

Fanlarda Akış Kontrolünün Emiş Klapesi Yerine Değişken Hız Sürücüsü ile Gerçekleştirilmesinin Enerji Verimliliği Bakış Açısıyla İncelenmesi, Mert Kalpar, Siemens Sanayi ve Ticaret A.Ş., mert.kalpar@siemens.com

1. Özet

Günümüzde tüm endüstri kollarında en önemli konulardan biri hiç şüphesiz ki enerji tüketimi ve enerji tasarrufu olgusudur. Üretilen ürün ne olursa olsun neredeyse bütün işletmelerde üzerinde durulan en hassas konu maksimum enerji tasarrufunun nasıl sağlanacağıdır.

Artan enerji maliyetleri ve giderek azalmakta olan doğal enerji kaynakları; başta gelişmiş ülkelerdeki kullanıcılar olmak üzere yavaş yavaş tüm bilinçli işletmeleri, maksimum enerji tasarrufu yapmaya zorlamaktadır.

Elektrik enerjisinden tasarruf denince aklımıza, gerçekleştirilmesi istenen uygulama/üretilmesi gereken ürün için gerekli olan elektrik enerjisini en optimum seviyede kullanmak gelmektedir. Böylelikle de en optimum seviyede enerji tasarrufunun; kayıp enerjinin en düşük seviyede tutularak sistem veriminin yükseltilmesi ile başarılabileceği unutulmamalıdır.

Sanayinin birbirinden farklı kollarını düşündüğümüzde; en yaygın olan cihazın; elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirip bize her türlü uygulamada en mükemmel çözümü sunan elektrik motorları olduğunu fark ederiz. Bu elektrik motorlarının bağlı olduğu mekanik ünitelerde (fan, pompa, kompresör vb.) proses kontrolünün enerji verimliliği göz önünde bulundurularak yapılması sonucunda fan, pompa, kompresör vb. ünitelerde önemli oranlarda enerji tasarrufu gerçekleştirilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler;

fan, debi kontrolü, emiş klapesi, frekans çevirici, değişken hız sürücüsü, enerji verimliliği, tasarruf

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu örnek çalışma ile prosese hava sağlayan bir fanda, fan kontrolünün emiş klapesi yerine motora bağlanacak frekans çevirici vasıtasıyla sağlanmasının oluşturacağı enerji tasarrufu ölçülerek ispat edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla prosese hava sağlayan 45 kW gücündeki bir fanda deneme çalışması yapılmış ve emiş klapesi yerine frekans çevirici kullanımı ile oluşan tasarruflar ölçülerek raporlanmıştır.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Prosesse hava sağlayan fanda yapılan çalışmada üretimin olmadığı bir zamanda fan çalıştırılarak farklı emiş klape açıklığında fanın sağladığı debi ve motorun tükettiği enerji ölçülmüştür. Bu sayede farklı klape açıklıklarında fanın bastığı debideki değişim ve enerji tüketimindeki değişim tespit edilmiştir. Fanın bastığı debi değerleri aynı kalmak koşuluyla klape açıklığı %100'de iken debisel kısma işini frekans çevirici ile yapıldığında oluşan enerji tüketimleri de ölçülmüştür. Her iki çalışma şeklinde yapılan ölçümler kıyaslanarak fanın emiş klapesi yerine frekans sürücü ile sürülmesinin sağlayacağı enerji tasarrufu hesaplanmıştır.



Resim 1- Deneme Ölçümleri Yapılan Fan

2. Fanlarda Enerji Verimliliği

Sanayinin birbirinden farklı kollarını düşündüğümüzde; en yaygın olan cihazın; elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirip bize her türlü uygulamada en mükemmel çözümü sunan elektrik motorları olduğunu fark ederiz. Bu elektrik motorlarının bağlı olduğu mekanik ünitelerde (fan, pompa, kompresör vb.) proses kontrolünün enerji verimliliği göz önünde bulundurularak yapılması sonucunda fan, pompa, kompresör vb. ünitelerde önemli oranlarda enerji tasarrufu gerçekleştirilebilmektedir.

Emiş klapesinin %100 açıklıktan daha küçük açıklıklara (%25-%50) düşmesi sonucunda önemli oranda debi düşüşü ve motorun şebekeden çektiği güç düşüşü gerçekleşmektedir. Ancak emiş klapesi ile bu debi düşüşünün sağlanması durumunda motorun şebekeden çektiği güç düşüşü aynı oranda olmamakla birlikte debi düşüşünün daha azı oranınca, güç tüketiminde azalma gerçekleşmektedir.

Halbuki prosesin ihtiyacına göre aynı debi kısma işlemi, emiş klapesi yerine frekans çevirici ile yapılıyor olsa Affinity kanununa göre debi düşüşü için gerekli frekans düşüşün küpü oranınca motorun şebekeden çektiği güçte düşüş olacaktır.

