

## POMPALARDA TAHRİK ÜNİTELERİ

Serkan ÖĞÜT

Alarko-Carrier San. ve Tic. A.Ş.

### KISA ÖZET

Genel olarak pompalar, sıvılara hidrolik enerji kazandırarak bir yerden bir yere naklini sağlamak ve akışkanların enerji seviyelerini değiştirmek için kullanılır. İşyerlerinde, yüksek binalarda, tarım sektöründe sıklıkla kullanılırlar. Pompalar dışarıdan aldığı mekanik enerjiyi, içerisinden geçirdiği sıvıya sahip olduğu, verim oranında nakleden makinalardır. Bilimsel çalışmalar, pompaların her kullanım alanına uygun özelliklerini iyileştirmeyi konu edindiğinden günümüze kadar farklı şekillerde pompalar geliştirilmiştir. Pompalar, akışkana kazandıracakları hidrolik enerjinin, sistemde oluşan kayıplar kadar fazlasını mekanik güç şeklinde tahrik ünitesinden alırlar. Bazı pompalar hareketli parçaları sayesinde, hacim değişimi yaparak, sıvıların emilip basılmalarını sağlarken, bir kısımda, içerisinden geçen sıvının kinetik enerjisini değiştirerek emilip basılmalarını sağlarlar. İlk prensibe göre çalışan pompalar hacimsel pompa, ikinci prensibe göre çalışan pompalar ise merkezkaç pompa adını alır. Pompa verimi, pistonlularda daha yüksektir ve %80-95 arasındadır. Merkezkaç pompalarda ise %50-85 arasındadır. Bu çalışmada, hacimsel pompalara göre daha yaygın bir kullanım alanına sahip olan merkezkaç pompaların, tahrik ünitelerinden bahsedilecektir.

### GİRİŞ

Merkezkaç pompalar, dönen bir çarkın kanatları arasına alınan sıvı taneciklerinin ivmelendirilerek çevreye savrulması prensibine göre çalışırlar. Bu pompaların ana elemanları: pompa mili, çark, dağıtıcı, mil yatağı, salmastra kutusu, emme dirseği, emme borusu, dip klapesi, süzgeç, basma borusu, çıkış vanası şeklindedir. Merkezkaç pompalarda söz konusu olan temel fiziksel büyüklükler debi, manometrik basma yüksekliği ve güçtür.

**Debi:** Birim zamanda herhangi bir kesitten geçen akışkan miktarı olup çoğu zaman hacimsel veya kütleli debiler söz konusu olur.

**Manometrik basma yüksekliği:** Pompanın birim ağırlıktaki sıvıyı, emme kanalından alıp içerisinden geçirerek basma kanalına koyabilmesi için kullanacağı iştir.

**Güç:** Birim zamanda yapılan iştir. Pompalar bir tahrik elemanından sağladıkları mekanik enerjiyi, hidrolik enerji halinde içerisinden geçirdikleri sıvıya naklederler. Tahrik elemanı, bir buhar veya gaz türbini (türbo-pomp), benzin veya diesel motoru veya bir elektrik motoru olabilir. Uygun bölgelerde rüzgar enerjisiyle çalışan pompalarda vardır.

### TAHRİK ÜNİTESİNİN GÜCÜ

Akışkanların taşınması için gerekli olan güç akışkanın debisinin toplam basınç ile çarpımına eşittir. Bu güç taşıyıcı sistemin verimine bölünerek tahrik ünitesinden alınması gereken efektif güç bulunur. Gerilim düşümüne, boru direncine vb. değerlere bağlı olarak tahrik gücü %10-15 büyük seçilebilir. Tahrik ünitesinden alınması gereken gücün hesabı için ilk yaklaşımla

$$P_m = \frac{k \cdot Q \cdot H}{\eta}$$

formülü kullanılabilir.

K = Güç katsayısı faktörü,

Q = Akışkan debisi,

H = Toplam basınç

$\eta$  = Pompa verimi ' dir.

