

Tarımsal Sulamada Kullanılan Santrifüj Pompaların Paslanmaz Çelik Malzemeden Yapılmış Çarklarında Meydana Gelebilecek Aşınmanın Belirlenmesi

E. Yüksel

B. Eker

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Tekirdağ

Bu çalışmada, günde ortalama 7 saat çalıştırılan bir yatay milli santrifüj pompanın (paslanmaz çelik çarka sahip) işletme karakteristikleri çıkarılmıştır. Yatay milli santrifüj pompanın (sulama uygulamalarında kullanılabilen özellikte) bir depoya bağlanmasıyla oluşturulan kapalı devre (kendi içinde devir daim yapan) pompa sistemi laboratuvar koşullarında 150 saat boyunca çalıştırılmış ve pompanın işletme özelliklerini tanımlamak için işletme karakteristikleri ölçülmüştür. Pompa işletme karakteristiklerinin ölçülmesinde ISO 2548 esas alınmıştır. Ayrıca pompanın işletme karakteristikleri ile çarkta meydana gelen aşınma esas alınarak aşınma-korozyon arasında bağlantı kurulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Santrifüj pompa, çelik malzeme, çark, aşınma, korozyon

Determination of Wear That Can be Formed at the Stainless Steel Wheels of the Centrifuge Pumps Used at Agricultural Irrigation

The extent of this work is operating characteristics of a horizontal shafted centrifugal pump (which has stainless steel wheel) which has been operated for 7 hours on the average. A closed circuit pump system (circulating within itself) which was formed by attaching a horizontal shafted centrifugal pump which can be used in irrigation applications with a drum has been operated for 150 hours at laboratory conditions. To define the operating properties of the pump, its operating characteristics were measured in respect to ISO 2548. Furthermore, observations have been done to determine whether there is a connection between operating characteristics of the pump and the wear and corrosion occurred on the wheel or not.

Keywords: Centrifugal pump, steel material, wheel, wear, corrosion

Giriş

İlk santrifüj pompa kalıntılarının 1772 yılında Portekiz’de San Domingos bakır madeninde toprak altında bulunduğu ve V. asırda ağaçtan imal edilmiş olduğu tarihçiler tarafından açıklanmıştır. Leonardo Da Vinci santrifüj pompalarla sıvıların bir yerden başka bir yere naklini düşünerek bu konu ile ilgili ilk fikirleri ortaya atmıştı. Ancak Fransız fizikçi Denis Papin (1647-1714) suyun salyangoz gövde içinde dönen ve günümüze kadar uygulamasını sürdüren santrifüj pompaların asıl bulucusu olarak gösterilmektedir (Yalçın, 1998).

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. 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

santrifuj 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 daha çok çelik malzemenin kullanıldığı görülmektedir.

Çeliğin yapısını tanımlamak gerekirse, demir ve karbon olmak üzere iki temel maddeden oluşan demir karbon alaşımıdır denebilir. Ayrıca, paslanmaz çeliklerin bir diğer tanımı da, içerisinde en az %10,5 oranında (ağırlıkça) krom (Cr) içeren demir esaslı alaşımlardır (Odabaş, 2004).

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 verimsel kayıplara neden olmaktadır.

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). Tarımsal sulama uygulamalarında bu duruma 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, ortam koşulları nedeniyle metalin kimyasal ve

elektrokimyasal reaksiyona uğraması sonucu malzeme özelliklerinin yitirilmesine neden olan kimyasal 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. Demir ve çeliğin yapısal korozyonu, metal gerektiği ölçüde korunmazsa hızlı ilerler. Bu nedenle demir ve çeliğin bu korozyon hassasiyeti önemli bir ilgi odağıdır. Çünkü uygun maliyetleri ve fiziksel özellikleri göz önüne alındığında çok büyük miktarlar da kullanılmaktadır (Anonim, 2004b). Korozyon metalik malzemelerin uğradığı bir hasardır. Korozyon nedeniyle uğranan ekonomik kayıp gelişmiş ülkelerde GSMH'nin %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. Bu amaçla kullanılan malzemelerden en önemlisi paslanmaz çeliklerdir. Paslanmaz çeliklerin korozyona karşı dayanımının yüksek olması, yüzeyinde bulunan ince oksit filmin sayesinde olduğu düşünülür. Bu filmin bileşimi alaşımdan alaşıma ve gördüğü işleme (haddeleme, dağlama, ısıtma işlem) göre değişir. Bu tabakanın sürekli, gözeneksiz, çözünmeyen ve kendini onaran yapıda olduğu bilinir. Bu tabaka bozulduğu zaman havada veya oksijen bulunan ortamlarda kendiliğinden yeniden oluşur (Anonim, 2007b).

Pasiflik, pasif bir oksit filminin varlığı halinde kazanılan korozyona karşı dayanıklılıktır. Pasiflik sadece belirli ortamlarda veya belirli koşullarda ortaya çıkar. Paslanmaz çeliklerin pasiflik durumu, koşullardaki küçük değişimler sonucu bozulabilir. Paslanmaz çelikler normal olarak pasiftirler, ancak oksitleyici özelliği düşük

korozif çözeltilerde aktifleşirler. Bu nedenle pasifliğin korunması ve korozyonun meydana gelmemesi için oksijen veren ortamların sürekli var olması gereklidir (Anonim, 2007b).

