

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*



160<sup>+</sup>

Türkiye'de  
Türkiye için

## Sıcak sac haddehaneleri descale pompalarında enerji verimliliği

Demirçelik tesisleri için enerji verimliliği çözümleri

[siemens.com.tr](http://siemens.com.tr)

# Sıcak Sac Haddehaneleri Descale Pompalarında Enerji Verimliliği

**Metehan Karaca, Mert Kalpar**  
**Siemens Sanayi ve Ticaret A.Ş.**  
**metehan.karaca@siemens.com,**  
**mert.kalpar@siemens.com**

## 1. Özet

Enerji yoğun bir prosese sahip çelik üretim sektöründe, toplam maliyet içerisindeki enerji maliyetlerinin payı hammaddeden sonra ikinci sırada yer almakta ve %15-25 aralığında bulunmaktadır. Bu nedenle, ürün maliyetlerinin düşürülüp pazardaki rekabet gücünün artırılması bakımından enerji verimliliğinin önemi demir çelik sektörü için her geçen gün artmaktadır.

Bu çalışmada sıcak sac haddehanelerinde bulunan ve yoğun enerji tüketimine neden olan descale pompaları enerji verimliliği açısından irdelenmiştir. Çelik üretim prosesinde, slabın tufaldan temizlenmesi işlemi (Descaling) yapılmaktadır. Bu işlemde yüksek basınçlı su, descale pompaları ile püskürtülmektedir. Geleneksel uygulamalarda descale pompaları bantta temizlenecek malzeme olmadığı zamanlarda aynı hızda çalışmaya devam etmekte ve pompanın ilettiği su bypass hattı ile havuza geri dönmektedir. Bu durumda, pompalar faydalı bir iş yapmamakta ve gereksiz enerji tüketimine sebep olmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile descale pompalarının bantta malzeme olmadığı zamanlarda değişken hız sürücüsü ile devrinin azaltılmasıyla elde edilebilecek enerji tasarruf miktarını bulmak hedeflenmiştir. Örnek bir işletme için geleneksel yöntemle kontrol edilen (Bypass hattı ile) descale pompaları, incelenmiş ve gerekli ölçümler yapılmıştır. Bantta malzeme olmadığı zamanlarda gereksiz enerji tüketimine neden olan descale pompalarına, değişken hız sürücüsü uygulaması ile pompa devrinin azaltılması sağlanarak enerji tasarrufu artırılmıştır. Bu çalışmada uygulama öncesi yapılan ölçüm ve hesaplamalarla birlikte uygulama sonrası yapılan ölçümler detaylı olarak verilerek elde edilen tasarruf miktarı belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Demir Çelik, Sac Haddehanesi, Enerji Verimliliği, Descale Pompası, Değişken Hız Sürücüsü.

## 2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, tav fırınından çıkmış olan sıcak slab malzemelerinin üzerine yüksek basınçlı su püskürterek yüzeyi temizleyen descale pompalarında enerji verimliliğini arttırmak amacıyla değişken hız sürücüsü uygulamasının etkinliğinin incelenmesidir.

Çalışmanın kapsamında incelemesi yapılan descale pompasında, sac haddehanesinde ürün üretilirken 1 saat boyunca enerji tüketim ölçümleri yapılmış ve tav fırınından çıkan sıcak slab sayısını, yani descale pompalarının yüzeyini temizlediği slab adeti sayılmıştır. Tav fırınından kor halinde çıkan sıcak slabın yüzeyindeki tufal vb. kalıntılarını temizlemek amacıyla kullanılan descale pompaları, sıcak slabın descaler denilen alana gelmesi ile birlikte, yüksek basınçlı suyu slab yüzeyine püskürtmektedir. Slab'ın descaler alanından çıkması sonrasında pompalar püskürtmeyi durdurmakta ve pompa bypass'a geçerek minimum akışı sağlayacak şekilde boşta çalışmaya devam etmektedir. Toplam çalışma süresi içerisinde kısa bir süre püskürtme yapan ve geriye kalan uzun zaman diliminde boşta çalışan bu pompanın, boşta çalışma sırasındaki enerji tüketimlerinin azaltılması amaçlanmaktadır.

