

## SU JETİYLE İŞLEME VE EKO TASARIM İLİŞKİSİ

Ceyda KOCABAŞ\*, Aslı ONUR\*\*, Birol AKYÜZ\*\*\*

Bilecik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina ve İmalat Mühendisliği Bölümü 11000,  
BİLECİK

\*ceyda.pak@bilecik.edu.tr, \*\*asliozturk@gmail.com, \*\*\*birol.akyuz@bilecik.edu.tr

### ÖZET

Günümüz tüketim dünyasında ürünlerin müşteri isteğini karşılama yanısıra, ürünlerin çevreye ve insan sağlığına önem veren bir çerçevede üretilmesi, sunulması ve ürün yaşam çevrimi boyunca bu özelliğini koruması hayati önem taşımaktadır. Bu kapsamda çevreye duyarlı tasarım ön plana çıkmış ve bu kavramın temel taşlarından biri olan üretim süreçleri boyunca da ürünün çevreye zararının önlenmesine yönelik çalışmalar başlatılmıştır. İleri imalat teknolojilerinden biri olan su jetiyle işleme yöntemi tamda bu noktada geleneksel işleme yöntemlerine alternatif oluşturabilecek şekilde karşımıza çıkmıştır. Su jetiyle işlemede hammadde olarak doğal kaynaklarımızdan biri olan su kullanılmaktadır. Bu sayede çevreye ve insan sağlığına olumsuz yönde etkilerin olmadığı, bir işleme yöntemi sunmaktadır. Bu çalışmada su jetiyle ve aşındırıcı su jetiyle işleme yöntemleri ekotasarım çerçevesinde ele alınmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Eko-tasarım, Temiz Üretim, Su Jetiyle İşleme

### ABSTRACT

It is known that our world became product consumption world, we always produce and produce in accordance with customer requests. However it is so vital to protect environment and human health while producing, serving these products and also during life cycle of the product. In this concept "Eco Design" or "Design For Environment" term took over and one of the main subject of eco-design is making studies for protecting environment during production processes At this point water jet machining, one of the advanced machining methods can be used in terms of eco design production process methods instead of conventional machining methods. Water, one of our natural resource is used as a raw material in waterjet machining. In this way, any negative impact will not occur related the environment and human health, with this method of processing. In this study, Water jet machining and abrasive waterjet machining analyzed in the concept of eco-design.

**Keywords :** Eco Design, Cleaner Production, Waterjet Machining

### 1.GİRİŞ

Ekonomi biliminin de vurgulandığı gibi insan ihtiyaçlarının sınırsız olmasına karşılık, bunları karşılayacak olan doğal kaynakların kısıtlı miktardadır. İhtiyaçların karşılarken çevre kirliliğinin önüne geçmek, kısıtlı doğal kaynakların korumak ve gelecek kuşaklara aktarmak günümüz dünyasında temel amaçlarımızdır. Üretim süreçlerinde işlem sonu çözümlerden, daha temiz üretim yoluyla, önleyici çözümlere doğru gidilmektedir. [1]

Sürdürülebilirlik ve Ürün Tasarımı, Birleşmiş Milletler tarafından yayınlanmış Ortak Geleceğimiz adlı yayında sürdürülebilirlik mevcut durumdaki gereksinimleri karşılarken, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama imkanını koruyan gelişim olarak tanımlanmıştır. [2]

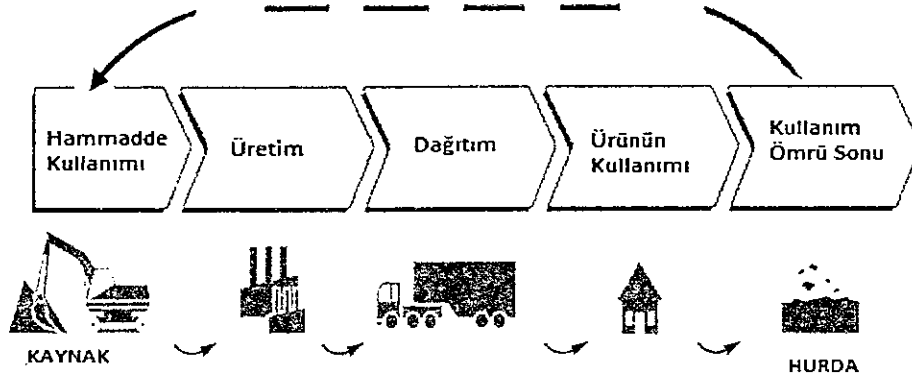
Yasal zorunluluklar ve toplum tarafından oluşturulan baskılar, işletmelerin çevre koruma faktörünü göz önüne alarak üretim yapma gerekliliğini getirmiştir. İmalat sırasında kullanılan hammaddenin doğadan temini ve üretim esnasında veya üretim sonucunda ortaya çıkan atıkların tekrar doğaya verilmesiyle, çevre hızla zarar görmektedir. Çevre yönetimi, bir işletmenin çalışmalarını çevreyi daha az etkileyecek şekilde yürütmesidir. [3]