Paslanmaz Çeliklerin Korozyon Türleri

1-Taneler Arası Korozyon: Karbon miktarı %0,03'ten fazla olan kararsız östenitik paslanmaz çeliklerde 550-850°C sıcaklık aralığında tane sınırlarında karbür çökmesi olur ve malzeme taneler arası korozyona duyarlı hale gelir.

2-Pitting Korozyonu: Tüm yüzeyde pasif olan paslanmaz çeliklerde herhangi bir yerel korozyon olursa başlangıç noktasında hızlı bir ilerleme olur. Çünkü pasif (katot) ve aktif (anot) alanlar arasında bir elektrolitik pil (hücre) ortaya çıkar ve pitting ilerler.

3-Aralık Korozyonu: Aynı veya farklı türden iki paslanmaz çelik parçanın bağlantı ve birleşim yerindeki aralıklarda oluşur. Havalanması zayıf olan dar aralıklardaki sınırlı miktardaki oksijen pasif oksit filmini onaramaz ve bir derişiklik pili oluşur. Ayrıca buralarda korozyonu hızlandıran bir kısım yabancı

maddeler birikir. En uygunu bu yerlerin tamamen sızdırmaz yapılmasıdır.

4-Galvanik ve Derişiklik Pili Korozyonu: Paslanmaz çeliklerde makro ve mikro temas korozyonu (pili) şeklinde genel ve noktasal korozyon türlerine rastlanır. Özellikle paslanmaz çelik kabın içindeki çözeltilere ek olarak bulunan bakır vb. madeni parçacıklar mikro temas korozyonuna yol açar (Anonim, 2007b).

Ayrıca çeliklerde meydana gelen korozyonun farklı koşullar altında meydana gelme hızları da Çizelge 1'de verilmiştir. Yukarıdaki temel verileri ve uygulama koşullarını esas alarak yapılan bu çalışmada; laboratuvar koşullarında kullanılan suya aşınmayı temin etmek için belli oranlarda kum katılmıştır. Bu koşullarda yapılan pompa performans denemeleri NKÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Sulama Makinaları Test ve Araştırma laboratuvarında yürütülmüştür. Kullanılan pompanın 150 saatlik çalışma dönemi boyunca her bir çark denemesi için pompa karakteristiklerinde meydana gelen değişimler ve çarkta meydana gelen aşınma saptanmaya çalışılmıştır..

Çizelge 1. Çeliğin farklı çevresel koşullar altındaki korozyon hızları (Weissbach, 1996)

Table 1. Corrosion rates of steel under different environmental conditions

Metal cinsi	Korozyon Hızı (µm/yıl)			
	Kırsal hava	Kentsel hava	Endüstriyel hava	Denizsel hava
Çelik	4.....60	30.....70	40.....160	64.....230

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.

Deneme koşullarının oluşturulması için pompanın depo ile bağlantısı yapılmış ve suyun devir daim ettirilmesi sağlanmıştır. Denemede 1m³ 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 ancak bazı pompa firmalarının verdiği çökelmeyen kum değerleri bilinmektedir. Bu değerlerde 25-120g/m³ arasında değişebilen oldukça farklı değerlerdir (Anonim, 2008; Anonim, 2007a). Denemede suya katılan kum miktarının belirlenmesinde bu literatür bilgisinden yararlanılmıştır.

Denemelerde kullanılan pompaya ait genel teknik özellikler Çizelge 2'de verilmiştir.



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

Çizelge 2. Santrifüj pompanın teknik özellikleri

Table 2. Technical characteristics of centrifugal pump

Pompa tipi	Debi (m ³ /h)	Basma yüksekliği (mSS)	Devir sayısı (d/d)	Güç (kw)	Çark tipi	Çark malzemesi	Çark çapı (mm)
Tek kademeli uçtan emişli salyangoz tipi santrifüj pompa	18	19	1450	3	Kapalı radyal	AISI/SAE 4140 - DIN 42CrMo4	280

Pompa günde ortalama 7 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 150 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 150 saatlik çalıştırılma dönemi bittikten sonra aşınmaya ilişkin verileri saptayabilmek için çarkta çeşitli malzeme testleri yapılmıştır. Bu amaçla numunelerin mikroyapıları Olympus PME3 marka metalografi mikroskobu ile incelenmiş ve görüntüler dijital kamera ile bilgisayara aktarılmıştır. Numunenin sertlik testleri Wolpert D/A Testor 3B marka sertlik ölçme cihazında gerçekleştirilmiştir. Numunenin kimyasal bileşenleri ARL 3460 marka kimyasal kompozisyon test cihazı ile çıkarılmıştır. Numunenin mikroyapı görüntüleri Hithachi TM 1000 marka taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiş ve bilgisayara aktarılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Pompanın 150 saatlik çalışma dönemi boyunca haftada bir kez olacak şekilde toplam dört kez işletme karakteristiklerinin ölçümü yapılmıştır.

