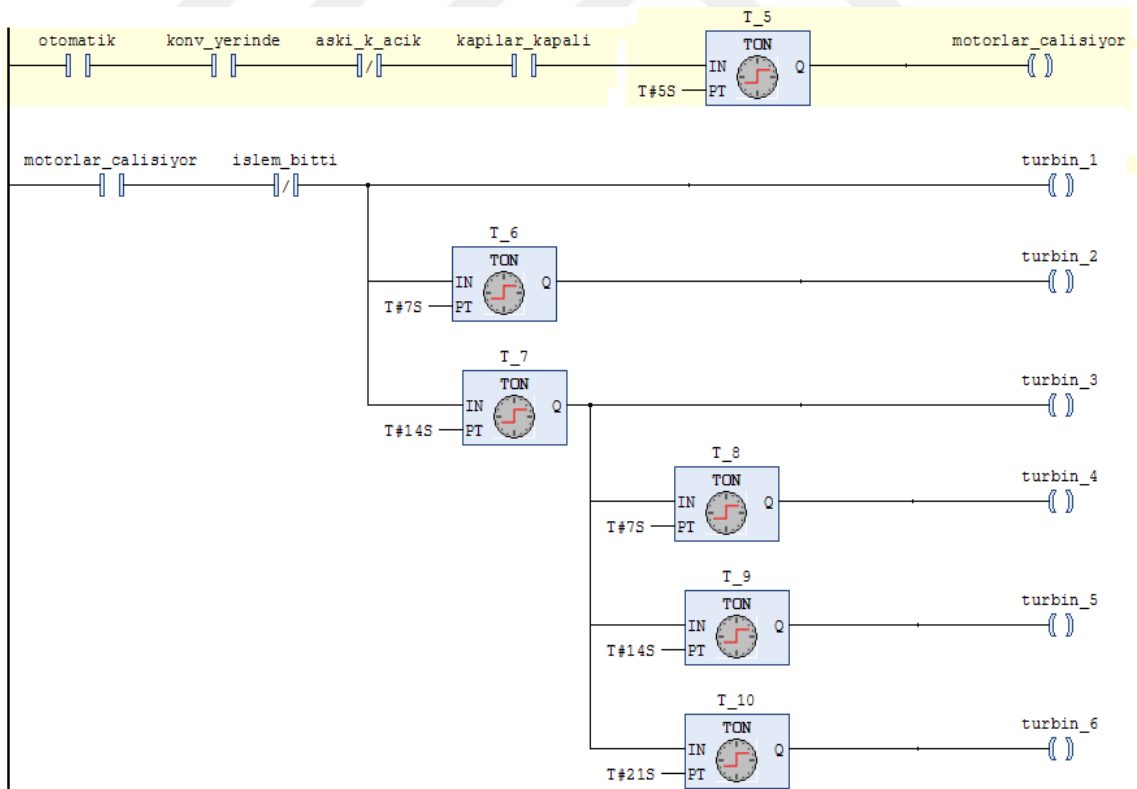
Askı yerine geldikten ve kapılar kapatıldıktan sonra kumlama kabini içindeki elevatör, seperatör, aspiratör, alt helezon motorları devreye girer ve filtre fan motoru da çalıştırılır. Şekil 6.21'de komutlar gösterilmiştir.