## 3. Çelik Üretim Sektöründe Enerji Verimliliği

2016 yılında TÇÜD (Türkiye Çelik Üreticiler Derneği) verilerine göre Türkiye 33,2 milyon tonluk ham çelik üretimi ile Avrupa'da ikinci ve Dünya'da sekizinci büyük sıradadır. Böylesine büyük bir üretim kapasitesine sahip olan bu sektör, aslında yüksek fırın veya ark ocakları kullanılarak elde edilen slab ve kütüğün, işlemler ardından istenilen fiziksel ve kimyasal özelliklere ulaşmasını esas alır. Bu sektörde enerji maliyetleri, bütün maliyetler arasında ikinci sırada olup, entegre tesislerde elektrik tüketimi bütün enerji tüketiminin %65'ine kadar ulaşabilir.

Bu oran, demir çelik sektöründe enerjinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Üretim maliyetlerini düşürmek ve uluslararası piyasalarda rekabet gücünü arttırmak için enerji tasarruf tedbirleri ve enerji yatırımlarının önemi sık bir şekilde vurgulanmaktadır. Yapılan bu çalışmada yukarıda önemi vurgulanmış olan enerji

tasarrufunu arttırmak adına, sektörde kullanılan descale pompasının verimini arttırmak ve uygulama sonrasında elde edilen enerji tasarruflarını belirlemek hedeflenmiştir.

#### 4. Sıcak Sac Haddehaneleri Descale Pompalarında Değişken Hız Sürücüsü Uygulaması

##### 4.1 Mevcut Durum

Descale pompalarının çalışma mantığı temizlemesi gereken ürün alana geldiğinde yüksek debide suyu yüzeye püskürtmek, geriye kalan çalışma zamanında da boşta çalışmaktır. Pompalar 10,0 kV orta gerilim motorlar ile sürülen özel pompalar olup, püskürtmeye ihtiyaç olmadığı durumlarda pompaların durdurulması ve tekrar ihtiyaç olduğunda çalıştırılması, çok sık gerçekleşeceğinden üreticiler tarafından önerilmemektedir.

Çalışmanın hedefi, mevcut durumda püskürtme işlemi boyunca yüklü çalışan ve püskürtme yapmadığı zamanlarda boşta çalışmaya devam eden descale pompasının, boşta çalışma süresinde düşük devirde çalışmasını sağlayarak, boşta çalışma sırasındaki enerji tüketimlerinin azaltılması hedeflenmektedir.

##### 4.2 Ölçüm Sonuçları

Uygulama öncesinde sac haddehanesinde bulunan descale pompasında ölçümler yapılmıştır. Sac haddehanesinde ürün üretiliyor ve descale pompaları rejim halindeyken 1 saatlik bir süre boyunca ölçümler yapılmıştır.

Ölçümlerin alınma süresi olarak 1 saatin belirlenmesinde etki eden faktör, descale pompalarının ölçüm sonuçlarında görüldüğü üzere ortalama 4 dakikada bir slabın yüzeyini temizlediğinden, 1 saatlik çalışma süresi ortalama enerji tüketimini sağlıklı ölçebilmek için yeterli görülmüştür.

Descale pompa üzerinde ölçüm işlemi enerji analizörü ile 1 saat boyunca gerçekleştirilmiş ve üretimin sürekli olduğu bu saat diliminde kaç adet slab yüzeyinin temizlendiği sayılmıştır.

Tablo 1- Descale Pompası Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Sonuçları	Değer	Birim
Descale Pompası Saatlik Enerji Tüketimi	2.709,8	kWh
1 Adet Slab Yüzey Temizlemesi İçin Descale Pompasının Toplam Çalışma Süresi	240	Saniye
1 Adet Slab Yüzey Temizlemesi İçin Descale Pompasının Su Püskürtme Süresi	110	Saniye
1 Adet Slab Yüzey Temizlemesi İçin Descale Pompasının Boşta Çalışma Süresi	130	Saniye

Yukarıdaki ölçümlerde incelenen descale pompasının her bir slab yüzey temizleme işlemi için toplam 240 saniye çalıştığı ve bu sürenin 130 saniyelik kısmında pompanın boşta çalıştığı görülmektedir.

