

# Uzundere 1 Regülatörü ve HES Pelton Çark Erozyon ve Kavitasyon Takibi

## Uzundere 1 Regulator and HEPP Pelton Runner Erosion and Cavitation Monitoring

Osman KÖSE

*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Rize, Türkiye*

Geliş Tarihi: 12.05.2022; Kabul Edildiği Tarih: 15.06.2022; Yayınlandığı Tarih: 28.06.2022

Türk Hid. Der. (Tur. J. Hyd.), Cilt (Vol) : 6 Sayı (Number) : 1 Sayfa (Page) : 21-30 (2022)

e-ISSN: 2636-8382

SLOI: <http://www.dergipark.gov.tr>

(\*): Sorumlu yazar e-mail: [osman.kose17@erdogan.edu.tr](mailto:osman.kose17@erdogan.edu.tr)

### Özet

Yüksek düşüye sahip (800 m) Uzundere 1 HES tesisinde bulunan Cr<sub>13</sub>Ni<sub>4</sub> Pelton çarkta sudaki silt gibi yabancı maddeler nedeniyle baş gösteren erozyonun ve kavitasyonun etkileri incelenmiştir. Uzundere 1 HES tesisi yüksek çalışma basıncı nedeniyle tercih edilmiş olup bu çalışmanın benzer tesisler için süreç yönetimi açısından faydalı olacağına inanılmaktadır. Hammadde maliyetleri, yüksek basınç altında çalışan pelton çarkların sadece belirli üreticiler tarafından üretilmesi, üretim süresinin 12 ay gibi oldukça uzun olması, ekonomik olarak ithalatın etkileri düşünüldüğünde bu tip çarkların kestirimci bakımlarla ve ilave yöntemlerle ömrünün uzatılması oldukça önemlidir. Yapılan gözlemlerde pelton çarkın kaşık kısımlarının önce erozyona uğradığı, sonrasında çark kaşık yüzey formunun bozulması nedeni ile erozyonu kavitasyonun takip ettiğini görüldü. Silt malzemenin çökeltme havuzlarında dinlendirilmesi işlemi hali hazırda yapılmış olduğundan erozyonu ve kavitasyonu önlemek veya hasarı

gidermek için çarka dönük önlemler alma yoluna gidildi. Önce askıda katı madde testleri yaparak çarkın maruz kaldığı malzeme miktar belirlendi, sonrasında çark imalatçısının verileri ile kıyaslayarak erozyonun boyutu belirlendi. Tamir yollarına bakılarak TIG kaynak dolgu yöntemi ile kaşık iç kısımları doldurularak çark ömrü uzatıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Pelton, Kaynak, Askıda Katı Madde

### Abstract

The effects of erosion and cavitation, which occur due to foreign materials such as silt in the water, were investigated in the Cr<sub>13</sub>Ni<sub>4</sub> Pelton wheel in the high-head (800 m) Uzundere 1 HEPP facility. Uzundere 1 HEPP facility was preferred due to its high working pressure and it is believed that this study will be beneficial for similar facilities in terms of process management. Considering the raw material costs, the production of pelton wheels working under high pressure can be done only by certain manufacturers, quite long production period such as 12 months, and the economic effects of imports, it is very important to extend the life of these types of wheels with predictive maintenance and additional methods. In the observations, it was seen that the bucket parts of the pelton wheel were eroded first, and then the erosion was followed by cavitation due to the deterioration of the wheel bucket surface form. Since the process of resting the silt material in the sedimentation ponds has already been done, runner-oriented measures were taken to prevent erosion and cavitation or to repair the damage. First, the amount of material exposed to the runner was determined by performing suspended solids tests, then the extent of erosion was determined by comparing it with the data of the runner manufacturer. By looking at the repair ways, the inner parts of the spoons were filled with the TIG welding filling method and the life of the wheel was extended.

**Key Words:** Pelton, Welding, Suspended solid

## 1. GİRİŞ (Introduction)

Uzundere Regülatörü ve HES projesi Doğu Karadeniz bölgesinde Uzundere üzerinde, Rize ili sınırları içerisindedir. Proje kapsamında, Uzundere üzerinde ve İncesu deresi üzerinde regülatörler ve 1 adet HES bulunmaktadır. Regülatör yerleri 1 638.70 m dereyatağı kotunda, HES yeri ise dereyatağının 817.59 m olduğu yerde bulunmaktadır

1640 ~ 817 m kotları arasında tesis edilen projenin ana su kaynağını Kaçkar Dağları'nın bir uzantısı olan 3400 m'den fazla yüksekliğe sahip Demir ve Cimil Dağları'nın eteklerinden doğan İncesu Deresi ve Uzundere oluşturmaktadır. Birbirine paralel olarak kuzeye doğru akan bu iki dere 550 m kotlarında Dağpınar Mahallesi yakınlarında birleşir ve Büyükdere adını alarak Çayeli'nden Karadeniz'e dökülür.

Uzundere 1 Regülatörü ve HES, Uzundere üzerinde bulunan 4 adet Tirol tip regülatör, incesu deresi üzerinde bulunan 1 adet dolu gövdeli beton regülatör, iletim tünelleri, yükleme havuzu, cebri boru ve santral binasından oluşmaktadır. Yükleme havuzu ve pelton çark arasında net düşü 792 m olup yaklaşık 80 bar basınç altında çalışan nadir projelerden biridir.

Yükleme havuzu ile santral binası arasında bulunan 3.250 metre uzunluğunda, 1,45m çapında ve 24mm kalınlığındaki cebri boru ile su 2 adet dikey pelton türbine ulaştırılmaktadır.