Çizelge 3. Santrifüj pompanın işletme karakteristikleri

Table 3. Operating characteristics of centrifugal pump

Ölçümün Alındığı Tarih	Kademe Durumu	Ölçülen Karakteristikler							
		Debi (L/d)	Basınç (bar)	Vakum (mm-hg)	Akım (Amper)	Gerilim (Volt)	Cosφ	Devir (d/d)	Şebekeden çekilen güç (kw)
I. Hafta	Tam kapalıyken;	-	1,8	20	6,18-5,96-7,23	225-221-228	0,96	1453	4659,162
	2.Kademe	0,55	1,7	70	6-6,8-6,88	226-220-227	0,95	1458	4659,254
	3.Kademe	37,4	1,6	80	5,87-5,84-7,22	226-220-227	0,95	1454	4659,404
	4.Kademe	96	1,4	90	6,16-5,93-7,21	226-221-227	0,93	1446	4659,709
	5.Kademe	105,8	1,2	100	5,81-5,78-7,04	225-219-227	0,94	1446	4660,056
	6.Kademe	111,5	0,9	120	6,17-6,1-7,09	225-221-226	0,93	1442	4660,265
	7.Kademe	120,8	0,6	150	6,51-6,51-7,32	224-220-226	0,91	1433	4660,428
	8.Kademe	127,5	0,4	160	6,34-6,41-7,37	223-218-226	0,88	1432	4660,576
	9.Kademe	130,8	0,4	160	6,33-6,36-7,44	223-218-224	0,89	1430	4660,837
II. Hafta	Tam kapalıyken;	-	1,85	50	5,34-5-6,44	222-216-222	0,94	1463	4764,143
	2.Kademe	4,53	1,8	75	5,4-5,8-6,34	221-217-222	0,96	1462	4764,253
	3.Kademe	35,5	1,6	95	5,44-5,13-6,48	222-218-223	0,95	1460	4764,410
	4.Kademe	64,3	1,4	100	5,61-5,43-6,76	222-218-223	0,93	1456	4764,548
	5.Kademe	91,9	1,1	115	5,91-5,78-6,57	222-216-222	0,9	1445	4764,741
	6.Kademe	109,2	0,8	140	5,99-6,01-7,46	221-215-223	0,89	1437	4764,979
	7.Kademe	119,8	0,6	165	6,23-6,24-7,49	222-216-222	0,89	1433	4765,156
	8.Kademe	133,9	0,45	175	6,45-6,4-7,53	220-214-221	0,86	1426	4765,462
	9.Kademe	141,5	0,4	180	6,22-6,36-7,65	220-212-221	0,83	1424	4765,717
III. Hafta	Tam kapalıyken;	-	1,9	40	6,16-5,66-6,97	230-228-229	0,98	1468	4896,993
	2.Kademe	3,61	1,9	70	6,25-5,81-6,79	230-229-229	0,98	1466	4897,093
	3.Kademe	41,5	1,7	80	6,31-5,96-6,95	231-225-230	0,96	1462	4897,244
	4.Kademe	69,8	1,4	90	6,29-5,89-7,32	230-228-230	0,96	1458	4897,404
	5.Kademe	99,2	1,3	100	6,53-6,18-7,21	231-229-229	0,96	1451	4897,561
	6.Kademe	110	0,9	125	6,84-6,44-7,44	230-229-229	0,94	1443	4897,768
	7.Kademe	122	0,6	170	6,77-6,59-7,93	230-226-229	0,91	1437	4897,981
	8.Kademe	128	0,5	175	7,09-6,78-7,71	230-229-228	0,93	1435	4898,201
	9.Kademe	137,3	0,4	175	7,03-6,71-7,77	229-227-228	0,93	1432	4898,414
IV. Hafta	Tam kapalıyken;	-	1,9	45	6,04-5,51-6,93	228-223-229	0,96	1464	5022,111
	2.Kademe	5,68	1,8	78	6-5,37-6,98	225-224-229	0,97	1462	5022,259
	3.Kademe	39,2	1,75	78	5,98-5,38-6,9	227-222-228	0,96	1462	5022,407
	4.Kademe	51,2	1,5	90	6,04-5,64-6,99	227-222-228	0,95	1458	5022,58
	5.Kademe	86,3	1,41	99	5,96-5,72-6,97	226-220-228	0,94	1450	5022,816
	6.Kademe	98,6	1,2	101	6,1-5,83-7,21	226-222-227	0,93	1446	5022,988
	7.Kademe	120,9	1	120	6,24-6-7,38	226-221-228	0,92	1441	5023,172
	8.Kademe	129,8	0,6	161	6,6-6,47-7,59	225-222-227	0,91	1432	5023,341
	9.Kademe	136	0,4	179	6,6-6,47-7,86	224-218-227	0,88	1427	5023,565

Pompanın 150 saatlik çalıştırma döneminde haftalık olarak ölçülen debi, basınç, vakum, akım, gerilim, $\cos\phi$, devir ve şebekeden çekilen güç değerlerinin değişimi aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.