Tablo 2- Uygulama Öncesi Descale Pompası Boşta ve Yükte Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Sonuçları	Değer	Birim
Descale Pompası Saatlik Ortalama Güç Tüketimi	2.709,80	kW
Yükte Çalışma Sırasında Ortalama Güç Tüketimi	3.176,90	kW
Boşta Çalışma Sırasında Ortalama Güç Tüketimi	2.314,56	kW

Yukarıda belirtilen ölçüm sonuçları descale pompasının 1 saatlik çalışma sırasında elde edilen ölçümlerin ortalaması olarak hesaplanmıştır. Ölçüm sonuçları incelendiğinde görülecektir ki, yükte çalışma sırasındaki enerji tüketimleri boşta çalışma sırasındaki enerji tüketimlerine göre daha yüksek gerçekleşmektedir. Bunun nedeni yükte çalışma sırasında slab yüzeyine yüksek miktarda su püskürtüldüğünden pompanın enerji tüketimi de orantılı olduğu görülmüştür. Boştaki konumda pompa bypass'a geçerek akış miktarını minimuma düşürmektedir. Aynı zamanda pompa bypass'a geçtiğinde pompanın basma yüksekliğide düşmektedir.

Uygulama öncesi ve sonrasında 1 saatlik ortalama çalışma verileri değerlendirilirken, descaler alanından geçen slab sayısının önemi yüksektir. Uygulama öncesinde yapılan ölçümde 1 saatte kaç adet slab yüzey temizlemesi yapılmış ise uygulama sonrasında da ölçümler aynı sayıda slabın yüzey temizlemesi yapılacak şekilde eşdeğer şartta getirilip ölçülmüştür.

iş yapmasına ihtiyaç olmadığı zamanlarda devir düşümü gerçekleştirilecektir.

### 4.3 Fizibilite Hesapları

Kullanılmakta olan descale pompasının mevcut durumda değişken hız sürücüsü olmadığından yükte ve boşta çalışırken 50 Hz frekansta tam devirde çalıştığı görülmüştür. Ancak pompanın püskürtme yapmadığı zamanlarda iş yapmamasına rağmen ortalama 2.314,56 kW güç tükettiği yapılan sonucu görülmüştür.

Verimlilik artırıcı projenin hedefi, mevcut durumda püskürtme işlemi boyunca yüklü çalışan ve püskürtme yapmadığı zamanlarda boşta çalışmaya devam eden descale pompasının, boşta çalışma süresinde düşük devirde çalışmasını sağlayarak, boşta çalışma sırasındaki enerji tüketimlerinin azaltılmasıdır. Bu amaçla çok sık şekilde boşta çalışan ve toplandığında yıllık çalışma süresinin büyük bir kısmını boşta çalışarak geçiren descale pompasının boşta çalışma sırasında devri değişken hız sürücüsü ile 19 Hz frekansına düşürülerek çalıştırılmıştır.

Pompa üreticisinin vermiş olduğu karakteristik eğriler ile minimum akış limiti değerleri değerlendirilmiş olup 19 Hz frekansının altına düşülmesinin teknik açıdan pompa için uygun olmadığı görülmüş ve bu nedenle boşta çalışma süresi boyunca pompanın devri düşürülerek 19 Hz frekansta çalıştırılmıştır. Üreticinin belirlemiş olduğu bu çalışma limiti kritik devir değeri ilede bağlantılı olup bu limit değeri çalışma parametreleri belirlenirken hassasiyetle üzerinde durulan bir husustur.