Her biri 31,5 MW gücünde olan ünitelerin pelton çarkları dövme malzemeden tek parça olarak işlenmiş olup 21 adet kaşığı vardır. ASTM A473-15 standardına göre imal edilmiş pelton çark çapı 1940 mm olup malzemesi Cr13Ni4 dır.

Tesis 2010 yılından bu yana işletmede olup çark erozyon ve kaviteasyonu takibi açısından yeterli veri elde edilmiştir. Bu vesile ile 60 bar basıncın üzerinde çalışan ve tek parça imal edilen pelton çarkların hasar süreçlerini önceden belirlemek, bu bilgiler ışığında uygun tamiratları gerçekleştirmek ve benzer çarklara sahip tesislerin benzer süreçlerde izleyecekleri yola ışık tutmak en önemli hedeflerdir .

## 2. PELTON ÇARK BİLGİSİ

(Knowledge of Pelton Turbin)

Pelton türbini veya Pelton çarkı, hidroelektrik santrallerinde sıklıkla kullanılan bir tür hidro türbindir . Bu türbinler genellikle yüksekliği 300 metreden büyük olan düşüler için kullanılır. Bu tür türbin, 1880'de Lester Pelton tarafından ortaya çıkarılmıştır.

Pelton türbinindeki su hızlı hareket eder ve türbin suyu yavaşlatarak sudan enerji emer, bu da onu bir impals türbini yapar.

Elektrik üretmek için kullanıldığında, genellikle Pelton türbininin üzerinde bir yükseklikte bulunan bir su deposu bulunur. Su daha sonra cebri borudan türbine basınçlı su veren özel nozullara akar. Basınçtaki düzensizlikleri önlemek için, cebri boru, basıncı değiştirebilecek, sudaki ani dalgalanmaları emen bir dengeleme tankı ile donatılmıştır. Reaksiyon türbinleri olan diğer türbin tiplerinden farklı olarak, Pelton türbini impals türbini olarak bilinir. Bu basitçe, suyun bir tepki kuvvetinin sonucu olarak hareket etmek yerine, türbini hareket ettirmek için türbin üzerinde bir miktar itme oluşturduğu anlamına gelir.

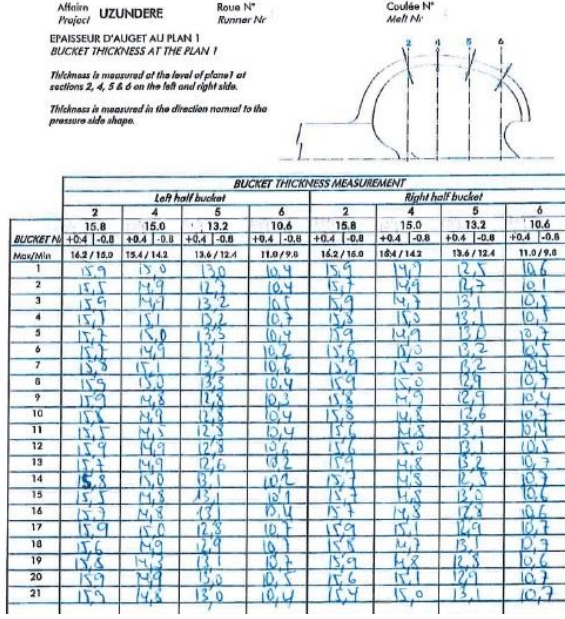
Uzundere 1 HES tesisimizdeki 2 adet pelton tipi çarklar birbirinin aynı olup her biri dövme yekpare malzemeden işlenmiştir. Çark üreticisi aynı zamanda türbin üreticimiz olan Fransız ALSTOM ( şimdiki GE) firmasıdır. Malzeme kodu A473 UNS S41500 olan çarkın ana mazleme formülü G-X4 CrNi 13.4 + QT1 dir. Çark iç çapı 1526 mm olup dıştan dışa çapı 1893,4 mm dir. Çark 21 kaşıklı olarak imal edilmiştir. Normal işletme devri 750 rpm olan çarkın aşırı hız devri 1350 rpm dir. Çark 2200 kg ağırlığında olup kaşık genişliği 380 mm dir.



**Şekil 1.** Pelton Çark Genel Görünüm

Çark temin süresi sipariş sonrası 12 ay gibi uzun süreler sürdüğünden ve maliyetinin yüksek olması (250.000 - 300.000 Euro) nedeniyle mevcut çarkların tamiri ve

revizyonu yollarıyla çarkların ömrünün uzatılmasına çalışılmaktadır.



Şekil 2. Çark Kaşık imalat ölçüleri

Yukarıda görülen ölçüler Alstom firmasının çark imalatı sonrası çıkarılan kaşık ölçüleridir. Bu ölçüler tesiste ölçülerek erozyonun boyutu anlaşılmaktadır. Ayrıca çark tartımı yapılarak aşınma ile kaybedilen malzeme miktarı da belirlenebilmektedir.

### 3. TOPLAM ASKIDA KATI MADDE TESTLERİ

(Total Suspended Solid Material Tests)

Filtreden geçmeyen katı maddeler olarak ifade edilen askıda katı maddeler, su numunesinin filtre kağıdından geçmeyen kısmının; 103°C'de etüvde 1 saat kurutulması, desikatörde soğutulup, tartılması suretiyle tayin edilir. Bu analizde su numunesi önce filtre edilir, daha önce sabit tartıma getirilmiş olan filtre kağıdı üzerinde kalan maddelerle birlikte 103°C'de kurutulduktan sonra tekrar tartılır. Bu iki tartım arasındaki farktan toplam askıda madde konsantrasyonu tayin edilir.