Vana tam kapalı konumda iken yani birinci kademe de debi ölçümü yapılmamaktadır. İkinci kademedan başlayıp dokuzuncu kademe kadar devam eden 150 saatlik dönemdeki ölçümlerde birinci haftanın dördüncü kademesinde çok küçük bir sapma meydana gelmiştir. Bunun dışında alınan tüm ölçümler birbirine oldukça yakındır.

Basınç değerleri vananın tam kapalı konumundan tam açık konumuna gelene kadar en yüksek 1,9 bar'a çıkmış ve en düşük 0,4 bar'a inmiştir. Yalnızca 4. haftadaki beşinci kademe ile sekizinci kademe ölçülen değerler ilk üç haftaya göre biraz farklılık göstermiştir. Bunun dışında değerler birbirine çok yakındır.

Vakum değerleri vananın tam kapalı konumundan tam açık konumuna gelene kadar 20 mm-hg değerinden maksimum 180 mm-hg değerine çıkmıştır. Dördüncü haftanın altıncı ve sekizinci kademeleri arasında alınan değerler diğer üç haftaya göre biraz daha düşüktür. Bunun dışından tüm değerler birbirine yakındır.

Akım değerleri vananın tam kapalı konumundan tam açık konumuna gelene kadar en yüksek 7,93 amper'e çıkmış ve en düşük 5 amper'e inmiştir. Tüm ölçülen değerler birbirine çok yakındır. Ölçülen akım değerleri her bir hafta için dokuz kademe ve her dokuz kademe için de dokuz ölçüm noktası olması gerektiği halde, şekilden de anlaşıldığı gibi her hafta için yirmi yedi tane nokta vardır. Bunun nedeni pompanın trifaze olması ve dolayısıyla her kademe için üç değer alınmasıdır.

Gerilim değerlerinin, vananın tam kapalı konumundan tam açık konumuna gelene kadar en yüksek 231 volt ve en düşük 212 volt arasında değiştiği görülmüştür. Birinci ve dördüncü hafta alınan değerler birbirine

yakındır. Üçüncü hafta alınan değerler diğer haftalara göre daha yüksek, ikinci hafta alınan değerler ise diğer haftalara göre daha düşüktür. Şekilden de anlaşıldığı gibi her hafta için yirmiyedi tane nokta vardır. Bunun sebebi de akım değerlerinde olduğu gibi pompanın trifaze olmasıdır.

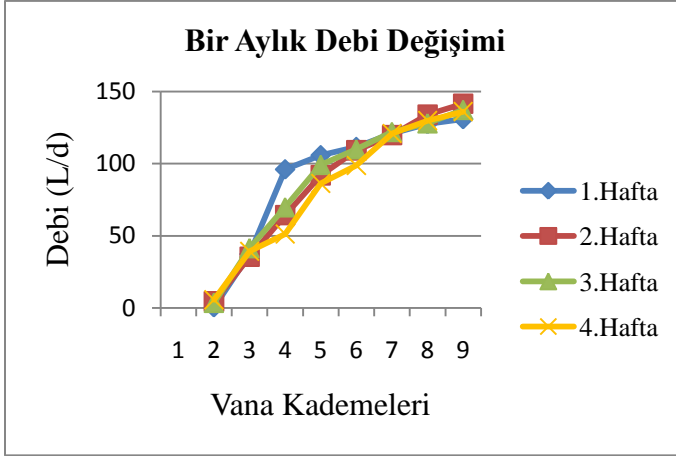
Alınan $\cos\phi$ değerleri 0,98 ile 0,83 arasında değişmektedir. Şekilden de anlaşıldığı gibi ikinci haftanın beşinci, altıncı ve dokuzuncu kademeleri diğer haftaların kademelerinden biraz farklıdır. Diğer değerler birbirine yakındır. Ölçülen devir değerleri vananın tam kapalı konumundan tam açık konumuna gelene kadar en yüksek 1468 d/d'ya çıkmış ve en düşük 1424 d/d'ya inmiştir. Şekilden de anlaşıldığı gibi tüm değerler birbirine çok yakındır. Şebekeden çekilen güç değerleri 4659,16 kw'tan başlayıp 5023,57 kw'a kadar yükselmiştir. Şekilden de anlaşıldığı gibi ölçülen değerler her vana kademesi için küçük artışlar şeklinde devam etmiş ve her bir hafta için hemen hemen aynı oranda artış göstermiştir.

Çarka Uygulanan Malzeme Testleri ve Elde Edilen Sonuçlar

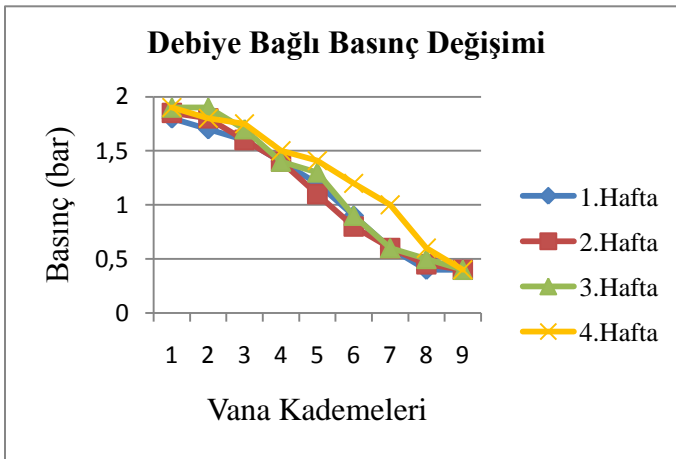
Pompa çarkından kesilen örnekler, uygulanacak testlerden daha iyi sonuçlar alabilmek için önce zımparalanmış ve %5'lik nitrik asit çözeltisi ile dağlanmış.

