

Şükran Katmer* 

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat
Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye

Yafes Çavuş 

Hacettepe Üniversitesi, Başkent OSB Teknik Bilimler
MYO, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü,
Ankara/ Türkiye

Yunus Emre Kınacı 

Beka-Mak Makine San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi,
Bursa/ Türkiye

Ulvi Şeker 

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat
Mühendisliği Bölümü, Ankara/ Türkiye

Makale Bilgisi:

Araştırma Makalesi

Gönderilme: 14 Mart 2025

Kabul: 16 Mayıs 2025

*Sorumlu Yazar: Şükran Katmer

Email: sukatmer@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56193/matim.1657753>

Testere ile Kesilmiş AA7075 Yüzeylerin Yüzey Pürüzlülüğü Açısından Karakterizasyonu

Testere ile kesme işlemi imalat sürecinin ilk aşaması olup, endüstride çoğu kez, kesilen parça doğrudan bir sonraki aşamaya geçecek geometrik toleransları (diklik, paralellik, yalpa vb.) ve yüzey kalitesini taşımaz ve ikincil işlemlere ihtiyaç duyulur. Ancak kesilen malzemenin boyut tamlığı, geometrik toleransları ve yüzey durumunun istenen tolerans aralığında olması sağlanabilirse, malzeme ek işlemlere ihtiyaç duyulmadan bir sonraki aşamaya alınabilir.

Bu çalışmada, yüksek mekanik özellikleri sayesinde savunma ve havacılık sektöründe yaygın kullanılan AA7075'in şerit testere ile kesilmesinde yüzey kalitesi, yüzey pürüzlülüğü (Ra, Rz, Rq) esas alınarak karakterize edilmiştir. Bunun yanı sıra, testere tezgâhlarında yeni bir uygulama olan gagalama fonksiyonu ile kesme hızı ve ilerleme miktarının yüzey kalitesine etkileri araştırılmıştır. Her bir parametrenin üçer seviyesi üzerinden tam faktöriyel deney tasarımı uygulanmış ve veriler tek yönlü ve çok yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, testerenin hem düşey yönde hem de soldan sağa hareketine bağlı olarak, tek yüzey üzerinde farklı bölgelerde istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklı yüzey kaliteleri oluştuğunu göstermiştir. Gagalama fonksiyonu uygulanması, kesme hızının yüksek, ilerleme miktarının düşük/orta seviyelerinin kullanımı ile daha yüksek yüzey kalitesi elde etmek mümkün görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Şerit testere, AA7075, gagalama, yüzey kalitesi

1. GİRİŞ

Testere ile kesme imalat sürecindeki ilk aşamadır. Bu aşamanın çıktısı olan kesilen malzemenin boyut tamlığı, geometrik toleransları ve yüzey durumu sonraki aşamaların sürdürülmesi açısından önemlidir. Geometrik özellikleri ve yüzey durumu istenen tolerans aralığında olan malzeme ek işlemlere ihtiyaç duyulmadan bir sonraki aşamaya alınabilir. Bu sayede, kesici takım, atık malzeme ve işleme zamanından tasarruf sağlanmış olur. Bunlara bağlı olarak, sonraki aşamalardaki tezgâh işgal süresi, enerji sarfıyatı ve işçilik giderleri azaltılmış olur. Ancak, endüstride çoğu kez, kesilen parça doğrudan bir sonraki aşamaya geçecek geometrik toleransları (diklik, paralellik, yalpa vb.) ve yüzey kalitesini taşımaz ve ikincil işlemlere ihtiyaç duyulur. Son yıllarda, testere tezgâhlarında, özellikle kontrol sistemlerindeki gelişmelerle birlikte, testere ile kesme aşamasından beklentiler artmış ve bu alanda hem

endüstriyel uygulamalar hem de bilimsel çalışmalar artmaya başlamıştır.

Testere ile kesme konusu kesici tipine göre, daire testere, lama testere ve şerit testere ile kesme olarak üç ana gruba ayrılabilir. Testere ile kesme de titreşim, kesme kuvvetleri, kesilen parça geometrik toleransları, yüzey durumlarına ve malzeme cinsine göre kesme şartlarının (kesme hızı ve ilerleme miktarı) belirlenmesi konuları ağırlıklı olarak çalışılmaktadır. Bunun yanı sıra testere diş tipi, diş adımı, diş seti tipi, malzemesi ve kaplamasının da kesme süreci üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Metal dışı malzemelerde, mineral taşların kesilmesinde gürültü ve buna bağlı insan sağlığı faktörü öne çıkmaktadır [1]. Ağaç/odun malzemelerin kesilmesinde beklenen çıktılar yüksek boyutsal kararlılık ve verimlilik [2]. Plastik ve plastik matrisli kompozit malzemelerin kesilmesinde testere ile kesme işleminin parçaların mekanik özelliklerine