Şekil 6.21. Aspiratör-elevatör-separator-toz filtre çalıştırma komutu

6.2.4.5. Türbin motorlarının çalıştırılması komutu

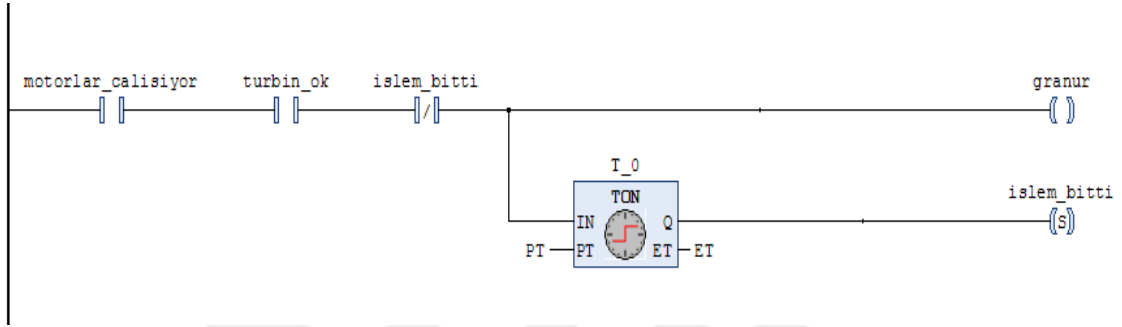
Kumlama türbinleri büyük güçte motorlar oldukları için başlangıç kalkınma akımları oldukça yüksektir. Bu nedenle kumlama motorları boşa ve 7 s arayla devreye alınır. Türbin motorlarının devreye alınması komutları Şekil 6.22’de verilmiştir.



Şekil 6.22. Türbin motorları çalıştırılması komutu

6.2.4.6. Aşındırıcı klapesinin açılması ve kumlama zamanının başlaması komutu

Türbin motorları devreye girdikten sonra asıl kumlama işinin başlaması için aşındırıcı klapesinin açılması sağlanır. Aşındırıcı klapesi açıldıktan sonra kumlama T_0 zamanlayıcısı kumlama zamanını sayar. T_0 zamanlayıcısı zaman bilgisini Operatör panelinden gelen bilgidir. Operatör paneli, seçilen ürün reçetesine göre T_0'ın zamanını belirler. Şekil 6.23'de aşındırıcı klapesinin devreye girmesi ve kumlama zamanının komutları gösterilmiştir.



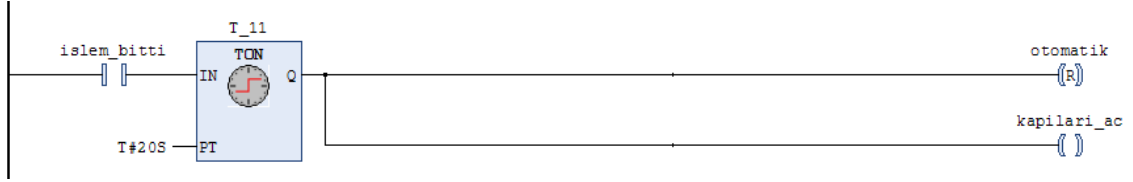
Şekil 6.23. Aşındırıcı klapesi açılması ve kumlama zamanı başlatılması komutu

6.2.4.7. Kumlama zamanının bitmesi ve türbin motorlarının kapatılması komutu

Türbin motorları çalıştırma komutunda, komut girişinde “işlem bitti” kapalı kontağı bulunmaktaydı. Kumlama zamanı bittikten sonra T_0 zamanlayıcısı “işlem bitti” çıkışını set eder, böylece türbin motorları durmaya başlar.

6.2.4.8. Kumlama zamanı bittikten sonra kapıların açılması komutu

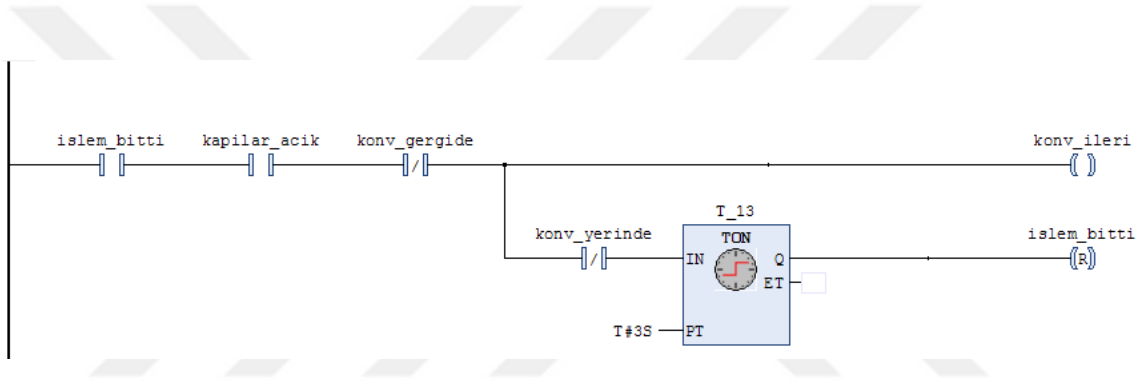
Türbin motorlarına durma komutu ulaştıktan sonra motorların tamamen durması ve kapıların emniyetli bir şekilde açılması için biraz zaman gereklidir. Programa göre motorların enerjisi kesildikten 20 s sonra kapılara açılma komutu verilir ve otomatik çalışma kontağı reset edilir. Kapıların açılması komutu Şekil 6.24'de verilmiştir.



