

## Tarımsal Sulamada Kullanılan Santrifüj Pompaların Alüminyum Çarklarında Meydana Gelebilecek Aşınmanın Belirlenmesi\*

E.Yüksel<sup>1</sup>, B.Eker<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekirdağ.

<sup>2</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Tekirdağ.

Bu çalışmada, günde ortalama 7-8 ve toplamda 180 saat olacak şekilde çalıştırılan bir monoblok santrifüj pompanın (alüminyum çarka sahip) çalıştırma dönemi sonunda çarkta meydana gelen aşınma ve korozyon saptanmaya çalışılmıştır. Monoblok santrifüj pompanın (sulama uygulamalarında kullanılabilir özellikte) bir depoya bağlanmasıyla oluşturulan kapalı devre (kendi içinde devir daim yapan) pompa sistemi laboratuvar koşullarında 180 saat boyunca çalıştırılmış ve sisteme ait eğriler çıkarılmıştır. Pompa işletme karakteristiklerinin ölçülmesinde TS EN ISO 9906/AC esas alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Santrifüj pompa, alüminyum malzeme, çark, aşınma, korozyon

### Determination of Wear That Can Be Formed at the Aluminum Wheels of the Centrifuge Pumps Used at Agricultural Irrigation

In this study, a total of 180 hours per day, 7-8 and will be operated as a monoblock centrifugal pump (which has aluminum wheel) at the end of operation occurred in the wheel were studied to determine the wear and corrosion. Monoblock centrifugal pump (which can be used in irrigation applications) and a drum connected to the formed by the open circuit (circulating within itself) the pump system in laboratory conditions 180 hours executed and the system of curves has been removed. To define the operating properties of the pump, its operating characteristics were measured in respect to TS EN ISO 9906/AC.

**Keywords:** Centrifugal pump, aluminum material, wheel, wear, corrosion

### Giriş

Pompalar, sıvılara hidrolik enerji kazandırarak bir yerden başka bir yere iletilmesini sağlayan makinalardır. Pompalar hacimsel (volumetrik) ve santrifüj (rotodinamik) olmak üzere ikiye ayrılır. Sulama amaçlı kullanılan döner hareketli pompalarda su iletimi süreklidir. Pompalar yüksek debi değerlerine ulaşabilmekle beraber basınçları sınırlıdır. Pompa çarkı tarafından suya verilen kinetik enerji, sıvı çarktan ayrıldıktan sonra yayıcı ve salyangoz içerisinde basınç enerjisine dönüştürülür. Bir mile bağlı olan çarkın devir sayısına göre sıvının basıncı sınırlı olarak artırılır (İşcan ve ark., 2004). Tarımda kullanılan sulama sularının içerdikleri maddeler nedeniyle (siltasyon maddeleri, kum, organik maddeler gibi) sulama amaçlı kullanılan santrifüj pompaların suyun temas ettiği malzemelerinde çeşitli fiziksel hasarlar meydana gelmektedir.

Öte yandan pompa yapı elemanları incelendiğinde en önemli organın pompa çarkları olduğu yapılan tüm çalışmalarda ortaya konulmuştur. Pompa çarkları ise yapım malzemesi açısından çok değişik malzemelerden oluşturulmasına karşın uygulamada alüminyum malzemenin de kullanıldığı görülmektedir.

Alüminyum, yoğunluğu 2,7 kg/dm<sup>3</sup>, ergime derecesi 660°C olan kübik yüzey merkezli kristal kafes yapılı, bazik karakterli maddelere karşı dayanıksız ve gümüş beyazı renkte bir metaldir.

Alüminyum içerisine manganez, magnezyum, silisyum, bakır ve çinko elementleri katılarak alaşım haline getirilmektedir. Bu katık elementleri alüminyumun kristal kafes yapısını bozmadan karışım halinde bulunurlar. Bu sayede alüminyumun kolay biçimlendirilebilir özelliği azalmadan akma sınırı yükseltilmiş olur. Alaşımlandırma ile mukavemeti önemli derecede artırılmış olur (Güngör, 2001). Ayrıca alüminyuma elektrokimyasal bir işlem olan eloksal (anodik oksidasyon) adı verilen yüzey kaplama yöntemi uygulanarak korozyona dayanıklılığı artırılabilir (Onaran, 1993).