Yükte çalışma sırasında ise mevcut durumda olduğu gibi 50 Hz frekansta çalışma devam edecek olup, boşta çalışan pompanın yüke girmesi sırasında sürücü frekansı 19 Hz düzeyinden 50 Hz düzeyine yükseltecektir. Pompanın tekrar boşta düşmesi durumunda 50 Hz frekansta çalışan pompa 19 Hz frekansına düşecek ve püskürtme yapılmayan boşta çalışma süresince bu frekansta çalışmaya devam edecektir. Pompanın iş yaptığı zaman zarfında tasarruf oluşmayacak olup, pompanın bypass'a geçtiği zamanlarda hem debi hem de basma yüksekliğinin düştüğü zamanlarda pompa devri düşürülerek tasarruf sağlanacaktır. Bu devir düşümü, bilhassa pompanın bypass'a geçmesi durumunda olacağından pompanın istenilen basıncı üretmemesi gibi bir durum söz konusu olmayacaktır. Çünkü pompanın zaten

Tablo 3- Uygulama Öncesi Durum Özeti;

Uygulama Öncesi Durum	Değer	Birim
Descale Pompası Saatlik Ortalama Güç Tüketimi	2.709,80	kW
Yükte Çalışma Sırasında Ortalama Güç Tüketimi	3.176,90	kW
Yükte Çalışma Frekansı	50	Hz
Boşta Çalışma Sırasında Ortalama Güç Tüketimi	2.314,56	kW
Boşta Çalışma Frekansı	50	Hz

Uygulama sonrasında yükte çalışma frekansında herhangi bir değişiklik olmayacak ve pompa motoru uygulama öncesinde olduğu gibi 50 Hz frekansta çalışacaktır. Uygulama sonrası boşta çalışma frekansı ise 19 Hz olarak gerçekleşecek ve uygulama öncesinde var olan 50 Hz çalışmaya göre önemli düzeyde enerji tasarrufu sağlanacaktır. Yükte çalışma için uygulama sonrasında 50 Hz frekansında çalışma yapılacağından ve sisteme ilave enerji tüketimi yapan değişken hız sürücüsü takılacağından, yükte çalışma sırasındaki enerji tüketiminde %1 oranında (sürücü kaybı) artış yaşanacaktır. Affinity kanunlarından yararlanarak yapılan hesaplamalardan sonra bulunan sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Uygulama sonrasında descalerdan geçecek olan slab sayısının aynı olacağı ve dolayısıyla 1 saatlik çalışma zamanında descale pompasının ne kadar boşta ve ne kadar yükte çalışacağı aşağıda hesaplanmıştır.

Tablo 4 – Tasarruf Hesabı

Tasarruf Hesabı	Descale Pompası	Birim
<b>Mevcut Durumdaki Enerji Tüketim Miktarları</b>		
Yıllık Enerji Tüketimi	21.461.616	kWh/Yıl
Saatlik Ortalama Enerji Tüketimi	2.709,8	kWh
<b>Frekans Sürücü Uygulaması Sonrasındaki Enerji Tüketim Miktarları</b>		
Yıllık Enerji Tüketimi	12.694.977	kWh/Yıl
Saatlik Ortalama Enerji Tüketimi	1.602,9	kWh
<b>Tasarruf Miktarı</b>		
Yıllık Çalışma Süresi	7.920	saat
Toplam Tasarruf Miktarı	8.766.639	kWh/Yıl
Enerji Birim Fiyatı	0,228675	TL/kWh
Tasarruf Tutarı	2.004.711	TL/Yıl

Hesaplamalar sonucunda descale pompasında uygulanacak olan değişken hız sürücüsü uygulaması sonrasında 1 saatlik çalışmada ortalama enerji tüketiminin 1.602,9 kWh olacağı görülmüştür.

#### 4.4 Uygulama Sonrası Durum Kıyaslaması

Descale pompasında frekans sürücü uygulaması ile ilgili uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında yapılan ölçümler aşağıda belirtilmiştir.

Uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki ölçümler pompa rejim halindeyken ve proseste üretim yapılırken yapılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında 1 saatte aynı slab adetinin temizlenmesine dikkat edilmiştir. Uygulama sonrasında yapılan ölçümlere ait değerler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 5- Enerji Tüketim Sonuç Tablosu

Fizibilite Kıyaslama Tablosu	Descale Pompası	Birim
<b>Uygulama Öncesi Durum</b>		
Toplam Enerji Tüketimi (saatlik)	<b>2.709,8</b>	<b>kWh</b>
<b>Uygulama Sonrası Fizibilite HEDEF</b>		
Toplam Enerji Tüketimi (saatlik)	<b>1.602,9</b>	<b>kWh</b>
<b>Uygulama Sonrası GERÇEKLEŞEN</b>		
Toplam Enerji Tüketimi (saatlik)	<b>1.591,3</b>	<b>kWh</b>