Uzundere 1 Regülatörü ve HES tesisinde yıl boyunca ve mümkün olan her gün kuyruk suyundan numuneler alınarak testler yapılmıştır. Numuneler 200 ml lik kaplar şeklinde alınarak testler yapılmış olup daha sonrasında m<sup>3</sup> bazlı hesaba ve en sonunda da yıllık türbinlenen toplam malzeme miktarına ulaşılmıştır. Tabi bu toplam türbinlenen malzeme miktarı aynı zamanda pelton çarkların maruz kaldığı toplam malzeme miktarına da eşittir.

### 3.1 Askıda Katı Madde Tayini (Determination of Suspended Solid Material)

ASKIDA KATI MADDE (AKM) TAYİNİ

Tarih/Saat: 24.07.2014

#### 1. DENEYİN AMACI

Hidro-elektrik santralimizde enerji üretiminde kullandığımız suyun taşıdığı katı madde miktarını, göreceli olarak kirlilik oranını belirlemek ve buna bağlı olarak oluşabilecek çark hasarlarını öngörebilmek. Sonuçlara göre askıda katı madde miktarını azaltmak için yapılabilecek çalışmalarını belirlemek.

#### 2. NUMUNE ALINMASI

Peryodik olarak kuyruk suyundan numuneler temiz bir kova vasıtasıyla alınıp tarih ve saat bilgisiyle etiketlenir.

#### 3. KULLANILAN CİHAZ LİSTESİ

- 105 °C'ye ayarlanabilen etüv
- mg duyarlılığa sahip analitik terazi
- Filtrasyon ünitesi
- Vakum seti
- Filtrasyon ünitesi
- Desikatör

#### 4. HESAPLAMA

$$AKM (105^{\circ}C, mg/l) = ((A - B) \cdot 1000) / V ;$$

$$((233 - 232) \times 1000) / 200 = 5 mg/l$$

A= Filtre kâğıdı + kuru kalıntının tartımı (mg) (233)  
 B= Filtre kâğıdının tartımı (mg) (232)  
 V= Numune hacmi (ml) (200)



Şekil 3. Filtreleme sonrası Filtre de kalan askıda katı maddeler



Tesisimizin 1 MWh enerji üretebilmesi için 550m<sup>3</sup>/saat su türbinlemesi gerektiğinden ve yıllık üretimimizin 140.000 MWh olduğu göz önüne alındığında (bu üretimi 2 adet türbin sağlamakta) yıllık toplam askıda katı madde ve aynı zamanda toplam çarkın maruz kaldığı malzeme miktarını belirlemiş oluruz.



Şekil 4. Su Numunesi ve Filtre Ekipmanları

### 3.2 Toplam Askıda Katı Madde Miktarı (Total Value of Suspended Solid Material)

**Tablo 1. Aylık ve yıllık Askıda Katı Madde Ortalamaları**

2014	2014 Yılı Aylık Askıda Katı Madde Test Sonuçları								
	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Askıda katı madde mg/L	600	500	320	260	450	850	320	90	70
Yıllık ort. mg/L	288								

Tablo 1'de belirtilen çizelgeye bakıldığında bazı ayların yazılmadığı görülmektedir. Yazılmamış aylarda düşük debiden dolayı su berrak olarak aktığından test sonuçlarımız sıfır olarak kayıtlara geçmiştir. Feyezan dönemi olan Nisan Mayıs Haziran aylarında ve yağışlı ay olan Eylül ayında ortalama askıda katı madde miktarı oldukça yüksek ölçülmüştür. Yıllık olarak ortalama 288 mg/l olarak belirlenen askıda katı madde miktarı kullanılarak türbinlenen ve dolayısı ile çarkların maruz kaldığı toplam malzeme miktarını da bulabiliriz. 2014 yılı üretimi 134.538 MWh olarak gerçekleşmiştir. Bu

üretimi birbirinin aynısı 2 ünite gerçekleştirmiş olup her iki ünite de yaklaşık olarak aynı oranda üretime katılmıştır. Bu değer yarısı olan 67.269 MWh lik üretim tek ünitenin üretimi olmaktadır. 1 MWh lik elektrik enerjisi üretimi için 550 m<sup>3</sup> su türbinlendiğinden bir türbinden geçen yıllık toplam katı madde miktarı aşağıdaki hesapla bulunmaktadır.

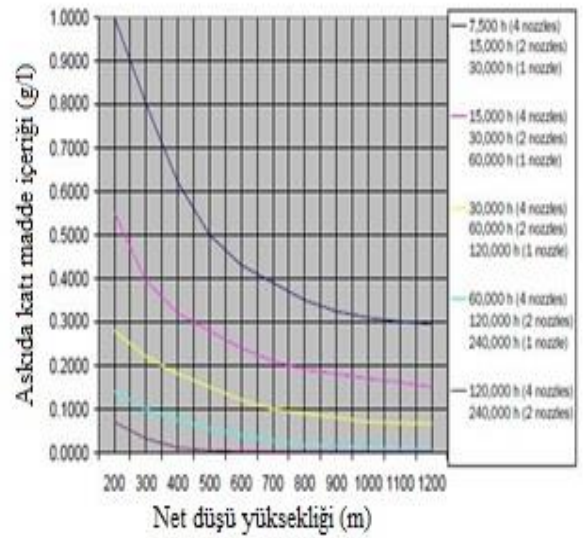
$$67.269 \text{ MWh} \times 550 \text{ m}^3 \times 288 \text{ mg/l} \times 1000 / 1000 = 10.655 \text{ ton.}$$

Görüleceği üzere türbinlenen su içerisindeki toplam katı madde miktarı yaklaşık olarak 10.655 ton seviyelerindedir.