Şekil 6.24. Kumlama zamanı bittikten sonra kapıların açılması komutu

6.2.4.9. Kumlama bittikten sonra askının kabin dışına çıkarılması komutu

Kumlama işlemi bittikten ve kapılar açıldıktan sonra PLC yazılımının programı bitirdiğinin anlaşılması ve PLC programının hataya düşmemesi için askı konveyörü bir miktar çevrilmesi gereklidir. İlgili komut Şekil 6.25’de verilmiştir.



Şekil 6.25. Kumlamadan sonra askının kabinin dışına çıkarılması komutu

6.2.4.10. PLC ile bilgisayar bağlantısının yapılması ve programın PLC ye yüklenmesi

Modicon PLC`lere program atmak için PLC üzerinde bulunan mini USB soketleri kullanılır. Yazılan komutlar, pencerenin üst çubuğunda bulunan “Build- Build All” sekmesi tıklanarak derlenir. Derleme işlemi hatasız gerçekleşirse, sayfanın üst çubuğundaki “Online- Download” sekmeleri seçilerek PLC ye programın yazılması sağlanır.

6.2.5. Kumlama zamanlarının deneysel olarak bulunması

Optimum kumlama sürelerinin tespit edilmesi için kumlanacak parçalar askılara yüklenerek kumlama zamanı kademeli olarak artırılmış ve iş parçaları bu süreler

sonunda incelenmiştir. İlk olarak 450 s kumlama işleminden sonra ürünler incelenmiştir. Kumlama işleminin yetersiz olduğu gözlemlenmiş ve daha sonra kumlama işlemi kademeli olarak 15'er s ve bazı durumlarda ise 5 s artırılarak kumlama için gereken kalite düzeyine ulaşmaya kadar kumlama işlemi devam ettirilmiştir. Bu işlemler sonucunda bulunan kumlama zamanları Çizelge 6.3'de verilmiştir.

Çizelge 6.3. Bulunan kumlama zamanları

Kuulanacak İş parçası	Önceki Kumlama Süresi(s)	Çalışma sonucu 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 kovanı	600	550	50
Dişli Kutusu	600	570	30
Jant ağırlığı	600	515	85

7. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kumlama makinesinde yapılan optimizasyon ve yenileme çalışmaları sonucunda çeşitli kazançlar elde edilmiştir. Bu kazançlar aşağıda verilmiştir.

- 1- İş parçalarının kumlama zamanları düzenlenerek daha kısa kumlama işlemine tabi tutulmaları gerektiği tespit edilmiştir. Böylece makinenin günlük kumlama kapasitesi artırılmış ve dolaylı olarak kumlama maliyeti düşürülmüştür.
- 2- Kumlama sürelerinin azaltılması sonucunda iş parçası başına düşen aşındırıcı miktarlarının da dolaylı olarak azalmasına sebep olmuştur.
- 3- Kurulan otomasyon kontrol sistemiyle kumlama makinesinin filtrelerinin doluluk oranları önceden tespit edilerek gereken zamanlarda temizlenmesi sağlanmıştır. Böylece filtrelerin temizlenmesi için harcanan enerji, işçilik ve bakım harcamalarında tasarruf sağlanmıştır.
- 4- Çalışmada kullanılan PLC ve SCADA yazılımı sayesinde sistemin arıza takibi ve onarımı kolaylaşmıştır. Bakım kaynaklı duruş süreleri de dolaylı olarak azaltılmıştır.