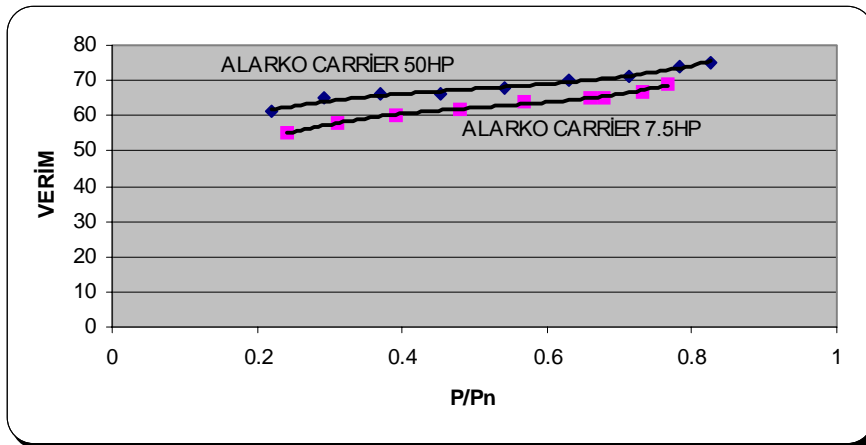
Bu formülde toplam basınç, çıkış ve giriş basınçları arasındaki farka eşit olup statik basınç, dinamik basınç ve basınç düşümünün toplamına eşittir. Dinamik basınç ( $P_d$ ) ise akışkanın ivmelenmesinden

kaynaklanır ve hareket enerjisinin hacme bölümü olup akışkan yoğunluğuna ve akışkan hızının karesine orantılıdır. Basınç kaybı( $\Delta P$ ) ise borunun sürtünme katsayısına( $\lambda$ ), uzunluğuna(L), iç çapına(D), hızına(v) ve yoğunluğuna bağlıdır(d).

$$P_d = \frac{d \cdot v^2}{2}$$
$$\Delta P = \frac{\lambda \cdot L}{D} * \frac{d \cdot v^2}{2}$$

**Günümüzde merkezkaç pompaların tahriğinde çoğunlukla elektrik motorları kullanılmaktadır.** Elektrik motorları içerisinde de diğerlerine göre birçok avantajlara sahip olan sincap kafesli asenkron motorlar tercih edilmektedir. Bu tür motorların tüm motorlar içerisindeki kullanım payı %80-90 arasındadır. Bunun nedeni, sincap kafesli asenkron motorların yapımı en kolay, işletme güvenliği en yüksek, bakım gereksinimi en az, boyutlarının küçük ve ucuz olmasıdır. Günümüzde yarıiletken teknolojisinin gelişmesi ile ortaya çıkan hız ayar üniteleri, sincap kafesli asenkron motorların doğru akım motorlarının ve bilezikli asenkron motorlarının yerini almasını sağlamıştır. Merkezkaç pompalar gerek yeni kurulan sistemlerde gerekse eski sistemlerin daha verimli çalıştırılmaları için değişken hızlarla tahriklerin kullanılabilmesi için uygun iş makinalarıdır. Ancak özellikle ülkemiz endüstrisinde pompaların tahrik ünitesi olarak sabit hızlı elektrik motorları kullanılmaktadır. Dolayısıyla işletmedeki akış kontrolü büyük bir enerji sarfiyatına neden olmaktadır. Değişken hızlı tahrikler kullanılması aynı miktarda hatta daha büyük miktarlarda akış kontrolünü, işlem sırasında daha az kayıp oluşturarak yapılmasını sağlar. Belli bir işletme için gerek klasik yöntemlerle akış kontrolü gerekse değişken hızlarla akış kontrolü için ayrı ayrı hesap yapıp her iki durumda harcanan enerji farkına bakarak iki sistemi karşılaştırmak gerekir.