## 2. EKO TASARIM KAVRAMI

Endüstride kullanılan sürdürülebilir ürün geliştirme yaklaşımlarının temeli ürünlerin çevre üzerine olumsuz etkilerini azaltmaya yöneliktir. Bu yaklaşım eko-tasarım ya da çevreye duyarlı tasarımı olarak bilinmektedir ve doğrudan doğruya ürün-çevre ilişkileri temelinde tasarım çerçevesi oluşturmaktadır. [ 1 ]

## 3. TEMİZ ÜRETİM

“Temiz Üretim” kavramı ilk olarak Birleşmiş Milletler Çevre Programı (ÜNEP)Endüstri ve Çevre Bölümü tarafından 1989 yılında ortaya atılmıştır. Temiz üretim, bütünsel önleyici bir çevre stratejisinin ürün ve süreçlere sürekli olarak uygulanması ile insanlar ve çevre üzerindeki risklerin azaltılmasıdır. (United Nations Environmental Programme)



Şekil 1. Ürün Akış Çevrimi

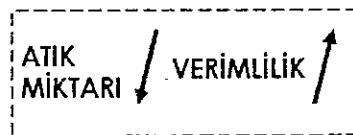
### 3.1. Proseslerde Temiz Üretim

Ham madde ve enerji kullanımının, toksik madde kullanımının, üretim ve hizmet süreçlerinden kaynaklanan tüm emisyon ve atıkların miktar ve toksisitelerinin kullanımını azaltması demektir. [ 4 ]

Temiz üretimde kullanılan başlıca araç ve metodlar şunlardır:

- Atık Denetleme,
- Enerji Denetleme,
- Risk Denetleme,
- Çevresel Yasa Yönetmeliklerle uyum Değerlendirmesi,
- Çevresel Etki Değerlendirme,
- Yaşam Döngüsü Analizi,
- Teknoloji Değerlendirme,
- Kimyasal Değerlendirme

Temiz üretim, yaklaşık 20 yıldır pek çok ülkede "kirlilik önleme", "atık minimizasyonu", "temiz teknoloji", "çevre yönetimi", "verimlilik", "doğal kaynak korunumu" gibi başlıklarla anlatılmaktadır. Tüm bu kavramlar sürdürülebilir kalkınmanın üç temel hedefine (çevre, ekonomi, toplum) işaret etmektedir [ 5 ] .



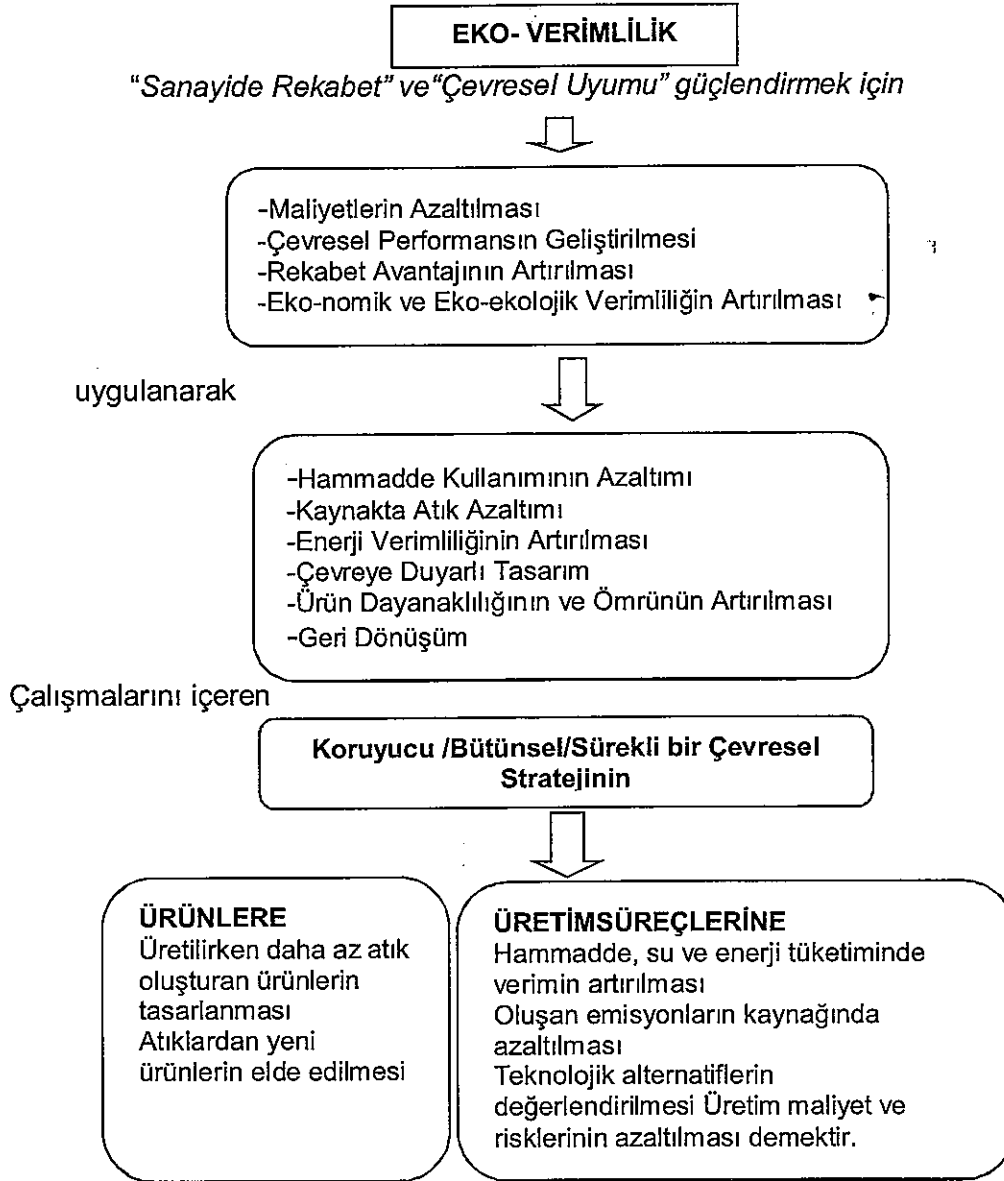
Şekil 2. Atık Miktarı- Verimlilik İlişkisi [3]