etkileri, özellikle kesilen parçaların darbe dayanımına etkileri önem arz etmektedir [3]. Metal malzemelerin kesilmesinde, literatürde, ağırlıklı olarak düşük ve orta karbonlu alaşımsız çelik malzemenin kesilmesi sürecini irdeleyen çalışmalar göze çarpmaktadır [4-10]. Alüminyumun testere ile kesilmesinde ağırlıklı olarak titreşim ve titreşimin yüzey kalitesi ile testere yorulmasına etkileri irdelenmiştir [11]. Alüminyum alaşımları; düşük kuvvetlerle kesilebilmesine rağmen yüksek sünekliği ve yüksek BUE (Built Up Edge) oluşturma eğilimi [12, 13] nedeniyle “işlenmesi zor malzemeler” sınıfındadırlar. Metal malzemelerin kesilmesiyle ilgili çalışmalar göz önüne alındığında testere ile kesme konusunda hala bilinmeyen noktalar ve belirsizlikler vardır. Bunun yanı sıra bu malzemelerden parça imalatında, malzeme maliyeti hesaba katılınca, testere ile kesme aşamasında, atık ve hurda miktarının düşürülmesi, ikincil işlemlerin azaltılması veya kaldırılması üretimde verimliliği artırıcı rol oynayacaktır.

Kesilmeleri esnasında, talaşın doğal oluşum sürecinde kırılmaması durumunda, kesme işleminin kesintiye uğratılarak talaşın kırıldığı yönteme gagalama işlemi denmektedir. Gagalama işlemi, delik delme işleminde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Delme işleminde gagalama yönteminin amacı, sürekli talaşın kesintiye uğratılarak kırılmasını sağlamak ve delme sürecinde matkabın geri çekilerek talaş tahliyesini kolaylaştırmaktır. Gagalama yönteminin, işlenmesi zor malzemelerin delinmesinde olumlu etkileri olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur [14, 15]. Bu fonksiyonun testere ile kesmede de benzer şekilde etkili olması öngörülmektedir. Ancak gagalama yöntemi ile kesme işleminin testere ile kesme işleminde uygulandığını gösteren her hangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, havacılık ve savunma sanayinde sıklıkla kullanılan bir alüminyum alaşımının şerit testere ile kesilmesinde yüzey kalitesi, yüzey pürüzlülüğü üzerinden incelenmiş ve gagalama fonksiyonunun, kesme hızı ve ilerleme miktarı parametrelerinin parça yüzey kalitesi üzerinde etkileri araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu deneysel çalışmada, AA7075 malzemenin şerit testere ile kesilmesi sürecinde yüzey kalitesi araştırılmıştır. 140 mm çapında, AA7075 malzeme sertifikalı temin edilmiş olup ayrıca spektral analiz de yaptırılmıştır. Numunelerin kesilmesinde servo kontrollü testere tezgâhı ((BMSO 335XS) Bekamak, Bursa) ve kaplamasız bimetal şerit testere ((Marathone® M42) Wikus, Almanya) kullanılmıştır. Şerit testere ölçüleri 34x1,1 mm ve 2-3 dişlidir.

Gagalama fonksiyonu, testere tezgâhlarında paket bir fonksiyon olmayıp, testere tezgâhının yazılım kodu değiştirilerek tanımlanmıştır. Gagalama işlemi için üç farklı gagalama işlemi uygulanmıştır. Şerit testerenin bağlı olduğu kesme kafasının iş parçası içinde her 5 mm ilerlemesi (inişi) sonrası 0 ms, 250 ms ve 500 ms ilerlemenin beklemeye alınması ve bu esnada boşta kesme hareketi uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Buna göre, gagalama süresi parametresinin düşük seviyesi (-) “gagalama olmadan” iken orta (0) ve yüksek (+) seviyelerde farklı sürelerde gagalama uygulanmıştır.

Diğer kesme parametreleri, kesme hızı ve ilerleme miktarı olup tüm parametrelerin üçer seviyesinin etkileri incelenmiştir. Testere ile kesme sürecinde, kesme hızı şeridin soldan sağa akış hızını ifade ederken, ilerleme miktarı şeridin düşey yönde hızını ifade etmektedir. Çizelge 1’de sunulan deney planında, parametrelerin seviyeleri belirlenirken, testere üretici firmanın önerdiği kesme hızı ve ilerleme miktarı değerleri referans alınmıştır. Gagalama fonksiyonunda gagalama süresinin kesme süresi üzerindeki etkisi dikkate alınarak seçim yapılmıştır.

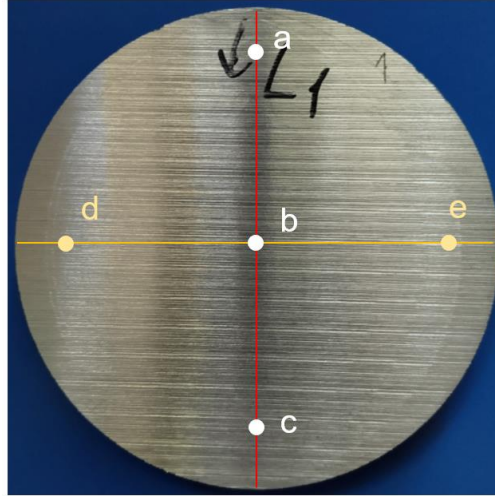
Çizelge 2’deki tam faktöriyel deney tasarım tablosunun her bir satırı için 10 mm kalınlığında bir numune kesilmiştir. Kesme işlemi sonrasında oluşan her iki yüzey, “testere ön yüzünün oluşturduğu yüzey” ve “testere arka yüzünün oluşturduğu yüzey” olarak nitelendirilerek, deney tasarım tablosuna göre numaralandırılmıştır.