7.1. Kumlama Zamanı ve Kumlama Maliyeti

Yapılan bu tez çalışmasının amaçlarından biri kumlama makinesinin, iş parçası başına düşen kumlama maliyetlerini düşürmeye çalışmaktır. Yapılan deneysel çalışmalarla her bir iş parçası için gereken kumlama zamanları düzenlenmiştir. Bu deneysel çalışma sonucunda daha az kumlama zamanlarıyla gerekli kumlama işleminin sağlanabildiği gözlemlenmiş, önceki kumlama sürelerinin daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 6.3'de belirtildiği şekilde iş parçaları için yeni belirlenen süreler önceki sürelerden daha azdır.

Önceden tüm ürünler 600 s süreyle kumlama işlemine tabi tutulmaktadır. 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 7.1'den hesaplanabilir.

$$\% \text{ zamansal kazanç} = \text{kazanılan zaman/kumlama zamanı} \times 100 \quad (7.1)$$

$$= 120/600 \times 100 = 20$$

Hesaplama sonucunda zamansal kazanç % 20 olarak bulunur. Arka kapak ürününde elde edilen bu zamansal kazancın daha fazla ürünün kumlanması sağlanarak bu makinede çalışan operatör sayısına bağlı olarak işletmeye kattığı işçilik maliyeti kazancı ise formül 7.2'den hesaplanabilir. Kumlama makinesinde 4 çalışan vardır ve 2019 yılı için aldıkları aylık maaş 2558(asgari ücret brütü) TL;

$$\text{İşçilik maliyeti kazancı} = \text{çalışan sayısı} \times \text{çalışan maaşı} \times \text{zamansal kazanç(TL/ay)} \quad (7.2)$$

$$= 4 \times 2558 \times 0,2$$

$$= 2046,4 \text{ TL/ay}$$

İşçilik maliyetindeki kazanç 2046,4 TL/ay olarak hesaplanır. 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 7.3'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;

$$\text{Elektrik tasarrufu} = \text{zamansal kazanç} \times \text{çalışma saati} \times \text{makine kurulu güç(kWh/ay)} \quad (7.3)$$

$$= 0,2 \times 225 \times 142$$

$$= 6390 \text{ kWh/ay}$$

Elektrik enerji kazancının da yaklaşık 6390 (kWh/ay) olması beklenmektedir. 2019 Ağustos ayı elektrik perakende satış birim fiyatı (0,515015 TL/kWh) üzerinden işletmeye sağlayacağı mali kazanç hesaplanırsa $6390 \times 0,515015 = 3290,95$ (TL/ay) olarak bulunabilir. Bu hesaplamalar diğer iş parçaları olan Ön Dingil Mesnedi, Ön Çanta Ağırlık, Redüktör Kovanı, Dişli Kutusu, Jant Ağırlığı ürünlerinde de aynı şekilde hesaplanarak Çizelge 7.1 deki veriler elde edilmiştir. Böylece birim iş parçası üzerine harcanan elektrik enerjisi maliyetinin düşmesini sağlamıştır.

Çizelge 7.1. Zamansal kazanç ve verim tablosu

Kumlanacak Ürün Cinsi	Sağlanan Kazanç Oranı(%)	Aylık Kazanılan İşçilik Maliyeti(TL)	Aylık Kazanılan Elektrik Enerjisi(kWh)	Aylık Kazanılan Elektrik Maliyeti(TL)
Arka kapak	20	2046,4	6390	3290,95
Ön dingil mesnedi	15	1534,8	4792,5	2468,21
Ön çanta ağırlık	10	1023,2	3195	1645,47
Redüktör kovanı	8.3	852,67	2662,5	1371,23
Dişli Kutusu	5	511,6	1597,5	822,74
Jant ağırlığı	14.2	1449,53	4526,25	2331,09

Çizelge 7.1’de görüldüğü gibi % 5 oranla en düşük tasarruf dişli kutusu ürününde sağlanmıştır, bununda sebep olduğu işçilik ve enerji tasarrufu birlikte göz önüne alındığında aylık toplam 1334,34 TL’lık bir kazanç elde edilmiştir. Çizelge 7.1 hazırlanırken aylık çalışma periyodunda bir tip malzeme üretilmesi durumunda elde edilen kazançlar gösterilmiştir. (Bir traktörün üretiminde bir adet arka kapak, bir adet ön dingil mesnedi, tipine bağlı olarak 4,6,8,10 adet ön çanta ağırlık, iki adet redüktör kovanı, bir adet dişli Kutusu, her bir arka tekere iki adet olmak üzere toplamda 4 adet jant ağırlığı kullanılmaktadır.)