**Tablo 1. Temiz Üretim Yaklaşımının Kirlilik kontrolü Yaklaşımlarından Temel Farklılıkları**  
[5]

Kirlilik Kontrolü Yaklaşımları	Temiz Üretim Yaklaşımları
Kirleticiler filtreler ve atık arıtım teknik ve teknolojileriyle kontrol edilir; yani problemin kendisi değil, sonucunda ortaya çıkan olumsuzluklar giderilmeye çalışılır.	Kirleticilerin oluşumu, kaynağında ve bütünsel (entegre) tedbirlerle önlenir.
Kirlilik kontrolü, proses ve ürünler geliştirildikten ve kirlilik problemi ortaya çıktıktan sonra gündeme gelen uygulamalardır.	Kirliliğin önlenmesi, proses ve ürün geliştirme sürecinin ayrılmaz bir bolumudur, dolayısıyla daha etkilidir.
Kirliliğin kontrolü ile gerçekleştirilen çevresel iyileştirmeler, kuruluşlarca ilave bir maliyet faktörü olarak görülür.	Kirleticiler ve atıklar, zararsız hale getirilerek faydalı ürün ya da yan ürünlere dönüştürüleebilecek potansiyel kaynaklar olarak görülür.
Kirlilik kontrolü teknolojilerinin uygulanması, atık yöneticileri vb. çevre uzmanlarının görevidir.	Çevresel iyileştirmelerin ve temiz üretim gereklerinin yerine getirilmesi, tasarım ve proses mühendisleri de dahil olmak üzere kuruluşun tüm çalışanlarının sorumluluğundadır.
Çevresel iyileştirme önlemleri, otoritelerce konulmuş bir seri standarda uyum sağlamak üzere alınır.	Temiz üretim, sürekli olarak daha iyi çevre Standartlarına ulaşmayı hedefleyen devamlı bir süreçtir.
Kirliliğin kontrolü için kullanılan teknolojilerin sürekli bir maliyeti vardır ve bu maliyet zaman içinde artış gösterir.	Aynı sorunu çözmeye yönelik temiz üretim yaklaşımının maliyeti başlangıçta yüksek olabilir, ancak uzun vadedeki uygulama, işletme ve bakım maliyetleri toplamı daha düşük olmaktadır; çünkü temiz üretim uygulamaları sonucunda hammadde, su ve enerji gibi girdilerin tüketimi azalmaktadır.

### 3.2. Temiz Üretim Araç ve Metotları

İşletmelerde temiz üretim uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için öncelikle ham madde ve enerjinin verimsiz kullanımına neden olan, kirliliğe yol açan süreç ve teknolojilerin tespit edilmesi gerekir. Bu çerçevede, işletmelerin süreçleri incelenerek, enerji, su, ham madde tüketimleri, emisyonlar ve atıkların çeşit ve miktarları belirlenir. İşletmenin tesis ya da proses bazında girdi ve çıktı denklilikleri (materyal akım analizi) oluşturulur. Kayıplar ve kaynak yoğun işlemler belirlenir. Birim ürün/hizmet başına tüketilen enerji, su ve ham maddenin yanı sıra atık su kirlilik yükü, baca gazı emisyonları, katı atıklar vb. literatürde verilen değerler ve "en iyi uygulama" yöntemleri ile karşılaştırılır. Böylece firmada temiz üretim uygulamaları ile iyileştirmeye açık olan süreç ve teknolojiler belirlenir [ 6 ].