Çizelge 1. Deney Planı

Faktörler	Seviyeler		
	-	0	+
(A) Gagalama Süresi (ms)	0	250	500
(B) Kesme Hızı (m/dk)	100	125	150
(C) İlerleme Miktarı (mm/dk)	85	110	130

Şerit testere ile kesilen numunelerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri profilometre (Mitutoyo, Japonya) ile Şekil 1’de gösterilen 5 ayrı bölgeden (a, b, c, d, e) testere diş izlerine dik yönde yapılmıştır. Tüm ölçüm sonuçları, ön yüzey ve arka yüzey olarak iki ana grupta incelenmiş ve ana gruplar da 5 bölge

üzerinden analiz edilmiştir. Yüzey kalitesi ölçümlerinde, aritmetik ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra), maksimum yüzey pürüzlülüğü (Rz) ve kuadratik ortalama yüzey pürüzlülüğü (Rq) dikkate alınmıştır.



Şekil 1. Ölçüm bölgeleri

Çizelge 2. Tam faktöriyel deney tasarımı

No	(A) Gagalama	(B) Kesme Hızı	(C) İlerleme Miktarı
L1	0	100	85
L2	0	100	110
L3	0	100	130
L4	0	125	85
L5	0	125	110
L6	0	125	130
L7	0	150	85
L8	0	150	110
L9	0	150	130
L10	250	100	85
L11	250	100	110
L12	250	100	130
L13	250	125	85
L14	250	125	110
L15	250	125	130
L16	250	150	85
L17	250	150	110
L18	250	150	130
L19	500	100	85
L20	500	100	110
L21	500	100	130
L22	500	125	85
L23	500	125	110
L24	500	125	130
L25	500	150	85
L26	500	150	110
L27	500	150	130

3. DENEY BULGULARI

3.1. Numune Ön ve Arka Yüzeylerinde Yüzey Kalitesi

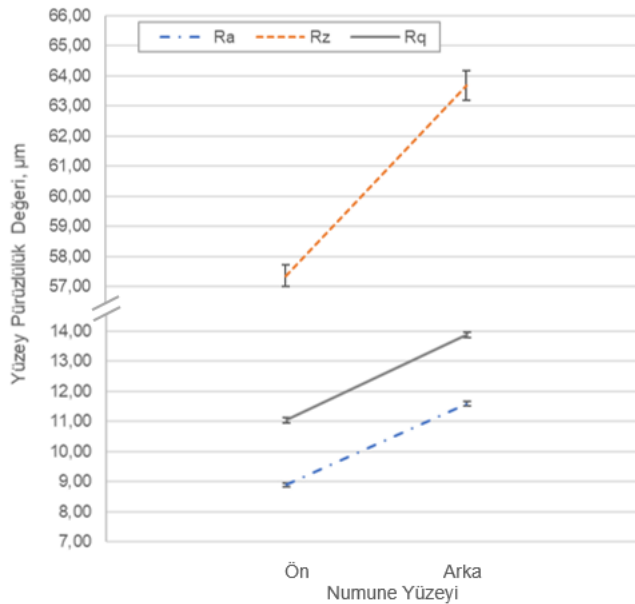
Bir numunenin kesilmesi ile aynı parametrelerle kesilmiş iki yüzey ortaya çıkmaktadır. Bu yüzeyler testerenin kesme pozisyonuna göre kopan numune tarafı, ön yüzey, kütük tarafında kalan yüzey ise arka yüzey olarak adlandırılmıştır. Elde edilen Ra, Rz ve Rq verileri, Minitab® paket programında, ayrı ayrı numune ön ve arka yüzeyi ile tek yönlü varyans analizine (tek yönlü ANOVA) tabi tutulmuştur. Tek yönlü ANOVA sonuçları, Çizelge 3'de birleştirilerek, ana etki grafikleri ise Şekil 2'de sunulmuştur. Tek yönlü varyans analizi sonuçları, her iki yüzeyin ortalama Ra, Rz ve Rq değerlerinin birbirinden

istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,05$) farklı olduğunu göstermiştir. Kurulan tek yönlü modeller, kesilen yüzeyin testereye göre konumunun (ön veya arka yüzey) yüzey kalitesini, Ra için %79,29; Rz için %32,8 ve Rq için %73,96 etkilediği ortaya koymuştur.

Şekil 2 incelendiğinde, testere ön yüzeyine temas eden numune yüzeyinde ortalama Ra değerinin 8,89 μm olduğunu ve arka yüzeye temas eden numune yüzeyinde ortalama Ra değerinin 11,59 μm olduğu ve iki yüzey arasındaki Ra değişiminin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Benzer durum Rz (sırası ile 57,36 μm ve 63,67 μm) ve Rq'da (11,05 μm ve 13,88 μm) da göze çarpmaktadır. Ra, Rz ve Rq'daki artış miktarları yüzdelik olarak sırasıyla %30,3; %11 ve %25,6'dır ve en yüksek artış Ra'da gerçekleşmiştir.