7.2. Harcanan Aşındırıcı Miktarı

Kumlamada kullanılan aşındırıcıların mekanik çarpmanın etkisiyle kırılarak ufalanması ve makinenin mekanizmasında aşınmalara neden olmakta ve iş parçasının yüzeylerinde aşırı deformasyonlara neden olmaktadır. Kumlama zamanlarında yapılan düzenlemelerle fazla kumlama işlemleri sonlandırılmıştır. Böylece birim ürün başına harcanan aşındırıcı miktarı, kumlama süresiyle aynı oranda azaltılmıştır. Aylık bazda makineye ilave edilen aşındırıcı miktarları aynı iken, kumlama yapılan mamul miktarı artırılmıştır.

7.3. Bakım Maliyeti

Kumlama makinesinde bakım maliyetlerinin önemli bir kısmını, aşınan türbin kanatlarının değişim maliyeti almaktadır. Toz filtrenin zamanında temizlenmemesi seperatörün görevini yapmasını aksatmasına neden olmaktadır. Seperatör toz

parçacıklarını yeterli seviyede ayırtıramayınca türbinlere toz parçacıklarının gitmesine neden olmaktadır. Bu durum türbin kanatçıklarının aşınmasını artırmaktadır. Toz filtrenin çırılma işlemi, zaman rölesi ile otomatik çalışacak şekilde hazırlanmıştır. Böylece türbinlere ulaşan toz parçacıkları minimum seviyeye indirilerek türbin kanadı değişim periyodu ortalama 27 günden, 21 güne düşürülmüştür. Ayrıca türbin değişimi işlemi mesai saatlerinde makinenin durmasının engellemek için mesai saatleri sonrasında yapılmaktadır.

7.4. Arızaya Müdahale Etme ve Arıza Çözme Zamanı

Makinenin mevcut kumanda panosu kaldırılarak, yerine PLC'li kumanda panosu bağlanmıştır. Önceki durumdaki kumanda panosunda, yapılan tamirat müdahaleleri ve makinenin eski olmasından dolayı çok sık arızalar yaşanmaktadır. Oluşan arızanın tamirinde arızanın hangi sistemden yaptığı, o sistemle ilişkili rölelerin kontrol edilmesi işlemleri oldukça zaman almaktadır. PLC nin çalışması, makinenin işleyişi ve arızaların izlenmesi Bilgisayarla PLC ye bağlanılarak daha kolay yapılabilmektedir. Eski sistemde oluşan elektriksel arızaları çözme zamanı ortalama 35 dakika/arıza sayısı iken, yeni kurulan PLC panosu ile bu zaman 20 dakika/arıza sayısına düşmüştür.

7.5. Arıza Kaynaklı Duruş Süresi

Yapılan çalışmalarla kuşlama sürelerinin düşürülmesi ve seperatör filtresinin kendisini otomatik temizlemesi seperatörün görevini tam yerine getirmesini sağlamış ve türbinlere toz parçalarının gitmesi engellenmiştir. Bu durum türbin ömürlerinin artmasını sağlamıştır. 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. Ayrıca makinenin diğer elektriksel ve mekaniksel arızalarının ortalama sayısı aylık 22 den 17 ye düşürülmüştür. Böylece Arıza kaynaklı duruşlar aylık ortalama 770 dakikadan 340 dakikaya düşürülmüştür.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