Bilindiği gibi pompaj tesislerinin çalışmalarında en çok malzeme kaybına uğrayan organ çarklardır. Çarklarda oluşan bu değişim üzerine çok değişik etkenler söz konusudur. Bu etkenlerin sonucunda çarklarda aşınma meydana gelmektedir. İleri dereceli aşınma ise verim yönünden kayıplara neden olmaktadır.

\*Bu makale Dr. Elif Yüksel'in doktora tezinin bir bölümünü içermektedir.

Alüminyum alaşımlarına uygulanan aşınma testlerinde, aşınma miktarının yani ağırlık kaybının uygulanan yük ve aşınma mesafesine paralel olarak arttığı görülmüştür (Özyürek ve ark., 2009; Evlen ve Demirci, 2009).

Genelde aşınma birbirine temas eden ve birbirine göre izafi olarak hareket eden, sürtünme halindeki cisimlerin yüzeylerinde sürtünme etkisiyle oluşan ve istenilmeyen malzeme kaybıdır. Aşınma miktarı; malzemenin cinsine, sürtünen yüzeylerin şekil ve pürüzlülüğüne, sürtünme koşullarına ve çevrenin çeşitli kimyasal etkilerine bağlıdır. Ayrıca araştırmacılar aşınma direncinin, malzemenin yalnızca iç yapısına bağlı bir özellik değil aynı zamanda malzemenin maruz kaldığı şartlara da son derece bağlı olduğuna işaret etmektedirler (Arıkan, 2007). Hemen hemen tüm makinalar aşınma sonucunda mukavemet ve emniyetlerini kaybederler. Bu yüzden geleceğin ileri ve gelişmiş teknolojisi için aşınma kontrolü en önemli etkenlerden biridir. Bu konuda bilgi birikiminin artırılması için laboratuvar ortamında aşınma deneyleri planlanmakta bu sırada yüzey pürüzlülüğünden, sertliğine; yükten, hıza kadar çeşitli parametrelere bağlı olarak deneyler sonucunda ortaya çıkabilecek fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi için gereken düzenlemeler yapılmaktadır (Değerli, 1996). Tarımsal sulama uygulamalarında bu durum suyun sahip olduğu aşındırıcı etki ile suyun yine bünyesinde taşıdığı kimyasal maddeler etken olmaktadır.

Öte yandan yapılan çalışmalarda aşınmanın sonucu olarak çoğunlukla korozyon üzerinde önemle durulmaktadır. Korozyon metalin kullanıldığı her alanda meydana gelen ve büyük bir sorun olan çoğunlukla tamamen durdurmanın mümkün olmadığı, çoğunlukla kimyasal olan bunun yanında elektrokimyasal ve metalurjik reaksiyon biçimleri de gösterebilen bir olaydır. Bütün metal yapılar doğal çevrede belli derecelerde korozyona uğrar. Tunç, pirinç, paslanmaz çelik, çinko ve alüminyum koruma olmaksızın uzun süre dayanacakları umulan kullanım koşulları altında çok yavaş bir korozyona uğrarlar (Anonim, 2004b). Korozyonda metallerin üzerine gelen yük ve ısıda önemli derecede arttırıcı etken olmaktadır (Çetin ve Gül, 2007). Metallerin yüzeylerinin bor veya krom gibi maddelerle kaplanması, bu maddelerin aşınmasını önemli derecede azaltmaktadır (Yılmaz ve ark., 2005 ve 2007; Ay ve ark., 2006). Santrifüj pompaları oluşturan

malzemelerin de hemen, hemen hepsini metallerin oluşturması ve kullanım alanları nedeniyle, sürekli olarak çeşitli sıvı maddelerle temas halinde olmaları, korozyon konusunu genel olarak tüm pompalar için önemli bir sorun haline getirmektedir. Pompanın bir yerden emdiği ve istenilen yere bastığı sıvının özelliğine bağlı olarak (katı partikül içeren sıvılar, asidik sıvılar, içme ya da kullanma suyu, kanalizasyon vb.), malzemelerde meydana gelen aşınmalar, korozyonun oluşturduğu metalurjik bozulmalar, hasarlar ve kayıplar pompa veriminin düşmesine neden olmaktadır.

Korozyon metalik malzemelerin uğradığı bir hasardır. Korozyon nedeniyle uğranan ekonomik kayıp gelişmiş ülkelerde GSMH'nın %1'i iken az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bu oran %5'lere ulaşmaktadır (Anonim, 2004a). ABD'de çeliğin korozyonundan dolayı meydana gelen yıllık kayıp 70 milyar dolara yakın bir değere ulaşmaktadır (Anonim, 2004b). Gelişmiş ülkeler için bu kaybın altından kalkmak daha kolay ise de bu belirtilen oran ülkemizin kaybetmeye tahammül edemeyeceği kadar yüksek rakamlarda kaynak kaybı anlamına gelmektedir.