Ayrıca elektrik enerjisi tasarrufunun bazı ülkelerde neredeyse yasal bir zorunluluk haline getirildiği şu günlerde bir pompa tahrikinde kullanılacak elektrik motorunun, enerji kullanımında tutumlu, performansının yüksek ve uzun ömürlü olmasına dikkat etmek gerekir. Özellikle akış kontrol sistemlerinde kullanılan tahrik ünitelerinde bu tür özelliklerin olmasına özen gösterilmelidir. Çünkü bu alanda büyük bir tasarruf potansiyeli vardır. İyimsen bir tahminle pompalarda tüketilen enerji, günümüzde taşıt araçlarının tükettiği enerjinin üçte biri kadardır ve üretilen elektrik enerjisinin üçte ikisi merkezkaç ya da akış sağlayan düzenlerde kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu alanda yapılacak enerji tasarrufu ve üretim iyileştirmeleri küçümsenemeyecek boyutlara varmaktadır. Aslında elektrik motorlarında verimin nasıl yükseltilebileceği eskiden beri biliniyordu fakat ucuz enerji fiyatları buna gerek bırakmıyordu, hatta ekonomik olmasını engelliyordu. Ayrıca bir motordaki verim artışının anlamlı olabilmesi için uzun süreli kullanılıyor olması gerekmektedir. Elektrik motorlarında verimin yüke bağlı olarak değiştiğini, geniş bir bölgede düz bir eğri çizdiğini ve verim açısından en sakıncalı durumun kısmi yüklemeler olduğunu aşağıdaki grafikten görebiliriz.



Bir elektrik motorunda verimi artırmanın başlıca üç yöntemi vardır:

- 1-)Besleme geriliminin ve frekansın yüke uyumu
- 2-)Malzemenin etkin kullanımı
- 3-)Daha ileri bir üretim teknolojisinin kullanılması

Bu bilgiler ışığı altında Alarko-Carrier firması, halen üretmekte olduğu yer altı sularının içme ya da sulama amacıyla yeryüzüne çıkarılması için kullanılan dalgıç moto-pompların tahrikinde kullanılan dalgıç motor konusunda daha yüksek performansa sahip bir dalgıç motor serisi geliştirmek amacıyla yeni bir tasarım projesini 1998 yılında başlatmış ve 2000 yılında bitirmiştir. Bu projenin konusu olan dalgıç motorlar, yapıları gereği normal kafesli asenkron motorlardan farklıdır. Çoğunlukla ıslak statorlu olarak imal edilirler.Hava aralığının su ile dolu olması ve çalışma ortamlarından dolayı imalat ve test sırasında kuru tip motorlara göre dezavantajları olan bir motor çeşididir, stator sargılarında kullanılan tel PVC,PP,XLPE gibi plastik izolasyonludur. Bundan dolayı oluk doluluk oranı telin hem bakır çapından hem de izolasyon kalınlığından etkilenmektedir.Dalgıç moto-pomp'lar da motor, pompa ile birlikte besleme borusuna asılı olarak sarkıtıldığı kuyuda su soğutmalı olarak çalışır. Rotor sürtünme kayıplarını azaltmak için ince uzun biçimde yapılı ve su tarafından dış yüzeyden soğutulur. Motorun yatakları su ile soğutmalı ve yağlamalıdır.Yağlama ve salmastra bakımı olmayan, kaymalı yatakları su ile yağlanan ve taşınan sıvıda çalışan Alarko Carrier dalgıç motorlarda daldırma derinliği 400-500m' lere, debiler ise 550m<sup>3</sup> 'e kadar ulaşmaktadır. ODTÜ ile birlikte yürütülen ve TÜBİTAK tarafından desteklenen bu geliştirme projesinde verimi artırmak amacıyla yukarıda bahsedilen yöntemlerden ikincisi yani kullanılan malzemenin daha etkin hale getirilmesi yöntemi kullanılmıştır. Mevcut magnetik malzemenin daha etkin hale getirilmesi stator oluk yuvalarının özellikle diplerinde yapılan şekil değişikliği ile olmuştur. Bu değişiklik sayesinde aynı kalitedeki saclarda oluşan magnetik devre kayıplar azaltılmış böylece verimin artırılması sağlanmıştır.