Tablo 6- Fizibilite Hesapları ile Gerçekleşen Kıyaslaması

Fizibilite ile Gerçekleşen Durum Kıyaslaması				
	Fizibilite Hedefine Göre Hesaplama		Uygulama Sonrası Gerçekleşmeye Göre Hesaplama	
Toplam Enerji Tasarrufu (Saatlik)	<b>1.106,90</b>	<b>kWh</b>	<b>1.118,50</b>	<b>kWh</b>
Çalışma Süresi	<b>7.920</b>	<b>Saat/yıl</b>	<b>7.920</b>	<b>Saat/yıl</b>
Tasarruf Edilen Enerji Miktarı	<b>8.766.639</b>	<b>kWh/yıl</b>	<b>8.858.520</b>	<b>kWh/yıl</b>
Enerji Birim Fiyatı	<b>0,228675</b>	<b>TL/kWh</b>	<b>0,228675</b>	<b>TL/kWh</b>
Tasarruf Tutarı	<b>2.004.711</b>	<b>TL/yıl</b>	<b>2.025.722</b>	<b>TL/yıl</b>

Uygulama öncesi sistemin enerji tüketimi için 2.709,8 kWh ölçülmüş olup uygulama sonrasında aynı sayıda slabın temizlenmesi şartında enerji tüketiminin 1.602,9 kWh'e düşeceği teorik fizibilite hesaplamasında hedeflenmiştir. Uygulama sonrasında yapılan ölçümde gerçekleşen tüketimin 1.591,3 kWh olarak gerçekleştiği ve fizibilite öngörüsünün sağlanarak teorik ile fiili sonuçların doğrulaması yapılmıştır.



Resim 1- Orta Gerilim Değişken Hız Sürücüsü (Sinamics Perfect Harmony - GH180)

#### 5. Değerlendirme ve Sonuç

Uygulama öncesinde temizleme işlemi yapılmayan zamanlarda bypass yapılarak çalıştırılan pompanın enerji tüketimi 2.709,8 kWh ölçülmüş ve uygulama sonrasında yüzey temizleme işlemi yapılmayan zamanlarda pompa devrinin değişken hız sürücüsü ile azaltılması sayesinde tüketimin 1.591,3 kWh'e düştüğü ölçülmüş ve pompanın enerji tüketiminde %41'lik azalma gerçekleşmiştir. Enerji verimliliği uygulaması ile birlikte yılda 4.900 ton CO<sub>2</sub> salınımı önlenmiştir.

Bu broşürde verilen bilgiler sadece genel açıklamalar ve performans özelliklerini içermektedir. Bu özellikler, fiilen kullanıldığında her zaman açıklandığı gibi uygulanmamaktadır veya ürünlerin daha da geliştirilmesi sonucunda değişebilir. İlgili özellikleri sağlamak yükümlülüğü, yalnızca sözleşme şartlarında açıkça anlaşmaya varıldığında geçerlidir.

Tüm ürün tanımlamalarının üçüncü şahıslar tarafından kendi amaçlarıyla kullanılması, sahiplerinin haklarını ihlal edebilecek olup bu tanımlamalar Siemens San. Ve Tic. A.Ş. veya tedarikçi şirketlerin ticari markaları veya ürün adları olabilir.

**Daha fazla bilgi için:**  
[www.siemens.com.tr/eos](http://www.siemens.com.tr/eos)

#### **Siemens Türkiye Dijital Fabrika**

Yakacık Cad. No: 111 34870 Kartal  
İstanbul / Türkiye

E-posta:  
[mert.kalpar@siemens.com](mailto:mert.kalpar@siemens.com)

Call Center: 444 0 747

© 2017, Siemens Türkiye

Bizi takip edin:  
[twitter.com/SiemensTurkiye](https://twitter.com/SiemensTurkiye)  
[youtube.com/SiemensTurkiye](https://youtube.com/SiemensTurkiye)  
[instagram.com/siemensturkiye](https://instagram.com/siemensturkiye)