Uygulamada korozyonu bir derece önleyebilmek için kullanılan çeşitli alternatifler bulunmaktadır. Bunlardan biride uygun malzeme seçilmesidir.

Dünya elektrik enerjisi tüketiminin yaklaşık olarak %25-50'si sanayide ve bunun %20'si ise pompa sistemlerinde tüketilmektedir. İyi bir sistem dizaynı ve uygun pompaların seçimiyle bu enerjinin %30'unun tasarruf edilebileceği açıklanmaktadır. Ayrıca dünya elektrik enerjisinin %5-10'u pompa sistemlerinde tüketilmektedir. Bu da pompa sistemlerinin, elektrik enerjisi tüketiminin ömür boyu maliyet açısından oldukça önemli olduğunu gösterir. Bir pompa sisteminin ömür boyu maliyeti, sistemin belirlenen bir ömür süreci için ilk satın alma, işletme ve bakım maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır. Pompa kullanımı bakımından ömür boyu maliyet ve sistem etkinliği kavramları kullanımı ihtiyacına göre sistem seçilmesini sağlamaktadır (Nalbantoğlu, 2001; Ertöz, 2003).

Yukarıdaki temel verileri ve uygulama koşullarını esas alarak yapılan bu çalışmada; laboratuvar koşullarında kullanılan sistemin suyuna, aşınma miktarını belirlemek için belli oranlarda kum karıştırılmıştır. Bu koşullarda yapılan pompa performans denemeleri NKÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü

Sulama Makinaları Test ve Araştırma laboratuvarında yürütülmüştür. Kullanılan pompanın 180 saatlik çalışma dönemi boyunca,

pompa eğrilerinde meydana gelen değişimler ve çarkta meydana gelen aşınma saptanmaya çalışılmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, tarımsal amaçlı sulamada kullanılabilen yatay milli, tek kademeli, uçtan emişli, salyangoz tipi santrifüj pompa materyal

olarak kullanılmıştır. Denemede kullanılan laboratuvar koşullarında oluşturulan pompa sistemi Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Denemede kullanılan pompa sistemi  
Figure 1. Pump system used at the experiment

Çizelge 1. Santrifüj pompanın teknik özellikleri  
Table 1. Technical characteristics of centrifugal pump

Pompa tipi	Debi (m <sup>3</sup> /h)	Basma yüksekliği (m)	Devir sayısı (dd <sup>-1</sup> )	Güç (hp)	Çark tipi	Çark malzemesi	Çark çapı (mm)
Monoblok santrifüj pompa	20	12	2900	1,5	Kapalı	Alüminyum	145

Denemelerde kullanılan pompaya ait genel teknik özellikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Deneme koşullarının oluşturulması için pompanın depo ile bağlantısı yapılmış ve suyun devir daim ettirilmesi sağlanmıştır. Denemede 1m<sup>3</sup> suya 50g kum olacak şekilde 200L’lik su deposuna 10g kum konularak kumlu su karışımı elde edilmiştir. Sulama sularının içerdiği kumlarla ilgili belirli bir standart değeri bulunmamakta ve ancak bazı pompa firmalarının verdiği çökelmeyen kum değerleri bilinmektedir. Bu değerlerde 25-120g/m<sup>3</sup> arasında değişebilen oldukça farklı değerlerdir (Anonim, 2008; Anonim, 2007). Denemede suya katılan kum

miktarının belirlenmesinde bu literatür bilgisinden yararlanılmıştır.

Pompa günde ortalama 7-8 saat olacak şekilde ve basma hattı ayar vanasının manometrenin basıncı 1 bar’ı gösterdiği konumundayken çalıştırılması sağlanmıştır. Bunun sebebi tarla koşullarında damla sulama uygulamalarında pompanın 1 bar’da çalıştırılmasıdır. Bu işlem 180 saatlik süre boyunca devam ettirilmiştir. Çalıştırma süresi çiftçilerle yapılan anket sonuçları göz önünde bulundurularak bir sezon boyunca tarla koşullarında bir pompanın ortalama çalışma süresi göz önüne alınarak saptanmıştır.