Şekil 3. Eko-Verimlilik [7]

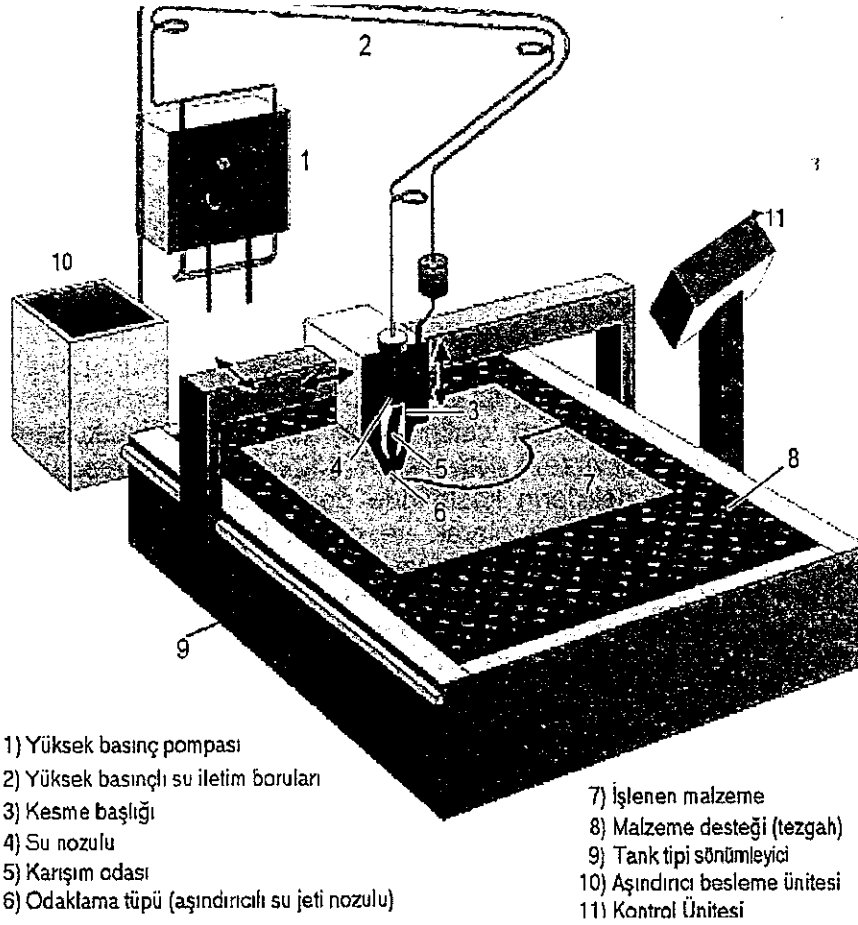
#### 4. SU JETİYLE İŞLEME

Çeşitli malzemeleri metalürjik ve mekanik özelliklerini değişikliğe uğratmadan işleyen, hiç aşınmayan, döndüğü hiç belli olmayan, köşelerde hiç çapak bırakmayan, kesme sırasında malzemeyi deformasyona uğratacak kuvvetler oluşturmayan, sıcaklık etkisi olmayan böylelikle; yapısal bozulma, kararma, çarpılma, ergime, damlama oluşması ve yanma sorunları söz konusu olmayan bir kesici takım olan su, en karmaşık biçimleri dahi yüksek hassasiyet ve istenen yüzey kalitelerinde kesebilmektedir [ 8 ].

Su jeti, çeşitli endüstrilerde, yeraltı çalışmalarında, kablo ve boru hatlarının döşenmesinde ve madencilikte sert kayaların patlamasız parçalanmasında yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Su demeti kesme sistemi, basıncı artırılan suyun bir lüleden geçirilmesiyle elde edilen yüksek hızlardaki su demeti huzmesinin veya aşındırıcı-su demeti karışımının, çarpma etkisiyle malzemedeki parçacıkların aşındırması ve bunun sonucu olarak parçanın işlenmesi esasına dayanır [ 9 ].

Su demeti sistemi çeşitli avantajlarından ötürü endüstrinin birçok alanında kullanılmaktadır. Bu alanlar uzay ve havacılık sanayi, otomotiv sanayi, gıda sanayi, kağıt ve mukavva sanayi, tekstil ve giyim sanayi, kauçuk ve plastik sanayi, ayakkabı ve deri sanayi, elektrik-

elektronik sanayi, temizlik sektörü, metal işleme sektörü, madencilik sektörü, cam, seramik sektörüyle birlikte izolasyon uygulamaları olarak sıralanabilir [ 10 ].