Metalografi mikroskobunda alınan görüntüler sonucunda malzeme yapısı;

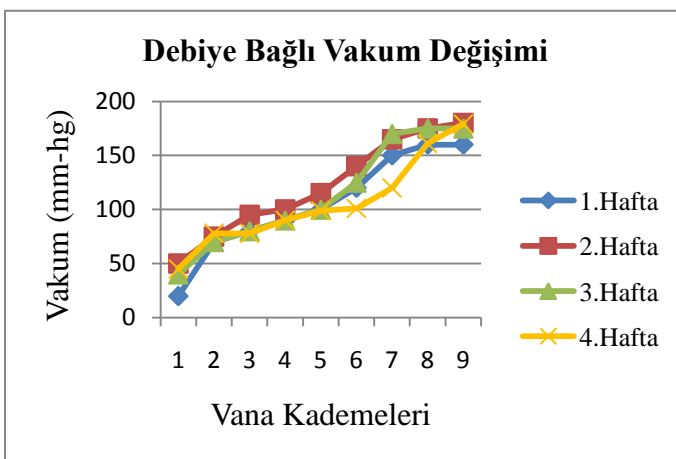
Alınan görüntülere bakıldığında dağlanmadan görüntü alınan numunede (a) yüzeyde boşlukların çok az miktarda olduğu ve başta mangan danecikleri olmak üzere bu boşluklarda yer aldıkları görülmektedir. Yüzey dağlanması sonucunda görüntü alınan numunede mangan daneciklerinin bulunduğu boşluk alanlarda (b) mangana özgü sertlik derecelerinin diğer ana yüzey ile farklı olması sonucunda kılcal çatlak başlangıcı olabileceği düşünülmüştür



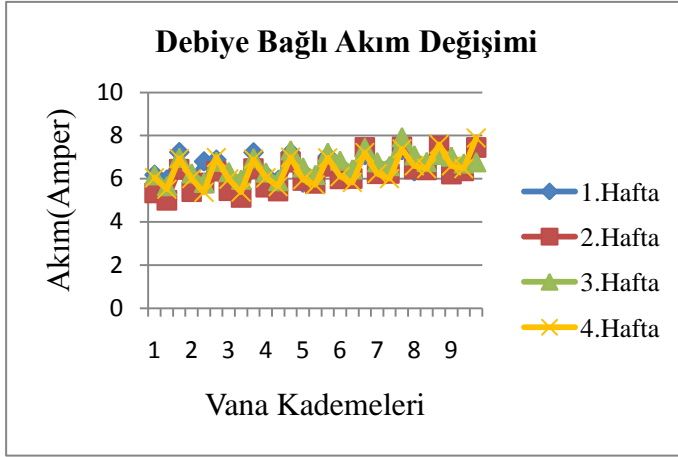
Şekil 2. 150 saatlik çalıştırma döneminde haftalık bazda ölçülen debileri karşılaştırılması
Figure 2. Comparison of flow rates measured once a week during 150-hour operating period



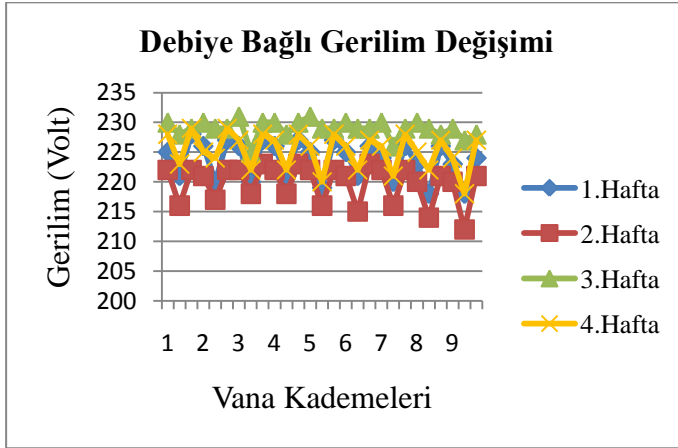
Şekil 3. Haftalık debi ölçümü sırasında ölçülen basınç değerleri
Figure 3. Pressure values measured during weekly flow measurement