Ölçümlerde kullanılan devir sayısı; dijital turmetre ile, debi; sayaç yöntemi ile, negatif basınç; vakum metre ile, pozitif basınç; manometre ile ölçülmüştür. Denemede pompa emme hattı vanası tam açık olmak üzere; basma hattı ayar vanasının tam kapalı konumdan başlanarak tam açık konuma kadar 9 farklı vana açıklığında işletme karakteristikleri ölçülmüştür. Pompanın 180 saatlik çalıştırılma dönemi bittikten sonra aşınmaya ilişkin verileri saptayabilmek için çarkta çeşitli malzeme testleri

yapılmıştır. Bu amaçla numunenin sertlik testleri Wolpert D/A Testor 3B marka sertlik ölçme cihazında gerçekleştirilmiştir. Numunenin kimyasal bileşenleri ARL 3460 marka spektral analiz cihazı ile çıkarılmıştır. Numunenin mikroyapı görüntüleri JEOL JSM-5410 LV marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiş ve bilgisayara aktarılmıştır. Meydana gelen ağırlık değişimleri ise Loadmate jr marka, 0,01 g hassasiyete sahip, elektronik hassas terazide ölçülerek belirlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

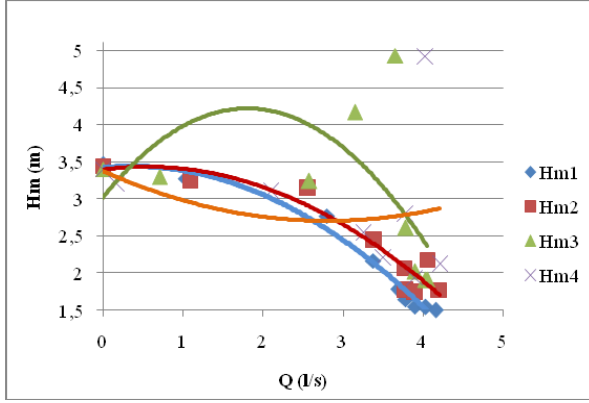
Pompanın 180 saatlik çalışma dönemi boyunca haftada bir kez olacak şekilde toplam dört kez işletme karakteristikleri ölçülmüş ve buna bağlı olarak Hm (basma yüksekliği)-Q

(debi), N (Güç)-Q (debi) ve  $\eta$  (verim)-Q (debi) eğrileri çıkarılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

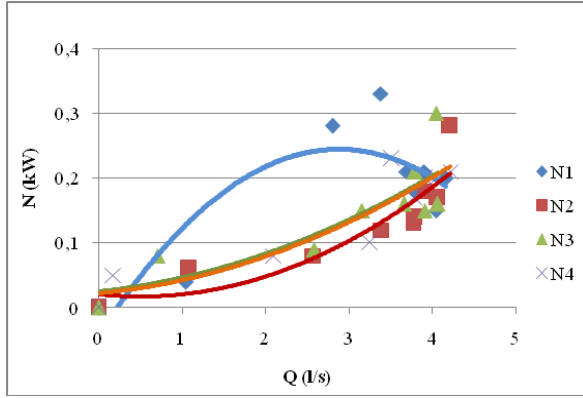
Çizelge 2. Alüminyum çark denemesinin Q (debi)-Hm (yükseklik)-N (güç)- $\eta$  (verim)sonuçları  
Table 2. Aluminum wheel experiment Q (flow)-Hm (height)-N (power)- $\eta$  (efficiency) results

Parametreler	Denemenin İlk Haftası								
Q (l/s)	0	1,05	2,80	3,38	3,69	3,79	3,90	4,04	4,16
Hm (m)	3,47	3,27	2,77	2,17	1,78	1,65	1,55	1,55	1,50
N (kW)	0	0,04	0,28	0,33	0,21	0,18	0,21	0,15	0,20
$\eta$ (%)	0	83,80	27,10	21,80	30,70	34	28,20	40,80	30,60
Denemenin İkinci Haftası									
Q (l/s)	0	1,09	2,57	3,39	3,77	3,79	3,90	4,06	4,21
Hm (m)	3,44	3,24	3,14	2,44	2,07	1,77	1,74	2,18	1,78
N (kW)	0	0,06	0,08	0,12	0,13	0,14	0,18	0,17	0,28
$\eta$ (%)	0	57,70	98,90	67,60	58,80	47	36,90	41,50	26,20
Denemenin Üçüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,71	2,58	3,15	3,66	3,79	3,90	4,04	4,06
Hm (m)	3,40	3,30	3,24	4,17	4,93	2,61	2,02	1,91	1,91
N (kW)	0	0,08	0,09	0,15	0,16	0,21	0,15	0,30	0,16
$\eta$ (%)	0	28,60	91,10	85,80	105	46,10	51,60	25,20	47,5
Denemenin Dördüncü Haftası									
Q (l/s)	0	0,18	2,10	3,26	3,51	3,79	3,90	4,04	4,21
Hm (m)	3,40	3,20	3,10	2,54	2,20	2,79	1,94	4,90	2,12
N (kW)	0	0,05	0,08	0,10	0,23	0,17	0,20	0,20	0,21
$\eta$ (%)	0	74	79,70	81	33	61	37,20	97	41,60