Çizelge 3. Numune ön ve arka yüzeyi ile Ra, Rz ve Rq tek yönlü ANOVA sonuçları

	Faktör	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri	R ²
Ra	Numune Yüzeyi	1	98,18	98,1849	199,17	0	79,29
	Hata	52	25,63	0,493			
	Toplam	53	123,82				
Rz	Numune Yüzeyi	1	538	537,96	25,38	0	32,80
	Hata	52	1102,1	21,2			
	Toplam	53	1640,1				
Rq	Numune Yüzeyi	1	108,22	108,221	147,73	0	73,96
	Hata	52	38,09	0,733			
	Toplam	53	146,32				



Şekil 2. Numune ön ve arka yüzeylerinde yüzey pürüzlülüğü değişimi

3.2. Bölgelere Göre Yüzey Kalitesi

Bu başlıkta numunelerin ön ve arka yüzeyleri iki ayrı grup olarak ele alınmış ve bu yüzeylerde tanımlı ölçüm bölgelerinden (a, b, c, d, e) elde edilen yüzey kalitesi verileri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Her bölgeden üçer ölçüm alınmış ve analizler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, bölgelerin yüzey kaliteleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olup olmadığı tek yönlü ANOVA ile irdelenmiştir. ANOVA sonuçları Çizelge 4 ve Çizelge 5’de Ra, Rz ve Rq için bütünleşik olarak ve etki grafikleri de Şekil 3’de birlikte verilmiştir.

Numunelerin ön ve arka yüzeylerinden elde edilen veriler, bölgeler arasındaki yüzey kalitesinin arka yüzey Rz değeri hariç $\alpha=0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Ön yüzeyler için, bölgelere göre Ra değişimi %18,35; Rz değişimi %10,19 ve Rq değişimi %19,56 olurken, arka yüzeyler için bu oranlar Ra %21,85; Rz %6,65 ve Rq %21,76 olmuştur (Çizelge 4 ve Çizelge 5). Bu sonuçlar, bir numunenin tüm yüzeyinin aynı kalitede olmadığını ve yüzey kalitesinin testere hareketine göre anlamlı düzeyde değiştiğini kanıtlamaktadır.

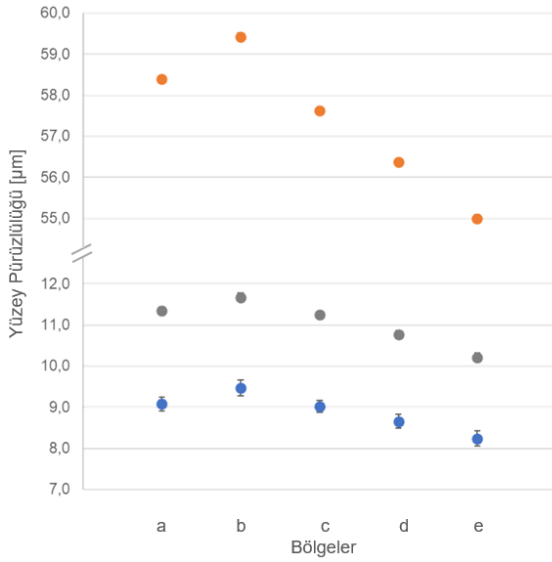
Şekil 3’deki etki grafikleri incelendiğinde, hem ön hem arka yüzeyler için yüzey kalitesinin bölgelere göre değişiminin benzer olduğu ancak değerlerin farklı olduğu göze çarpmaktadır. Hem ön hem de arka yüzeylerde en düşük yüzey kalitesi b bölgesinde (numune orta bölgesi) elde edilmektedir. Bunun muhtemel sebebi; bu bölgede talaş yükünün yüksek olması ve buna bağlı talaş sıkışması gerçekleşmesidir. A ve c bölgeleri (düşey yönde testere giriş ve çıkış bölgeleri) yüzey kalitesi olarak birbirine yakın bulunmuştur. D ve e bölgeleri testerenin soldan sağa hareketinde giriş ve çıkış bölgelerini temsil etmektedir. Numune arka yüzeyinde d ve e bölgeleri neredeyse aynı yüzey kalitesi sergilerken, numune ön yüzeyinde e bölgesi anlamlı düzeyde daha iyi yüzey kalitesine sahip çıkmıştır. Bu durum, numune ön yüzeyinin kesilen ve her adımda daha fazla serbest hale gelen parçada yer alması ve sıkışan talaşın tamamen sabit tutulan arka yüzey üzerinden akarken yüzeyi çizmesi ile açıklanabilir. Genel olarak tamamen sabit olan yüzeyin yüzey kalitesi, testere ve talaşın akışından olumsuz etkilenirken, kesme süresince esneme ihtimali olan yüzey daha iyi yüzey kalitesine sahip olmuştur.