8.1. Sonuçlar

Bu çalışmada da Konya Tümosan Döküm A.Ş. de iş parçalarının yüzey temizlenmesi işleminde kullanılan röle kontrollü askılı kumlama makinesinin PLC ile kontrolü gerçekleştirilmiştir. Kumlama işlemi için yapılan işlem basamakları yeniden gözden geçirilerek sistemde tüketilen elektrik enerjisinden tasarruf sağlamak için yapılabilecek işlemler gözden geçirilmiştir. Kumlama makinesinde traktör üretiminde kullanılan arka kapak, ön dingil mesnedi, ön çanta ağırlık, redüktör kovani, dişli kutusu ve jant ağırlığı gibi ürünlerin döküm tozu ve çapaklarını temizlenmektedir. Yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda iş parçalarının kumlama zamanları yeniden düzenlenmiştir. Kumlama süresinde elde edilen maksimum kazanç arka kapak kumlama süresinde 120 s ve minimum kazanç ise dişli kutusunda ise 30 s olmuştur. İş parçaları için belirlenen kumlama zamanları sayesinde iş parçalarının gereksiz yere kumlamaya tabi tutulması önlenerek kumlama işlemi için kullanılan 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.

Kumlama makinesinin otomasyon işlemine kullanılan PLC ve SCADA 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. Böylece sistemin oluşan arızalar sonucunda duruş süreleri azaltılmıştır.

Kumlama makinesi Seperatör ve Aspiratör filtreleri önceki durumda çalışan personel tarafından filtre sistemi içine girilerek temizlenmektedir. Bu çalışmada bu filtrelerin temizlenmesi işlemi sisteme donanım olarak eklenen filtre çırpıcı mekanizmanın gereken zamanlarda zaman rölesi tarafından çalıştırılması sağlanarak gerçekleştirilmiştir. Böylece sisteme eklenen otomatik çırpıcıyla personelin filtre içindeki tozlu ortama girmesi engellenerek işçi sağlığının korunmasına da destek olunmuştur. Ayrıca otomatik filtre çırpıcı sistemlerin filtrelerin dolu olması durumunda çalıştırılmasıyla sistemde bulunan aspiratör motorunun aşırı yükte çalışması önlenerek fazla akım çekme durumu ortadan kaldırılmıştır. Böylece hem enerji tasarrufu sağlanmış hem de motorun hareketli kısımlarının aşınması önlenmiştir.

Yapılan çalışmada kontrol işlemini gerçekleştirmek için toplam 15500 TL harcama yapılmıştır. Maliyetin düşük olmasının sebebi mevcut sistemin kontrol işlemine bir PLC ve yazılımı eklenmesinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada yapılan yatırımın çalışma sonucu elde edilen enerji tasarrufu ve işçilik kazançlarıyla 12 aylık bir zaman diliminde amorti edileceği beklenmektedir.

8.2. Öneriler

Kumlama işleminde kullanılan elektrik enerjisinde tasarruf sağlamak ve iş parçası başına düşen maliyetlerin biraz daha azaltılması için gelecekte yapılacak çalışmalar için aşağıda belirtilen önerilerde bulunmak isterim.

- Tüm türbinler için ortak olan aşındırıcı klepesini her türbin girişi için ayrı yapılması sağlanabilir. Böylece devrini alan türbinin aşındırıcı klepesi açılarak diğer türbinlerin devrini almasını beklemeden kumlama işlemine başlaması sağlanabilir. Bu durum kumlama zamanının biraz daha kısalmasını sağlayarak enerji tasarrufu ve parça başına birim maliyet azalmasını sağlayabilir.
- Bir traktörde kullanılan iş parçalarının ve gün içinde üretilmesi gereken sayıları da göz önünde bulundurularak hangi parçaların ne zaman kumlamaya tabi tutulması gerektiği işi yeniden organize edilerek kumla makinesinin kumlama yapmadan geçen ölü zamanları değerlendirilebilir.