### 3.3 AKM Miktarına Göre Çark Sağlıklı Çalışma Süresi (Efficient Working Time: According to Total Value of SSM)

İmalatçı firmalar çarkların maruz kaldığı askıda katı madde miktarına, malzeme yapısına, çalışma basıncına, çalışan su jeti sayısına ve çalışma saatine bağlı olarak sağlık çalışma sürelerini belirlemiştir. Bu durumu gösterir grafiği incelemekte fayda vardır.

Pelton türbin kaşıklarının tamir döngüsü (13 Cr 4 Ni)



Şekil 5. Pelton Çark Tamir Periyodu Grafiği

Yapılan testler sonucunda yıllık ortalama askıda katı madde miktarı yaklaşık 0,3g/l olarak bulunmuştu. Net düşüştün 792 m olduğu göz önüne alınarak grafiğe bakıldığında 4 su jeti ile çalışan çarkların 7500 çalışma saati sonunda tamir edilmesi gerektiği sonucuna varabiliriz. Peki gerçekte de böyle mi oldu? Şimdi kurulumdan ilk tamir tarihi olan Şubat 2014 e kadar ünitelerin çalışma saatlerine bakalım.

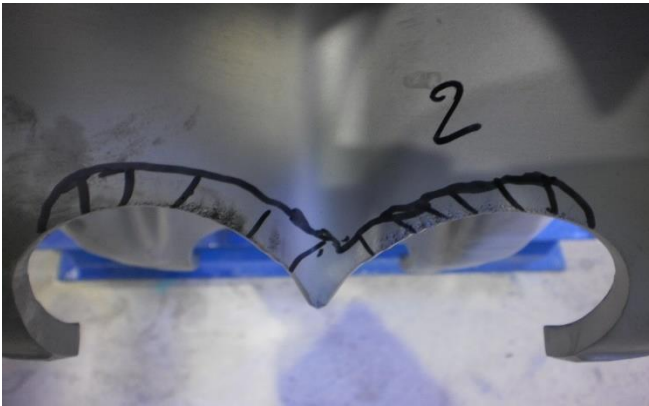
**Tablo 2.** Ünitelerin Çalışma Saatleri

YIL	ÜNİTE-1 ÇALIŞMA SAATİ	ÜNİTE-2 ÇALIŞMA SAATİ
2010	765:35	760:53
2011	2528:20	2452:29
2012	2562:01	2302:08
2013	2991:21	2381:45
Toplam	8847	7897

Şekil 7’de belirtilen Çizelgeden de görüleceği üzere her iki ünite de 7500 saatin üzerinde bir süre çalıştıktan sonra tamir ettirilmiştir. Tamir sırasında kavitasyon ve erozyonun ilerlemiş olduğu, daha erken tamirat yapılması gerektiği kanısı olduğundan 7500 saatlik çalışma sonrası tamirat gereksinimi aslında gerçek durum ile uyusmaktadır.

#### 4. ÇARK HASARI VE TAMİRAT (Wheel Damage And Repair)

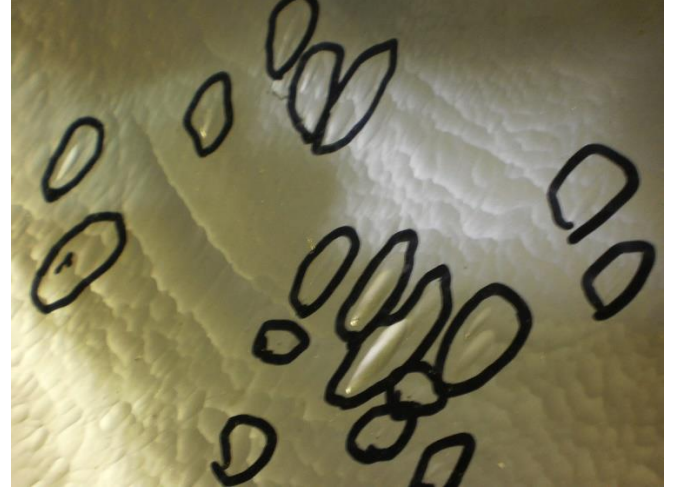
##### 4.1 Çark Kaşık Erozyonu & Kavıtasyonu (Wheel Damage and Cavitation)



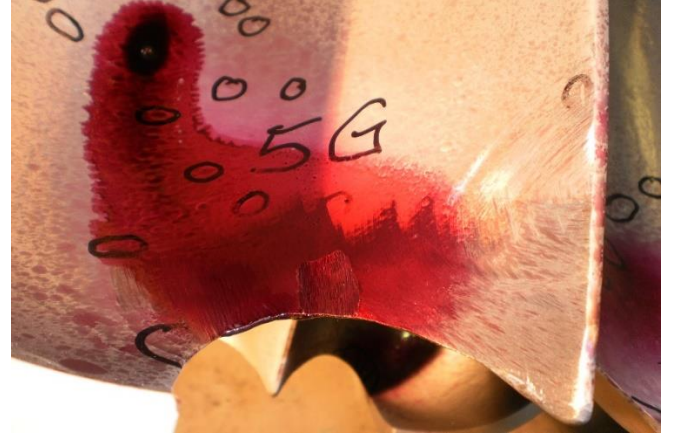
**Şekil 6.** Kaşık dış kısımlarında kavitasyon

2010 yılında üretime başlayan tesis çarkları 2014 yılı başına kadar üretime devam etmiştir. Bu süreçte çarkların durumu yakinen takip edilmiş olup 2014 yılı Şubat ayında çark ana mazlemesinden daha fazla erozyon nedeniyle kayıp vermemek için çarklar birbiri ardına tamire alınmıştır. 2010-2014 yılları arasında gözlemlediğimiz çarklarda önce çark kaşıkları

içerisinde erozyona bağlı malzeme kaybı görülmüş olup bu kayıp sonrası kaşık iç formu kaybolmuş , bu durum da kavıtasyona sebebiyet vermiştir.