Çizelge 4. Numune ön yüzeyi için bölgelerin tek yönlü ANOVA sonuçları

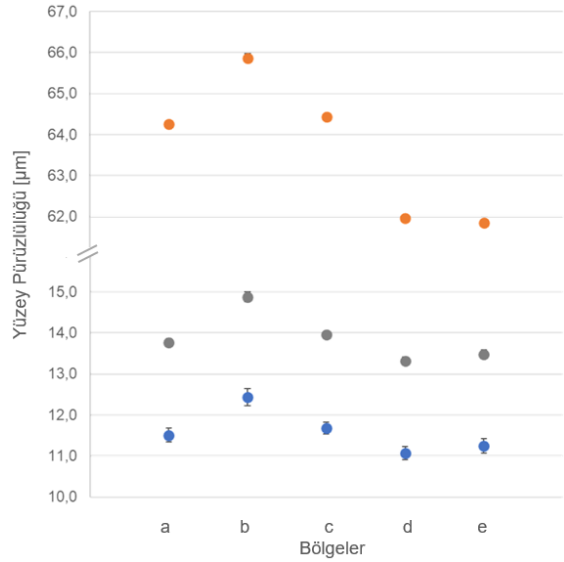
	Faktör	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri	R ²
Ra	Bölgeler	4	23,2	5,7988	7,3	0	18,35
	Hata	130	103,22	0,794			
	Toplam	134	126,41				
Rz	Bölgeler	4	322,3	80,58	3,69	0,007	10,19
	Hata	130	2839,7	21,84			
	Toplam	134	3162				
Rq	Bölgeler	4	35,2	8,8	7,9	0	19,56
	Hata	130	144,8	1,114			
	Toplam	134	180				

Çizelge 5. Numune arka yüzeyi bölgelerin tek yönlü ANOVA sonuçları

	Faktör	SD	KT	KO	F-Değeri	P-Değeri	R ²
Ra	Bölgeler	4	29,92	7,4805	9,09	0	21,85
	Hata	130	107	0,8231			
	Toplam	134	136,92				
Rz	Bölgeler	4	323,1	80,78	2,32	0,061	6,65
	Hata	130	4535,7	34,89			
	Toplam	134	4858,9				
Rq	Bölgeler	4	40,06	10,015	9,04	0	21,76
	Hata	130	144,01	1,108			
	Toplam	134	184,08				



(a)



(b)

Şekil 3. Bölgelerde Ra, Rz ve Rq değişimi, (a) numune ön yüzeyi, (b) numune arka yüzeyi

3.3. Parametrelerin Yüzey Kalitesine Etkileri

Şerit testere ile kesme işleminde, numune ön ve arka yüzeylerinin farklı yüzey kalitesine sahip olduğu ve bir yüzeyin yüzey kalitesinin testerenin hareketine bağlı olarak anlamlı olarak değiştiği önceki iki başlıkta ortaya konmuştur. Sonuçlar, en yüksek yüzey pürüzlülüğü ve buna bağlı en düşük yüzey kalitesinin numune arka yüzeyinde ve b bölgesinde oluştuğunu göstermiştir. Bu başlıkta, kesme parametrelerinin yüzey kalitesine etkileri irdelenirken en düşük yüzey kalitesinin elde edildiği arka yüzey b bölgesi verileri dikkate alınmıştır. Bu bölgenin, Ra, Rz ve Rq değerlerine üç ayrı gagaalama, kesme hızı ve ilerleme miktarı değerlerinin tekil, çift yönlü ve üçlü etkileşimleri çoklu ANOVA ile analiz edilmiştir. Ra, Rz ve Rq değerleri için ANOVA sonuçları Çizelge 6'da, parametrelerin tekil ana etki grafikleri ise Şekil 4'te bütünlük olarak verilmiştir.

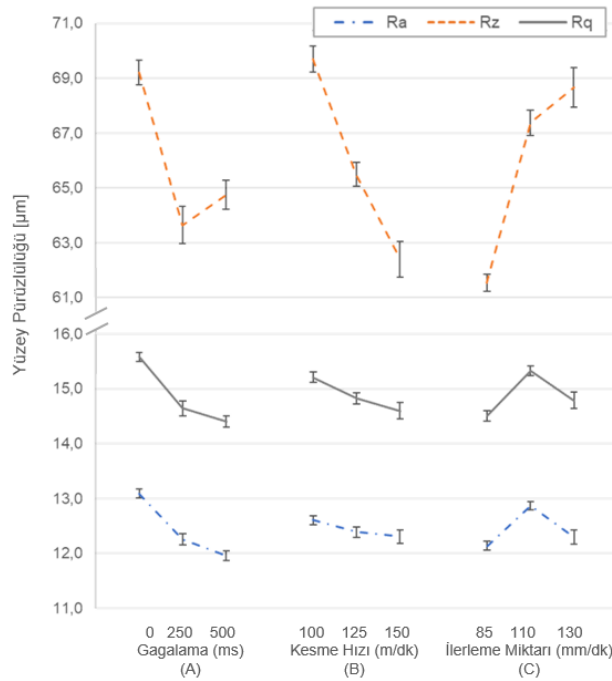
Arka yüzey b bölgesinin Ra değeri üzerinde en etkili parametre gagaalama ve kesme hızının ikili etkileşimi olurken, onu sırasıyla gagaalama*kesme hızı*ilerleme miktarı üçlü etkileşimi, gagaalama ve ilerleme miktarı tekil parametreleri takip etmiştir (Çizelge 6). Gagaalama*ilerleme miktarı ikili etkileşimi ve kesme hızının da Ra üzerindeki etkisi istatistiki olarak anlamlı olsa da diğer parametreler yanında yüzdelik değerleri düşük bulunmuştur. Rz'nin ANOVA sonuçları incelendiğinde en etkili parametre ilerleme miktarı olurken, ikinci etkili parametre kesme hızı olmuştur. Bunları sırasıyla, gagaalama*kesme hızı ikili etkileşimi, gagaalamanın tekil etkisi ve