Şekil 4. Bir su jeti işleme tezgahı

Su demetli kesme sistemi yüksek maliyetine karşılık birçok avantaja da sahiptir; delme ve kesme işlemini birlikte yaptığı için kısa sürede üretime başlanır, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlar, otomatik çalıştığından sürekli başında bir operatör bulunması gerekmez. Aşındırıcılı su demeti genellikle kesme amacıyla kullanılmakla birlikte, temelinde katı malzeme aşındırması yaptığı için, kontrollü uygulandığında delme, frezeleme ve tornalama işlemlerinde de kullanılabilir.

Saf su jetleri ahşap, plastik, alüminyum, bakır gibi yumuşak malzemelerin kesilmesinde kullanılmaktadır. Aşındırıcı su jetleri ise; titanyum, inconel, cam, seramikler gibi oldukça sert olan malzemelerin kesilmesinde kullanılmaktadır. Söz konusu bu malzemelerin klasik talaş kaldırma yöntemleriyle kesilmesi imkansızdır. Kullanılan su jeti sisteminin basıncı, uygulama şekline göre 100Mpa-400Mpa, arasında değişmektedir. Aşındırıcı su jeti ile frezeleme, aşındırıcı su jeti ile kesme işlemlerinde kullanılan jet basıncı 400Mpa iken, su jeti ile yüzeyin dövülerek dayanım kazandırılması işleminde kullanılan jet basıncı, yaklaşık olarak 100Mpa'dır.[11]

Çok küçük çaplı ve çok yüksek basınca sahip su jetleri sayesinde metallerin ve diğer malzemelerin hassas olarak kesilmesi mümkündür. Sanayide kullanılan bir bıçak, bir testere veya delici bir aletin yerini hassas su jetleri almaya başlamıştır. Döküm parçalarında görülen döküm kumu, döküm çapağı ve fazlalıklar hasarsız ve kıvılcımsız olarak temizlenebilmektedir. Su jetleri ile yumuşak metaller kesilebilmektedir. Kâğıt ürünleri ve camın su jetleriyle kesilmesiyle mekanik kesicilerle kesilenlere göre çok daha düzgün kenarlar elde edilmektedir. Bilgisayar programları ile donatılmış robotlara takılan su jetleri ile hassas profillerin çıkartılması mümkün olmakta ve hatta oymacılık işleri

yapılabilmektedir. Malzemelerin kesilmesi, delinmesi, frezelenmesinde alternatif işleme yöntemi olarak kullanılabilir [ 12 ].

Titanyum, paslanmaz çelik, plastik, alüminyumun mikro düzeyde işlenmesinde su jetinin kullanılabilirliği görülmüştür. Bu bakımdan diğer işleme takımlarına göre su jetinin üstünlükleri vardır. Lazer işlemede yüzeyde sert tabaka oluşumu problem oluşturabilir. Stencil eklenmiş su jeti kullanımı mikro işlemede kullanılabilir bir yöntemdir. Bu yöntemle daha küçük yiv açılmasıyla işlemeye olanak verir. [13]

Nispeten daha sert ve dayanıklı malzemelerin kesilip işlenmesinde kullanılan aşındırıcılı su demetinin kesme gücünü belirleyen önemli unsurlardan biri kullanılan aşındırıcı malzemelerdir. Aşındırıcılı su demetiyle kesme uygulamalarında çok farklı türde aşındırıcı malzemeler kullanılmaktadır. Kullanılan aşındırıcı ürünlerin başında %90 gibi bir oranla granat minerali gelmektedir. Bunu, olivin, cüruf, alüminyum oksit ve silis kumu izlemektedir [ 14]

Aşındırıcı Su Jeti ile işlenen bir yüzeyin en belirgin özelliği daha düzgün yüzey özellikleri sergileyen bir bölgenin altında çizgisel izlerin oluşmasıyla yüzey kalitesinin bozulmasıdır . Aşındırıcılı su jeti ile kesmede süreç içerisinde aşındırıcı tanecikteki keskinliğin, jetteki hızın kayıplara uğraması çizikli yüzeye neden olur. [15]

Yüksek su hızından dolayı deliklerin kesiminde delaminasyon oluşur. Delaminasyonun oluşumundaki sebep stresin sürekli olarak ve çatlak bölgesine uygulanması. Basıncı artırıp, kesme hızını artırdığımızda delaminasyon oluşumu azalacaktır. Delaminasyonda en önemlisi etken başlangıçtaki gerilme şoku, yüksek basınç malzemenin bu şoku hissetmesini engelleyecek ve kesme hızı azaldığında aşındırıcının teması arttığından kesme daha düzgün gerçekleşebilecektir. [16]

