

# YAPISAL FARKLILIKLAR İÇEREN SU-JETİ KESME SİSTEMLERİNİN EN UYGUNUNUN BELİRLENMESİ

**Necdet GEREN\*, Tarkan TUNÇ\*\***

*Gelişen ve zorlaşan günümüz rekabet şartlarında, ürünün piyasada istenen yeri edinebilmesi için, çoğu kez hammaddelere yüksek veya yeni teknoloji ilavesi gerekmektedir. Teknoloji seçiminde ileri veya yeni teknolojiler tam olarak bilinmediği ve incelenmediği zaman da rekabet şansı yitilmektedir. Oysa en uygun seçimin yapılması rekabet için önemlidir. Yapısal farklılıklar içeren su-jeti teknolojisi sağladığı operasyonel ve ekonomik faydalardan dolayı gelişmiş ülke endüstrilerinde yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Bu çalışma daha iyi bir rekabet şansı için, kullanım amacına en uygun su-jeti kesme sistemi seçiminin nasıl yapılması gerektiği sorusunu cevaplamaktadır. Ayrıca, ilgili uygulamalarda elde edilebilecek kazançlar da verilerek bu teknolojinin ülkemizde daha iyi tanınması amaçlanmıştır.*

**Anahtar sözcükler: ?????????/**

*Global competition is forcing many end-user industries to use new or high technologies in order to add better value into their products. On the other hand when new technologies are not known or not deeply analysed, the chance for global competition may be lost. The suitable purchasing decision positively affects productivity and profit. Water-jet cutting systems which have many structural differences have been widely used in industrialised countries due to its superior operational and economic advantages. This paper aims to provide a guide to give the best purchasing decision of a water jet cutting system among the different alternatives.*

**Keywords: ????????**

\* Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği

Bölümü

\*\* Makina Yüksek Mühendisi

## GİRİŞ

Su jeti kesme sistemi, basıncı artırılan suyun bir lüleden geçirilmesiyle elde edilen yüksek hızlardaki su jeti hüzmelerinin veya aşındırıcı-su jeti karışımının, çarpma etkisiyle malzemeden parçacıklar aşındırması ve bunun sonucu olarak parçanın işlenmesi esasına dayanır. Kısaca, su jeti teknolojisi aşındırıcılı ve aşındırıcısız sistemler olmak üzere ikiye ayrılırlar. İlk defa 1970 lerde kullanıma giren aşındırıcısız sistemler sadece su-jeti sistemleri olarak da adlandırılırlar. Isıl gerilmeler ve radyasyon oluşturmadan parlak ve kompozit malzemeler dahil, hemen her türlü malzemeyi kesip işleyebilen aşındırıcılı su-jeti sistemleri 1982 den sonra metal endüstrisinde ön plana çıkmıştır. Aşındırıcı katkılı su jeti sistemlerinin lazer, elektron ışınlı ve plazma ark kesme sistemlerine ilk yatırım maliyetleri ve içerdiği kesme özellikleri yönünden kesin üstünlük

sağlamaları aşındırıcı sistemlerin kullanımının yaygınlaşmasına neden olmuştur. Ayrıca, frezeleme işlemlerinde konvensiyonel talaş kaldırma sistemlerine, kesme kalitesi ve karmaşık şekilleri kesme yönünden üstünlük sağlarlar. Fakat, daha yüksek çalışma basınçlarına çıkılması ve su jetinin dağılmasını önleyen bazı katkı maddelerinin de kullanılmasıyla, aşındırıcısız su jeti teknolojisi de daha yaygın kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Bu nedenle, metal endüstrisi haricindeki diğer endüstrilerde de su jeti teknolojisinin kullanımına çok hızlı bir geçiş olmuştur. Su-jeti nozulunun robot, bilgisayar kontrollü sayısal konumlama tablası gibi esnek üretim sistemlerine rahatlıkla yerleştirilmesi ve karmaşık şekilleri yüksek kesme hızlarında kesebilmeleri bu sistemlerin gelişmiş ülkelerde kullanımını daha da yaygın hale getirmiştir. Son yıllarda, aynı tip ürün çeşitliliğinin artması tüketici taleplerini artan ürün çeşitliliği nedeniyle çok yüksek imalat sayılarından orta ve bazen de daha az sayıdaki üretimlere indirmiştir. Bu gereksinme, esnek imalat sistemleri kullanımını ve esnek imalat sistemlerine adapte olabilen teknolojileri ön plana çıkardığından aşındırıcı ve aşındırıcısız su jeti sistemleri, kullanımı hızla artan yeni teknolojiler sınıfında yer almışlardır.