3. Prosese Hava Basan Fanın Emiş Klapesi ile Sürülmesi Ölçüm Sonuçları

Deneme ölçümleri yapılan fanda öncelikle mevcut durum tespiti yapabilmek amacıyla fanın emiş ağzında bulunan kesitin kapatılması kaydıyla ölçümler alınmıştır. Öncelikle emiş ağzı tam açıkken ölçümler alınarak fanın tam kapasitede sağladığı debi ve güç tüketimi ölçülmüştür. Bu ölçümlerde, fanın havayı bastığı kanal üzerinde uygun noktada pitot tüpü ile hız ölçümü yapılırken aynı anda enerji analizörü ile fan motorunun tükettiği enerji ölçülmüştür.

Bu ölçümler fanın emiş ağzında bulunan kesitin kademeli olarak kapatılmasıyla farklı kısma seviyelerinde tekrarlanmıştır. Bu sayede fanın bastığı hava debisi ve tükettiği elektrik enerjisi, hem emişinde bulunan kesitin %100 açık olması durumunda hem de farklı kısıklıklarda ölçülerek kayıt altına alınmıştır.

Bu çalışma verileri analiz edildiğinde fanın emiş kesitinin kademeli olarak kapatılması ile yani emişinde bulunan bir klape yardımıyla fanın debisi kısıldığında, enerji tüketimlerinin nasıl değiştiği görülmüştür.

Proses hava sağlayan bu fanda emiş kesiti 4 farklı açıklıkta iken ölçümler alınmış ve fanın bastığı debi ve tükettiği enerji kayıt altına alınmıştır. Aşağıdaki tabloda 4 ölçüm noktasındaki değerler belirtilmiş olup emiş klapesi ile fan debisinin kısılması sayesinde fanın elektrik tüketimlerinde de nispi oranda düşüş olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki ölçüm sonuçlarından da görüleceği üzere fan emişi tam açık iken fanın bastığı maksimum debinin 19.146 m³/h olduğu ve bu debiyi sağlarken 16,8 kW güç tükettiği görülmektedir.

Ölçüm Verileri		1	2	3	4
Klape Açıklığı	%	100%	51%	11%	5%
Hava Hızı	m/s	16,5	15,8	8,7	4,7
Kanal Çapı	mm	640	640	640	640
Fan Debisi	m ³ /s	5,3	5,1	2,8	1,5
Fan Debisi	m ³ /h	19.146	18.301	10.105	5.429
Şebekeden Çektiği Güç	kW	16,8	16,4	12,0	9,5
Fan Debisindeki Azalma	%	0%	4%	47%	72%
Enerji Tük. Azalma	%	-	2%	28%	44%

Tablo-1 Emiş Klapesi Debi Kontrolü Ölçüm Sonuçları

2.ölçüm noktasında ise fanın bastığı debi 18.301 m³/h'e düşmüş ve tam kapasiteye göre %4'lük bir kısma işlemi uygulanmıştır. Fan debisindeki %4'lük kısma işlemi sonrasında fanın tükettiği güç 16,4 kW'a gerileyerek %2,1 düşüş göstermiştir.

Emiş kesitinin daha fazla kapatıldığı 3. ölçüm noktasında ise fan debisi 10.105 m³/h'e düşmüş ve tam kapasiteye göre %47'lik bir kısma işlemi uygulanmıştır. Fan debisindeki %47'lik kısma işlemi sonrasında fanın tükettiği güç 12,0 kW'a gerileyerek % 28,4 düşüş göstermiştir.

Emiş kesitinin en fazla kısık olduğu 4. Ölçüm noktasında ise fan debisi 5.429 m³/h'e düşmüş ve tam kapasiteye göre %72'lik bir kısma işlemi uygulanmıştır. Fan debisindeki %72'lik kısma işlemi sonrasında fanın tükettiği güç 9,5 kW'a gerileyerek % 43,6 düşüş göstermiştir.

Fanın emiş klapesi ile sürülmesi durumunda gerçekleştirilecek kısma işlemlerinin fanın bastığı hava debisinde oluşturduğu değişim 4 ayrı nokta ile ölçülmüş ve yukarıda analiz edilmiştir. Bu analizden de görüldüğü üzere fanın bastığı hava debisinde %4'lük bir kısma yapıldığında enerji tüketiminde %2,1 düşüş, %47'lik bir kısma yapıldığında enerji tüketiminde %28,4 düşüş, %72'lik bir kısma yapıldığında enerji tüketiminde %43,6'lık düşüş olduğu görülmektedir.