Üniversite – Sanayi işbirliğine güzel bir örnek teşkil eden bu proje kapsamında, yazılımı ODTÜ tarafından geliştirilen TPCAD üç fazlı asenkron motoru tasarım programı ve ayrıca sonlu elemanlar yöntemi ile dizayn analizi ve optimizasyonu olan ANSYS/Emag (Emag,ANSYS programının sadece elektromagnetik analizler için özelleştirilmiş bölümüdür.)programları satın alınmıştır. Böylece proje sayesinde firmamıza, ileride uygulanması düşünülen motor tasarımı projeleri için iyi bir altyapı kazandırılmıştır.Yine bu proje kapsamında, AR GE çalışmalarında kullanılacak hassasiyete sahip, dalgıç motorların kuyu içinde çalışmasını tam olarak simüle edebilen ve bir asenkron motorun tüm spesifikasyonlarını verebilen bir test standı alınmıştır.

TPCAD ve ANSYS/Emag kullanılarak yapılan bu tasarımda iki koşul altında çalışılmıştır. Bunlardan birincisi stator dış çapının 6" motorların kuyu çapına uygun olacak şekilde belli bir değerde sınırlandırılması , diğeri ise bu serideki tüm güçlerde aynı stator oluk şeklinin kullanılması zorunluluğuydu. Bu koşullar altında yapılan mühendislik çalışmaları önce sözkonusu tasarım ve optimizasyon programları kullanılarak bilgisayar ortamında denenir daha sonra uygun görülürse prototip yapılı ve prototipin test standında test edilmesiyle hedef değerlere ulaşıp ulaşılmadığı kontrol edilirdi.

Yakın zamanda üretimine geçilmiş olan yeni seri motorlarda, öncekilerine oranla %12 daha az malzeme kullanılmasına ve boyutların ortalama %10 küçülmesine rağmen eski seri motorlara göre daha yüksek bir performans söz konusudur. Daha yüksek bir performans ile anlatılmak istenen ise;

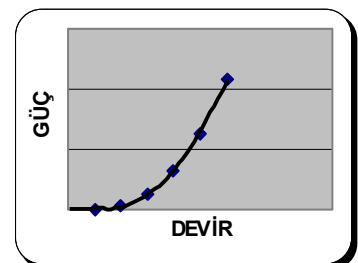
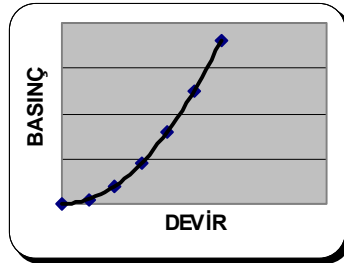
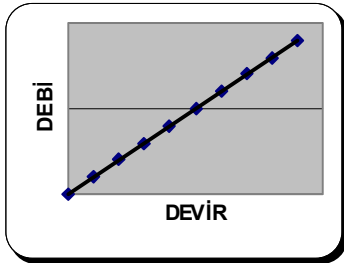
**Yüksek Verim:**Verim yüksek olduğu için enerji dönüşümü sırasındaki kayıplar ve motorun ısınması az, ömür uzundur. Bu projede, verimi artırmak için yapılan mühendislik çalışmasının, diğer verim artırıcı çalışmalara göre en önemli farkı verimi artırmasına rağmen üretim giderlerini de azaltmasıdır. Çünkü normalde verim yükseltici her önlem üretim giderlerini artırır.Bu durum ise yapılan çalışmanın ekonomik açıdan yapılabilir olup olmadığını incelemeyi gerektirir.

Örneğin yüksek verimin getirdiği kayıp azalması ve parasal tasarrufu gösteren, bir Amerikan motor yapımcısı tarafından hazırlanan tablo aşağıdaki gibidir.Bu tabloda yüksek verimin önemi açıkça anlaşılmaktadır.