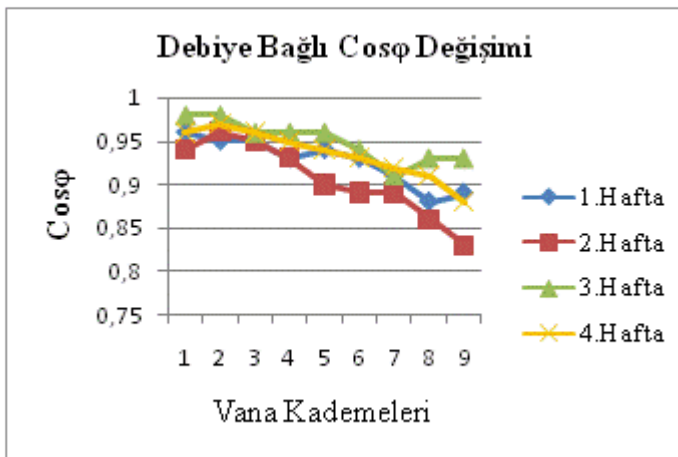
Şekil 4. Haftalık debi ölçümü sırasında ölçülen vakum değerleri
Figure 4. Vacuum values measured during weekly flow measurement



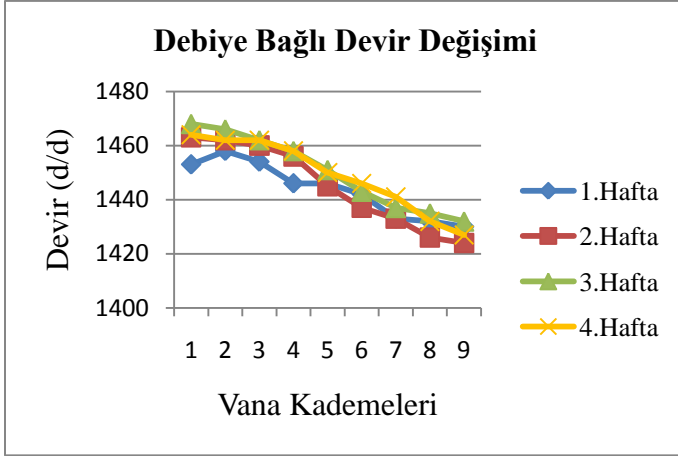
Şekil 5. Haftalık debi ölçümü sırasında ölçülen akım değerleri
Figure 5. Current values measured during weekly flow measurement



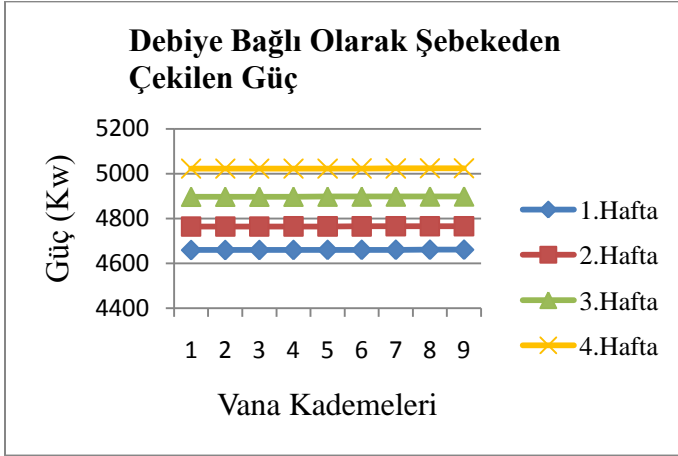
Şekil 6. Haftalık debi ölçümü sırasında ölçülen gerilim değerleri
Figure 6. Voltage values measured during weekly flow measurement



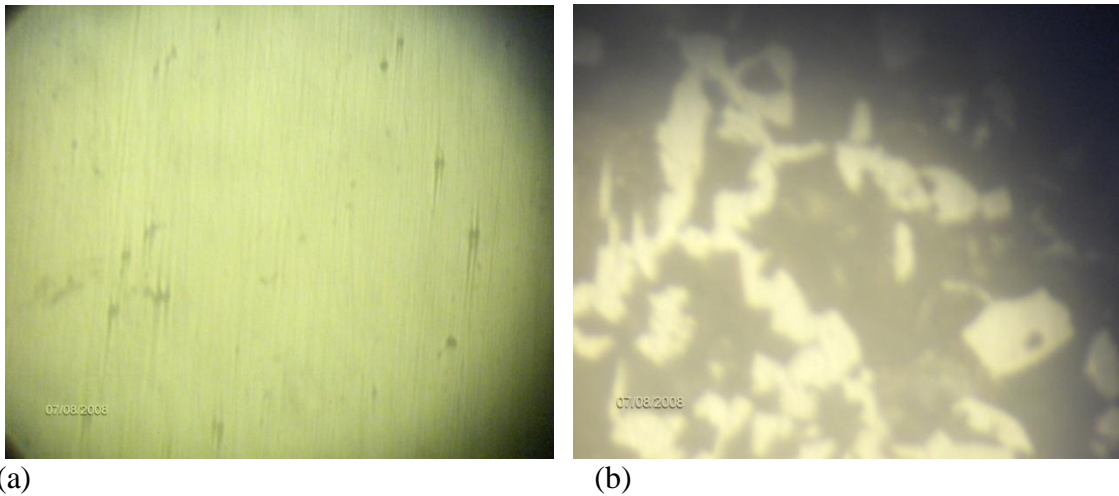
Şekil 7. Haftalık debi ölçümü sırasında ölçülen cosφ değerleri
Figure 7. Cosφ values measured during weekly flow measurement