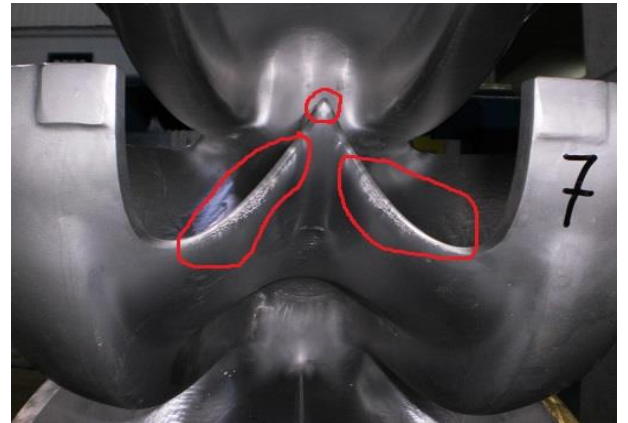


**Şekil 7.** Kaşık iç kısımlarında erozyon



**Şekil 8.** Kaşık iç kısımlarındaki sürekliliği olduğu düşünülen erozyon bölgesine sıvı penetrant testi yapılması.

**Şekil 11.** Çark Kaşıklarında Erozyon



**Şekil 9.** Çark Kaşıklarında kavitasyon





Şekil 10. Çark Kaşıklarında sistematik erozyon

Şekil 9, 10 ve 11 'de görüleceği üzere kaşık iç kısımlarında erozyona bağlı malzeme kayıpları meydana gelmiştir. Bu kayıplar lokal olarak daha derin oyuklar açmak suretiyle kaşık profil formunu bozarak suyun hareketini değiştirmiş, bu durum sonucu olarak da Şekil 8'da görüldüğü üzere kaşık dış kısmında kavitasyona sebep olmuştur.

Bu nokta çark malzemesi ve profili için oldukça önemli bir noktadır. Kaşık formu bozulduğundan bu noktadan sonra hem erozyon hem de kavitasyon çok hızlı bir şekilde ilerlemektedir. Kavitasyon uç kısımlardaki malzemenin ince kısımlarında meydana geldiğinden ilerlemesi durumunda kılcal çatlaklara sebep olması kaçınılmazdır. Bu tarz çatlaklar zaman zaman süresiz olup tamir edilebilir olsalarda bazen tamir edilemez seviyeye ulaşarak çarkın kullanılamaz hale gelmesine sebep olabilirler. Bu tarz bir durum yaşamamak adına imalatçı firma ile çarkın tamiratına karar verilmiştir.

#### 4.2 Çark Kaşık Tamir Bölgelerinin Belirlenmesi (7500 Saat Çalışma Sonrası İlk Tamirat)

(Determination of Wheel Repair Areas(First Repair After 7500 Hours Working))

Pelton çarkın tüm kaşıklarının iç ve dış kısmı tek tek incelenerek taşlama-kaynak yapılacak kısımlar işaretlenmiştir. İşaretlenen kısımlardaki derin erozyon olan bölgelere PT (penetrant test) test yapılarak süreklilik olup olmadığı kontrol edilmiştir. Kaynak sırasında ana malzemenin zarar görmemesi için çark kaşıkları ısıtılarak kaynağa hazır hale getirilmiştir.



Şekil 11. Çark Kaşıklarında kaynak notları belirleme

#### 4.3 Çark Kaşık Tamiratu (7500 Saat Çalışma Sonrası İlk Tamirat)

(Wheel Repair(First Repair After 7500 Hours Working))

İmalatçı firma olan Alstom firması çalışanları tarafından çark kaşıklarının iç kısımlarında erozyon olan bölgelere çark ana malzemesi ile uyumlu TİG dolgu kaynağı yapılarak kaşık iç formu orijinal haline getirilmiştir. Kavitasyon olan ve en riskli bölge olarak görülen kaşık dış kısımları önce taşlanarak kavitasyon pürüzlülüğü giderilmiş, sonrasında kaynak dolgu ve taşlama ile yüzey pürüzsüzlüğü sağlanmıştır.21 adet kaşığın tamamına bu uygulama yapılmış olup çark montajı sonrası sorunsuz şekilde üretime devam edilmiştir.