Kısaca özetlenirse, su-jeti sistemleri kesilen yüzey kalitesi, kesme hızı, uçucu kesme tozu çıkarmaması; aşındırıcısız sistemlerin gıda endüstrisi gibi sıhhi uygulamalarda kullanılabilir olması, kesme kuvvetlerinin çok küçük olması, sert, yumuşak, yapışkan malzemelerin aynı nozulla kesilebilmeleri, ince parçaların üst üste konularak aynı anda kesilebilmeleri gibi çok sayıda üstünlük sağlarlar. Sağladığı bu kadar çok üstünlüğe karşın, su-jeti teknolojisinin ülkemizde yeterince kullanılmasının en önemli nedeni bu teknolojinin yeterince tanınmıyor olmasıdır. Bu da, teknoloji seçiminde hatalı karara neden olan önemli faktörlerden biridir. Ayrıca, su jeti sistemleri de kendi yapılarında içerdikleri elemanlara bağlı olarak farklılıklar içerdiklerinden, en uygun sistemin seçimi daha da önem kazanmaktadır. Bu farklılıklar, sistemin kesme özelliklerini, ilk yatırım ve çalıştırma maliyetlerini etkilemektedir. Bu nedenle, her özel uygulama için en uygun sistemin seçilmesi kullanıcı için önem taşımaktadır. Bu çalışma daha iyi bir rekabet şansı için, kullanım amacına en uygun su-jeti kesme sistemi seçiminin nasıl yapılması gerektiği sorusunu cevaplamaktadır. Ayrıca, ilgili uygulamalarda elde edilebilecek kazançlar da özetlenerek, bu teknolojinin ülkemizde daha iyi tanınması amaçlanmıştır.

## **SU JETİ KESME SİSTEMLERİNDEKİ YAPISAL FARKLILIKLAR**

Su jeti kesme sistemleri temelde aynı işi yapmalarına karşın içerdikleri yüksek basınç elde etme yöntemine göre farklılıklar içerirler. Bu farklılık, sistemin kesme kabiliyeti ile birlikte ilk yatırım ve çalıştırma maliyetini de etkilemektedir. Yapılan işe en uygun seçimin yapılabilmesi için öncelikle yüksek basınç elde etme yöntemlerinin tanınması gerekmektedir. Su jeti kesme sistemlerinde kullanılan basınç elde etme yöntemleri önce pistonlu pompalar ve basınç arttırıcılar olmak üzere iki sınıfa ayrılabilirler. Pistonlu pompalar küçük hacimli üç veya daha fazla silindirden oluşur ve aşınmayı minimize edebilmek amacıyla yaklaşık 600 dev/dak çalıştırılırlar. Bunların çalışma prensibi pistonlu motorlarda veya pistonlu hidrolik pompalarda olduğu gibidir fakat silindirler içine düşük basınçlı su alınarak, bu su maksimum 3000 bar'a kadar çıkarılabilmektedir. Su jeti sisteminin debisi, basınca ve lüle çapına bağlı olarak değişir. Bu tip pompalar kullanarak 3000 bar'dan daha yüksek basınçlara çıkmak mümkün olmamakla birlikte bu pompaların en önemli avantajları, basınç dalgalanmalarının kesme işlemlerini etkilemeyecek derecede düşük olması ve düşük çalışma basınçları nedeniyle bakım gereksinmelerinin diğer tipe oranla az olmasıdır [1,2].