Fanın bastığı hava debisinin azalması sonucunda fanın tükettiği enerji miktarındaki düşüş maalesef debi düşüşü kadar dahi olmamaktadır. Bunun sebebi ise debi kısma işleminin fanın emişindeki klappenin kısılması ile sağlanmasıdır. Bu kısma işleminin frekans çevirici ile sağlanması durumunda oluşan enerji tüketimleri çok daha düşük oranda gerçekleşmekte olup 4. bölümünde bu ölçümlere yer verilmiştir.

4. Prosese Hava Basan Fanın Frekans Çevirici ile Sürülmesi Ölçüm Sonuçları

Deneme ölçümleri yapılan fanda mevcut durum tespiti yapıldıktan sonra, fanın bastığı hava debileri aynı kalmak koşuluyla fanın emiş ağzında bulunan kesiti tam açılıp (%100) kısma işlemi frekans çevirici kullanılarak yapılmıştır.

Öncelikle emiş ağzı tam açıkken ve fan motoru 50 Hz. frekans ile sürülürken ölçümler alınarak fanın tam kapasitedeki debi ve güç tüketimleri ölçülmüştür. Bu ölçümlerde, fanın havayı bastığı kanal üzerinde uygun noktada pitot tüpü ile hız ölçümü yapılırken aynı anda enerji analizörü ile fan motorunun tükettiği enerji ölçülmüştür.

Emiş kesitinin kademeli olarak kapatılması sonucunda elde edilen öncesi durum ölçümlerinde 4 ayrı noktada ölçümler yapılmıştı. O ölçümler ile kıyaslama yapabilmek için frekans çevirici montajı yapıldıktan sonra aynı hava debileri, frekans çeviricinin hızının ayarlanması yolu ile sağlanmıştır.

Bu sayede fanın bastığı hava debisi ve tükettiği elektrik enerjisi aynı şartlarda ölçülmüş oldu.

Bu çalışma verileri analiz edildiğinde fanın frekans çevirici ile sürülmesi sayesinde fanın debisi kısıldığında, enerji tüketimlerinin nasıl değiştiği görülmüştür.

Aşağıdaki ölçüm sonuçlarından da görüleceği üzere fan motoru 50 Hz. frekansında sürülürken fanın bastığı maksimum debinin 19.238 m³/h olduğu ve bu debiyi sağlarken 17,20 kW güç tükettiği görülmektedir.

Ölçüm Verileri		1	2	3	4
Frekans	Hz	50	47	27,5	15
Hava Hızı	m/s	16,6	15,8	8,7	5,0
Kanal Çapı	mm	640	640	640	640
Fan Debisi	m ³ /s	5,3	5,1	2,8	1,6
Fan Debisi	m ³ /h	19.238	18.324	10.105	5.811
Şebekeden Çektiği Güç	kW	17,2	14,95	3,65	1,02
Fan Debisindeki Azalma	%	0	4%	47%	70%
Enerji Tük. Azalma	%	-	11%	78%	94%

Tablo-2 Frekans Çevirici Debi Kontrolü Ölçüm Sonuçları

2.ölçüm noktasında ise fan motoru 47,0 Hz frekansında sürülmüş ve fanın bastığı debi 18.324 m³/h'e düşmüştür. Tam kapasiteye göre %4'lük bir kısma işlemi uygulanmıştır. Fan debisindeki %4'lük

kısma işlemi sonrasında fanın tükettiği güç 14,95 kW'a gerileyerek %10,7 düşüş göstermiştir.

Debinin daha fazla azaltıldığı 3. ölçüm noktasında ise fan motoru 27,5 Hz frekansında sürülmüş ve fan debisi 10.105 m³/h'e düşmüştür. Tam kapasiteye göre %47'lik bir kısma işlemi uygulanmıştır. Fan debisindeki %47'lik kısma işlemi sonrasında fanın tükettiği güç 3,65 kW'a gerileyerek % 78,2 düşüş göstermiştir.

Fan debisinin en düşük olduğu 4.ölçüm noktasında ise fan motoru 15 Hz. frekansında sürülmüş ve fan debisi 5.811 m³/h'e düşmüştür. Tam kapasiteye göre %70'lik bir kısma işlemi uygulanmıştır. Fan debisindeki %70'lik kısma işlemi sonrasında fanın tükettiği güç 1,02 kW'a gerileyerek % 93,9 düşüş göstermiştir.

Fanın frekans çevirici ile sürülmesi durumunda gerçekleştirilecek kısma işlemlerinin fanın bastığı hava debisinde oluşturduğu değişim 4 ayrı nokta ile ölçülmüş ve yukarıda analiz edilmiştir. Bu analizden de görüldüğü üzere fanın bastığı hava debisinde %4'lük bir kısma yapıldığında enerji tüketiminde %10,7 düşüş, %47'lik bir kısma yapıldığında enerji tüketiminde %78,2 düşüş, %70'lik bir kısma yapıldığında enerji tüketiminde %93,9'luk düşüş olduğu görülmektedir.