Şekil 12. Çark Kaşıklarında kaynak öncesi ısıtma işlemi

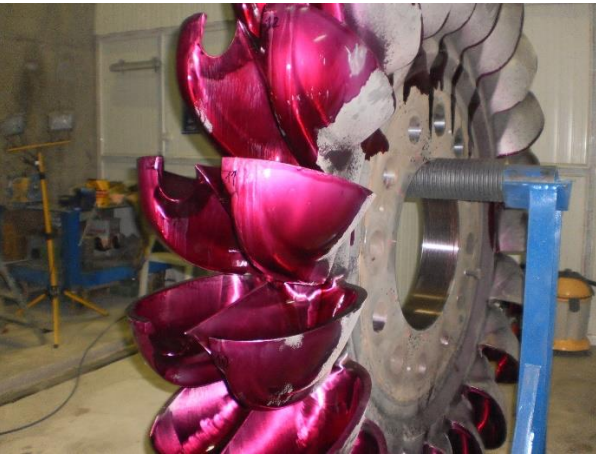


Şekil 13. Çark Kaşıklarında kaynak öncesi ısıtma işlemi



Şekil 14. Çark Kaşıklarında TIG kaynak dolgusu

Daha çok minör tamirat diyebileceğimiz bu tamiratta erozyona uğramış yüzeylerin taşlanması işlemi öncesinde ve tamirat dolgusu sonrasında tüm yüzeylere PT (Penetrant Test) test yapılarak çatlak kontrolü yapılmıştır.



Şekil 15. Tamirat sonrası Penetrant Testi

## 5. ÇARK HASARI VE 2. TAMİRAT

(İlk tamirat sonrası 19.000 saatlik çalışma)

(Wheel Damage And Second Repair(19.000 Hours Working After First Repair))

İki adet pelton çark ilk tamirat sonrası sürekli takip edilerek 19.000 saatlik çalışma sonrası söküldü. Kontrol ve tamir için atölyeye alınan çark kaşık iç yüzeylerinde gerekli kontroller yapıldı. Kontroller esnasında erozyonu belirleyebilmek açısından çark tartımı yapıldı ve görüldü ki orijinal çark malzemesinden 230 kg lik bir azalma meydana gelmişti.

Bu durum imalatçı firmalar tarafından incelendiğinde çarkın artık ekonomik ömrünün dolduğu, tamir edilse dahi uzun süreli kullanımlar açısından riskli olduğu şeklinde değerlendirildi. İşletmeci olarak bizim buradaki bakımımız hasarı belirlemek ve yapılabilecek dolgu ile çarkı bir süre daha kullanabilmektir. Zira biliyoruz ki 80 bar basınçta çalışan bu büyüklükteki bir çarkın imalatı sipariş sonrası 11 ay sürmektedir. Bir diğer önem arz eden konu ekonomik kısım ki mevcut çarkların yenisi 220.000 Euro +KDV iken çark dolgu tamirat işlemleri iç piyasada 12.000 Euro + KDV fiyatlarında yapılabilmektedir.

Yapılan incelemede çark kaşıklarında iki adet çatlak ve aşırı erozyon tespit edildi. Başlıca bulgularımız şu şekilde oldu;

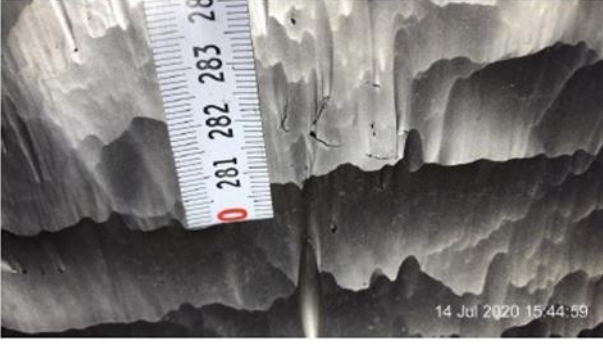
- 11 ve 14. Runner bucketlerin uç kısımlarında kırılıp kopan kısımlar olduğu



Şekil 16. Kırılıp kopan kısımlar



- Tüm bucket iç kısımlarında silt erazyonu olduğu



Şekil 17. Aşırı erozyon



Şekil 18. Kaşık içi aşırı erozyon



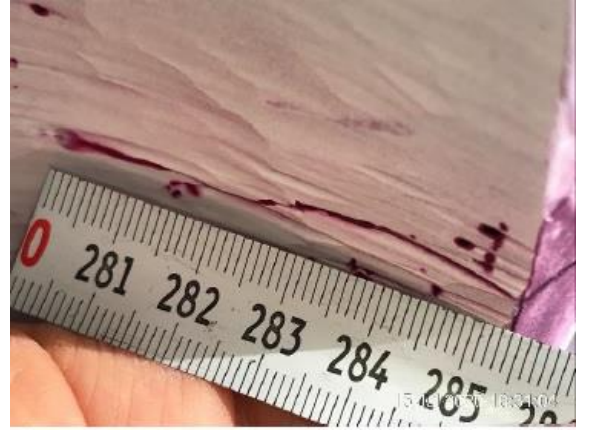
Şekil 19. Kaşık içi aşırı erozyon

- Tüm bucket uçları dış yüzeylerinde aynı bölgelerde kavitezyon görünümü ile uyumlu sistematik erozyon bölgeleri olduğu

- 11,14,ve 20 nolu bucketlerde çatlaklar olduğu. 20 nolu bucketteki çatlığın gövde kısmına yakın et kalınlığı yüksek kısımda olduğu,



Şekil 20. 20 numaralı kaşık çatlığı



Şekil 21. 20 numaralı kaşık çatlığı

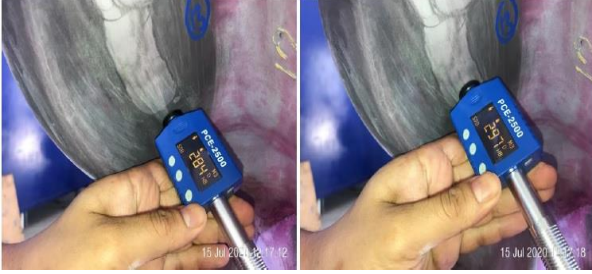
- Runner gövde ve bucket yüzeylerinde portatif sertlik ölçüm ekipmanı ile ana malzeme ile tamirat kaynağı bölgelerini içeren sertlik ölçümleri yapıldı. Orijinal imalat yüzeylerinde sertlik değerlerinin ortalama 270HB olarak tespit edildi.