Şekil 8. Haftalık debi ölçümü sırasında ölçülen pompa devri değerleri
Figure 8. Pump rotation values measured during weekly flow measurement



Şekil 9. Haftalık debi ölçümü sırasında ölçülen şebekeden çekilen güç değerleri
Figure 9. Power values measured during weekly flow measurement



(a) (b)
Şekil 10. Çark malzemesinin metalografi mikroskobunda çekilen dağlanmamış (a) ve dağlanmış (b) mikroyapı görüntüleri
Figure 10. Non-cauterized (a) and cauterized (b) microstructure images of wheel material taken by a metallography microscope

Sertlik ölçüm cihazında alınan değerler;

Ölçümün yapılmasında brinell sertlik ölçüm yönteminden yararlanılmıştır. Sertlik ölçümünden elde edilen sonuç şöyledir;

255 H_B

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

Pompa çarkının kimyasal bileşenleri;

Numuneye ait kimyasal kompozisyon sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Bu sonuç denemede kullanılan çarkın malzemesinin AISI/SAE 4140 - DIN 42CrMo4 ıslah çeliği olduğunu göstermektedir. Bu durum ıslah çeliklerinin, gerekli ısıtma işlemi tabi tutulduktan sonra yüksek dayanım ve süneklik gösteren çelikler olduğunu doğrulayan niteliktedir.

Taramalı Elektron Mikroskopunda Alınan Görüntüler Sonucunda Malzeme Yapısı;

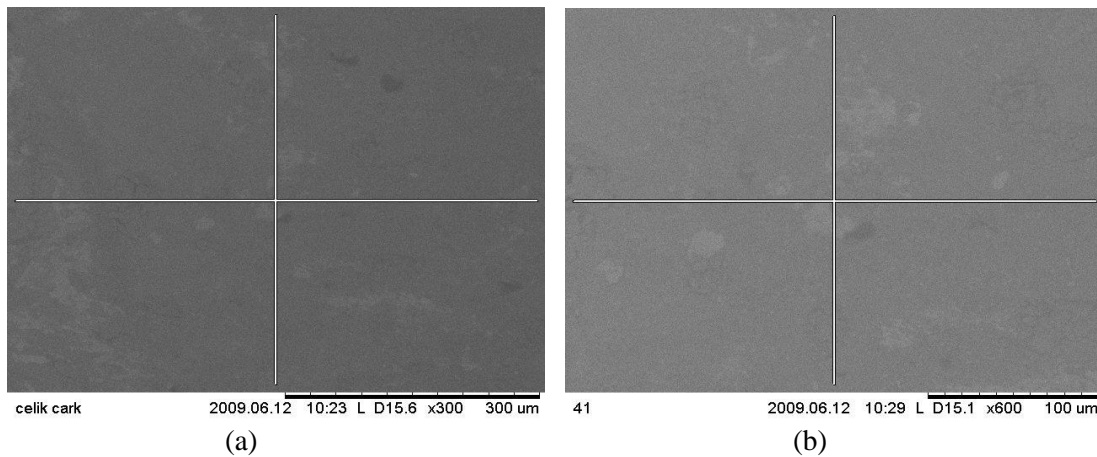
Numunelerin mikroyapı görüntüleri Şekil 14 ve Şekil 15'te verilmiştir. Genelde paslanmaz çelik malzemenin oluşum aşamasında çok azda olsa malzemede boşluklar kaldığı için bünyeye giren mangan malzemenin bu oluşumlarla bütünleşik bulunduğu görülmektedir. Aşınma deneyleri sonucunda malzeme hücre dokusunda açılımların başladığı buna bağlı olarak çark malzemesinin üst yüzeyinde (a ve b) kılcal çatlakların meydana geldiği gözlenmiştir. Bu çatlakların çok daha uzun süreli kullanımlarda daha derinleşerek oluşabilecek kırık neticesinde malzeme kopmaları ile karşı karşıya kalınacağı söylenebilir. Yapılması gereken bu tip malzemelerde doku sıkılaştırması işleminin bir başka deyişle ısıtma işlemlerinin malzeme oluşum safhasında yapılması aşınmayı geciktirici faktör olarak söylenebilir.