gagaalama*ilerleme miktarı ikili etkileşimi takip etmiştir. Rq ANOVA sonuçları, Ra sonuçları ile aynı sıralamaya sahip bulunmuştur. Kurulan üç modelin R2 değerleri Ra: %99,32; Rz: %98,2 ve Rq: %99,45 olmuştur. Sonuçlar gagaalama fonksiyonunun yüzey kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Şekil 4'te sunulan Ra ana etki grafiği incelendiğinde, gagaalama fonksiyonunun devreye girmesi (250 ms) ve daha uzun gagaalama süresinde (500 ms) Ra değerinin sürekli bir azalma gösterdiği, ilerleme miktarının artışı ile Ra'nın önce arttığı sonra azaldığı, kesme hızının artışı ile Ra'nın düşüş eğilimi sergilediği ancak 125 m/dk ve 150 m/dk kesme hızları arasında anlamlı fark olmadığı görülmektedir. Rz ana etki grafiğinde ise, ilerleme miktarının artışı ile Rz'nin arttığı, yüksek ilerleme miktarı (130 mm/dk) ile orta ilerleme miktarı (110 mm/dk) arasındaki artışın anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır. Kesme hızının artışı ile Rz düzenli olarak düştüğü ve üç seviye arasındaki farkların anlamlı olduğu dikkate değerdir. Gagaalama fonksiyonunun varlığı Rz değerini 69,2 µm'den 63,6 µm'ye düşürdüğü ancak kısa gagaalama süresi (250 ms) ile uzun gagaalama süresi (500 ms) arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Rq ana etki grafikleri genel olarak Ra ile paralel seyir izlemektedir. Ana etki grafiklerine göre daha iyi yüzey kalitesi için ideal seviyeler; gagaalama fonksiyonunun uygulanması hatta daha uzun gagaalama süresi kullanımı, yüksek kesme hızı ve düşük ilerleme miktarı seçimi öne çıkmaktadır.

Çizelge 6. Numune arka yüzeyi b bölgesi yüzey kalitesi ANOVA sonuçları

Faktör	SD	Ra			Rz			Rq		
		F-Değeri	P-Değeri	%Etki	F-Değeri	P-Değeri	%Etki	F-Değeri	P-Değeri	%Etki
Model	28	272,41	0	99,32	101,34	0	98,20	336,87	0	99,45
Tekrar	2	0,71	0,497	0,02	0,45	0,642	0,03	1,26	0,292	0,03
Lineer	6	388,02	0	30,32	295,54	0	61,37	443,8	0	28,08
A	2	781,71	0	20,36	210,56	0	14,57	780,17	0	16,45
B	2	52,78	0	1,37	326,2	0	22,58	193,6	0	4,08
C	2	329,58	0	8,58	349,87	0	24,22	357,63	0	7,54
2-Yönlü Etkileşim	12	291,31	0	45,52	59,16	0	24,57	383,59	0	48,53
A*B	4	754,93	0	39,32	105,68	0	14,63	959,24	0	40,46
A*C	4	107,47	0	5,60	51,21	0	7,09	180,6	0	7,62
B*C	4	11,55	0	0,60	20,59	0	2,85	10,93	0	0,46
3-Yönlü Etkileşim	8	225,28	0	23,47	44,18	0	12,23	270,48	0	22,82
A*B*C	8	225,28	0	23,47	44,18	0	12,23	270,48	0	22,82
Hata	52			0,68			1,8			0,55
Toplam	80			100			100			100