Basınç arttırıcılar da çalışma prensiplerine göre çift etkili ve fazlı-çift etkili tip olmak üzere iki alt sınıfa ayrılırlar. Çift etkili basınç yükseltici hidrolik güç ile sürülen emme basma tulumba esasına göre tasarlanmıştır (Şekil 1). Bir hidrolik silindirin iki tarafına birer adet su silindiri yerleştirilmiştir. Her iki silindirin içinde hareket eden pistonlarda ortadaki hidrolik silindirin bağlı olduğu piston roduna tek parça halinde bağlanmıştır. Böylece hidrolik pistonun hareket yönüne bağlı olarak bir

yöndeki silindir emme işlemini gerçekleştirirken diğer taraftaki silindir basma işlemini gerektirir. Şekil 1’de gösterilen 1 ve 3 nolu çekvalfler sadece düşük basınçlı (4 - 5 bar) filitrelenmiş saf suya (pH;  $7 \pm 0.5$ ) yol verirken, 2 ve 4 nolu çekvalfler yüksek basınca çıkarılan (3000-4000 bar) suya yol vermektedir [3].

Su silindirlerinde basınç, Pascal prensibi gereği, yağ silindir alanı ile ters orantılı olacak şekilde artırılır. Alanlar oranı, basınç yükseltme oranı olarak adlandırılır ve bu oran 20 civarındadır. Bu sistemlerde basınç 4000 bar civarında olmakla birlikte yakın zamanda 7000 bar’ a kadar çıkabilen bir proto-tip sistemin denenmekte olduğu bildirilmiştir [4]. Bu tip sistemlerin en büyük dezavantajları silindir strokları sonuna gelen pistonlar yön değiştirdiğinde basınçta ani bir düşüşün olmasıdır. Bu düşüşü önlemek amacı ile nozul veya lüle öncesi basıncı düzenleyen akümülatör adı verilen bir depo kullanılmaktadır. Akümülatör basınçtaki dalgalanmaları en aza indirmektedir. Sistemde basınç artırma işleminin sürekliliği, yaklaşım algılayıcıları (elektronik sensörler veya sınır anahtarları) tarafından son konumu algılanan yağ silindir pistonunun yönünün değiştirilmesi ile elde edilir. Kontrol tamamen hidrolik esaslı olabileceği gibi elektro-hidrolik esaslı da olabilmektedir [3]. Hidrolik esaslı kontrol de hidrolik pilotlu, hidrolik kumandalı valfler ve sınır anahtarları kullanılmaktadır. Elektro-hidrolik esaslarda ise solenoid kumandalı ana hidrolik valfler ve hidrolik pistonun son konumunu algılayan endüktif yaklaşım algılayıcıları kullanılmaktadır. Endüktif yaklaşım algılayıcılarından gelen komutlar bir PLC (Programmable Logic Controller) tarafından değerlendirilerek solenoid kumandalı ana hidrolik valfine gönderilen elektriksel sinyal ile valfin yolu değiştirilerek süreklilik elde edilmektedir [3].

Fazlı-çift etkili basınç yükselticiler, çift etkili sistemdeki basınç düşüşünü önlemek amacı ile tasarlanmış daha gelişmiş bir sistemdir. Bu sistemin çalışma prensibi temelde diğeri ile aynı olmasına karşın, sistem iki adet tek taraflı hidrolik silindir ve su silindiri içerecek şekilde tasarlanmıştır. Her iki hidrolik silindir içine gönderilen yağın debisi (dolaylı olarak piston hızları) özel tasarlanmış bir manifold ile kontrol edilerek, bir su silindirindeki piston stroğun sonuna geldiğinde diğerrinin stroğunun ortasında olması sağlanmaktadır (Şekil 2). Böylece, akümülatör gibi en tehlikeli sistem elemanına olan gereksinme ortadan kaldırılarak, sistemin sürekli sabit basınç yaratması sağlanmıştır. Temelde daha basit gibi görünen bu sistemin kontrolü ve kontrolü gerçekleştiren manifoldun yapısı daha karmaşıktır [5].

## Şekil 2. Fazlı Tip Basınç Yükseltici Çalışma Prensibi

### Basınç Elde Etme Yöntemi

Metal endüstrisinden tekstil ve gıda endüstrisine kadar geniş bir kullanım alanı bulan su jeti sistemlerinin her uygulaması için en uygun basınç yükseltme tekniğinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle, kullanılan basınç elde etme yöntemleri kullanılan endüstri dalına bağlı olarak daha kolay seçilebilmesi amacıyla Tablo 1 de karşılaştırılmıştır.