Çizelge 4. Malzemenin kimyasal bileşenleri

Table 4. Chemical components of the material

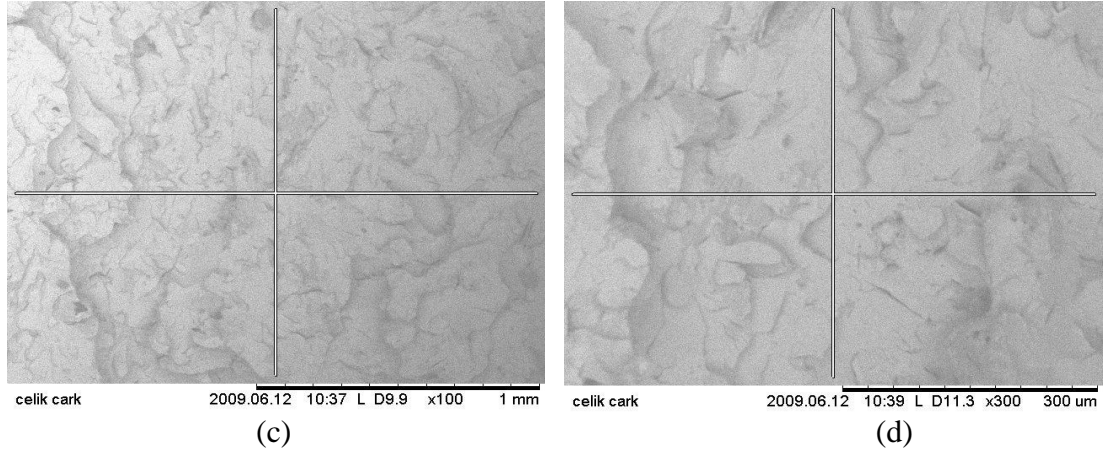
%C	%Si	%S	%P	%Mn	%Ni	%Cr	%Mo	%Cu	%Ti
0,3888	0,2348	0,0291	0,0160	0,7770	0,0806	1,1045	0,1609	0,0808	0,0023

%Sn	%Al	%Pb	%B	%Bi	%Ca	%N	%Fe
0,0212	0,0139	0,0001	0,0003	0,0027	0,0004	0,0195	97,1116



Şekil 11. Çark malzemesinin üst yüzeyinden alınan numunenin elektron mikroskopunda çekilen mikroyapı görüntüleri

Figure 11. Microstructure images of upper surface of the sample from the wheel material taken by an electron microscope



Şekil 12. Çark malzemesinden alınan numunenin iç yüzeyinin elektron mikroskobunda çekilen görüntüleri

Figure 12. Images of inner surface of the sample from the wheel material taken by an electron microscope

Çarkın Makro Yapısının İncelenmesi

Denemede kullanılan pompanın çarkı kapalı radyal tiptedir ve elektronik balans tezgahlarında dinamik olarak dengelenmiştir.

Pompanın 150 saatlik çalışma dönemi sonunda çarkın genelinde belirgin şekilde matlaşma ve aşınma meydana gelmiştir. Şekil 14'te görüldüğü gibi çarkın özellikle göbek kısmında korozyon başlangıcı görülmektedir.

Büyük bir hızla devir daim eden kumlu su karışımı çarkta özellikle aşınmaya neden olmuştur. 150 saatlik çalışma dönemi sonunda çarkın genel görünümü Şekil 14'te verilmiştir.

Sonuç

Yapılan denemede pompa 150 saat boyunca çalıştırılmıştır. Bu süre elma, kiraz gibi meyve ve sebze bahçelerinin bir sezon boyunca

ortalama sulama süresi olan pompanın, bir sezon boyunca 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.

Sonuç olarak bir sulama sezonu boyunca, kum içeren sulama sularının kullanıldığı su pompalarının çelik çarklarında önemli bir aşınmanın olmadığı belirlenmiştir.

Teşekkür

Taramalı elektron mikroskobunda yapılan incelemelerde KOSGEB (İkitelli) çalışanlarına ve malzeme testlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Çorlu KUTES döküm fabrikası çalışanlarına teşekkür ederiz.



Şekil 13. Çarkın 150 saatlik dönem sonundaki genel görünümü

Figure 13. Wheel as it appears at the end of 150-hour period

Kaynaklar

- Anonim, 2007a. Pompa, http://www.basaranisi.com.tr/dosyalar25_4_39.pdf
- Anonim, 2004a. Korozyon, www.emo.org.tr
- Anonim, 2004b. Korozyon, <http://www.sanalhoca.com>
- Anonim, 2007b. Korozyon ve türleri, <http://www.saritas.com.tr/ktlg/pdf/Paslanmaz%20Celik%20Saritas%2006.pdf>
- Anonim, 2008. Temiz Su Dalgıç Pompaları ve Elektrik Motorları, http://ebitt.com.tr/m_x_sd_cs.html
- Arıkan, R., 2007. Saffil (δ -Al₂O₃) Fiber Takviyeli ZA-12 Alaşımın Sürtünme Aşınma Davranışları. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 22:359-368.
- İşcan, S., E. Tepeli, A. Uyan, M. Yaşar ve A. Çavdar, 2004. Sulamanın Temel Esasları I, Yayın No:2, Adana. 209 s.
- Odabaş, C., 2004. Paslanmaz Çelikler, Eczacıbaşı-Lincoln Elektrik Yayınları, İstanbul. 75 s.
- Yalçın, K., 1998. Hacimsel ve Santrifüj Pompalar, ISBN 975-436-034-0, Çağlayan Kitabevi, İstanbul. 585 s.
- Weissbach, W., (Çev:S. Anık, S. Anık ve M. Vural) 1996. Malzeme Bilgisi ve Muayenesi, Birsen Yayınevi, İstanbul. 348 s.