Frekans çevirici ile sürülen bir fanda, bastığı hava debisinin azalması sonucunda fanın tükettiği enerji miktarındaki düşüş, emiş klapesi ile kısma yapılan bir fana göre çok daha fazla gerçekleşmektedir. Yani fanda kısma işleminin emiş klapesi yerine frekans çevirici ile yapılması sonucunda önemli oranlarda enerji tasarrufu gerçekleştirilebileceği bu ölçüm ve kıyaslamalarla ispat edilmiştir.

5. Değerlendirme ve Sonuç

Prosese hava basan bir fanda yapılan bu çalışma sayesinde fanın değişken debiyle çalıştığı durumlarda, fan debisinin emiş klapesi ile kısılması yerine emiş klapesi %100'de iken aynı kısma işleminin frekans çevirici ile sağlanması sonucunda fanın enerji tüketimindeki değişim ölçülerek tespit edilmiştir.

Aşağıdaki tabloda aynı fan üzerinde yapılan ölçümler görülebilmektedir. Fan debisinin emiş klapesi ile ayarlanması durumunda oluşan enerji tüketimlerinin, fanın aynı debiyi frekans çevirici kullanılarak ayarlanması durumunda oluşan enerji tüketimlerinden çok daha fazla olduğu görülmektedir.

Ölçüm Noktası	Emiş Klapesi İle Fan Debisinin Ayarlanması		Frekans Çevirici İle Fan Debisinin Ayarlanması		Net Tasarruf
	Fan Debis	Şebekeden Çektiği Güç	Fan Debis	Şebekeden Çektiği Güç	
	m3/h	kW	m3/h	kW	%
1	19.146	16,8	19.238	17,2	-3%
2	18.301	16,4	18.324	15,0	9%
3	10.105	12,0	10.105	3,7	70%
4	5.429	9,5	5.811	1,0	89%

Tablo-3 Frekans Çevirici Debi Kontrolü Tasarruf Sonuçları

Fanın debisinin emiş klapesi yerine frekans çevirici ile ayarlanması durumunda oluşan tasarrufun kısma miktarındaki artışa bağlı olarak arttığı görülmektedir.

1. ölçüm noktasıyla ilgili analiz yapıldığında emiş klapesinin %100 açık olduğu fanın tam kapasitede çalıştığı bir noktada kısma işlemi söz konusu olmadığından, frekans çevirici uygulaması sonrasında bir tasarruftan söz edilemez. Yapılan ölçümlerde tam kapasitede kullanılan fanın frekans çevirici kullanılarak 50 Hz. frekansında sürülmesinin tasarrufa değil aksine tüketim artışına neden olduğu görülmektedir. Bu artış %2,8 gibi düşük bir orandadır. Artışa neden olan unsur ise Frekans Çevirici'nin kayıplarıdır.

2. ölçüm noktasında görülüyor ki; fanlarda %4'lük bir debi kısılmasının emiş klapesiyle değil de frekans çevirici kullanarak yapılmasıyla %8,8 enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Fanın bastığı hava debisi %47 gibi yüksek bir oranda kısılıyorsa (3. ölçüm noktasındaki gibi), bu kısma işleminin emiş klapesi yerine frekans çevirici kullanılarak yapılması sayesinde %69,6 enerji tasarrufu sağlandığı ölçülerek tespit edilmiştir.

Kullanılan fanların proses gereği çok daha fazla kısılarak kullanıldığı yerlerde, örneğin debinin %72 gibi çok yüksek bir oranda kısıldığı 4. ölçüm noktasında, bu kısma işleminin emiş klapesi yerine frekans çevirici kullanılarak yapılması sayesinde %89,2 enerji tasarrufu sağlandığı ölçülerek tespit edilmiştir.

Yapılan deneme çalışması, fanların emiş klapesi ile sürülmesi yerine frekans çevirici ile sürülmesi durumunda yüksek oranlarda enerji tasarrufuna imkan verdiğini ispat etmiştir.

Ölçümler referans alınarak aşağıdaki tablo hazırlanmış ve bu tabloda fan debisinin % olarak hangi kısıklıkta çalıştığına bağlı olarak emiş klapesi yerine frekans çevirici kullanımı ile ne kadar tasarruf sağlanacağı kolayca görülebilmektedir.

Fan Debisindeki Kısılma Oranı	Emiş Klapesi Yerine Frekans Çevirici Kullanılması ile Oluşacak Tasarruf Oranı
%	%
10%	20%
20%	37%
30%	51%
40%	61%
50%	69%
70%	86%
90%	95%

Tablo-4 Farklı Debilerde Tasarruf Oranları