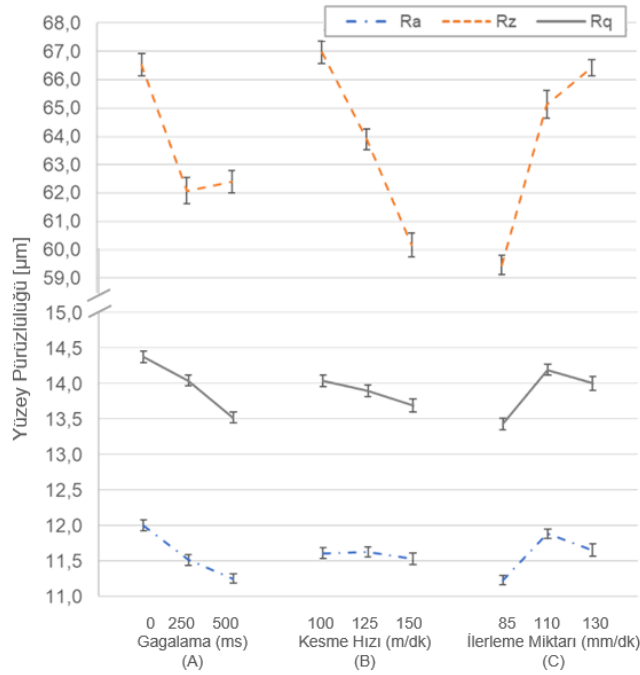
Şekil 4: Arka yüzey b bölgesinin Ra, Rz ve Rq ana etki grafikleri

Numune arka yüzeyi için tüm bölgelerin yüzey pürüzlülük sonuçları üzerinden çoklu ANOVA analizi yapılmış ve sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Tüm bölgelerin dikkate alınması ile kurulan modellerin R2değerleri Ra, Rz ve Rq için sırasıyla, %68,52; %78,89 ve %70,9 olmuştur. Parametrelerin etki sıralaması b bölgesi sonuçları ile benzer olup, etki oranları daha düşük çıkmıştır. Bu da bazı bölgelerdeki sonuçların b bölgesi ile tamamen örtüşmediğini ancak parametrelerin tüm yüzeyin ortalama yüzey kalitesi

üzerindeki etkilerini kabul edilebilir güvenilirlik seviyesinde kullanılabilir bilgiye dönüştürülebildiğini göstermektedir. Benzer etkiyi Şekil 5'de sunulan, arka tüm yüzeyin ana etki grafiklerinde de görmek mümkündür. Özetle, kesme esnasında gagalama fonksiyonu kullanılması, yüksek kesme hızı ve düşük ilerleme miktarı değerleri ile AA7075'in testere ile kesilmesinde daha yüksek yüzey kalitesi elde edilebileceği öngörülmektedir.

Çizelge 7: Numune tüm arka yüzeyi yüzey kalitesi ANOVA sonuç tablosu

Faktör	SD	Ra			Rz			Rq		
		F-Değeri	P-Değeri	%Etki	F-Değeri	P-Değeri	%Etki	F-Değeri	P-Değeri	%Etki
Model	28	7,55	0	68,52	12,96	0	78,89	8,45	0	70,90
Tekrar	2	18,05	0	21,85	8,19	0	6,65	19,44	0	21,76
Lineer	6	9,31	0	16,91	47,83	0	58,24	11,21	0	18,82
A	2	15,74	0	9,53	28,11	0	11,41	17,12	0	9,58
B	2	0,27	0,767	0,16	52,84	0	21,45	2,62	0,077	1,47
C	2	11,93	0	7,22	62,53	0	25,38	13,89	0	7,77
2-Yönlü Etkileşim	12	6,63	0	24,09	4,63	0	11,27	7,35	0	24,68
A*B	4	16,07	0	19,46	8,06	0	6,54	17,22	0	19,27
A*C	4	3,47	0,011	4,20	4,83	0,001	3,92	4,42	0,002	4,94
B*C	4	0,35	0,842	0,43	0,99	0,416	0,80	0,41	0,799	0,46
3-Yönlü Etkileşim	8	2,34	0,024	5,67	1,68	0,111	2,73	2,52	0,015	5,64
A*B*C	8	2,34	0,024	5,67	1,68	0,111	2,73	2,52	0,015	5,64
Hata	52			31,48			21,11			29,10
Toplam	80			100			100			100



Şekil 5: Numune arka tüm yüzeyi yüzey kalitesi ana etki grafikleri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, AA7075'in şerit testere ile kesilmesinde yüzey kalitesi yüzey pürüzlülüğü esas alınarak karakterize edilmiştir. Bunun yanı sıra, gagalama fonksiyonu, kesme hızı ve ilerleme miktarının yüzey kalitesine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, bir kesme işlemi sonunda aynı parametrelerle elde edilen ve testerenin temas yüzeylerine göre numunenin ön ve arka yüzeyi olarak tanımlanan yüzeylerin yüzey kaliteleri arasında

istatistiki olarak anlamlı fark bulunduğu ve arka yüzeyin yüzey kalitesinin, ön yüzeye göre daha düşük olduğu görülmüştür. Testerenin hem düşey hem de soldan sağa hareketine bağlı olarak, tek yüzey üzerinde farklı bölgelerde istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklı yüzey kaliteleri elde edilmektedir. Bu bölgeler içerisinde en düşük yüzey kalitesi, silindirik parçanın orta bölgesinde gerçekleşmekte olup, bu bölgenin talaş yükü ve talaş sıkışmasından olumsuz etkilendiği sonucuna varılmıştır. Gagalama fonksiyonu uygulanması, kesme hızının yüksek,

ilerleme miktarının düşük/orta seviyelerinin kullanımı ile daha yüksek yüzey kalitesi elde etmek mümkün görülmektedir. Gagalama fonksiyonundan kaynaklı kesme süresinin uzaması, daha yüksek kesme hızı ile telafi edilebilirken, orta veya düşük ilerleme miktarı seviyeleri ile kesme süresi ve yüzey kalitesi arasında verimli bir denge kurulabileceği sonucuna varılmıştır.

