SAVUNMA SANAYİİNDE KULLANILAN FARKLI ZIRH ÇELİKLERİNİN AŞINDIRICILI SU JETİ İLE KESİLMESİNDE KERF AÇISI VE BOYUTSAL TAMLIĞIN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF KERF ANGLE AND DIMENSIONAL ACCURACY IN ABRASIVE WATER JET CUTTING OF DIFFERENT ARMOR STEELS USED IN THE DEFENSE INDUSTRY

Burakcan MOLLAOĞLU
Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences,
Department of Manufacturing Engineering, Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0001-5968-5356

Asst. Prof. Ali ÖZGEDİK
Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences,
Department of Manufacturing Engineering, Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4964-4264

ÖZET

Savunma sanayiinde kullanılan zırh çelikleri, yüksek sertlik ve dayanım özellikleri nedeniyle geleneksel kesme yöntemleriyle işlenmesi güç malzemeler arasında yer almaktadır. Aşındırıcılı su jeti ile işleme (AWJM), ısıdan etkilenmiş bölge oluşturmaksızın kesim imkânı sunması bakımından bu malzemeler için öne çıkan bir yöntemdir. Bununla birlikte, jetin malzeme kalınlığı boyunca enerji kaybetmesi kesim kanalında kerf açısının oluşmasına yol açmakta ve parçaların boyutsal tamlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada, farklı sertlik ve kalınlık değerlerine sahip Miilux Protection 280T, 440T, 500T ve 600T zırh çeliklerinin AWJM ile kesilmesinde nozul yüksekliği ve ilerleme hızının kerf açısı ve boyutsal tamlık üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler, iki nozul yüksekliği ve her malzemenin kesilebilirlik aralığına uygun üç ilerleme hızı seviyesinden oluşan tam faktöriyel tasarım çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Üst ve alt kerf genişlikleri üç boyutlu tarama yöntemiyle elde edilen yüzey modelleri üzerinden ölçülmüş; kerf açısı bu genişlikler ile numune kalınlığından hesaplanmış ve veriler varyans analizi (ANOVA) ile çoklu doğrusal regresyon kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalama kerf açısının en kalın malzeme olan 280T'de 0.86°, en ince ve en sert malzeme olan 600T'de ise 1.79° olduğu belirlenmiştir. Kerf açısı üzerinde en belirleyici faktörün malzeme olduğu, bunu sırasıyla ilerleme hızı ve nozul yüksekliğinin izlediği tespit edilmiştir. İlerleme hızındaki artış tüm malzemelerde kerf açısını artırırken, nozul yüksekliğinin etkisinin malzemeye bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. Eşit kalınlıktaki malzemeler karşılaştırıldığında, daha yüksek sertliğe sahip malzemede daha büyük kerf açısı elde edilmiştir. Elde edilen bulgular, zırh çeliklerinin AWJM ile kesilmesinde kesme parametrelerinin yalnızca malzeme sertliğine dayalı olarak belirlenemeyeceğini; malzeme kalınlığı, ilerleme hızı ve nozul yüksekliğinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aşındırıcılı Su Jeti, Zırh Çeliği, Kerf Açısı, İlerleme Hızı, Nozul Yüksekliği

ABSTRACT

Armor steels used in the defense industry are difficult to machine by conventional cutting methods owing to their high hardness and strength. Abrasive water jet machining (AWJM) is a prominent method for these materials, as it enables cutting without forming a heat-affected zone. However, the energy loss of the jet through the material thickness leads to the formation of a kerf angle and adversely affects the dimensional accuracy of the parts. In this study, the effects of standoff distance and traverse speed on the kerf angle and dimensional accuracy in AWJM of Miilux Protection 280T, 440T, 500T and 600T armor steels with different hardness and thickness were investigated experimentally. The experiments were conducted within a full factorial design comprising two standoff distances and three traverse speed levels suited to the cutting range of each material. Top and bottom kerf widths were measured on surface models obtained by three-dimensional scanning; the kerf angle was calculated from these widths and the specimen thickness, and the data were evaluated using analysis of variance (ANOVA) and multiple linear regression. The mean kerf angle was determined as 0.86° for 280T, the thickest material, and 1.79° for 600T, the thinnest and hardest material. Material was found to be the most influential factor on the kerf angle, followed by traverse speed and standoff distance. While increasing the traverse speed increased the kerf angle in all materials, the effect of standoff distance varied depending on the material. When materials of equal thickness were compared, a larger kerf angle was obtained in the harder material. The findings reveal that cutting parameters in AWJM of armor steels cannot be determined on the basis of material hardness alone, and that material thickness, traverse speed and standoff distance must be considered through a holistic approach.

Keywords: Abrasive Water Jet, Armor Steel, Kerf Angle, Traverse Speed, Standoff Distance