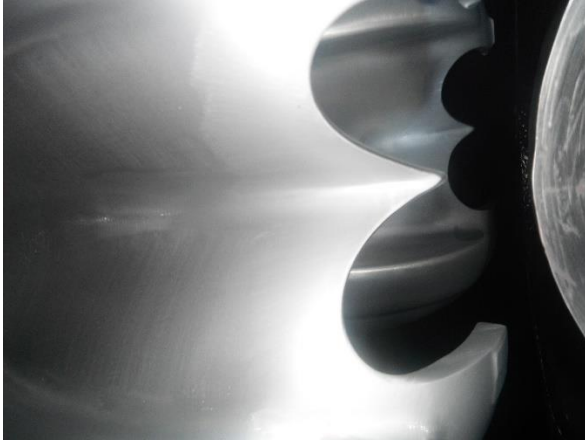


**Şekil 22.** Orijinal imalat yüzeylerinin 250-291 HB aralığında ve ortalama 270 HB sertlikte olduğu ölçüldü

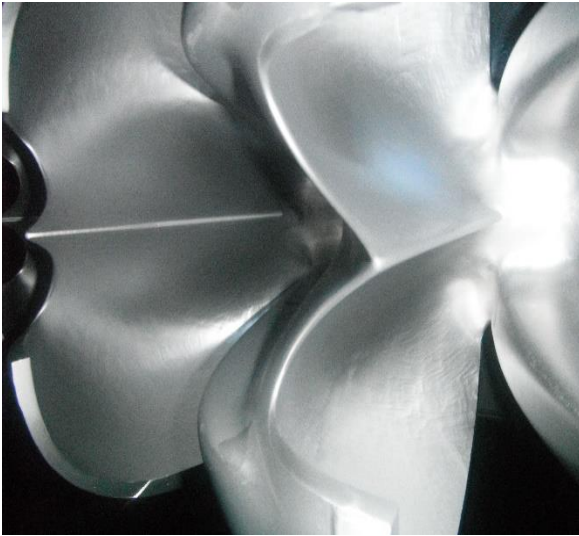
- Kaynak dolgu ve taşlama işlemleri sonrasında tamirat bölgelerinin yapılan sertlik ölçümlerinde ana malzeme ile uyumlu sertlik değerlerine sahip olduğu görüldü .



**Şekil 23.** Tamirat sonrası sertlik ölçümleri

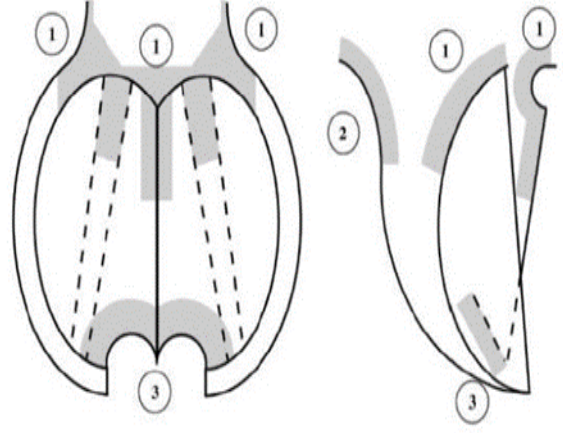


**Şekil 24.** Tamirat sonrası kaşık dış kısmı



**Şekil 25.** Tamirat sonrası kaşık iç kısmı

- Pelton çark kaşıklarının yapısı gereği bazı bölgelerinin daha çok strese maruz kaldığı ve bu kısımların çatlama çok daha hassas olduğu bölgeler imalatçılar tarafından belirlenmiştir.



**Şekil 26.** Pelton Çark Kaşıklarında Çatlama Hassas Bölgeler

Şekil 26'da pelton çarkların çatlama karşı hassas bölgeleri görülmektedir. Uzundere 1 HES pelton çarkları şekil 29 ile uyumlu olarak hasar almış, sonrasında tamir edilmiştir.

- Çark tamiri sonrasında çarkın tamamına penetrant testi yapılarak çatlak kısım olup olmadığı, kaynak dolgu ve ana malzeme birleşiminin uygun şekilde gerçekleşip gerçekleşmediği kontrol edilmiştir ve herhangi bir sorun görülmemiştir. Olumsuzluk görülmemesi üzerine 2020 Ağustos ayında çark montajı yapılarak kullanıma başlanmıştır.



**Şekil 27.** Tamirat Sonrası PT kontrolü



Şekil 28. Tamirat Sonrası PT kontrolü

## 6. SONUÇ VE TARTIŞMA

(Results and Discussion)

Uzundere 1 HES Tesisinde kullanılan 2 adet pelton çark, çalışma basınçları ve boyutları itibari ile değerlendirildiğinde imalatı dünyada sadece birkaç firma tarafından yapılabilen çarklardır. Çark imalatının sayılı firma tarafından yapılabilmesi, imalatının 11 ay gibi uzun süreler alması, 220.000 Euro + KDV gibi yüksek fiyatlara mal olması sebeplerinden dolayı mevcut çarkların korunması ve tamirati yaptırılarak uzunca yıllar kullanılması önem arz etmektedir.

Bu durum tamiratların ülke içerisinde yapılabilmesi noktasında oldukça önemli olup gereksiz ithalatın önlenmesi ve yeni alımlarla yurtdışına döviz ödemesi yapılması işlemleri kısıtlanmaktadır.