| GÜÇ (HP) | YÜKSEK VERİMLİ MOTORDA VERİM(%) | STANDART MOTORDA VERİM(%) | KAYIP AZALMASI(W) | PARASAL TASARRUF(\$) |
|----------|---------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|
| 3        | 88.5                            | 79.9                      | 272               | 78                   |
| 5        | 88.5                            | 83.1                      | 274               | 79                   |
| 7.5      | 90.2                            | 83.8                      | 474               | 136                  |
| 10       | 90.2                            | 85                        | 506               | 146                  |
| 15       | 91.7                            | 86.5                      | 734               | 211                  |
| 20       | 93                              | 87.5                      | 1008              | 290                  |
| 25       | 93                              | 88                        | 1139              | 328                  |
| 30       | 93                              | 88.1                      | 1338              | 385                  |
| 40       | 93.6                            | 89.4                      | 1498              | 431                  |
| 50       | 94.1                            | 90.4                      | 1622              | 467                  |
| 60       | 94.1                            | 90.3                      | 2002              | 576                  |
| 75       | 95                              | 90.8                      | 2724              | 784                  |
| 100      | 95                              | 91.6                      | 2915              | 839                  |
| 125      | 95.4                            | 91.8                      | 3833              | 1104                 |
| 150      | 95.8                            | 92.3                      | 4429              | 1275                 |
| 200      | 95.8                            | 93.3                      | 4173              | 1202                 |
| 250      | 95.8                            | 93.6                      | 4576              | 1318                 |
| 300      | 95.8                            | 93.8                      | 4981              | 1435                 |

**Yüksek güç katsayısı:** Akış kontrol sistemlerinde tahrik ünitesi olarak kullanılan asenkron motorların zayıf bir tarafı güç katsayılarının düşük olmasıdır. Dalgıç motorlarda hava aralığındaki su nedeniyle bu değer daha da düşmektedir. Güç katsayısı değeri motorun yapımına büyük oranda bağlıdır. Bu geliştirme projesi sonucunda ortaya çıkan yeni seri motorlarda verimin artırılması, ihtiyaç duyulan manyetik akı yoğunluğunu azalttığı için güç katsayısının yükselmesini sağlamıştır. Güç katsayısı yüksek olduğu için motor beslediği elektrik şebekesini az zorlamakta ve kompanzasyon masrafları o oranda düşük olmaktadır. Bu da yatırım masrafını azaltmaktadır.

**Yüksek Devir:** Yeni motorlar, aynı güçlerini eskiye oranla daha yüksek devirlerde vermekteler. Bu durumda pompa debisi, devirlerin arttığı oranda, basma yüksekliği ise devir artışının karesi ile artmaktadır. Aynı güç ile tahrik edilmesine rağmen devir artışından kaynaklanan debi ve basma yüksekliğinin artması moto-pomp sisteminin genel verimini artmasını sağlar. Bu da aynı kademe sayısındaki bir pompada daha yüksek bir performans ya da aynı performansın daha düşük kademe sayısı ile sağlanması demektir. Özellikle akış kontrol sistemlerinde tahrik ünitesinin aynı gücünü yüksek devirlerde vermesi çok önemlidir. Çünkü debi, basma yüksekliği ve çekilen güç devirle değişmektedir ve bu değişim aşağıda grafiksel olarak gösterilmiştir.



Yeni serinin teknik özellikleri, dünyada en iyi diye bilinen üç ayrı firmanın motor serisi ile karşılaştırılmış ve verim açısından en iyiler arasında birinci sırada, devir ve güç katsayısı açısından ise ikinci sırada yer almaktadır.

Yeni kurulan veya çalışmakta olan akış tahrik sistemlerinde tahrik ünitesinin yukarıda da bahsedildiği gibi farklı hızlarda çalışabiliyor olmasına, veriminin yüksek olmasına, performansının iyi olmasına ve uzun ömürlü olmasına dikkat etmek gerekir. Bu özelliklere sahip bir tahrik ünitesi için yapılacak yatırım ve böyle bir tahrik ünitesinin zaman içerisinde getireceği ekonomik faydalar değerlendirilmelidir. Ünitenin toplam ömrü dikkate alındığında işletme maliyetinin, ilk yatırım maliyetinden kat kat daha fazla olmasından dolayı ( normal bir asenkron motorun ömrü boyunca kendi maliyetinin yaklaşık 200 katı kadar enerji tükettiği kabul edilebilir.) ilk yatırım maliyetine çok fazla önem vermemek gerektiği anlaşılmalıdır.

#### **REFERANSLAR:**

- [1] "Hacimsel ve Merkezkaç Pompalar" Prof. Dr. Kirkor Yalçın
- [2] "Sanayide Elektrik Enerjisi Nasıl Tasarruf Edilir?" İTO/ Yayın no:2000-36
- [3] "Elektrik Motörleri" İlhami Çetin