#### 4.1. SU JETİYLE İŞLEME- EKO TASARIM İLİŞKİSİ

Su jeti ile işleme sistemleri, birçok işleme yöntemleri arasında en fazla çevreye uyumlu olan işleme yöntemidir. Süreçler boyunca temizliğin korunması, toz, kırıntı ya da kimyasal hava kirliliği meydana getirmemesi yöntemin kullanılabilirliğini arttırmaktadır. Su malzemeden çıkan talaşı uzaklaştırır, tozu pratik olarak elimine eder ve diğer işleme sistemleri gibi duman ve kirlilik meydana getirmez [ 17 ]

Su jeti, çok farklı endüstriyel ihtiyaçlar için kullanılabilen, esnek olduğu kadar da verimli bir işleme ve temizleme yöntemidir. Su jeti ile işlemede, geleneksel işleme süreçlerinde oluşan ısıdan etkilenen kısımlar, zehirli gazlar, bozulmuş katmanlar, sertleşme ve termal gerilmeler oluşmaz. Ayrıca daha doğru ve düzgün kesmeyi mümkün kılan bir yöntemdir. Tortu ve kalıntılar ile zehirli kimyasalları temizleyerek pahalı temizleme ve atık giderme problemlerini ortadan kaldırır. Su jeti çok çeşitli atölye içi ve dış ortamlarda uygulamalar için tercih edilebilir, emniyetli ve ekonomik bir kesme sistemidir.

Su jeti ile yapılan kesme ya da yüzey işleme de en önemli özellik ısı gerilmelerinin ortaya çıkmamasıdır. Bundan dolayı, lazer gibi diğer kesme sistemlerinde kesme anında oluşan ısının malzemeye zarar vermesi söz konusu olduğundan su jeti teknolojisi bu tür malzemelerin kesilmesinde tercih edilmektedir. Ayrıca plazma kesim yönteminde olduğu gibi kesilen yüzeylerde aşırı cüruf oluşmasına neden olmadığı için ikinci bir yüzey işleme sürecine ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. Bu da maliyet üzerinde önemli avantajlar sağlar [ 17]

Su jeti ile işleme yöntemlerinin çevreye uyumlu işleme tasarımı olarak değerlendirilmesinin başlıca nedenleri: Delme ve kesme işlemleri birlikte yapıldığı için kısa sürede üretime geçilebilir, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlar, kesme işlemi esnasında, malzemede ısı gerilmelerinin oluşması söz konusu değildir, malzeme kaybı oldukça azdır, diğer kesme sistemlerine göre daha hafif ekipmanlar kullanılır, kesme işlemi su ile yapıldığından yanıcı ve tehlikeli malzemelerin kesilmesi daha rahat yapılabilir, kesici uç problemi yoktur, işlem sırasında uygulanan kesme kuvveti düşüktür, diğer işleme çeşitleri sonrası oluşabilecek solunması zararlı toz ve partiküller bu yöntemde oluşmaz, prototip parçaları daha hızlı ve ekonomik biçimde üretmeye elverişlidir, taşlama ve kumlama gibi nihai operasyonlara ihtiyaç duyulacak çapak yada pürüzlü yüzey bırakmaz. Lazer

kesicilere göre daha hafiftir, böylece robot kafasının hızlandırmak yada yavaşlatmak daha kolaydır, bu da daha az enerji demektir [ 18].

İşlemede su jetinin kullanımının başlıca yararları temiz, çapaksız, tozsuz ortam, ısı yayılımının yok denecek kadar az olması, kesicinin aşınması söz konusu olmadan, patlayıcı ortamda sorunsuz işleme, çok düşük bakım ve onarım giderleri, hava kirliliği sorununun ve malzemede ısıl genleşme probleminin olmaması şeklindedir [ 19 ].

Engin, 2006, Su Demeti Kesme Yönteminin Doğal Taş İşleme Tesislerinde Blok Kesiciler Yerine Kullanılabilirliğinin Ekonomik Değerlendirilmesine yönelik çalışmasında su demeti kesme makinelerinin blok kesme makineleri yerine kullanılabilirliğini araştırmıştır. Su demeti kesme makinesinin blok kesme makinesi yerine kullanımı ile blok kayıplarında %30’ avaran bir tasarruf elde edilmesi mümkün olduğunu savunmuştur.

Su jetiyle kesme sırasında çok az metal talaşı kaldırılır. Bu da çevreye daha az etki demektir. Özellikle tehlikeli malzemeler işlendiğinde bu daha da önem kazanmaktadır. Su jetinin kendisi güvenlidir, patlayıcılık taşımaz ve garnet aşındırıcı reaktif ve toksik değildir. Ancak kesim sonrası keskin köşelere dikkat edilmelidir. Nozul ucuyla malzeme arası mesafe çok kısa olduğundan tehlike azdır. Pompalar yüksek miktarda enerji kullanmaktadır, bu nedenle buna bağlı çevresel etkiler oluşacaktır.