CHARACTERISATION OF SAW-CUT AA7075 SURFACES IN TERMS OF SURFACE ROUGHNESS

Sawing is the first stage of the manufacturing process, and most of the time in the industry, the cut piece does not meet the geometric tolerances (perpendicularity, parallelism, wobble, etc.) and surface quality that will pass directly to the next stage, and secondary processes are needed. However, if the dimensional accuracy, geometric tolerances and surface condition of the cut material can be ensured to be within the desired tolerance range, the material can be taken to the next stage without the need for additional processes.

In this study, the surface quality of AA7075, which is widely used in the defense and aerospace industry thanks to its high mechanical properties, was characterized based on the surface roughness (Ra, Rz, Rq) in band saw cutting. In addition, the effects of the pecking function, which is a new application in sawing machines, cutting speed and feed rate on the surface quality were investigated. A full factorial experimental design was applied over three levels of each parameter and the data were evaluated with one-way and multi-way analysis of variance (ANOVA). The results showed that statistically significantly different surface qualities occurred in different regions on a single surface, depending on the movement of the saw both in the vertical direction and from left to right. It seems possible to obtain higher surface quality by applying the pecking function, using high cutting speed and low/medium feed rate.

Keywords: Cutting with band-saw, AA7075, pecking, surface quality

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK BİDEB 2218 programı kapsamında 123C103 kodlu proje ile desteklenmiştir. Yazarlar destek için TÜBİTAK BİDEB'e teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Şengün, N., Altındağ, R., Demirdağ, S. 2013. Dairesel Testerelele Kesme İşleminde Testere Devir Sayısının Ve Gürültü Seviyesi

- Değişimlerinin İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 19, Sayı 3, 2013, Sayfalar 121-126.
- Chai, H., So, C., Yuan, P.F. 2021. Manufacturing double-curved glulam with robotic band saw cutting technique. Automation in Construction 124 (2021) 103571.
- Bates, P.J., Wang, C.Y. The Effect of Sample Preparation on the Mechanical Properties of Nylon 66. Polymer Engineering And Science, April 2003, Vol. 43, No. 4.
- Mulaitat, A. 2022. Şerit Testere İle Kesme İşleminde Kesme Parametrelerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Civelek, H.A. Gökmen, O., Çavdar, K. 2022. Şerit Testere Makinelerinde Kesme Sürecinin Deneysel İncelenmesi. 1st International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences
- Yıldız, S., Özsoy, M., Özsoy, N., Doğan, S. 2021. AISI 1040 Malzemesinin Şerit Testere İle Kesiminde İşlem Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Taguchi Metoduyla İncelenmesi. Aegean Summit 2nd International Applied Sciences Congress. Sayfa 65-75.
- Yıldız, S. 2022. AISI 1040 Malzemesinin Yüksek Performanslı Otonom Daire Testere Makinesi ile Kesiminde Kesme Parametrelerinin Talaş Sıcaklığına Etkisi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 22 (2022) 055903 (1225-1237).
- Ulaş, H.B., Mihmat, F., Demir, H. 2010. DIN 1.2344 Sıcak İş Takım Çeliğinin Testere Freze Çakılarıyla İşlenebilirliğinin Araştırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 170-178.
- Yılmaz, T., Uzun, İ., Uzun, İ. 2014. Lama Testere ile AISI 1020 Malzemesinin Kesilmesi İşleminde Takım Performansının İncelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. XX (2014) xxxxxx (xx s).
- Ko, T.J., Kim, H.S. 1999. Mechanistic cutting force model in band sawing. International Journal of Machine Tools & Manufacture 39 (1999) 1185–1197.
- Gendraud, P., Roux, J.-C., Bergheau, J.-M. 2003. Vibrations and stresses in band saws: A review of literature for application to the case of aluminium-cutting high-speed band saws. Journal of Material Processing and Technology 135 (2003) 109-116.
- Cakir, A., Yağmur, S., Kavak, N., Küçüktürk, G., Seker U. 2016. The effect of minimum quantity lubrication under different parameters

- in the turning of AA7075 and AA2024 aluminium alloys. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, cilt.84, ss.2515-2521.
13. Yağmur, S., Kaya, M.K., Şeker, U. 2021. AA-6082 T4 Alaşımının Tornalamasında Çok Kristalli Elmas (ÇKE) Takımlara Uygulanan Talaş Kırıcı Formlarının Kesme Kuvvetleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, cilt.7, sa.1, ss.51-57.
14. Kivak, T., Habali, K., Şeker, U. 2012. The effect of cutting paramaters on the hole quality and tool wear during the drilling of Inconel 718. Gazi University Journal of Science.
15. Yıldız, Y., Korkut, I., Şeker, U. 2006. Development of a feature based CAM system for rotational parts. Gazi University Journal of Science.