9.KAYNAKLAR

- Abdelaziz, E. A., Saidur, R. and Mekhilef, S., 2011, A review on energy saving strategies in industrial sector, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 150-168.
- Akçura, D., 2010, PLC ve Asenkron Motor ile Garaj Kapısının Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- Akorede, M. F., Hizam, H., Ab Kadir, M. Z. A., Aris I. and Buba, S. D., 2012, Mitigating the anthropogenic global warming in the electric power industry, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 5, 2747–2761.
- Avcu, E., 2011, Farklı Büyüklüklere Sahip Aşındırıcı Partikül Karışımlarının Ti6Al4V Alaşımının erozif Aşınma Davranışına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli,
- Chillara, N., 2005, Abrasive Blasting Process Optimization: Enhancing Productivity, and Reducing Consumption and Solid/ Hazardous Wastes, *University of New Orleans and Dissertations*, 5-20-2005, 3-6
- Debbağ Y., 2014, Bir Rüzgar Türbininin İnternet Tabanlı Olarak PLC ile İzlenmesi ve Kontrol Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara,
- Fedoryszyn, A., Zyzak, P.. 2010, Characteristics of the Outer Surface Layer in Casts Subjected to Shot Blasting Treatment, *Archives of Metallurgy and Materials*, Volume 55, Issue 3*2010, 813-818
- İbrahim, M. H., 2010, scada sistemi kullanarak petrol depolama ve dağıtım hatlarının kontrolü ve otomasyonu, Yüksek lisans tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-77.
- Masa, K.,Kuba, P., 2015, Efficient Use of Compressed Air For Dry Ice Blasting, *Cleaner Production*, 111, 76-84
- Mose, C. and Weinert, N., 2015, Process chain evaluation for an overall optimization of energy efficiency in manufacturing, The welding case, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 34, 44–51.
- Özcan, M. ve Kahramanlı, Ş., 2002, PLC'ler ve uygulamaları, *Atlas*, İstanbul.
- Özcan, M. ve Özkan, A. O., 2004, Otomasyon sistemlerinde PLC uygulamaları, *Nobel*, İstanbul.
- Özcan, M. and Yağcı, M., 2016, Development of the plc starting system for trams driven by dc series motor, *2nd International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS 2016)*, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.

- Özcan, M., M. Yağci, and V. Alver, An alternative boom design and welding technique to minimize energy consumption during boom production, *Scientia Iranica. Transaction B, Mechanical Engineering* 24.6 (2017): 2856-2863.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2019. “2018 Yılı Elektrik Piyasası Gelişim Raporu” [Çevrimiçi] <http://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler> [Erişildi 11.10.2019]
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2019, “2019 Yılı Elektrik Piyasası Temmuz Ayı Sektör Raporu” [Çevrimiçi] <http://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23-3/elektrikaylik-sektor-raporlar> [Erişildi 11.10.2019]
- Özcan M., Ünlersen M. F., Mutluer M., Financial Analysis Of The Solar Energy Plant Established In Konya Using The Production Data, 4th International Conference on Engineering and Natural Science(ICENS 2018), pp 92-92, May 2-6,2018 Kyiv, UKRANIE.
- Pişmişoğlu, A., 2016, PLC ile Soğutma sistemi Otomasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri
- Satıcı, M. E.,2004, Kumlama İşleminin ve Bu İşleme Etkiyen Parametrelerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul,
- Saraç, H., 2012, Metal ve Kompozit Parçaların Yapıştırılmasında Yapışma Performansını Etkileyen Parametrelerin Deneysel Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara,
- Uzun, M.,2013 Türbinli Kumlama Tezgahında İşleme Parametrelerin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük,
- Wrona, R.,Zyzak, P., Ziolkowski, E., Brezezinski M., 2012, Methodology of Testing Shot Blasting Machines in Industrial Conditions, *Archives of Foundry Enginerring*, Volume 12, Issue 2*2012, 97-104
- Yücel, Z., 2008, Lazer ve Kumlama Yöntemleri ile Tİ6AL4V Alaşımında Fonksiyonel Yüzeylerin Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli,
- Yüksel, I., 2012, Global warming and environmental benefits of hydroelectric for sustainable energy in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 6, 3816–3825.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Abdullah AKKAŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KONYA / 1989
Telefon : -
Faks : -
e-mail : abduallah.akkas@emo.org.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Karatay Anadolu Lisesi, Konya	2008
Üniversite	: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun	2013
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya	Devam ediyor

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014-	Tümosan Motor Ve Traktör A.Ş.	Elektrik Bakım Mühendisi

YABANCI DİLLER

İngilizce

TEZDEN YAYINLANMIŞ MAKALELER

Akkaş A., Özcan M., CONTROL OF TURBINE SHOT BLASTING MACHINE WITH PLC, The International Aluminium-Themed Engineering and Natural Sciences Conference, pp.297-302, October 4-6 2019, Seydişehir/TURKEY (IATENS'19),