## 5. SONUÇ

Çevreye duyarlı tasarım, çevreye ve insan sağlığına yönelik olası zararları önleyecek biçimde ürünlerin ve ürün süreçlerinin tasarımıdır. Bu tasarım uygulanırken hammadde kullanımının azaltımı, kaynakta atık azaltımı, enerji verimliliğinin artırılması, ürün dayanıklılığının ve ömrünün artırılması, geri dönüşüm faktörleri dikkate alınır. Bu çalışmada ileri işlem yöntemlerinden biri olan su jetiyle işleminin eko- tasarımla ilişkisi değerlendirilmiştir. Su jetiyle işlemede diğer alternatif işleme yöntemlerine göre hammadde kullanımının ve enerji tüketiminin azlığı, insan sağlığına olumsuz yönde etkilerinin olmaması vb. faktörler bu işleme yönteminin çevreye duyarlı üretim kapsamında rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir. Su jetiyle işlemede ısıdan etkilene bölge oluşmaz. Havalı cam dışında bakır, titanyum, paslanmaz çelik, cam, seramik, tutuşabilen malzemeler gibi çok çeşitli malzemeleri işleyebilir. Tornalama, parçalama, delme, frezeleme, kanal açma işlemlerini yapabilir. Bu işleyebilme özellikleri sayesinde metal talaşı atığı, kesme soğutma sıvısı gibi doğada dönüşümü zor maddelerin ekosisteme karışmaz. Eko tasarım açısından; su jeti, kaynağını doğadan suyun aşındırma özelliğinden aldığı için ekolojik döngüde sisteme zarar vermez.

## 6. KAYNAKLAR

1. Topoyan Mert, “Yeniden Üretim Sitemler İçin Sürdürülebilir Ürün Tasarımlarının Oluşturulması”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
2. Tepe N. , Demier-Uludağ, S., “Eko-Verimlilik ve Kobilerde Uygulanması, Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Endüstri Ve Otomasyon Dergisi, Sayı: 68, 2002
3. Demirer Göksel N., “Sanayide Temiz Üretimve Eko-Verimlilik: Örnek Uygulamalar” “Çevre Mühendisliği Bölümü Orta Doğu Teknik Üniversitesi Unıdo Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Programı Bilgilendirme Toplantısı, 2009
4. Kochi (India), International Workshop On Cleaner Production & Energy Conservation, 24-26 June 2008
5. T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı ,”Türkiye’de Temiz (Sürdürülebilir) Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması İçin Cerceve Kosulların Ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi” Projesi Sonuc Raporu, Ankara, 2010
6. Ulutaş F., “Enerji Verimliliği Ve Temiz Üretim” , Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Nisan 2010
7. Temiz Üretim, <http://www.enve.metu.edu.tr/people/gndemirer/links/temizuretim/elektronik.-htm>, 2010, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

8. Akkurt, A. Şeker, U. Ercan, F., "Aşındırıcı Su Jeti (Asj) İle İşlemede Enerji Kaybı Olayının Deneysel Tahmini, Karakterizasyonu Ve Modellemesi–Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi". G.Ü., Teknik Eğitim Fakültesi, Politeknik Dergisi. Cilt: 5 Sayı: 2, Pp. 137–147, 2002
9. Gürsel, M., " Su Demeti Kesme Ve Yüzey İşleme Verimlilik Değerlendirmesi " , Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,2009
10. Geren, N. Ve Tunç, T., "Yapısal Farklılıklar İçeren Su Jeti Kesme Sistemlerinin en Uygununun Belirlenmesi", Mühendis ve Makine, Cilt 42, Sayı 500, 2001
11. Mendi F. Ve Külekçi M.K., İmalatta Su Jeti Uygulamalarının Değerlendirilmesi, Pamukkale Üniversitesi ,Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1999.
12. Gürakar E., " The Situation Of Ecodesign In Turkish Industry", M.Sc., Department of Industrial Design, 2008
13. Liu H.-T., Waterjet technology for machining fine features pertaining to micromachining, Journal of Manufacturing Processes, 2010.
14. Martinec, P., Mineralogical Properties Of Abrasive Materials And Their Role İnwater Jet Cutting Process, İn: Rakowski Z. (Ed) Geomechanics 91, A.A. Balkema, Rotterdam, Pp 353-382.,1992
15. AKKURT A., AISI 1030 Çeliğinin Aşındırıcı Su Jeti İle Kesilmesinde Yüzey Pürüzlülüğünün Ve Kesme Önü Geometrisinin İncelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2009.
16. Shanmugam D.K., Nguyen T., Wang J., A study of delamination on graphite/epoxy composites in abrasive waterjet machining, Composites: Part A, School of Mechanical and Manufacturing Engineering, The University of New South Wales,2008.
17. Karakurt İ., Aşındırıcı Su Jeti Kesme Sistemlerinin Kayaç Kesme Performanslarının Araştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilimdalı, 2007
18. Costa G., Surface Finishing Operations On Marbles With Water Jet. Ph.D., Thesis, University Of Cagliari, 2007
19. Ergür H. S., "Aşındırıcı su jetinin teorik analizi ve yapay sinir ağı yöntemiyle modellenmesi" Doktora Tezi , Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007