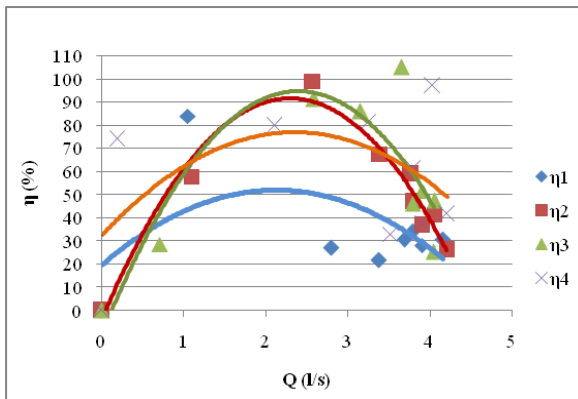
Pompanın 180 saatlik çalıştırma dönemi sonunda elde edilen Hm-Q, N-Q ve  $\eta$ -Q eğrileri şekil 2, şekil 3, şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait Hm-Q eğrileri  
Figure 2. Belonging to four weeks of the experiment with aluminum wheels Hm-Q curves



Şekil 3. Alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait N-Q eğrileri  
Figure 3. Belonging to four weeks of the experiment with aluminum wheels curves N-Q



Şekil 4. Alüminyum çark ile yapılan denemenin dört haftasına ait η-Q eğrileri  
Figure 4. Belonging to four weeks of the experiment with aluminum wheels η-Q curves

### Dönem Öncesinde Çarkın Makro Yapı Görüntüleri

Denemeye başlamadan önce çarkın makro yapı görüntüleri çekilmiş ve bu görüntüler Şekil 5'te verilmiştir.

Alüminyum çark denemesinin ilk haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde düşüş meydana gelmiş, güç değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Alüminyum çark denemesinin ikinci haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerlerinde belli bir noktadan sonra düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Alüminyum çark denemesinin üçüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça basma yüksekliği değerleri belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüş meydana gelmiş, güç değerleri ise artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Denemenin dördüncü haftasına ait basma yüksekliği-debi, güç-debi ve verim-debi eğrilerinde görüldüğü gibi, sistem debisi arttıkça güç değerleri artış göstermeye devam etmiştir. Basma yüksekliği, güç ve debiye bağlı olan verim değerleri ise belli bir değere kadar artış göstermiş daha sonra düşüşe geçmiştir. Basma yüksekliğinde meydana gelen düşüşün, vakum ölçümlerinde meydana gelen iniş çıkışların neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 5. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış alüminyum çarkın denemeden önceki makro yapı görüntüleri

Figure 5. 180-hour period before the experiment to test the macro structure of aluminum wheel images

### Deneme Sonunda Çarkın Makro Yapı Görüntüleri

Pompanın 180 saatlik çalışma dönemi sonunda çarkın genelinde belirgin şekilde matlaşma ve aşınma meydana gelmiştir. Şekil 6'da görüldüğü gibi çarkın özellikle göbek kısmında korozyon başlangıcı görülmektedir. Şekil 6'deki tüm resimlerde alüminyum malzemeye özgü beyaz renkli korozyon ürünleri, genel bir matlaşma ve bazı noktalarda sarımsı lekeler görülmektedir. Şekil 6. a ve b'deki resimlerde bu korozyon ürünlerinin göbek kısmının dış çevresinde yoğunlaştığı

görülmektedir. Şekil 6. c ve d'deki resimlerde ise tüm yüzeye yayıldığı görülmektedir.

### Çarka Uygulanan Malzeme Testleri ve Elde Edilen Sonuçlar

Uygulanacak testlerden daha iyi sonuçlar alabilmek için pompa çarkından kesilen örnekler zımparalanmıştır.