Kısıtlı sayıdaki imalatçılar çark kaşıklarında meydana gelen erozyonun düşük boyutlu durumlarında bile tamiratını yapmak yerine firmaları yeni çark alımına yönlendirmektedirler. Öyle ki Şekil 2 gösterilen kaşık et kalınlıklarında meydana gelecek %20 lik erozyonu artık tamir edilemez kabul etmekte. Yapılan kontroller ve değerlendirmeler neticesinde mevcut çarkların uzunca yıllar kullanımının mümkün olduğu görülmüştür. Burada gerekli adımların zamanında atılması hayati önem arz etmektedir. Yapılan ölçümler neticesinde mevcut basınç ve askıda katı madde testleri sonucu elde edilen verilere göre Uzundere 1 HES tesisindeki Pelton çarkların altı ayda bir kontrolünün yapılması, 14.000 çalışma saati sonrası ise demontajı yapılarak erozyon ve kavitasyon hasarlarının giderilmesi ile çark ömrünün uzatılacağı tecrübe edilmiştir.

14.000 çalışma saati 10 yıllık işletme tecrübesi sonucu ortaya çıkmış olup daha erken yapılacak tamiratlar gereksiz maliyet ve gereksiz uzun duruşlara sebep olacaktır. Belirlenen 14.000 saatin çok aşılması durumunda ise çarkta yapısal hasarlar, tamirati mümkün olmayan aşırı malzeme erozyonu gibi geri dönüşü olmayan hasarları meydana getirebilecektir.

## 7.ÖNERİLER(Suggestions)

- Tesislerde türbinlenen suyun su kalitesinin belirlenebilmesi için minimum bir yıllık askıda katı madde testleri yapılmalıdır.
- Türbinlerin çalışma basıncına bağlı olarak sensörlerden alarm beklemeksizin minimum altı ayda bir, eğer mümkünse ayda bir çarklar kontrol edilmelidir.
- Kaviteasyon hasarına çok dikkat edilmeli, kaviteasyon başlangıcının erozyon nedeni çark kaşık formunun bozulduğunun habercisi olduğu bilinmelidir. Kaşık iç kısımlarında oluşan erozyonlar dikkatli takip edilmeli, özellikle çatlamaya hassas olarak belirlenen kısımların erozyonu yakın takibe alınmalıdır.
- Eğer mümkünse yılda bir çark demontajı yapılarak PT test yapılmalı ve erozyonu görmek adına çark tartılmalıdır. Kaşık yan kısımlarındaki malzeme kaybının ana profil kalınlığının yarısına ulaşmasına müsaade edilmeden tamirat işlemi gerçekleştirilmelidir.
- Çark verimini etkilemesi açısından önemli olduğundan tamirat yetkim firmalarca yetkin personeller tarafından yapılmalıdır.
- Hasarsız çark şablonları mevcut ise tamirat sonrası onlar kullanılarak kaşık yapısının korunup korunmadığı kontrol edilmelidir.
- Ana malzeme ile kaynak dolgu kısımları sertlik ölçümleri yapıp uyumluluğu görülmelidir.
- Kaşıkların uç kısımları daha hassas olduğundan o kısımlara oldukça dikkatli işlem yapılmalı, zira kaynak dolgu sırasında aşırı ısınmadan dolayı ana malzemenin zarar görmesi engellenmelidir.
- Kaynak sırasında kaşığın sıcaklığı sürekli ölçülmeli, imalatçının verdiği değere ulaşıldığında kaynak işlemine ara verilmelidir.
- Unutulmamalıdır ki dönel ekipman olan çark kaşıklarında meydana gelecek bir parça kırılması veya kopması hasarı çark ile sınırlı kalmayarak nozzle gibi diğer türbin ekipmanlarına da hasar verecektir.

**8. KAYNAKLAR** (References)

- [1] Are horizontal axis Pelton units more challenging concerning vibration? Some special cases analysed – P. Caretti, Voith Hydro, Italy; T. Lora-Ronco, EDF, France (Hydro2016 Montreux, Switzerland 10 to 12 October 2016, Hydraulic machinery: Research and modelling)
- [2] Maintenance works and decision-making for hydro facilities – Y. Mizuhashi, Electric Power Development Co Ltd, Japan, (Hydro2016 Montreux, Switzerland 10 to 12 October 2016, Hydraulic machinery Decision making for hydro plant renewals ,IEA session)
- [3] Risk-based decision making approaches for hydropower asset refurbishment – T. Ang, Hydro Tasmania, Australia; N. Nielsen, IEA, Australia (Hydro2016 Montreux, Switzerland 10 to 12 October 2016, Hydraulic machinery Decision making for hydro plant renewals ,IEA session)
- [4] Upgrading work on the horizontal Pelton turbines at the Tussa hydro plant, Norway – J.O. Haugen, Rainpower Norge AS, Norway; T. Myklebust, Tussa Energi AS, Norway; J.B. Moe, Hydrocell Consulting AS, Norway (Hydro2016 Montreux, Switzerland 10 to 12 October 2016, Refurbishment and upgrading)
- [5] Quality Data Book Uzundere Runner Spare , Alstom France, A.Fernandez, J.V.Lopez
- [6] Andritz Hydro Türkiye, Ayşen ÖZBAŞ, Head of Service & Rehabilitation, aysen.ozbas@andritz.com
- [7] Andritz Hydro Türkiye ,Talha Çetinkaya , Mechanical Engineer / Workshop Engineer, Talha.Cetinkaya@andritz.com