## KONGRE KURULLARI

### Düzenleme Kurulu

Prof. Dr. Yalçın BOZKURT  
Yrd. Doç. Dr. A. Ebru TAYYAR  
Yrd. Doç. Dr. Canan KANDİLLİ  
Yrd. Doç. Dr. Güler NARİN  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKTAŞ  
Arş. Gör. Ayşe ŞEVKAN  
Arş. Gör. Gonca ALAN  
Arş. Gör. H. Ersen BALCIOĞLU  
Arş. Gör. Önder YEŞİL

### Bilim Kurulu

Prof. Dr. Mehmet AKALIN - MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Osman BABAARSLAN - ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Devrim BALKÖSE - İYTE  
Prof. Dr. Abdülkadir BİLİŞİK - ERCİYES ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Yalçın BOZKURT - UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. İNG Ahmet CAN - TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Muhittin CAN - ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Fatma ÇEKEN - DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Taner DERBENTLİ - İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Kerim DURAN - EGE ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. M. Nazmi ERCAN - İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Resul FETTAHOV - PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE - NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Özer GÖKTEPE - NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Ali GÜNGÖR - EGE ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Muammer KAYA - OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Muhsin KILIÇ - ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Günnur KOÇER - EGE ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Gülseren KURUMER - DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA - ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. A. Merih SARIŞIK - DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Süleyman TAŞGETİREN - AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Yusuf ULÇAY - ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Ükü YETİŞ - ODTÜ  
Prof. Dr. Recep YAMANKARADENİZ - ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
Prof. Dr. Hasan YILDIZ - EGE ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. Aysun AKŞİT - DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. Şule ALTUN - ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. Kubilay ASLANTAŞ - AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. Cesim ATAŞ - DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. Alper BABA - İYTE  
Doç. Dr. Müfide BANAR - ANADOLU ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. Orhan ENGİN - SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. Akın BURAK ETEMOĞLU - ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. B. Murat İÇTEN - DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. Hayati OLGUN - TÜBİTAK-MAM  
Doç. Dr. Yeliz PEKBAY - EGE ÜNİVERSİTESİ  
Doç. Dr. Dilek TOPRAKKAYA KUT - ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKTAŞ - UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÇAKMAKÇI - DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Haluk ÇELİK - UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Ahmet ERYAŞAR - EGE ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Kerem GÜNGÖR - ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Özge HANAY - FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Canan KANDİLLİ - UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Bünyamin KARAGÖZOĞLU - CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Nilüfer KOÇER - FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Güler NARİN - UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Sema PALAMUTÇU - PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Mehtap DÖNMEZ ŞAHİN - UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. Erhan PULAT - ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
Yrd. Doç. Dr. A. Ebru TAYYAR - UŞAK ÜNİVERSİTESİ

UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

**1.ULUSAL GERİ KAZANIM KONGRE ve SERGİSİ**

2 – 4 Mayıs 2012, UŞak

**KONGRE BİLDİRİLER KİTABI**



# UŞAK ÜNİVERSİTESİ

## MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ



# 1. ULUSAL GERİ KAZANIM KONGRE ve SERGİSİ

## KONGRE BİLDİRİLER KİTABI

2-4 MAYIS 2012



# UŞAK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ



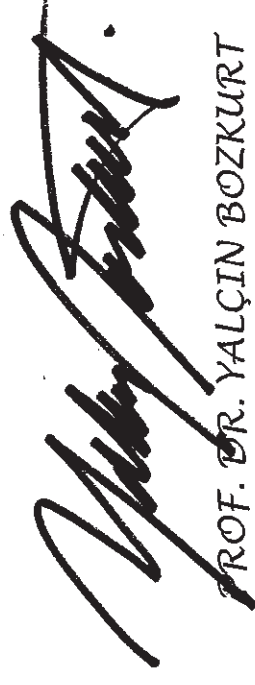
## KATILIM BELGESİ

Sayın **BİROL AKYÜZ**

2 - 4 Mayıs 2012 tarihleri arasında Fakültemizce düzenlenen

**1. ULUSAL GERİ KAZANIM KONGRE ve SERGİSİ'ne**

katılımınızdan dolayı teşekkür ederiz.

  
PROF. DR. YALÇIN BOZKURT  
KONGRE DÜZENLEME KURULU BAŞKANI