### Sertlik Ölçüm Sonuçları

Ölçümün yapılmasında brinell sertlik ölçüm yönteminden yararlanılmıştır.

Çizelge 3. Çark malzemesinin sertlik ölçüm sonucu

Table 3. The hardness measurements of wheel material

180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın sertlik ölçüm değerleri (H <sub>B</sub> )	74-81
---	-------

Bu sonuç malzemenin orta sertlik derecesine sahip olduğunu ve aşınmaya dayanıklı bir malzeme olduğunu göstermektedir.

### Pompa Çarkının Kimyasal Bileşenleri

Numuneye ait kimyasal bileşen sonuçları Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Malzemenin kimyasal bileşenleri (%)

Table 4. Chemical components of the material (%)

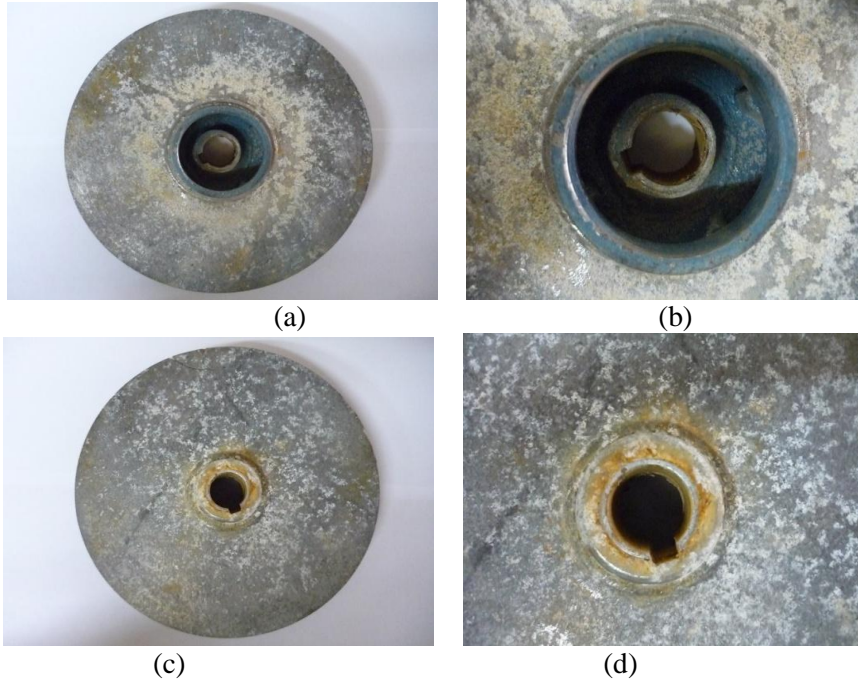
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	B	Na
8,3600	1,2630	2,2080	0,3470	0,1770	0,0500	5,4000	0,0500	0,0020	0,0002

Ca	Ni	Pb	Sn	V	Zr	Li	Cd	Ga	Al
0,0011	0,1670	0,0668	0,0209	0,0090	0,0037	0,00001	0,0119	0,0106	81,900

Alüminyum çark malzemesine ait spektral analiz sonuçları incelendiğinde, malzemenin Al-Si alaşımı olduğu ve Al-Si<sub>8</sub>Cu<sub>3</sub>Fe alaşımına

oldukça yakın olmakla birlikte, Zn ve Mg oranının olması gerekenden yüksek, Cu oranının düşük olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 6. Çarkın 180 saatlik dönem sonundaki genel görünümü  
Figure 6. Wheel as it appears at the end of 180-hour period

#### Taramalı Elektron Mikroskobunda Alınan Görüntüler Sonucunda Malzeme Yapısı

Numunelerin mikroyapı görüntüleri Şekil 6’da verilmiştir. Resimler incelendiğinde tüm yüzeye yayılmış küçük çukurcukların olduğu görülmektedir. Şekil 6. c’nin sağ orta bölümünde ve d’nin tümünde çizikler şeklinde belirgin bir şekilde aşınma izleri görülmektedir. Aşınma deneyleri sonucunda malzeme hücre dokusunda açılımların başladığı buna bağlı olarak çark malzemesinin üst yüzeyinde (a ve b) küçük çukurcukların olduğu görülmektedir. Bu çukurcukların çok daha uzun süreli kullanımlarda

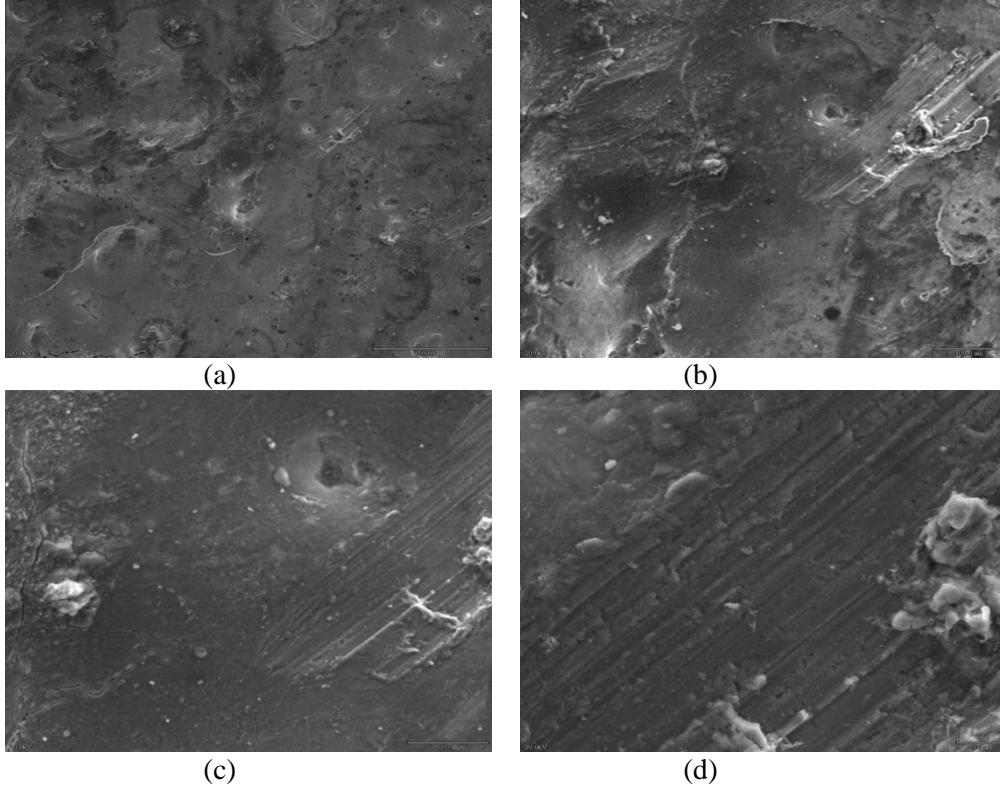
daha derinleşerek malzemede büyük tahribatların meydana gelebileceği düşünülmektedir.

#### Deneme Süresi Sonunda Alüminyum Çarkta Meydana Gelen Ağırlık Kaybı

Denemeye başlamadan önce ve bittikten sonra çark iki tekerrürlü olacak şekilde tartılmış ve ortalaması alınmıştır. Tartım sonuçları Çizelge 5’te verilmiştir. Elde edilen sonuca göre 0,48 g’lık bir ağırlık kaybı olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. 180 saatlik sürede denemesi yapılmış alüminyum çarkın tartım sonuçları  
Table 5. 180 hours of time trial wheels made of aluminum weighing results

180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın kullanılmadan önceki ağırlığı (g)	331,48
180 saatlik sürede denemesi yapılmış ilk alüminyum çarkın çalıştırma döneminden sonraki ağırlığı (g)	331



Şekil 7. Alüminyum çark malzemesinin korozyona uğramış ve aşınmış yüzeyinden alınan SEM görüntüleri. Korozyona uğramış ve aşınmış bölgenin uğradığı deformasyon.  
Figure 7. Aluminum wheels corroded and eroded material SEM images taken from the surface. Corroded and worn deformation of the region suffered.



Şekil 8. Alüminyum çarkta meydana gelen ağırlık kaybı  
Figure 8. Weight loss occurring in the aluminum wheel



## Sonuç

Yapılan denemede pompa 180 saat boyunca çalıştırılmıştır. Bu süre elma, kiraz gibi meyve ve sebze bahçelerinin bir sezon boyunca ortalama sulama süresidir. Pompanın, bir sezon boyunca bu çalıştırılma süresi göz önüne alınarak ve yöredeki çiftçilerle yapılan anketler sonucu saptanmıştır. Böylece pompanın bir sezon boyunca meyve ve sebze bahçelerinde çalıştırıldığı düşünülerek, deneme süresi belirlenmiştir.

Çark yapılarının SEM ile yapılan mikro yapı incelemelerinde deneme sonunda çarkın dış yüzeyinde aşınma ile birlikte korozyonun meydana geldiği tespit edilmiştir. Her iki etkide malzemeyi öncelikle dıştan daha ileriki aşamalarda ise içten etkisi altına alarak, çarkın belli bir süre sonra fonksiyonunu yerine

getirememesine neden olabilir. Çark denemesinde malzeme yapısında aşınmanın daha çok, çark dış yüzeyinde oluşu ve buna bağlı olarak yapıda malzeme kopmaları ile oluşan kraterler ileriki aşamalarda çatlamalara neden olabilecektir. Çarkın dış yüzeyinde su kitlesinin yaratmış olduğu korozyon ve aşınma birleşerek belli bir süre sonunda pompa genel veriminin düşmesine neden olabilir.

Sonuç olarak bir sulama sezonu boyunca, kum içeren sulama sularının kullanıldığı su pompalarının alüminyum çarklarında aşınma ve korozyon izleri saptandığı halde, çok büyük bir hasara neden olmadığı ancak daha ileriki aşamalarda pompanın çalışmasını olumsuz yönde etkileyebileceği sonucuna varılmıştır.

## Teşekkür

Taramalı elektron mikroskopunda yapılan incelemelerde Y.T.Ü. Kimya Metalürji Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

çalışanlarına ve malzeme testlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Çorlu KUTES döküm fabrikası çalışanlarına teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Anonim, 2004a. Korozyon, [www.emo.org.tr](http://www.emo.org.tr)
- Anonim, 2004b. Korozyon, <http://www.sanalhoca.com>
- Anonim, 2007. Pompa, [http://www.basaranisi.com.tr/dosyalar25\\_4\\_39.pdf](http://www.basaranisi.com.tr/dosyalar25_4_39.pdf)
- Anonim, 2008. Temiz Su Dalgıç Pompaları ve Elektrik Motorları, [http://ebitt.com.tr/m\\_x\\_sd\\_cs.html](http://ebitt.com.tr/m_x_sd_cs.html)
- Arıkan, R., 2007. Saffil ( $\delta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Fiber Takviyeli ZA-12 Alaşımın Sürtünme Aşınma Davranışları. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22:359-368.
- Ay M., U. Çaydaş ve A. Hasçalık, 2006. Toz Metalurjisi Yöntemi İle Üretilen Fe-C-Mo-FeCr Kompozitinin Adhesiv Aşınma Davranışının İncelenmesi. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3:25-31.
- Çetin M. ve F. Gül, 2007. Kuru Kayma Şartlarında Matris Yapısının Küresel Grafitli Dökme Demirin Sürtünme Katsayısına ve Pim Sıcaklığına Etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22:273-280.
- Değerli, B., 1996. Aşınma Deneğinde Kullanılan Deney Düzenekleri. Mühendis ve Makine, 37:36-38.
- Ertöz, A. Ö., 2003. Pompalarda Enerji Verimliliği, [http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/04321478f4bc79e\\_ek.pdf](http://www.mmo.org.tr/resimler/ekler/04321478f4bc79e_ek.pdf)
- Evlen, H. ve H. İ. Demirci, 2009. Ekstrüzyon Oranının Al-Mg Alaşımının Aşınma Davranışı Üzerine Etkisi, 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09).

- Güngör, Y., 2001. Malzeme Bilgisi, Yayın No:1142, İstanbul. 141 s.
- İşcan, S., E. Tepeli, A. Uyan, M. Yaşar ve A. Çavdar, 2004. Sulamanın Temel Esasları I, Yayın No:2, Adana. 209 s.
- Nalbantoğlu, B., 2001. Pompalarda Ömür Boyu Maliyet ve Sistem Etkinliği, 4.Pompa Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, s.178-185.
- Onaran, K., 1993. Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul. 368 s.
- Özyürek, D., E. Kibar ve R. Yılmaz, 2009. Toz Metalurjisi ile Üretilen A356 Alüminyum Alaşımının Aşınma Davranışlarının İncelenmesi, 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), s.963-967.
- Yılmaz S. S., B. S. Ünlü ve R. Varol, 2005. Borlanmış Demir Esaslı FeCu-Grafit T/M Malzemenin Aşınma ve Mekanik Özellikleri. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3:11-21.
- Yılmaz S. S., B. S. Ünlü ve R. Varol, 2007. Borlama ve bilyalı dövmenin demir esaslı T/M malzemelerde yorulma davranışına etkisi. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1:61-68.